تاثیر تمرین هوازی و مکمل اکتاپامین بر عوامل آنتی‌اکسیدانی و آدیپونکتین متعاقب رژیم غذایی با روغن‌های حرارت دیده عمیق در رت‌های سالم

امراله تعاون کردار[a]، ظاهر اعتماد[b*]، کمال عزیزبیگی[c]، خالید محمد زاده سلامت[b]

[a] دانشجوی دکتری گروه تربیت بدنی، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنند، ایران
[b] استادیار گروه تربیت بدنی، واحد سنندج ، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران
c دانشیار گروه تربیت بدنی، واحد سنندج ، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۱۲/۱۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۴/۱۲
https://dorl.net/dor/20.1001.1.20080123.1400.18.2.8.4

چکیده

مقدمه: امروزه سرخ کردن عمیق یک روش عمومی پخت است که در آن از چربی به عنوان محیط انتقال گرما استفاده می‌شود و در طی آن غذاهایی با خصوصیات منحصر به فرد از نظر طعم و ظاهر تولید می‌شود. در روغن‌های حرارت دیده عمیق ترکیباتی ایجاد می‌شود که سلامتی افراد را به خطر می‌اندازد. هدف از تحقیق حاضر بررسی تاثیر تمرین هوازی و اکتاپامین بر عوامل آنتی اکسیدانی و تغییرات غلظت آدیپونکتین در رت های تغذیه شده با روغن حرارت دیده عمیق می‌باشد.

مواد و روش‌ها: بدین منظور ۴۰ رت ویستار انتخاب و به طور تصادفی در گروه های کنترل- مسمومیت (n=۸)، تمرین- مسمومیت (n=۸)، مکمل- مسمومیت (n=۸)، مکمل- تمرین- مسمومیت (n=۸) و کنترل- سالم (n=۸) قرار گرفتند و به مدت چهارهفته با مواد غذایی تهیه شده با روغن حرارت دیده تغذیه شدند. تمرینات هوازی به مدت چهار هفته و با شدت متوسط ۶۵-۵۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی به‌صورت سه جلسه در هفته و به مدت ۲۰ دقیقه انجام شد. اکتاپامین به عنوان مکمل به مدت ۴ هفته و ۵ روز در هفته با استفاده از دز 81 µmol/kgبه صورت تزریق درون صفاقی(IP محلول با نرمال سالین ۹ درصد) استفاده شد. فعالیت آنزیم سوپر اکسید دسموتاز، ظرفیت انتی اکسیدان تام پلاسما و غلظت هورمون آدیپونکتین سنجش شد.

یافته‌ها: فعالیت آنزیم سوپر اکسید دسموتاز و ظرفیت آنتی‌اکسیدان پلاسما و نیز غلظت ادیپونکتین در گروه تمرین- مسمومیت و گروه تمرین- مکمل- مسمومیت در مقایسه با گروه کنترل- مسمومیت به طور معنی‌داری افزایش یافت (p≤۰۰۱/). با وجود این بین گروه تمرین- مسمومیت و تمرین- مکمل- مسمومیت و گروه مکمل- مسمومیت تفاوت معنی‌داری در هیچکدام از متغیرهای مذکور مشاهده نشد (p=۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد تمرین و یا مصرف مکمل اکتاپامین به تنهایی مزایایی سلامتی اثرات ترکیبی هر دو را داشته باشد و از لحاظ هزینه؛ به نظر می رسد اعمال هرکدام به تنهایی به صرفه تر از ترکیب هر دو باشد.

واژه‌های کلیدی: *آدیپوکاین، آنتی اکسیدان تام پلاسما، اکتاپامین، تمرین هوازی، سوپر اکسید دسموتاز*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: zetemad2002@yahoo.com

مقدمه

طبق گزارش سازمان جهانی بهداشت بیماری قلبی عروقی از علل اصلی مرگ و میر در جهان هستند و پیش بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰ حدود ۳۰ میلیون نفر به دلیل بیماری قلبی عروقی جان خود را از دست بدهند. علاوه بر این، بیماری قلبی عروقی در ایالات متحده سالانه حدود ۳۳۰ میلیارد دلار هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم دارد و تقریبا یک هفتم هزینه‌های حوزه مراقبت‌های بهداشتی صرف بیماری‌های قلبی عروقی می‌شود. امروزه خوشبختانه ضمن استفاده از داروها، از مکمل‌های گیاهی و مواد تغذیه-ای که نقش مثبت آنها در حال مطالعه است نیز استفاده می‌شود.

امروزه پیشرفت روز افزون تکنولوژی در کنار ارتقای کیفت زندگی منجر به بروز مشکلات سلامتی گردیده است (Hofmann, 2001). کاهش تحرک بدنی هم سو با سرعت بالای زندگی در مقایسه با گذشته تاثیر چشم‌گیری بر عادات و رفتاری انسان امروزی گذاشته و موجب تغییر شیوه زندگی منجمله عادات‌های غذایی شده است (Knight, 2012)؛ به طوری‌که در چند دهه اخیر استفاده وسیع از غذاهای فست فودی رشد چشمگیر داشته است (Zhao *et al*., 2017). فست فود روشی نوین در طبخ غذاها در روغنهای حرارت دیده با دمای بالا بوده که به کرات مورد استفاه قرار گرفته و در آن روغن به عنوان محیط انتقال گرما استفاده می‌شود و در طی آن غذاهایی با خصوصیات منحصر به فرد از نظر طعم، بافت و ظاهر تولید می‌شود (Mellema, 2003). دمای سرخ‌کردن از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر فرایند و نیز طعم و مزه غذا می باشد (Kita, *et al*., 2007). یکی از ترکیباتی که در حین حرارت‌دهی بالای غذاها به ویژه غذاهای با چربی بالا تشکیل می شود، آکرولئین است. پروپنال-۲ یا آکرولئین یک آلدئیدالکتروفیل غیراشباع متعلق به گروه آلدئیدهای α و β است (Moghe, 2015). واکنش‌های شیمیایی درگیر در تشکیل آن شامل دهیدراسیون حرارتی گلیسرول، تجزیه رتروآلدول، کربوهیدرات‌ها، پراکسیداسیون اسیدهای چرب چند غیراشباعی و تجزیه استرکر اسیدهای آمینه مانند متیونین و ترئونین است (Faroon, 2008). تولید اکرولئین می‌تواند استرس اکسیداتیو را نیز افزایش دهد از این رو تولید رادیکال‌های آزاد که پیامد استرس اکسیداتیو است، می‌تواند به راحتی آغازگر و مقدمه‌ای برای انواع و اقسام بیمارها از جمله بیمارهای قلبی-عروقی، سرطان‌ها و التهاب‌های سیستمیک گردد (Florence, 1995) و آنزیم پیشرو آنتی اکسیدانی سوپراکسید دسموتاز و سیستم آنتی‌اکسیدان تام را به چالش بکشد ویا تا حدود زیادی تضعیف نماید (Fang *et al*., 2002). استرس اکسیداتیو در انسان، در بروز سرطان، آلزایمر، تصلب شرایین، سکته قلبی، عفونت‌ها، سندرم خستگی مزمن نقش دارد (Ramond *et al*., 2011). بر اساس مطالعات اپیدمیولوژیک آنتی‌اکسیدان‌ها ارتباط معکوسی با بیماری‌های قلبی عروقی و آترواسکلروز دارند، همچنین انتی اکسیدانها مانع از اکسیداسون‌های اسیدهای چرب غیر اشباع شده و از ایجاد سلول های فوم و پلاک آترو اسکلروزی جلوگیری می‌کند (Macêdo, 2013). Mahmudi و همکاران (2020) در تحقیق خود تاثیر تمرین هوازی و اکتاپامین بر مونوسیت‌ها و ماکروفاژهای بافت چربی سفید رت‌های مسموم شده با روغن حرارت دیده را بررسی نمودند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که مصرف اکتاپامین و تمرین هوازی موجب می‌شود نفوذپذیری ماکروفاژها در بافت چربی پس از مسمومیت باروغن‌های حرارت دیده کاهش معنی داری داشته باشد. ارتباط بین بافت چربی و سایر سیستم‌های بیولوژیکی بدن از طریق آدیپوکین‌ها صورت میگیرد. آدیپوکین‌ها در فرآیندهای گوناگون متابولیکی شامل تنظیم اشتها، حساسیت انسولینی، هزینه کرد انرژی، عملکرد قلبی-عروقی و التهاب شرکت دارند (Blüher, 2009). بنابراین، اختلال در ترشح آدیپوکین‌ها ممکن است در اختلالات متابولیکی و التهابی اثرگذار باشد. گزارش شده است که ارتباطی مستقیمی بین برخی آدیپوکاین‌ها مانند آدیپونکتین با وضیت ردوکس و ظرفیت آنتی اکسیدان تام پلاسما وجود دارد (Prior *et al*., 2011). بدلیل زندگی ماشینی عصر حاضر و استفاده فراگیر از مصرف غذاهای فست فودی، تحقیقات زیادی برای افزایش و تقویت آنتی‌اکسیدانی و ردوکس سیستم‌های فیزیولوژیکی با استفاده از تمرینات ورزشی هوازی (Atashak and Azizbeigi, 2017) و تمرینات مقاومتی (Azizbeigi *et al*., 2019) انجام شده است و در یک جمعبندی گزارش شده است تمرینات ورزشی می تواند وضعیت آنتی‌اکسیدانی را بهبود بخشد. با این‌حال گزارشاتی مبنی براینکه ممکن است برخی از

شاخص‌های دفاع آنتی‌اکسیدانی تحت تاثیر تمرینات ورزشی قرار نگیرند نیز وجود دارد (Amini *et al.*, 2018a). همچنین White و همکاران (۲۰۱۶)، بیان کردند که اشتباهات تغذیه‌ای و رژیم‌های غذایی نامناسب به مدت طولانی سبب التهاب عصبی در نمونه مایس می‌شود. Huang و همکاران (۲۰۱۲) نیز نقش رژیم غذایی پرچرب در تکثیر سلول‌های سرطان از طریق فعال شدن مسیر سیگنالی MCP-1/CCR2 نشان دادند. رویکردهای متفاوتی از جمله استفاده از فعالیت بدنی و تمرینات ورزشی برای کاهش وضعیت اکسیداتیو و التهاب مورد توجه قرار گرفته است.به همین دلیل اثرات هم افزایی برخی از آنتی-اکسیدان‌ها و نیز مکمل‌های خوراکی و گیاهی همواره مورد توجه بوده است (Etemad *et al.*, 2019). بنابراین امروزه استفاده از مکمل‌ها در حوزه فیزیولوژی ورزشی به عنوان عامل سینرژیک در کنار تمرینات ورزشی جهت بهبود و تعدیل عوامل التهابی توجه زیادی را به خود معطوف کرده و تحقیقات زیادی در این زمینه صورت گرفته است. عصاره‌های میوه مرکبات (نارنج) به طور سنتی به عنوان محصولاتی جهت کاهش وزن، با اثرات آنتی‌اکسیدانی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Thevis, 2012). یکی از اجزای این عصاره‌ها اکتاپامین است. اکتاپامین مکملی است که اخیرا مورد توجه ورزشکاران و محققان قرار گرفته و تحقیقات چندی در این زمینه صورت گرفته است. اکتاپامین[1] نام یک آمین بیوژنیک درون‌زا است که ارتباط نزدیکی با نوراپی‌نفرین دارد، و بر روی سامانه‌های آدرنرژیک و دوپامینرژیک تأثیرگذار است. که با تقلید عملکرد سمپاتیک، یک ماده آدرنرژیک محسوب می‌گردد، از اثرات اکتاپامین میتوان به اثرات آنتی اکسیدانی، اثرات ضد التهابی، کاهش وزن، چربی سوزی و ضد سرطان اشاره کرد (Beaumont, 2017). این ماده به‌طور طبیعی در گیاهان متعدد مانند نارنج موجود بوده و از بیوسنتز-(-)-D انانتیومراکتاپامین به‌وسیله -β هیدروکسیلاسیون از تیرامین و از طریق آنزیم دوپامین-β هیدروکسیلاز بدست آمده و تحت نام‌های تجاری Epirenor، Norden و Norfen عرضه می‌شود (Axelrod and Saavedra, 1977). مطالعات در خصوص نقش گیاهان دارویی از جمله عصاره اکتاپامین و اثرات تعاملی آنها با تمرین ورزشی بر عملکرد آدیپوکاین‌ها و شاخص‌های آنتی اکسیدانی نتایج ضد و نقیض و متفاوتی ارائه نموده‌اند.

به سبب وجود اطلاعات و تحقیقات مبهم و گاهی متناقض در مورد تاثیر هم افزایی مکمل اکتاپامین در کنار تمرین ورزشی در جهت تقویت سیستم دفاع آنتی‌اکسیدان و بهبود ردوکس، نقش آنتی‌اکسیدان‌ها به ویژه آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در درمان و پیشگیری بیماریها بویژه بیماری‌ها قلبی عروقی و سرطان‌ها و همچنین افزایش علاقه به پیدا کردن آنتی اکسیدان‌ها از منابع گیاهی، در این تحقیق به دنبال پاسخ این سوال هستیم که آیا چهار هفته تمرین هوازی و مصرف اکتاپامین بر برخی از عوامل آنتی‌اکسیدانی و آدیپوکاینی در رت‌های تغذیه شده با روغن‌های حرارت دیده عمیق تاثیری دارد؟ یا خیر؟

مواد و روش‌ها

- حیوانات

تعداد ۴۰ موش صحرایی نژاد ویستار با سن تقریبی ۲۰ هفته، میانگین وزنی ۳۰۰-۲۵۰ گرم از مرکز انستیتوپاستور ایران تهیه شده و بعد از انتقال به آزمایشگاه و نگهداری به عنوان نمونه آماری انتخاب شده و به طور تصادفی در گروه‌های کنترل- مسمومیت (n=۸)، تمرین- مسمومیت (n=۸)، مکمل- مسمومیت (n=۸)، مکمل- تمرین- مسمومیت (n=۸) و کنترل- سالم (n=۸) قرار داده شدند. شرایط استاندارد نگهداری در طول مدت تحقیق برای حیوانات فراهم گردید به طوریکه حیوانات در دمای تقریبی ۲۵ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۴۵ درصد در چرخه روشنایی- تاریکی ۱۲ ساعته تا زمان کامل آزمایشات و دوره تمرینات ورزشی نگهداری شدند. همچنین تمامی حیوانات دسترسی آزاد به آب و غذای استاندارد مخصوص حیوانات آزمایشگاهی داشتند. لازم به ذکر است کلیه اصول اخلاقی تحقیق حاضر مطابق با اصول کار با حیوانات آزمایشگاهی مصوب دانشگاه علوم پزشکی تهران رعایت گردید و طرح تحقیق و کلیه مراحل آن توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی کردستان با شماره IR.MUK.REC.1398/500 مطالعه گردید و تایید شد.

- تهیه جیره غذایی با روغن روغن حرارت دیده

[1] Octopamine

ابتدا جهت تهیه روغن حرارت دیده مقدار هشت لیتر روغن مایع آفتاب‌گردان (شرکت لادن، ایران) به مدت چهار روز متوالی، روزی هشت ساعت با دمای ۲۰۰-۱۹۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد (Kim *et al*., 2009)، سپس هر ۳۰ دقیقه مواد غذایی شامل ناگت مرغ، سیب زمینی، مرغ و فرآورده‌های پروتئینی (سوسیس و کالباس) داخل روغن غوطه ور شده و در انتها روغن روز چهارم به منظور استفاده به عنوان مداخله‌ی مسمومیتی تا زمان اجرا نگهداری و به صورت خوراکی (گاواژ) یک وعده در روز در صبح به مدت چهار هفته به حیوانات خورانده شد (Wang *et al*., 2011).

- مکمل‌اکتاپامین

اکتاپامین (سیگما، آلدریچ) به عنوان مکمل به مدت چهار هفته و پنج روز در هفته با استفاده از دز µmol/kg ۸۱ به صورت تزریق درون صفاقی (IP محلول با نرمال سالین ۹درصد) بود (Mahmudi *et al*., 2020).

- برنامه تمرینات ورزشی

قبل از شروع پروتکل اصلی تمرینات هوازی لازم بود حیوانات با نوار گردان و دویدن بر روی آن آشنا شوند. به همین منظور به مدت چهار جلسه در طول یک هفته حیوانات کلیه گروه‌ها بر روی نوار گردان قرار داده شده و با سرعت کم شروع به دویدن می‌کردند. برنامه تمرینی به مدت چهار هفته و با شدت متوسط به صورت یک روز در میان انجام شد. شدت تمرین در هفته‌ی اول ۵۰ درصد vo2max و در هفته ی آخر به ۶۵ درصد vo2max رسید. به منظور سازگاری رت‌ها قبل از شروع

برنامه اصلی تمرینی یک هفته تمرین سازگاری با سرعت ۹m/min و زمان ۲۰ دقیقه انجام گردید. مدت زمان تمرین ۲۰ دقیقه ثابت بوده و شدت تمرین از روز اول ۱۶m/min و در روز آخر به ۲۶m/min رسید. برای شروع تمرین ۵ دقیقه با سرعت ۷m/min گرم و پس از تمرین اصلی ۵ دقیقه با سرعت ۵m/min سرد کردن وجود داشت. برای ایجاد شرایط کاملا یکسان حیوانات دیگر گروه‌های غیر تمرینی پنج جلسه در هفته به مدت ۱۵-۱۰ دقیقه در هر جلسه بر روی نوارگردان بی‌حرکت قرار داده می‌شدند (Mahmudi *et al*., 2020).

- نمونه گیری خون و آنالیز بیوشیمایی

۴۸ ساعت پس از آخرین مداخله تمامی رت‌ها به مدت ۱۰-۸ ساعت ناشتا شده و قبل از شروع بافت برداری وزن کشی انجام شد. بعد از وزن کشی بی‌هوشی به شکل استنشاقی و با ماده‌ی کلروفورم انجام شد، پس از بی‌هوشی کامل خونگیری از بطن چپ قلب انجام گردید و سپس نمونه‌های خونی به لوله‌های آزمایش حاوی ماده ضد انعقاد منتقل شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده به مدت ۱۰ دقیقه و با سرعت ۲۸۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ (مدل اپندورف، آلمان) شده و نهایتا به داخل میکروتیوب انتقال داده شدند. سپس میکروتیوب‌ها تا زمان آنالیزهای بیوشیمایی در داخل فریزر ۸۰- نگه‌داری شدند. اندازه‌گیری تعیین فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز بر اساس روش مارک لند (۱۹۷۴) انجام شد. نقش سوپراکسید دیسموتاز افزایش سرعت تجزیه آنیون سوپراکسید به هیدروژن پراکسید و مولکول اکسیژن است. کاهش دانسیته نوری (OD) که به عنوان فعالیت آنزیم بیان می‌شود توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل Unico S2100، USA تعیین گردید (Marklund and Marklund, 1974) اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل با روش دستی FARP صورت گرفت. در این روش ترکیبات آنتی‌اکسیدان با احیای یون مس باعث ایجاد رنگ می‌شوند که میزان غلظت با کمک اسپکتروفتومتر مدل JENWAY 6105 در طول موج ۵۳۲ نانومتر اندازه‌گیری گردید (Benzie and Strain, 1999). غلظت آدیپونکتین با استفاده از کیت، (AdipoGen, Korea) و روش الایزا سنجش شد.

- تجزیه و تحلیل آماری

ابتدا توزیع طبیعی داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف- اسمیرنوف و همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لِوِن بررسی شد. بعد از مشخص شدن طبیعی بودن توزیع داده‌ها جهت تعیین اختلاف میانگین‌های متغیرهای مورد مطالعه از آزمون آماری انوای یکطرفه استفاده شد. در صورت وجود اختلاف معنی‌دار از آزمون بونفرونی برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد. تمامی تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام گرفت. سطح معنی‌داری نیز p =۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

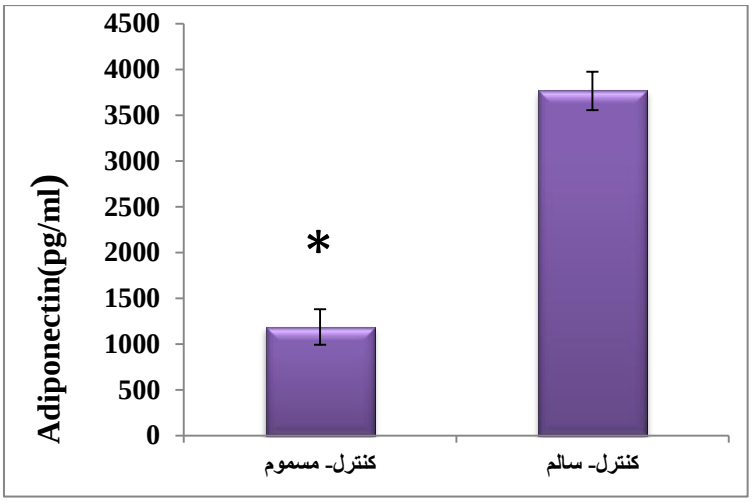
یافته‌ها

نتایج آزمون انوا نشان داد بین گروه‌ها در مقادیر غلظتی ادیپونکتین اختلاف معنی‌داری وجود دارد (p=۰/۰۱۱). بررسی دقیقتر با آزمون تعقیبی نشان داد که غلظت آدیپونکتین در گروه تمرین- مسمومیت به طور معنی‌داری در مقایسه با گروه کنترل- مسمومیت بیشتر بود (p<۰/۰۰۱). همچنین دریافت مکمل اکتاپامین نیز موجب افزایش معنی دار غلظت آدیپونکتین شد به طوریکه میزان غلظت آدیپونکتین در گروه مکمل-مسمومیت به طور معنی داری بیشتر از گروه کنترل- مسمومیت بود (p<۰/۰۰۱). با آنکه بیشترین غلظت آدیپونکتین در گروه ترکیب تمرین- مکمل اکتاپامین مشاهده شد، اما اثر تعاملی بین تمرین و مکمل اکتاپامین بر غلظت آدیپونکتین معنی دار نسبت به گروه های تمرین- مسمومیت و مکمل- مسمومیت تفاوت معنی داری نداشت(p=۰/۳۷). همچنین مشاهده شد غلظت آدیپونکتین در گروه کنترل سالم نسبت به گروه تمرین- مسمومیت (p=۰/۰۲۲)، مکمل- تمرین- مسمومیت (p=۰/۰۴۳)، مکمل- مسمومیت (p=۰/۰۱۷) بعد از مداخله تمرین هوازی و مکمل همچنان به‌طور معنی‌داری همچنان بالاتر بود. همچنین نتایج نشان داد در اثر مسمومیت با روغن حرارت دیده عمیق وضعیت اکسیدانی تام به طور معنی‌داری کاهش یافت (p<۰/۰۰۱). در گروه‌های تمرین- مسمومیت (p<۰/۰۰۱) و مکمل- مسمومیت (p<۰/۰۰۱) میزان وضعیت اکسیدانی تام به طور معنی دار بیشتر از گروه کنترل-مسمومیت بود. با وجود آنکه بیشترین میزان وضعیت اکسیدانی تام در گروه ترکیبی تمرین- مکمل- مسمومیت مشاهده شد، اما اثر تعاملی بین تمرین- مسمومیت و مکمل - مسمومیت نسبت به گروه‌های تمرین- مسمومیت و مکمل- مسمومیت تفاوت معنی‌داری نداشت (p=۰/۷۵). همچنین مشاهده شد ظرفیت آنتی‌اکسیدان تام پلاسما در گروه کنترل سالم نسبت به گروه تمرین- مسمومیت (p=۰/۰۳۲)، مکمل-تمرین- مسمومیت (p=۰/۰۲۸)، مکمل مسمومیت (p=۰/۰۴۶) بعد از مداخله تمرین هوازی و مکمل همچنان به‌طور معنی‌داری همچنان بالاتر بود.

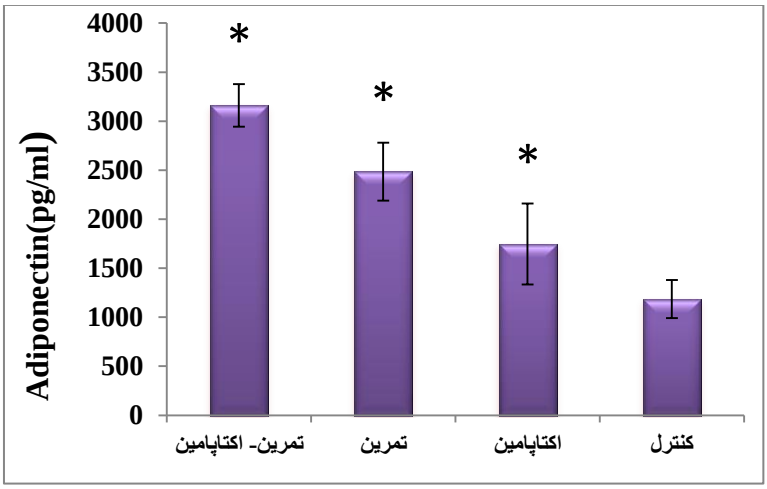
مشاهده شد در اثر مسمومیت با روغن حرارت دیده عمیق میزان فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز به طور معنی‌داری کاهش یافت (p<۰/۰۰۱). نتایج نشان داد فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز در اثر تمرین در گروه تمرین- مسمومیت در مقایسه با گروه کنترل- مسمومیت افزایش یافت (p<۰/۰۰۱) همچنین فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز در مقایسه با گروه کنترل- مسمومیت در گروه مکمل- مسمومیت افزایش یافت (p=۰/۰۰۱) با وجود آنکه بیشترین میزان فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز در گروه تمرین- مسمومیت و مکمل- مسمومیت مشاهده شد، تاثیر ترکیب تمرین هوازی به همراه مکمل اکتاپامین (تمرین هوازی × مکمل اکتاپامین) بر میزان فعالیت آنزیم سوپر اکسید دسموتاز تاثیر معنی‌داری نداشت (p=۰/۶۲۱) به طوری‌که فعالیت آنزیم مذکوردر گروه تمرین- مسمومیت و مکمل- تمرین- مسمومیت تفاوت معنی‌داری ندارد. (p=۰/۴۴). همچنین مشاهده شد فعالیت انزیم سوپراکسید دیسموتاز در گروه کنترل سالم نسبت به مکمل - تمرین- مسمومیت تفاوت معنی‌داری ندارد (p=۰/۰۶۸)، با وجود این فعالیت انزیم مذکور در گروه کنترل سالم نسبت به تمرین- مسمومیت (p=۰/۰۳۷)، مکمل مسمومیت (p=۰/۰۲۴) بعد از مداخله تمرین هوازی و مکمل همچنان به طور معنی‌داری بالاتر بود. مقادیر غلظتی متغیرهای مذکور و همچنین فعالیت آنزیم سوپر اکسید دسموتاز گروه‌های مختلف در جدول ۱ و نمودارهای ۱ تا ۶ ارایه شده است.

جدول ۱- مقادیر غلظتی ظرفیت آنتی‌اکسیدان تام پلاسما، ادیپونکتین و فعالیت آنزیم سوپر اکسید دسموتاز در گروه‌های مداخله

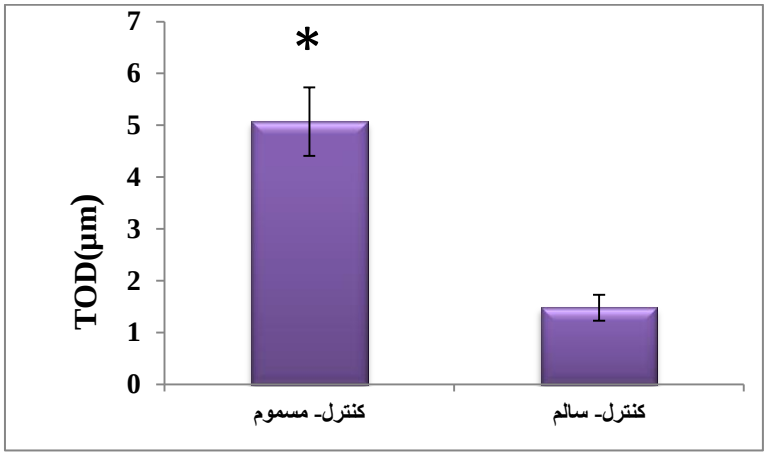
گروه	کنترل- سالم	کنترل- مسمومیت	تمرین-مسمومیت	مکمل- مسمومیت	مکمل- تمرین- مسمومیت
سوپر اکسید دسموتاز (U/L)	۳۵۲/۲۴±۲۵/۴	۱۵۱/۷±۱۹/۸	۲۲۷/۵±۲۸/۷	۲۰۲/۳±۱۵/۱	۳۵۸/۷±۲۹/۸
ظرفیت انتی اکسیدان تام (mmol/l)	۴/۸±۱/۲	۱/۳±۰/۸	۲/۷±۱/۱	۳/۲±۱/۲	۲/۵±۱/۴
ادیپونکتین (pg/ml)	۳۷۲۵±۱۲۵/۸	۱۳۲۲±۸۴/۵	۲۶۱۵±۷۵/۹	۱۹۸۸±۹۵/۲	۳۲۴۲/۷±۱۱۱/۸



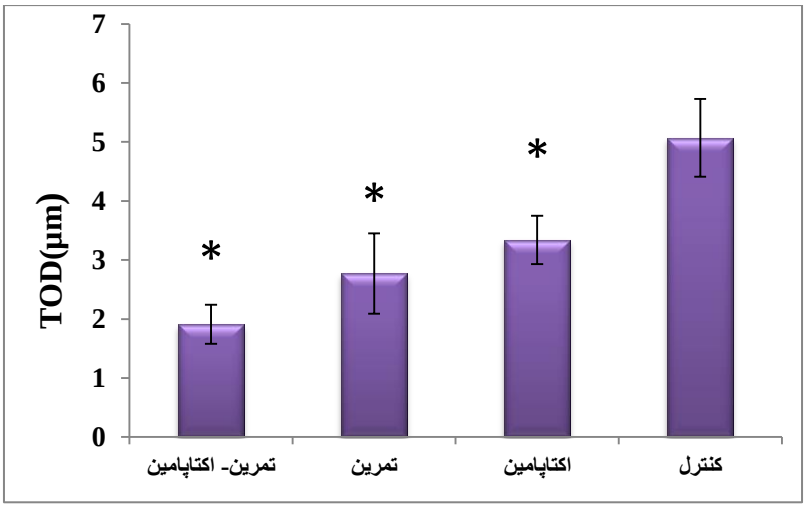
شکل۱- مقایسه غلظت آدیپونکتین درگروه کنترل سالم و کنترل مسموم شده با روغن حرارت دیده عمیق. * نشانه تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه کنترل سالم



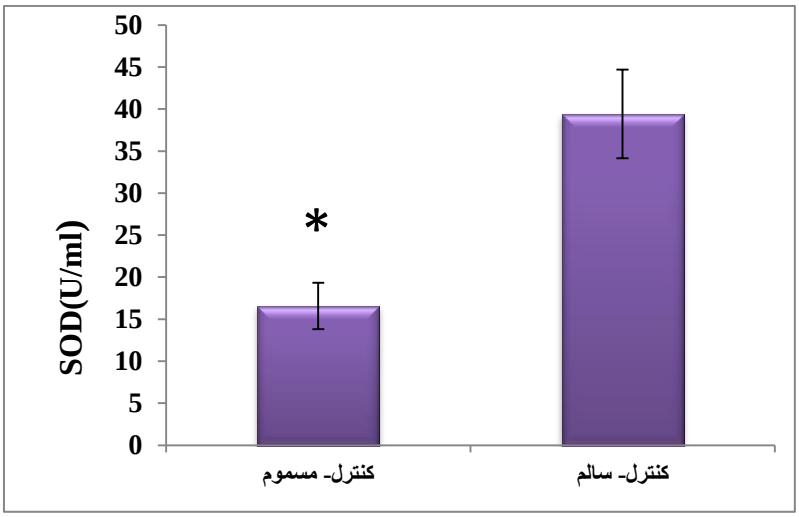
شکل ۲ - غلظت آدیپونکتین در گروه‌های مورد مطالعه. * نشانه تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه کنترل. اطلاعات بر اساس میانگین و انحراف استاندارد گزارش شده است.



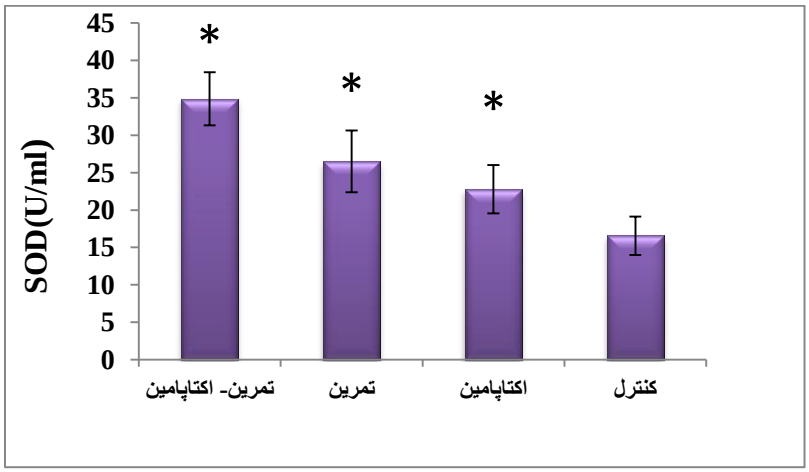
شکل۳ - مقایسه وضعیت اکسیدانی تام در گروه کنترل سالم و کنترل مسموم شده با روغن حرارت دیده عمیق. * نشانه تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه کنترل سالم



شکل ٤ - وضعیت اکسیدانی تام در گروه‌های مورد مطالعه. * نشانه تفاوت معنی دار نسبت به گروه کنترل. اطلاعات بر اساس میانگین و انحراف استاندارد گزارش شده است.



شکل ٥ - مقایسه میزان فعالیت آنزیم سوپر اکسید دسموتاز در گروه کنترل سالم و کنترل مسموم شده با روغن حرارت دیده عمیق. * نشانه تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه کنترل سالم



شکل ٦- میزان فعالیت آنزیم سوپر اکسید دسموتاز در گروه‌های مورد مطالعه. * نشانه تفاوت معنی دار نسبت به گروه کنترل. اطلاعات بر اساس میانگین و انحراف استاندارد گزارش شده است.

بحث

نتایج نشان داد فعالیت آنزیم سوپر اکسید دسموتاز و ظرفیت آنتی‌اکسیدان پلاسما در گروه تمرین–مسمومیت و گروه تمرین– مکمل– مسمومیت در مقایسه با گروه کنترل– مسمومیت به طور معنی‌داری افزایش یافت (p≤/۰۰۱). با وجود این بین گروه تمرین– مسمومیت و تمرین– مکمل– مسمومیت و همچنین گروه مکمل–مسمومیت تفاوت معنی‌داری در سوپر اکسید دسموتاز (SOD) و طرفیت تام آنتی‌اکسیدانی (TAC) از متغیرهای مذکور مشاهده نشد. آنچه مشخص است تمرینات هوازی در تحقیق حاضر به تنهایی موجب افزایش فعالیت آنزیم سوپر اکسید دسموتاز شده است. در این راستا گزارش شده است که حتی تمرین و فعالیت بدنی کوتاه مدت می‌تواند فعالیت برخی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را بدون اینکه پروتئین‌های جدید ساخته شوند افزایش دهد (Liu *et al*., 1999). در پژوهش حاضر فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز از بخش پلاسما سنجیده شده است و اختصاص به بافت مشخصی ندارد. گزارش شده است که میزان تاثیر پذیری آنزیم‌های آنتی اکسیدانی مانند سوپر اکسید دسموتاز به نوع بافتی که آنزیم در آن وجود دارد بستگی دارد (Liu *et al*., 1999). مشخص است که افزایش فعالیت آنزیم مذکور در جهت خنثی‌سازی رادیکال سوپر اکسید است که نشان می‌دهد سازگاری های پس ترجمه ای در این آنزیم در گروه‌های تمرین–مسمومیت و تمرین–مکمل مسمومیت روی داده است. هم راستا با نتایج تحقیق حاضر Parise و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که دوازده هفته تمرین مقاومتی می‌تواند موجب بیش تنظیمی Cu, ZnSOD و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی شود. هر چند فعالیت آنزیم MnSOD تحت تاثیر تمرین قرار نگرفت، اما تحقیقات به ایزو آنزیم های سوپر اکسید دسموتاز اشاره داشته و تاثیر پذیری برخی از ایزو آنزیم‌ها مانند MnSOD نسبت به تمرینات ورزشی بشتر از بقیه تصور می‌کنند (Ji *et al*., 1993).

در پژوهش حاضر آنزیم سوپراکسید دسموتاز و ظرفیت آنتی اکسیدان پلاسما تحت تاثیر مصرف مکمل اکتاپامین– تمرین در قرار نگرفتند. به این معنی ترکیب مکمل اکتاپامین و تمرین هوازی اثرات فزاینده‌ای در بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدان تام پلاسما و آنزیم سوپر اکسید دسموتاز نداشت. اکتاپامین در انسان یکی از محصولات نهایی ال تیروزین بوده و به عنوان یک میانجی برای سنتز سینرفین[1] مورد استفاده قرار می‌گیرد (Roeder, 2005). هر چند از طریق مصرف منابع گیاهانی مانند نارنج نیز می‌تواند وارد بدن شود (Axelrod and Saavedra, 1977). اکتاپامین از دو مسیر می‌تواند بر روند آنتی‌اکسیدان‌ها و ردوکس بر بدن تاثیر بگذارد. از طریق تاثیر گذاری بر سنتز سینرفین؛ که خود سینرفین نیز بر میزان اکسیداسیون چربی و متابولیسم تاثیرگذار است و نهایتا درصد چربی بدن و انباشتگی آن بر فشار اکسیداتیو و آنتی‌اکسیدان‌ها موثر خواهد بود (Vincent *et al*., 2004). همچنین ارتباط ال تیروزین به عنوان تسریع کننده فشار اکسیداتیو چرا که اکتاپامین یکی از محصوات نهایی متابولیسم ال تیروزین است (Macêdo *et al*., 2013). بر همین اساس منطقا انتظار می‌رفت مکمل اکتاپامین بتواند بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی آنزیم سوپر اکسید دسموتاز و ظرفیت آنتی‌اکسیدان پلاسما تاثیر گذارد. گزارش شده است که کاهش توده چربی بدن منجر به کاهش فشار اکسیداتیو می‌شود (Vincent *et al*., 2004). از طرفی دیگر گزارش شده است ال تیروزین می تواند فشار اکسیداتیو را افزایش دهد. بر همین اساس به نظر می‌رسد برایند افزایش و کاهش فشار اکسیداتیو که به طورمستقیم بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی آنزیمی و غیر آنزیمی تاثیر می‌گذارد در مجموع منجر به عدم تغییر فعالیت آنزیم سوپر اکسید دسموتاز و ظرفیت آنتی‌اکسیدان پلاسما شده است. با این همه نتیجه-گیری قطعی در این مورد ممکن نیست چرا که در تحقیق حاضر تنها به طور محدود برخی از آنتی‌اکسیدان‌ها مورد مطالعه و بررسی قگرار گرفته است و بهتر بود محصولات فشار اکسیداتیو مانند مالون دی‌آلدئید بعنوان شاخص پراکسیداسیون لیپیدی و ۸– اُکسو–۲–دئوکسی گوآنوزین[2] به عنوان اکسیداسیون DNA ناشی از فشار اکسیداتیو (Tryfidou *et al*., 2020) مورد مطالعه قرار می‌گرفت تا در کنار وضعیت آنتی‌اکسیدان‌ها؛ وضعیت فشار اکیسداتیو نیز سنجش می‌شد. به هر حال این مساله یکی از نقاط ضعف و محدودیت تحقیق حاضر است.

همچنین نتایج تحقیق نشان داد که تغییرات غلظت ادیپونکتین تحت تاثیر اثرات هم افزایی مصرف مکمل اکتامین و تمرینات هوازی قرار نگرفت به این معنی در مقایسه با گروه‌های تمرین– مسمومیت، مکمل– مسمومیت بهبودی در

[1] Synephrine

[2] 8-Oxo-2'-deoxyguanosine (8-oxo-dG)

وضعیت غلظتی ادیپونکتین مشاهده نشد. با این حال مشاهده شد که تمرین و مکمل هر دو غلظت ادیپونکتین را افزایش دادند هر چند که بهبودی بیشتری در ترکیب ایندو حاصل نشد. ادیپونکتین، ادیپوکاینی است که از بافت سفید چربی ترشح شده و موجب افزایش حساسیت انسولینی گردیده و با سایتوکان‌هایی پیش التهابی رابطه عکس دارد (Simpson and Singh, 2008). بر همین اساس افزایش غلظت آن به عنوان یک فاکتور مفید مورد توجه قرار گفته است. همسو با نتایج تحقیق حاضر پژوهش‌های زیادی از تاثیر مثبت تمرینات وزشی بر بهبود غلظت ادیپونکتین پلاسمایی ناشی از ورزشی و تمرینات ورزشی اشاره داشته‌اند (Becic *et al*., 2018). بنابراین تاثیر پذیری این ادیپوکاین تحت تمرینات ورزشی مساله تازه‌ای نیست. با وجود این تعامل اثرات هم افزایی اکتاپامین و تمرینات هوازی بر تغییرات ادیپونکتین مورد مطالعه قرار نگرفته است.هم راستا با نتایج تحقیق حاضر گزارش شده است که مصرف چای سبز به عنوان یک آنتی‌اکسیدان با اثرات مستقیم طی تمرینات هوازی تاثیر هم‌افزایی در بهبود وضعیتی ادیپونکتین مردان چاق نداشت (Haghighi *et al*., 2015). به هر حال تاثیر مکمل‌های غذایی بر تغییرات ادیپونکتین مورد توجه زیاد قرار نگرفته و بر همین اساس نیاز به بررسی بیشتر دارد و تفسیر نتایج را مشکل می‌سازد.

نتیجه گیری

به نظر می‌رسد اثر تعاملی تمرین هوازی و مصرف اکتاپامین نمی‌تواند بر فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز و همچنین غلظت آنتی اکسیدان تام پلاسما به عنوان عوامل آنتی‌اکسیدانی را بهبود بخشد. همچنین تغییرات غلظت ادیپونکتین به عنوان یک عامل ضدالتهابی و فاکتور تنظیمی مهم متابولیکی نیز تحت تاثیر ترکیب تمرینات هوازی و مکمل اکتاپامین قرار نگرفت. با توجه به نتایج به دست آمده به نظر می رسد که ورزش و مکمل اکتاپامین نمی‌توانند اثرات یک رژیم غذایی نامناسب را جبران نمایند. از این رو برای دستیابی به نتایج دقیق تر نیاز به مطالعات گسترده تر در این زمینه می‌باشد.

سپاسگزاری

از مسئوولین آزمایشگاه هیستوژنوتک پاسارگاد به جهت انجام آزمایش‌های بیوشیمیایی تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

Amini, H., Azarbayjani, M. A. & Azizbeigi, K. (2018a). The Effect of 8 Weeks of Resistance Training on Gene Expression Lymphocyte Antioxidant Enzymes and Malondialdehyde in Healthy Inactive Men. Qom University of Medical Sciences Journal, 12(2), 74-83 [In Persian].

Atashak, S. & Azizbeigi, K. (2017). Effects of concurrent exercise training on the oxidative stress biomarkers concentration in elderly men. Koomesh, 19(1), 36-45.

Axelrod, J. & Saavedra, J. M. (1997). Nature, 10, 265, 501-504.

Azizbeigi, K, .Stannard, S. R. & Atashak, S. (2019). Green Tea Supplementation during Resistance Training Minimally Effects Systemic Inflammation and Oxidative Stress Indices in Obese Men, Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products, 14(1), e61419. [In Persian].

Beaumont, R. E., Cordery, P., James, L. J. & Watson, P. (2017). Supplementation with a low-dose of octopamine does not influence endurance cycling performance in recreationally active men. Journal of Science and Medicine in Sport, 20 (10), 952-956.

Becic, T., Studenik, C. & Hoffmann, G. (2018). Exercise Increases Adiponectin and Reduces Leptin Levels in Prediabetic and Diabetic Individuals: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. Medical Sciences (Basel), 6(4), 97.

Benzie, I. F. & Strain, J. J. (1999). Ferric reducing/antioxidant power assay: direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. Methods in Enzymology, 299, 15-27.

Blüher, M. (2009) Adipose tissue dysfunction in obesity. Experimental and Clinical Endocrinology and Diabetes, 117(06), 241–250

De Oliveira, A. L., de Paula, M. N., Comar, J. F., Vilela, V. R., Peralta, R. M. & Bracht, A. (2013). Adrenergic metabolic and hemodynamic effects of octopamine in the liver. International Journal of Molecular Sciences, 5, 14(11), 21858-21872.

Etemad, Z. & Rasouli, Zh. (2019). Effect of Endurance Exercise Along with Strawberry Supplementation on Lipid Profile and Inflammatory Markers in Overweight and Inactive Young Women. Journal of Kermanshah University of Medical Sciences, 23(3), 1-5.

Fang, Y. Z., Yang, S. & Wu, G. (2002). Free radicals, antioxidants, and nutrition. Nutrition, 18(10),872-879.

Faroon, O., Roney, N., Taylor, J., Ashizawa, A., Lumpkin, M. H. & Plewak, D. J. (2008).

Acroleinhealth effects. Toxicology and Industrial Health, 24(7), 447–490.

Florence, T. M. (1995). The role of free radicals in disease. Australian and New Zealand Journal of Ophthalmology, 23(1), 3-7.

Haghighi, A. H., Yarahmadi, H. & Ildar Abadi, A. (2015). The effect of green tea and aerobic exercise on serum adiponectin and ghrelin. Mashhad University of Medical Sciences, 57(8), 904-912 [In Persian].

Hofmann, B. (2001). The technological invention of disease. Medical Humanities, 27(1), 10-19.

Huang, M., Narita, S., Numakura, K., Tsuruta, H., Saito, M. & Inoue, T. (2012). A high-fat diet enhances proliferation of prostate cancer cells and activates MCP-1/CCR2 signaling. The Prostate, 72(16), 1779-1788.

Ji, L. L., Fu, R. G. & Mitchell, E. (1992). Glutathione and antioxidant enzyme in skeletal muscle: Effect of fiber type and exercise intensity. Journal of Applied Physiology, *73*(5), 1854-1859.

Kim, J. H., Yoon, M. S. & Chen, J. (2009). Signal transducer and activator of transcription 3 (STAT3) mediates amino acid inhibition of insulin signaling through serine 727 phosphorylation. Journal of Biological Chemistry, 284(51), 35425–35432.

Kita, A., Lisinska, G. & Golubowska, G. (2007). The effects of oils and frying temperatures on the texture and fat content of potato crisps. Food Chemistry, 102(1), 1-5.

Knight, J. A. (2012). Physical inactivity: associated diseases and disorders. Annals of Clinical & Laboratory Science, 42(3), 320-337.

Liu, M. L., Bergholm, R., Makimattila, S., Lahdenpera, S., Valkonen, M., Hilden, H. & Yki-Jarvinen. (1999). A marathon run increases the susceptibility of LDL to oxidation in vitro and modifies plasma antioxidant. American Journal of Physiology, 276(6), 1083-1091.

Macêdo, L. G. R. P., Carvalho-Silva, M. & Ferreira, G. K. (2013). Effect of Acute Administration of l-Tyrosine on Oxidative Stress Parameters in Brain of Young Rats. Neurochemical Research, 38(12), 2625–2630.

Mahmudi, R., Azarbayjani, M. A., Peeri, M. & Farzanegi, P. (2020). Effects of Training and Octopamine Supplementation on Expression of M1 and M2 Monocyte/Macrophage Surface Markers in White Adipose Tissue of Rats Poisoned with Deep-Fried Oil. Gene, Cell and Tissue, 7(1), e100036.

Marklund, S. & Marklund, G. (1974). Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. European Journal of Biochemistry, 47(3), 469-474.

Mellema, M. (2003). Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fried foods. Trends in Food Science & Technology, 14(9), 364-373.

Moghe, A., Ghare, S., Lamoreau, B., Mohammad, M., Barve, S., McClain, C. & Joshi-Barve, S. (2015). Molecular mechanisms of acrolein toxicity: relevance to human disease. Toxicological Sciences, 43(2), 242-255.

Parise, G., Phillips, S. M., Kaczor, J. J. & Tarnopolsky, M. A. (2005). Antioxidant enzyme activity is up-regulated after unilateral resistance exercise training in older adults. Free Radical Biology and Medicine, 39(2), 289-295.

Prior, S. L., Tang, T. S., Gill, G. V., Bain, S. C., Stephens, J. W. (2001). Adiponectin, total antioxidant status, and urine albumin excretion in the low-risk "Golden Years" type 1 diabetes mellitus cohort. Metabolism, 60(2), 173-179.

Ramond, A., Godin-Ribuot, D., Ribuot, C., Totoson, P., Koritchneva, I., Cachot, S., Levy, P. & Joyeux-Faure, M. (2011). Oxidative stress mediates cardiac infarction aggravation induced by intermittent hypoxia. Fundamental and Clinical Pharmacology, 27 (3), 252–261.

Roeder, T. (2005). Tyramine and octopamine: ruling behavior and metabolism. Annual Review of Entomology, 50:447-77.

Simpson, K. A. & Singh, M. A. (2008). Effects of exercise on adiponectin: a systematic review. Obesity (Silver Spring), 16(2), 241-56.

Thevis, M., Koch, A., Sigmund, G., Thomas, A. & Schänzer, W. (2012). Analysis of octopamine in human doping control samples. Biomedical Chromatography. 26(5), 610-615.

Tryfidou, D. V., McClean, C., Nikolaidis, M. G. & Davison, G. W. (2019). DNA Damage Following Acute Aerobic Exercise: A Systematic Review and Meta-analysis. Sports Medicine, 50(1), 103-127.

Vincent, H. K., Morgan, J. W. & Vincent, K. R. (2004). Obesity exacerbates oxidative stress levels after acute exercise. Medicine & Science in Sports & Exercise, 36(5), 772-779.

Wang, L., Sun, Y., Asahi, M. & Otsu, K. (2011). Acrolein, an environmental toxin, induces cardiomyocyte apoptosis via elevated intracellular calcium and free radicals. Cell Biochemistry and Biophysics, 6(1)1, 131-136.

White, K. A., Hutton, S. R., Weimer, J. M. & Sheridan, P. A. (2016). Diet-induced obesity prolongs neuroinflammation and recruits CCR2+ monocytes to the brain following herpes simplex virus (HSV)-1 latency in mice. Brain, behavior, and immunity, 57, 68-78.

Zhao, Y., Wang, L., Xue, H., Wang, H. & Wang, Y. (2017). Fast food consumption and its associations with obesity and hypertension among children: results from the baseline data of the Childhood Obesity Study in China Mega-cities. BMC Public Health, 17(1), 1-10.

Food Technology & Nutrition / Spring 2021 / Vol. 18 / No.2

The Effect of Aerobic Training and Octopamine on Antioxidant Markers and Adiponectin in Rats Fed by Deep Heated Oils

A. Taavonkerdar [a], Z. Etemad [b*], K. Azizbeigi [c], K. Mohamadzadeh Salamat [b]

[a] PhD Student, Department of Physical Education, Sanandaj Branch, Islamic Azad University, Sanandaj, Iran.

[b] Assistant Professor, Department of Physical Education, Sanandaj Branch, Islamic Azad University, Sanandaj, Iran.

[c] Associate Professor, Department of Physical Education, Sanandaj Branch, Islamic Azad University, Sanandaj, Iran.

Received: 1 March 2020 Accepted: 2 July 2020

Abstract

Introduction: Today, deep frying is a common cooking method in which fat is used as a heat transfer medium, during which foods with unique properties in terms of taste, texture and appearance are produced. Deep heated oils produce toxins that endanger people's health. The purpose of the present study was to investigate the effect of aerobic training and Octopamine on some antioxidants indices and Adiponectin in rats fed with deeply heated oils.

Materials and Methods: 40 Wistar rats were selected and randomly divided into control-poisoning (CP; n=8), Training-Poisoning (TP; n=8), Supplement-Poisoning (SP; n= 8), Supplement-Training-Toxicity (STT; n=8) and healthy-control group (HC; n=8) were included, and they were fed for four weeks. The training program lasted for four weeks with an average intensity of 50-65% vo2max daily for 20 minutes. Octopamine was used as a supplement for 4 weeks and 5 days a week using itraperitoneal injection of 81 µmol / kg. Super oxide dismutase (SOD) activity, Total Antioxidant Capacity (TAC), and Adiponectin (ADIPOQ) concentration were measured in the plasma.

Results: The results showed that the SOD activity, TAC, and ADIPOQ concentration were increased in the TP, STT, and SP than CP ($p \leq 0.001$). However, there is no significant difference between TP, STT, and SP in the mentioned variables ($p=0.05$).

Conclusion: It might be concluded that exercise training or taking octopamine alone to have the health benefits of both, and in terms of cost, each seems to be more cost-effective than combining both.

Keywords: *Adipokine, Aerobic Exercise, Octopamine, Super Oxide Dismutase, Total Antioxidant Capacity.*

* Corresponding Author: zetemad2002@yahoo.com

علوم غذایی و تغذیه / بهار ۱۴۰۰ / سال هجدهم / شماره ۲