Determining the effect of acute caffeine consumption on oxidative response changes in the serum of healthy trained men resulting from a slow resistance training session

Received:
2024/10/25
Accepted:
2024/12/16
Online ISSN
3060-7078

Babak Rezaee
PhD student in Sports Management at the Faculty of Educational Sciences and Psychology, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran.
Soheila Safaee pour
Master's degree from the Islamic Azad University in Iran.
Tohid Khanvari
Responsible for Education at the Federation of Public Sports in Tehran, Iran.

*Correspondence:
Babak Rezaee
Email: tb.babak@yahoo.com
orcid/0000-0002-6478-0160

ABSTRACT

Purpose: The aim of the study was to determine the effect of acute caffeine consumption on changes in the oxidative response in the serum of healthy trained men resulting from a slow resistance training session.
Materials and methods: 16 athletes from 22 to 30 years old who had 6 to 24 months of resistance training experience were randomly placed in two supplement (n=8) and placebo (n=8) groups. Subjects in the experimental group received caffeine supplement (6 mg per kg of body weight) and placebo (6 mg per kg of body weight). After 45 minutes, the subjects of both groups performed very slow resistance training (ten seconds concentric and two seconds eccentric) in the format of 10 maximum repetitions in each turn. Blood samples were taken from the subjects to perform a complete blood cell count test, serum total antioxidant capacity (TAC) activity, and serum malondialdehyde (MDA) changes one day before, immediately after and 24 hours after the training session.
Results: The analysis was performed using ANOVA with 2*4 repeated measurements at a significance level of $p \leq 0.05$. TAC and MDA of trained men decreased ($p=0.043$) and increased ($p=0.012$) 24 hours after performing a session of traditional exercises. But statistically, acute caffeine consumption does not have the ability to prevent TAC decrease ($p=0.34$). While the acute consumption of caffeine could prevent the decrease of MDA ($p=0.025$).

Conclusion: Considering the effects of caffeine in preventing the increase of MDA, it is expected that caffeine supplementation will be effective in preventing oxidative damage following resistance activity.
Keywords: slow resistance training, serum total antioxidant capacity (TAC), serum

Extended abstract

Background: This research investigates the effects of very slow resistance training (SRT) and acute caffeine supplementation on serum total antioxidant capacity (TAC) and malondialdehyde (MDA), an oxidative damage marker, in male bodybuilders. Resistance training, including SRT, is commonly used to increase or maintain muscle mass, strength, power, and endurance. SRT involves performing repetitions at a very slow speed, emphasizing reduced acceleration and frequency, which can decrease the force exerted on the body and improve muscle loading. While SRT can be effective, it may also lead to oxidative stress and inflammatory responses due to mechanical-metabolic pressures.
Caffeine, a methylated purine alkaloid found in tea, coffee, and chocolate, has antioxidant and anti-inflammatory effects. Research suggests that caffeine may have beneficial effects on metabolic-oxidative disorders. However, studies on caffeine's effects on oxidative damage from intense exercise are limited and contradictory. Therefore, this study aims to determine the impact of SRT and acute caffeine supplementation on TAC and MDA levels in male bodybuilders.

Methodology: Design: A two-group, double-blind, semi-experimental design was used, with a supplement group and a placebo group. Three blood draws were conducted under standard environmental conditions.
Participants: 16 male athletes with 6-24 months of resistance training experience were selected based on specific criteria.
Procedure: Participants were divided into two groups: SRT and CaST (caffeine + SRT). The CaST group received 6 mg/kg of body weight of caffeine, while the SRT group received a placebo.
Training protocol: Both groups performed very slow resistance exercises (10 seconds concentric, 2 seconds eccentric) at 40% of 1RM (one repetition maximum) for 10 repetitions per set. The exercises included machine leg press, barbell chest press, back of thigh, and lat pull-down.
Diet: Standard meals were consumed by the participants.
Measurements: Heart rate and blood pressure were recorded before supplementation, after supplementation, and immediately after the training. Blood samples were collected at three time points: before supplementation and resistance training, 45 minutes after taking the supplement and resistance training and 24 hours after resistance training to measure TAC and MDA levels.
Resistance exercises: People first do a general warm-up (including warm-up separately at the beginning of each station) and then specific warm-up (including resistance exercise with 12 to 15 repetitions with 50% of a maximum repetition). They gave 90 seconds after finishing the specific warm-up, the study group (8 male athletes) performed traditional resistance exercises at a medium speed (two seconds concentric and two seconds eccentric) and in the form of 10 maximum repetitions in each turn (with a load equal to 75% of one repetition maximum) they did. These exercises consisted of leg press, chest press, back leg, front lat.

تعیین تأثیر مصرف حاد کافئین بر تغییرات پاسخ اُکسایشی در سرم مردان سالم تمرین کرده ناشی از انجام یک جلسه تمرین مقاومتی آهسته

تاریخ ارسال:
۱۴۰۳/۰۷/۲۵
تاریخ پذیریش:
۱۴۰۳/۰۹/۰۸
شاپا الکترونیکی
۳۰۶۰-۷۰۷۸

رضایی، بابک
کارشناسی ارشد. دانشگاه تبریز، تبریز،ایران.
صفائی پور، سهیلا
کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی. ایران.
خانواری، توحید
مسئول آموزش فدراسیون ورزشهای همگانی، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول: رضایی، بابک
ایمیل:
tb.babak@yahoo.com
orcid/0000-0002-6478-0160

چکیده

مقدمه: هدف پژوهش تعیین تاثیر مصرف حاد کافئین بر تغییرات پاسخ اُکسایشی در سرم مردان سالم تمرین کرده ناشی از انجام یک جلسه تمرین مقاومتی آهسته بود..

روش تحقیق: ۱۶ نفر از ورزشکاران ۲۲ تا ۳۰ ساله¬ای که ۶ تا ۲۴ ماه سابقه تمرین ورزش مقاومتی داشتند به صورت تصادفی در دو گروه مکمل(n=8) و دارونما(n=8) جای گرفتند. آزمودنی¬های گروه تجربی که در آن جای داشتند، مکمل کافئین (۶ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن) و شبه‌دارو (۶ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن) دریافت کردند. بعد از ۴۵ دقیقه، آزمودنی¬های هر دو گروه تمرینات مقاومتی بسیار آهسته (ده ثانیه کانسنتریک و دو ثانیه اسنتریک) را در قالب ۱۰ تکرار بیشینه در هر نوبت اجرا کردند. نمونه‌های خونی جهت انجام آزمایش شمارش کامل سلول‌های خون، فعالیت ظرفیت ضداکسایشی تام (TAC) سرمی و تغییرات سرمی مالون‌دی‌آلدهید (MDA) یک روز قبل، بلافاصله بعد و ۲۴ ساعت بعد از جلسه تمرینی از آزمودنی¬ها گرفته شد. تجزیه تحلیل با استفاده از آنالیز واریانس با اندازه گیری مکرر ۴*۲ در سطح معنی¬داری p≥۰/۰۵ انجام گردید.

یافته ها: نتایج نشان داد TAC و MDA مردان تمرین‌کرده ۲۴ ساعت پس از انجام یک جلسه تمرینات سنتی به ترتیب کاهش(p=0.043) و افزایش(p=0.012) یافت. اما به لحاظ آماری مصرف حاد کافئین توانایی لازم جهت جلوگیری از اُفت TAC را ندارد(p=0.34). درحالی که مصرف حاد کافئین توانست از کاهش MDA جلوگیری نماید(p=0.025).

نتیجه گیری: با توجه به اثرات کافئین در جلوگیری از افزایش MDA، انتظار می¬رود مکمل¬گیری کافئین در جلوگیری از آسیب¬های اکسایشی متعاقب فعالیت مقاومتی موثر واقع گردد.

واژگان کلیدی: تمرین مقاومتی آهسته، ظرفیت ضداکسایشی تام (TAC) سرمی، تغییرات سرمی مالون‌دی‌آلدهید (MDA)، کافئین، مردان سالم تمرین کرده

مقدمه:

تمرینات مقاومتی-قدرتی[1] به‌عنوان بخشی از برنامه‌های آماده‌سازی است که از طریق اعمال تنش توسط مقاومت‌های خارجی به‌منظور افزایش یا جلوگیری از کاهش حجم عضلانی و حفظ قدرت، توان و استقامت عضلانی در رشته‌های مختلف ورزشی به‌کار می‌رود [۱]. این نوع تمرینات اشکال متفاوتی دارد که یکی از آنها، تمرین مقاومتی بسیار آهسته می‌باشد. این شکل تمرینی به عنوان روشی سالم و موثر برای افزایش قدرت در انجام تمرینات مبتدی و حرفه‌ای می‌باشد [۲]. تمرینات بسیار آهسته در سال ۱۹۸۲ توسط کن‌هاتکینز[2] ارائه شد و در تحقیقات استئوپروزیس در زنان سالمند مورد استفاده قرار گرفت که نیاز به استفاده از سرعت مناسب برای آزمودنی‌ها در انجام تمرینات مقاومتی بود، نتیجه این تحقیقات، پیدایش روش تمرین مقاومتی جدیدی به نام تمرین قدرتی بسیارآهسته گردید [۳]. در این روش، انجام تکرارها با سرعت خیلی آهسته در مقایسه با تمرین مقاومتی سنتی صورت می‌گیرد و با تاکید بر کاهش شتاب و تواتر، نیروی وارده بر بدن طی فعالیت ورزشی کاهش یافته و باعث بهبود بارگیری عضلانی می‌شود. تمرین بسیارآهسته معمولاً یک نوبت از هر حرکت را شامل می‌شود که تا حد واماندگی صورت می‌گیرد. هاتکینز انجام هر نوبت را مابین ۱۰۰ تا ۲۴۰ ثانیه (بسته به فعالیت و توانایی ورزشکار) توصیه می‌کند. انجام دو بار در هفته برای بیشتر ورزشکاران و حتی تکرار کمتر برای افراد حرفه‌ای‌تر توصیه می‌شود. جلسه تمرینی نباید بیش از ۳۰ دقیقه طول بکشد و بقیه فعالیت‌های شدید برای افزایش پیشرفت باید حذف گردد. در سال‌های اخیر هاتکینز به اصلاح روش‌ها پرداخته و روش‌های تمرینی دیگری را نیز مورد بررسی قرار داده است [۴،۵]. تکرارهای آهسته برای ورزشکارانی که مصدوم بوده و نیاز به احتیاط بیشتری داشته و همچنین برای انجام صحیح حرکات برای افراد مبتدی مناسب‌تر می‌باشد. برخی تحقیقات نشان داده‌اند که تمرین بسیار آهسته در مقایسه با تمرین سنتی نتایج بهتری در کمتر از ۱۰ هفته بدست آورده است [۶]. روش تمرین بسیار آهسته ۴ تا ۶ تکرار شامل: ۱۰ ثانیه حرکت کانسنتریک و به دنبال آن ۴ ثانیه حرکت اکسنتریک می‌باشد. این برنامه تمرینی نیاز به ۵۵ تا ۸۵ ثانیه برای تکمیل دارد. یکی از مزیت‌های تمرینات بسیار آهسته تواتر کم آن می‌باشد که منجر به کاهش نیروی عضلانی وارده بر بدن می‌شود و از معایب آن ایجاد خستگی و سختی انجام آن می‌باشد [۷]. البته، در این نوع تمرینات این احتمال وجود دارد که در اثر فشارهای مکانیکی - متابولیکی[2] ناشی از برخی تمرینات مقاومتی نسبتاً سنگین یا انقباض‌های برونگرای بیشینه، از طریق برهم زدن تعادل پتانسیل ردوکسی (Redox)[3] منجر به ایجاد فشار اکسایشی[4] و پاسخ‌های التهابی شده و اُفت ظرفیت‌های فیزیولوژیکی و افزایش مارکرهای آسیب وارده به ماکرومولکول‌های زیستی موجود در مایعات داخل و خارج سلولی را باعث گردد [۸،۷،۹]. بنیان‌های آزاد مولکول‌هایی هستند که شامل یک یا چند الکترون جفت‌نشده (منفرد) در خارجی‌ترین لایهٔ خود بوده و بنابراین بسیار واکنش‌پذیر می‌باشند. این مواد از طریق واکنش‌های جانبی فرآیندهای متابولیکی بدن بوجود می‌آیند[۹]. در مقابل عوامل بالقوه آسیب‌رسان گونه‌های فعال اکسیژن، دستگاه‌های دفاع ضداکسایشی مختلفی در داخل سلول‌ها و مایعات خارج سلولی وجود دارند تا از بروز فشاراکسایشی و آسیب‌های مرتبط جلوگیری نمایند. دستگاه‌های دفاع ضداکسایشی نیز همانند اکساینده‌ها دارای دو دستهٔ مهم درونزاد و برونزاد است [۱۰]. اتابک[5] و همکاران (۲۰۱۰) با مطالعهٔ مردان ورزشکار جوان نشان دادند که انجام دو نوع فعالیت مقاومتی طولانی مدت (۳ روز در هفته به مدت ۶ هفته) با شدت‌های ۷۰ و ۸۵٪ 1-RM منجر

[1] Resistance strength training
[2] Mechanical- metabolic stress
[3] Reduction-oxidation
[4] Oxidative stress
[5] Atabek

به کاهش معنی‌دار MDA می‌گردد [۸]. همچنین، سیریاکو کارو[۶] و همکاران (۲۰۱۸) اظهار داشتند که ۱۸ هفته تمرین فعالیت مقاومتی علاوه‌بر کاهش معنی‌دار ظرفیت ضداکسیدانی تام سرمی (TAC) منجربه افزایش معنی‌دار شاخص فشار اکسایشی MDA در بزرگسالان می‌شود [۱۱].

از سوی دیگر، تحقیقات گسترده‌ای در دهه‌های اخیر نشان دهندهٔ این مطلب است که بکارگیری رویکردهای تغذیه‌ای مانند مصرف مکمل‌های خوراکی گیاهی و صنعتی دارای اثرات بالینی موثری در درمان بسیاری از انواع اختلالات متابولیکی- اکسایشی است [۱۲]. در این راستا، می‌توان به اثرات مفید کافئین (۱،۳،۷- تری‌متیل‌گزانتین)[۷] به‌عنوان آلکالوئید پورینی متیل‌دار کریستالی شکل که در ترکیبات چای، قهوه، شکلات و حتی برخی از داروها (مسکن‌ها و تقویت کننده‌ها) اشاره کرد که دارای اثرات ضداکسایشی و ضدالتهابی است [۱۳،۱۴،۴]. به‌طوری‌که کافئین از دیرباز به‌دلیل اثرات محرک خود در بین اقشار مختلف جامعه از مقبولیت گسترده‌ای برخوردار بوده است. این مقبولیت در حدی است که تنها در آمریکای شمالی ۹۰ درصد افراد بالغ روزانه مصرف کافئین و ترکیبات حاوی آن را به‌منظور افزایش عملکردهای جسمی- ذهنی و به تعویق انداختن خستگی، به‌عنوان یک مکمل نیروزای خوارکی مورد استفاده قرار می‌دهند [۱۶]. با این حال، نتایج تعدادی از مطالعات محدود و متناقض پیشنهاد می‌کنند که کافئین به‌عنوان یک مکمل تغذیه‌ای ضداکسایشی رایج دارای تأثیرات معکوسی روی کاهش علائم و پاسخ‌های آسیب اکسایشی ناشی از انجام فعالیت‌های شدید و تمرینات مقاومتی است [۱۷،۱۸]. بارسلوس[۸] و همکاران (۲۰۱۴) بیان داشتند که مصرف همزمان ۶ میلی‌گرم در وزن بدن کافئین و انجام تمرینات شنا به‌مدت ۴ هفته منجر به کاهش معنی‌دار فعالیت میلوپراکسیداز (شاخص فیلتراسیون نوتروفیلی) و افزایش فعالیت آنزیم‌های ضداکسیدانی (SOD، GPx و کاهش TBARS) می‌شود [۱۹] کافئین نوعی مادهٔ آلکالوئیدی است که بطور طبیعی در بیش از ۶۰ نوع گیاه از جمله؛ مغز کولا[۹]، دانهٔ کاکائو[۱۰]، بلوط سبز[۱۱] و دانهٔ گوارانا[۱۲] است. هرچند، دانه‌های قهوهٔ بوداده[۱۳] و برگ‌های چای[۱۴] از اولین منابع خوراکی کافئین به حساب می‌آیند [۲۰]. امروزه نتایج بسیاری از گزارشات حاکی از نقش کافئین به‌عنوان ضداکساینده در کنترل آسیب‌های اکسایشی است [۱۹،۲۱]. کافئین دارای توانایی جلوگیری کنندهٔ بسیار بالایی در برابر پراکسیداسیون القاء شده توسط بنیان هیدرواکسیل (OH)، متوسط علیه بنیان سوپراکسید (O_2) و کم در برابر بنیان پراکسیل (ROO) می‌باشد. به‌طوری‌که در مطالعات آزمایشگاهی گزارش شده است که خاصیت محافظت کننده‌گی کافئین در غلظت‌های میلی‌مولار در برابر پراکسیداسیون لیپیدی مشابه ضداکسایندهٔ زیستی یعنی گلوتاتیون و حتی به میزان قابل توجهی بیشتر از اسیداسکوربیک است [۱۴،۲۲،۲۳]. پاشااوغلو و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که مکمل‌دهی ۱۴ روزهٔ مقادیر مختلف کافئین (۳۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم از وزن بدن) در بافت کبدی و قلبی موش‌ها، اثرات ضداکسایشی خود را از طریق فعال کردن آنزیم‌های ضداکسایشی، کاهش معنی‌دار MDA و AOPP[15] (محصولات پروتئینی اکسیدانی پیشرفته) اعمال می‌نماید [۲۴]. با این حال، نتایج مطالعات بیانگر این است که اثرات تعدیل کنندهٔ کافئین بر عملکرد دستگاه عصبی مرکزی (CNS) ابتداعاً از طریق

[6] CiriacoCarru
[7] 1,3,7-Trimethylxanthine
[8] Barcelos
[9] Cola acuminate
[10] Theobroma cacao
[11] Yerba mate
[12] Paullinia cupana
[13] Coffea arabica and coffea robusta
[14] Camelia siniensis
[15] Advanced Oxidation Protein Products

اثرات آنتاگونیستی کافئین با برخی از گیرنده‌های آدنوزینی منجمله زیر واحدهای A_1 و A_{2A} صورت می‌پذیرد [۲۵]. بنابراین، تحقیق حاضر قصد دارد تا اثرات یک جلسه تمرین مقاومتی آهسته و مکمل‌دهی حاد (۶ میلی‌گرم در وزن بدن) کافئین را بر ظرفیت ضداکسایشی تام (TAC) مالون‌دی‌آلدهید (شاخص آسیب اکسایشی) سرمی در مردان بدنساز را مشخص سازد.

روش تحقیق:

این تحقیق از نوع طرح‌های نیمه‌تجربی دو گروهی دو سویه کور (دریافت کنندهٔ مکمل و شبه‌دارو) با سه نوبت خون‌گیری اجرا گردید. تمام مراحل تحقیق در شرایط استاندارد(رطوبت ۵۵-۵۰٪، دمای ۲۵-۲۲ درجهٔ سانتی‌گراد، تهویه و نور محیطی تقریباً یکسانی و ساعت ۱۶ تا ۱۸) انجام شد. کد اخلاق این مطالعه با شماره IR.TABRIZUREC.1398.9046 از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی تبریز اخذ گردیده است. طرح تحقیق با توجه به متغیرهای مستقل و وابسته، در جدول (۱) نشان داده شده است. پس از توزیع آگهی ثبت نام داوطلبانه بین ورزشکاران با ۲۴-۶ ماه سابقهٔ شرکت در تمرین مقاومتی در شهر بستان‌آباد، حدود ۴۵ نفر جهت شرکت در تحقیق اعلام آمادگی کردند. پس از معرفی کامل موضوع، اهداف و روش اجرای تحقیق برای تمامی شرکت کنندگان، آزمودنی‌های مورد نظر از بین شرکت کنندگان سالمی (بدون سابقهٔ بیماری و آسیب دیدگی‌های قبلی بویژه در مچ پا، کمر و زانو) که در دامنهٔ سنی ۲۲ الی ۳۰ سال، با شاخص تودهٔ بدنی ۲۵-۲۲ کیلوگرم بر مجذور متر، درصد چربی کمتر از ۱۵ درصد، یک تکرار بیشینهٔ پرس‌سینه بین ۱۰۰-۹۰ کیلوگرم برای عضلات بالاتنه و یک تکرار بیشینهٔ پرس‌پا بین ۲۵۰-۲۰۰ کیلوگرم برای عضلات پائین‌تنه، میزان کافئین مصرفی کمتر از ۱۰۰ میلی‌گرم در روز قرار داشتند، ۱۶ نفر انتخاب و به‌صورت تصادفی در دو گروه مکمل و دارونما جایگزین شدند. حجم نمونه نیز براساس مطالعات قبلی، در سطح معنی‌داری (آلفا یا خطای نوع اول) ۰/۰۵ درصد و توان (بتا یا خطای نوع دوم) ۰/۸ با استفاده از نرم‌افزار MedCal نسخهٔ 10.0.2.0 برای هر گروه هشت نفر تعیین شد [۲۶،۲۷] از آزمودنی‌ها خواسته شد تا پرسشنامهٔ فعالیت و کالری مصرفی روزانهٔ خویش را به‌طور دقیق به‌مدت سه روز (شامل یک روز تعطیل) تکمیل نمایند، ۱۰ روز قبل از شروع مطالعه، دو روز به منظور اندازه‌گیری‌های مورد نیاز تعیین گردید؛ روز اول ساعت ۲ الی ۴ بعد از ظهر در آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی و سالن بدنسازی حضور یافته و نمونه‌های خونی جهت انجام آزمایش شمارش کامل سلول‌های خون (CBC)[16] و تمام ویژگی‌های آنتروپومتریکی (سن، قد، وزن، درصد چربی)، آزمون‌های آمادگی جسمانی (توان بی‌هوازی) و محاسبهٔ یک تکرار بیشینه (پرس سینه با هالتر، پرس پا، کششی لت از جلو، پشت ران) اندازه‌گیری شد. طی روز دوم شرکت کنندگان در روز اندازه‌گیری آزمون‌های آمادگی جسمانی پرسشنامه‌های یادآمد کالری دریافتی و فعالیت خود را ارائه دادند تا قبل از شروع تمرین محاسبات کالری با استفاده از برنامه‌ی نرم‌افزاری تغذیه‌ای (Nutrition4)[17] انجام گیرد. قبل از اجرای قرارداد ورزشی شاخص‌های همودینامیکی (ضربان قلب و فشار خون) اندازه‌گیری شد. بلافاصله پس از اجرای قرارداد ورزشی مجدد شاخص‌های همودینامیکی اندازه‌گیری شد. ۲۴ ساعت پس از اجرای قرارداد ورزشی سومین مرحله خونگیری انجام گردید (جدول ۳-۳). از آن‌ها درخواست شد که ۴۸ ساعت قبل از انجام قرارداد ورزشی از شرکت در هر گونه فعالیت ورزشی و مصرف هرگونه دارو و مکمل ضدالتهابی مانند ایبوپروفن، زنجبیل و ترکیبات حاوی کافئین و گزانتین پرهیز نمایند. تمرینات مقاومتی در مطالعه حاضر به این شکل بود که افراد ابتدا گرم کردن عمومی (شامل گرم کردن به‌طور مجزا در ابتدای هر ایستگاه) و سپس گرم

[16] Complete Blood Count
[17] Nutritionist IV. Copyright 2004. N-Squared computing and First Data Bank Inc. The Hearst Corporation 1111 Bayhill DR, San Bruno, CA 94066.

کردن اختصاصی (شامل تمرین مقاومتی با تکرارهای ۱۲تا ۱۵ تایی با ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه) را انجام می‌دادند. ۹۰ ثانیه بعد از اتمام گرم کردن اختصاصی، گروه مطالعه (۸ مرد ورزشکار) تمرینات مقاومتی آهسته را با سرعت متوسط (۱۰ ثانیه کانسنتریک و دو ثانیه اسنتریک) و در قالب ۱۰ تکرار بیشینه در هر نوبت (با باری معادل ۷۵٪ یک تکرار بیشینه) انجام دادند. این تمرینات عبارت بودند از پرس پا، پرس سینه، پشت پا، لت از جلو.

جدول ۱ طرح تحقیق تأثیر یک جلسه تمرین مقاومتی و مصرف حاد مکمل کافئین

گروه های مورد مطالعه	ویژگی	۴۵ دقیقه قبل از مصرف مکمل و تمرین مقاومتی	۲۴ ساعت بعد از انجام تمرین مقاومتی
تمرین مقاومتی بسیار آهسته SRT	(۱۰تکرار با شدت ۴۰٪ یک تکرار بیشینه، ۱ نوبت، زمان کل یک نوبت ۱۲۰ ثانیه)	(۸ نفر)	(۸ نفر)
تمرین مقاومتی بسیار آهسته و مصرف حاد کافئین CaSRT	(۶ میلی‌گرم/ کیلوگرم وزن بدن/ کافئین)	(۸ نفر)	(۸ نفر)

وعده غذایی آزمودنی ها نیز بدین صورت کنترل گردید. صبحانه شامل:۲۰۰ گرم نان لواش، ۲۰ گرم پنیر تبریز، یک لیوان شیر ۳٪ چربی و یک عدد موز که حاوی انرژی تقریباً برابر با ۸۹۳ کیلوکالری بود و وعدهٔ ناهار شامل: دو لیوان برنج پخته همراه با ۳۰۰ گرم سینهٔمرغ کباب شده، یک لیوان ماست، ۳۰۰ گرم نان لواش و یک فنجان ماءالشعیر معادل ۲۱۰۰ کیلوکالری مصرف نمودند.

آزمودنی‌ها طی ساعت ۱۶ الی ۱۸ پس از وارد شدن به سالن بدن‌سازی و قبل از شروع مصرف مکمل برای اطمینان از ضربان قلب پائین و فشارخون متعادل ۳۰ دقیقه به حالت درازکش می‌مانند تا ضربان قلب پایه با استفاده از پولار به مدت یک دقیقه ثبت و سپس فشارخون اندازه‌گیری شود. بعد از ثبت ضربان قلب آزمودنی‌ها اقدام به‌مصرف مکمل‌های اختصاص یافته نمودند. ۴۵ دقیقه پس از مصرف مکمل کافئین (۶ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن کپسول کافئین ساخت شرکت مرک[18] آلمان با کُد رهگیری (Cat.No: 1.02584.0250)) و شبه‌دارو (۶ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن کپسول دکستروز)، ضربان قلب و فشار خون اندازه گیری گردید و آزمودنی‌ها به‌مدت ۱۵ دقیقه شروع به گرم کردن عمومی شامل پنج دقیقه دویدن به مسافت یک کیلومتر در داخل سالن و ۱۰ دقیقه انجام حرکات کششی کردند. سپس افراد گرم کردن اختصاصی شامل گرم کردن به‌طور مجزا در ابتدای هر ایستگاه تمرین مقاومتی که شامل تکرارهای ۱۲تا ۱۵ تایی با ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه کردند.۹۰ ثانیه بعد از اتمام گرم کردن اختصاصی، هر دو گروه تمرینات مقاومتی بسیار آهسته (ده ثانیه کانسنتریک و دو ثانیه اسنتریک) را در قالب ۱۰ تکرار بیشینه در هر نوبت (با باری معادل ۴۰٪ یک تکرار بیشینه) اجرا کردند. چهار حرکت به‌ترتیب شامل؛ پرس پا دستگاه، پرس‌سینه با هالتر، پشت ران، کشش لت از جلو دست باز به‌صورت چهار ایستگاه برای هرگروه انجام شد (شکل۲). حجم تمرینات مقاومتی طی یک جلسه با استفاده میزان وزنه‌های جابجا شده در کل دوره تمرین محاسبه شد. برای کنترل شدت تمرین از ضربان قلب و شمارش صحیح تعداد تکرارها استفاده شد. در انتهای هر وهلهٔ تمرین، آزمودنی‌ها درک تلاش خود را با توجه به شاخص‌های بورگ اعلام کردند. طی انجام تمرین سرعت اجرای حرکت‌ها توسط مربی مجرب معیار گذاری شد و به ورزشکار اعلام گردید تا شدت و سرعت خود را حین تمرین حفظ کنند. قبل از طراحی مراحل تمرین، فرایند مورد نظر توسط دو نفر از ورزشکاران انجام گرفت تا زمان رسیدن به حد خستگی در برنامه تمرینی تعیین شود. در

[18] merck

تحقیق حاضر سعی شد تا زمان کل اجرای تمرین (در حدود ۲۳-۲۲ دقیقه) و زمان انقباض استریک در هر نوبت[19] (۲۰ ثانیه) باشد. به‌علاوه، تمرین مقاومتی در هر نوبت تا حد واماندگی (10-RM) انجام شد. در خاتمهٔ جلسه تمرین مقاومتی به مدت ۱۵ دقیقه سردکردن عمومی اجرا گردید. لازم به ذکر است که، زمان دقیق زمان تمرین، استراحت بین نوبت‌ها، حرکت‌ها، تکرارها و اجراهای ورزشی با استفاده از زمان سنج (جدول۲) کنترل شد. قدرت بیشینه (یک تکرار بیشینه) در حرکات پرس سینه، پرس‌پا، کشش لت و پشت ران با استفاده از رابطهٔ برزسکی محاسبه شد.

جدول ۲ تمرینات مقاومتی آهسته

تعداد ایستگاه	بار اعمال شده	نوبت	تکرار در هر نوبت	تکرار کل در هر ایستگاه	سرعت اجرای حرکات	استراحت بین ایستگاه	زمان کل اجرا در هر ایستگاه
۴	۴۰ درصد ۱ تکرار بیشینه	۱	۱۰ تکرار بیشینه	۱۰	۱۰ ثانیه کانسنتریک و ۲ ثانیه استریک	۵ دقیقه	۱۲۰ ثانیه

در هر بارخون‌گیری حدود هفت میلی‌لیتر خون از تمامی آزمودنی‌ها گرفته شد. یک میلی‌لیتر از خون گرفته شده جهت انجام آزمایش شمارش مقادیر خون طبیعی در ویال‌های مخصوص حاوی ماده ضد انعقاد EDTA K3 ریخته و خوب به هم زده شد. دو و نیم میلی‌لیتر از خون گرفته شده جهت جداسازی پلاسما در ویال‌های مخصوص حاوی ماده ضد انعقاد ریخته و خوب به هم زده شد. ۳/۵ میلی لیتر باقیمانده خون جهت جداسازی سرم در لوله آزمایش ریخته شد. سپس نمونه به مدت ۱۵ دقیقه در دمای آزمایشگاه ۲۵-۲۲ قرار داده شد تا لخته شود. پس از آن سرم توسط دستگاه سانتریفوژ (با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه بمدت ۱۰ دقیقه) جدا شد. جهت اندازه گیری تعداد سلول‌های خون کامل (CBC) از ویال‌های مخصوص حاوی اتیلن-دی آمین ترا استیک اسید (EDTA)[20] استفاده گردید و شمارش سلول‌های خونی به شیوه‌ی H_1 صورت گرفت. هم‌چنین، اساس روش اندازه‌گیری فعالیت ظرفیت ضداکسایشی تام (TAC) سرمی با استفاده از آزمون توانایی پلاسما در احیای یون فریک (Fe^{3+}) به فرو (Fe^{2+}) موسوم به FRAP (ضداکسیدان احیاء کنندهٔ آهن) و با دستگاه اسپکتروفتومتر (ساخت شرکت Biotech آمریکا) در طول موج ۵۹۳ نانومتر اندازه‌گیری شد. برای سنجش تغییرات سرمی مالون‌دی‌آلدهید (MDA) بر پایه واکنش با تیوباربیتوریک اسید (TBA) و با استفاده از روش اسپکتروفتومتری در طول موج ۵۳۲ نانومتر با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر آلسیون ۳۰۰[21] ساخت آمریکا اندازه‌گیری شد [۲۸].

به‌منظور تحلیل آماری، ابتدا نرمال بودن توزیع داده‌ها توسط آزمون کلموگروف- اسمیرنف[22] بررسی شد و نتایج در قالب (میانگین ± انحراف استاندارد) نشان داده شد. سپس میانگین تغییرات هر یک از متغیرها طی مراحل دوگانهٔ اندازه‌گیری و تأثیر متقابل گروه‌ها (مکمل و دارونما) و مراحل خون‌گیری، از آزمون‌های تحلیل واریانس (ANOVA)[23] با اندازه‌گیری مکرر۴×۲ (گروه×مراحل) استفاده گردید. درصورت مشاهدهٔ اختلاف بین مراحل زمانی، از آزمون تعقیبی بونفرونی[24] و برای تعیین اختلاف بین گروهی از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه استفاده شد. تمامی عملیات‌ها و تحلیل‌های آماری در سطح معنی‌داری پنج درصد ($p\leq ۰/۰۵$) با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SPSS نسخهٔ ۲۳ تحت ویندوز و برنامهٔ اکسل ۲۰۱۳ انجام

[19] Set
[20] Ethylenediaminetetraacetic acid
[21] Alcyon 300
[3] Kolmogorov-Sminov
[23] Analysis of Variance (ANOVA)
[5] Bonfroni

می‌گردد. به‌علاوه، سهم اثر هر یک از عوامل مداخله‌گر با استفاده از مجذور اُمگا ($\Omega 2$)[25] تعیین گردید.

یافته‌ها:

این مطالعه با مشارکت ۱۶ مرد تمرین کرده در دو گروه تمرین و کنترل انجام گرفت. جدول ۲ ویژگی‌های آنتروپومتریک آزمودنی‌ها را نشان می‌دهد. برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون کلموگروف-اسمیرنف استفاده و مشخص شد توزیع داده‌ها در مراحل مختلف تحقیق طبیعی بود(جدول شماره ۴). از این رو برای آزمون فرضیه‌ها، از آزمون‌های آماری پارامتریک استفاده شد. جدول شماره ۳ ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌های مطالعه و همچنین معنی‌دار بودن یا عدم معنی‌داری متغیرها را نشان می‌دهد.

جدول (۳) ویژگی‌های فردی مردان تمرین‌کرده قبل از شرکت در تمرینات مقاومتی سنتی

مشخصات آزمودنی‌ها	گروه‌ها	میانگین± انحراف استاندارد	خطای انحراف از میانگین
سن (سال)	مقاومتی بسیار آهسته بدون کافئین	۲۶/۲۵±۲/۸۱	۰/۹۹۵
	مقاومتی بسیار آهسته با کافئین	۲۶/۸۷±۲/۲۳	۰/۷۸۹
وزن (کیلوگرم)	مقاومتی بسیار آهسته بدون کافئین	۸۲/۰۰±۹/۵۹	۳/۳۹
	مقاومتی بسیار آهسته با کافئین	۸۲/۶۲±۸/۱۷	۲/۸۹
قد (سانتی‌متر)	مقاومتی بسیار آهسته بدون کافئین	۱۸۱/۰۰±۳/۵۰	۱/۲۳
	مقاومتی بسیار آهسته با کافئین	۱۷۸/۵۰±۷/۰۳	۲/۴۸
شاخص تودهٔ بدن (کیلوگرم در متر مربع)	مقاومتی بسیار آهسته بدون کافئین	۲۵/۰۵±۳/۰۵	۱/۰۷
	مقاومتی بسیار آهسته با کافئین	۲۵/۹۹±۲/۹۹	۱/۰۵
درصد چربی (٪)	مقاومتی بسیار آهسته بدون کافئین	۱۰/۶۸±۲/۰۶	۰/۷۳
	مقاومتی بسیار آهسته با کافئین	۱۰/۵۰±۱/۶۰	۰/۲۸۴
یک تکرار بیشینهٔ پرس پا (کیلوگرم)	مقاومتی بسیار آهسته بدون کافئین	۲۴۶/۲۳±۵/۶۹	۲/۴۸
	مقاومتی بسیار آهسته با کافئین	۲۵۲/۶۸±۱۱/۲۵	۱/۶۹
یک تکرار بیشینهٔ پرس سینه (کیلوگرم)	مقاومتی بسیار آهسته بدون کافئین	۹۸/۵±۶/۵۰	۳/۴۸
	مقاومتی بسیار آهسته با کافئین	۹۹/۰۰±۸/۴۸	۲/۹۸

[25] Omega Squared

نتایج آزمون کولموگروف اسمیرنف در جدول شماره ۴ گزارش گردیده است.

جدول (۴) نتایج آزمون کلموگروف–اسمیرنف برای متغیرهای مورد مطالعه در مردان تمرین‌کرده قبل از مکمل‌دهی و انجام تمرینات مقاومتی بسیار آهسته

شاخص‌ها	تعداد	میزان K-S	معنی‌داری
ظرفیت‌ضداکسایشی تام (میلی‌مول/ لیتر)	۳۲	۰/۷۷	۰/۵۹
مالون‌دی‌آلدهید (نانومول/ میلی‌لیتر)	۳۲	۰/۴۹	۰/۹۶
تعداد لکوسیت‌های خون محیطی (تعداد×$۱۰^{۳}$/ میکرولیتر)	۳۲	۰/۲۸	۰/۱۳

نتیجه بررسی آماری نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین گروه تمرین و مکمل بلافاصله بعد از تمرین مقاومتی سنیت در شاخص‌های TCA(p=۰/۰۲۴) و همچنین MDA (p=۰/۰۴۱) وجود دارد. در واقع این نتایج بیان گر آن هستند که تمرینات مقاومتی به صورت حاد باعث کاهش TCA و همزمان افزایش MDA در مردان تمرین کرده می‌شود. همچنین نتایج آزمون-های آماری نشان داد که مکمل دهی کافئین به صورت حاد می‌تواند از افزایش MDA جلوگیری نماید اما تاثیری بر کاهش TCA ندارد. جدول شماره ۴ اطلاعات مربوط به این گزارش را به تفضیل بیان می‌نماید.

جدول ۴. دامنهٔ تغییرات۲۴ ساعتهٔ شاخص‌های فشار اکسایشی در سرم مردان تمرین‌کرده متعاقب مکمل‌دهی کافئین و یک جلسه تمرین مقاومتی آهسته (میانگین ± انحراف معیار)

شاخص‌های مورد مطالعه	مرحله	گروه‌های مورد مطالعه	
		مقاومتی بسیار آهسته بدون کافئین	مقاومتی بسیار آهسته با کافئین
ظرفیت‌ضداکسایشی تام (میلی‌مول/ لیتر)	حالت پایه	۰/۷۱±۰/۱۳	۰/۷۰±۰/۰۵۰
	۲۴ ساعت پس از فعالیت	۰/۶۷±۰/۱۶	۰/۶۷±۰/۱۰
مالون‌دی‌آلدهید (نانومول/ میلی‌لیتر)	حالت پایه	۱/۶۱±۰/۵۲	۱/۶۲±۰/۱۹
	۲۴ ساعت پس از فعالیت	۲/۱۰±۰/۳۹	۱/۷۷±۰/۱۶

در نهایت با توجه به معنی‌دار بودن داده‌های حاصل از طرح، برای مشخص شدن مرحله معنی‌داری از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده گردید. این آزمون نشان داد کاهش معنی دار مقدار MDA فقط در گروهی که مکمل کافئین دریافت نکرده بودند رخ داده است. اما در گروه مصرف کننده کافئین تغییر معنی داری رخ نداده است. یعنی مصرف کافئین توانسته است از افزایش معنی دار MDA ۲۴ ساعت بعد از تمرین مقاومتی سنتی جلوگیری کند. گزارشات این یافته‌ها در جدول شماره ۵ به تفضیل بیان گردیده است.

جدول (۵) نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی مربوط به تغییرات ظرفیت ضداکسایشی تام سرم مردان تمرین کرده متعاقب یک جلسه تمرین مقاومتی سنتی و بسیار آهسته با و بدون مصرف حاد کافئین

گروه‌ها	مراحل اندازه‌گیری		اختلاف میانگین	خطای انحراف از میانگین	معنی‌داری
مقاومتی آهسته بدون کافئین	۲	۱	۰/۰۹	۰/۰۲۱	❋P=۰/۰۰۴
مقاومتی آهسته با کافئین	۲	۱	۰/۳۱	۰/۰۱۷	۰/۱۰

بحث:

یافته ها نشان داد، TAC و MDA مردان تمرین‌کرده ۲۴ ساعت پس از انجام یک جلسه تمرینات سنتی به ترتیب کاهش (p=0.043) و افزایش (p=0.012) یافت. اما به لحاظ آماری مصرف حاد کافئین نتوانست از اُفت TAC جلوگیری کند(p=0.34). در حالی که مصرف حاد کافئین توانست از کاهش MDA جلوگیری نماید(p=0.025). هم‌چنین، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در اثر انجام تمرینات مقاومتی سنتی (با سرعت سریع) میزان شاخص فشار اکسایشی مورد مطالعه (MDA) مردان تمرین‌کرده ۲۴ ساعت پس از انجام این تمرینات افزایش معنی‌داری نشان می‌دهد و مصرف حاد کافئین این توانایی را دارد که از کاهش معنی‌دار این شاخص جلوگیری نماید. یافته‌های تحقیق حاضر مبنی‌بر افت معنی‌دار میزان ظرفیت ضداکسیدانی تام سرم (TAC) ۲۴ ساعته ناشی از انجام یک جلسه فعالیت مقاومتی سنتی (TRT) با یافته‌های مطالعهٔ استاگوس و همکاران (۲۰۱۵)، کاردوسو و همکاران (۲۰۱۱) و هدسون و همکاران (۲۰۰۸) همسو است [۲۹،۲۸،۷]. چنین به‌نظر می‌رسد که، اُفت توان ضداکسایشی در تحقیق حاضر و مطالعات فوق‌الذکر بیشتر به علت افزایش فشار اکسایشی یا عدم تعادل بین اکساینده‌ها و ضداکساینده‌های زیستی و همچنین بیشتر در اثر تخلیهٔ ضداکساینده‌ها از جمله گلوتاتیون و یا تولید بیش ازحد اکساینده‌های درونزاد و برونزاد رخ داده باشد.

مکمل‌های کافئینی به‌دلیل برخورداری از خاصیت ضداکسایشی و ضدالتهابی توانسته تا حد قابل توجهی آسیب، التهاب و فشار اکسایشی ناشی از آن را در حالت پایه و حتی متعاقب برخی از انواع فعالیت‌های ورزشی و تمرینات بدنی غیرمرسوم یا نسبتاً شدید را به نحو مطلوبی کاهش دهد [۳۰،۳۱]. به‌هر حال نتایج قطعی در این زمینه وجود ندارد. به‌طوری‌که، یافته‌های برخی از مطالعات موجود از جمله؛ بلومر و همکاران (۲۰۱۱) و مهدوی و همکاران (۲۰۱۲) حاکی از آن است که مصرف حاد مقادیر مختلف مکمل‌های کافئینی توانایی لازم جهت بهبود عوارض فشار اکسایشی ناشی از انجام تمرینات شدید را ندارد [۲۶،۳۲]. حتی نتایج برخی از تحقیقات مانند، تاولر و همکاران (۲۰۱۳) و السینا و همکاران (۲۰۰۸) نشان دهندهٔ تشدید پاسخ افزایشی برخی از شاخص‌های آسیب اکسایشی ناشی از مصرف حاد مقادیر مختلف کافئین در تعامل با فعالیت‌های ورزشی است [۱۸،۳۳]. از طرفی، یافته‌های پژوهش حاضر مبنی‌بر عدم تأثیر مصرف حاد کافئین (۶ میلی‌گرم در وزن بدن ۴۵ دقیقه قبل از فعالیت) در پیشگیری از کاهش ظرفیت ضداکسایشی تام مردان تمرین‌کرده با نتایج مطالعات بارسلوس و همکاران (۲۰۱۴)، بلومر و همکاران (۲۰۱۱) و السینا و همکاران (۲۰۰۶) هم‌خوانی دارد [۱۷،۱۹،۳۴]. برای نمونه، بارسلوس و همکاران (۲۰۱۴) چنین بیان داشتند که مصرف همزمان ۶ میلی‌گرم در وزن بدن کافئین، باعث کندکردن افزایش آنزیم‌های ضداکسیدانی (SOD و GPx) ناشی از انجام تمرینات شنا به‌مدت ۴ هفته در موش‌های صحرایی نوع ویستار می‌گردد [۱۹]. هم‌چنین، یافته‌های بلومر و همکاران (۲۰۱۱) حاکی است که مصرف حاد کافئین (۴ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) متعاقب ۱۰ کیلومتر دویدن در ۱۲ مرد و زن تمرین کرده هیچگونه تأثیری بر ظرفیت ضداکسیدانی معادل ترلکس (TRAC) بلافاصله، ۵ و ۳۰ دقیقه پس از فعالیت ندارد [۱۷]. با این حال، از جمع‌بندی یافته‌های مطالعات فوق‌الذکر چنین می‌توان استنباط کرد که، مصرف تک وهله‌ای مقادیر متفاوت کافئین پتانسیل لازم جهت ارتقاء یا جلوگیری از افت انواع ظرفیت‌های ضداکسایشی ناشی از پاسخ‌های حاد ورزشی را ندارد.

در تحقیق حاضر نشان داده شد تمرینات مقاومتی سنتی باعث افزایش معنی‌دار شاخص پرواکسیداسیون لیپیدی مورد مطالعه یعنی مالون‌دی‌آلدهید (MDA) در هر دو گروه می‌گردد. که این افزایش در گروه تمرینات سنتی بیشتر از گروهه با مکمل بود. به‌علاوه، یافته‌ها نشان دهندهٔ کاهش پاسخ افزایش سطوح MDA در هر دو گروه بود. بدین‌صورت که مصرف حاد کافئین به لحاظ آماری و با سهم اثر ۴۲ درصدی توانست از افزایش هرچه بیشتر MDA سرمی جلوگیری نماید. در این زمینه، یافته‌های مطالعات بارسلوس و همکاران (۲۰۱۴) و ماچادو و همکاران (۲۰۱۳) نیز مبنی‌بر اثرات جلوگیری کنندهٔ مصرف

کافئین از پاسخ افزایشی مالون‌دی‌آلدهید پس از تمرینات مقاومتی با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد [۱۹،۳۵]. نتایج بدست آمدهٔ قبلی نشان از این دارد که کافئین در غلظت میلی‌مولار مهار کنندهٔ موثر پراکسیداسیون لیپیدی و تمام سه گونهٔ واکنشگر- هیدراکسیل(OH)، بنیان پراکسیل(ROO) و بنیان سوپراکسید (O_2)- است [۱۴،۲۲]. به‌علاوه، آسیب ایسکمی- ری‌پرفیوژن (I-R) یکی از اصلی‌ترین مسیرهای عمدهٔ تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) در حین و پس از فعالیت‌های ورزشی مقاومتی به‌شمار می‌رود [۴]. در حالیکه، برخی از نتایج موجود نشان دهندهٔ این مطلبند که مکمل‌دهی کافئین می‌تواند به‌طور مطلوبی از فشار اکسایشی ناشی از این عملکرد در بافت‌های گوناگون بدن در حالت پایه ممانعت بعمل آورد. چنانچه، چو و همکاران (۲۰۱۵) اظهار داشتند که تجویز درون صفاقی (۵۰ میلی‌گرم در وزن بدن کافئین) باعث کاهش غلظت‌های واسطه‌های التهابی (TNF-α، IL-1β و MIP-2) و کاهش فعالیت میلوپراکسیداز (MPO) ناشی از القاء حالت ایسکمی-ری‌پرفیوژن (۳ ساعت ایسکمی و متعاقب آن ۳ ساعت خون‌رسانی مجدد) در اندام تحتانی موش‌های اسپرادوگاولی جلوگیری می‌کند [۳۶]. و از طرفی یافته‌های بلومر و همکاران (۲۰۱۱) حاکی است که مصرف حاد کافئین (۴ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) متعاقب ۱۰ کیلومتر دویدن در ۱۲ مرد و زن تمرین کرده هیچگونه تأثیری بر سطوح افزایش یافتهٔ شاخص‌های فشار اکسایشی (MDA) بلافاصله، ۵ و ۳۰ دقیقه پس از فعالیت ندارد [۱۷]. یافته‌های برخی مطالعات اظهار دارند که مصرف حاد مکمل‌های کافئینی با بهبود کمّی زمان فعالیت (افزایش فرآیند لیپولیز و حفظ ذخایر گلیکوژن عضلانی) [۱۵] و افزایش انقباض‌پذیری (فراخوانی بیشتر واحدهای حرکتی و رهایش کلسیم از شبکه‌ی سارکوپلاسمیک) [۳۷] و افزایش تحریک آزادسازی هورمون‌های استرسی(کاتکولامین‌ها) ممکن است با افزایش تحمل شدت‌های بالای تمرین، منجربه افزایش فشار مکانیکی- متابولیکی بیشتری بر سارکولما شده و در ادامه باعث تشدید آسیب و سازوکارهای التهاب سلولی شود [۳۷،۳۳]. در این راستا، تاولر و همکاران (۲۰۱۳) به افزایش بیش‌تر سطوح آدرنالین در گروه کافئین نسبت به گروه دارونما به‌ترتیب ۴۷۷٪ در مقابل ۱۷۷٪ اشاره داشتند [۱۸]. به‌علاوه، مصرف حاد ۶ میلی‌گرم در وزن بدن کافئین و انجام ۱۵ کیلومتر دویدن (میانگین سرعت ۱۳/۷ کیلومتر در ساعت) باعث تشدید پاسخ افزایشی شاخص‌های التهابی (لکوسیت‌های خون محیطی، اینترلوکین-۶ و ۱۰) و فشار اکسایشی (MDA و لیپیدهیدروپراکسیداز) شده بود [۱۸].

نتیجه‌گیری:

در کل نتایج تحقیق حاضر حاکی از آن است که انجام تمرینات مقاومتی با سرعت سریع منجربه کاهش معنی‌دار ظرفیت ضداکسیدانی تام سرم (TAC) می‌گردد. البته، یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد مصرف حاد کافئین در جلوگیری از کاهش ظرفیت ضداکسیدانی تاثیری ندارد. از دیگر نتایج این مطالعه می‌توان به افزایش شاخص پرواکسیداسیون لیپیدی مورد مطالعه (MDA) در گروه‌های تمرین مقاومتی اشاره کرد. این نتایج در حالی بدست آمد که مصرف حاد کافئین همراه با تمرین سنتی توانسته بود بطور معنی‌داری از پاسخ افرایشی نامطلوب شاخص مورد نظر به نحو معنی‌داری جلوگیری نماید.

تقدیر و تشکر

در پایان از تمامی آزمودنی¬ها، اساتید دانشگاه تبریز و مسئولین باشگاه پرورش اندام و آزمایشگاه آنالیز خون که ما را در مراحل مختلف این مطالعه یاری کردند تقدیر و تشکر می¬نماییم.

منابع:

Hunter, Susan M., et al. "Functional Strength Training and Movement Performance Therapy for Upper Limb Recovery Early Poststroke—Efficacy, Neural Correlates, Predictive Markers, and Cost-Effectiveness: FAST-INdiCATE Trial." *Frontiers in Neurology* 8 (2018): 733.

Çakir-Atabek, Hayriye, et al. "Effects of different resistance training intensity on indices of oxidative stress." *The Journal of Strength & Conditioning Research* 24.9 (2010): 2491-2497.

Cardoso, A. M., et al. "Acute effects of resistance exercise and intermittent intense aerobic exercise on blood cell count and oxidative stress in trained middle-aged women." *Brazilian journal of medical and biological research 45.12 (2012): 1172-1182.*

Fisher-Wellman K, Bloomer RJ. Acute exercise and oxidative stress: a 30 year history. Dyn Med, 2009;1-8.

Hua, Jiajia, et al. "MITF acts as an anti-oxidant transcription factor to regulate mitochondrial biogenesis and redox signaling in retinal pigment epithelial cells." *Experimental eye research*170 (2018): 138-147.

Carru, Ciriaco, et al. "Markers of oxidative stress, skeletal muscle mass and function, and their responses to resistance exercise training in older adults." *Experimental gerontology* 103 (2018): 101-106.

Hackett, Daniel A., et al. "Effect of movement velocity during resistance training on muscle-specific hypertrophy: A systematic review." *European journal of sport science* 18.4 (2018): 473-482.

Westcott, Wayne L., et al. "Effects of regular and slow speed resistance training on muscle strength." *Journal of sports medicine and physical fitness* 41.2 (2001): 154.

Gordillo-Bastidas, Daniela, et al. "Nrf2 and Snail-1 in the prevention of experimental liver fibrosis by caffeine." *World Journal of Gastroenterology: WJG* 19.47 (2013): 9020.

Kim, Jiyoung, et al. "Caffeinated coffee, decaffeinated coffee, and the phenolic phytochemical chlorogenic acid up-regulate NQO1 expression and prevent H2O2-induced apoptosis in primary cortical neurons." *Neurochemistry international* 60.5 (2012): 466-474.

Richardson, Darren L., et al. "The acute physiological effects of high-and low-velocity resistance exercise in older adults." *European Journal of Ageing* (2017): 1-9.

Franco, Rafael, and Eva Martínez-Pinilla. "Chemical rules on the assessment of antioxidant potential in food and food additives aimed at reducing oxidative stress and neurodegeneration." *Food chemistry* 235 (2017): 318-323.

Schmidt, Barbara, et al. "Academic performance, motor function, and behavior 11 years after neonatal caffeine citrate therapy for apnea of prematurity: an 11-year follow-up of the CAP randomized clinical trial." *JAMA pediatrics* 171.6 (2017): 564-572.

Abreu, Renata Viana, et al. "Chronic coffee and caffeine ingestion effects on the cognitive function and antioxidant system of rat brains." *Pharmacology Biochemistry and Behavior*99.4 (2011): 659-664.

Burke, Louise, Ben Desbrow, and Lawrence Spriet. *Caffeine for sports performance*. Human Kinetics, 2013.

Russell, M., et al. "The Physiological and Performance Effects of Caffeine Gum Consumed During A Simulated Half-Time By Professional Academy Rugby Union Players." *The Journal of Strength & Conditioning Research* (2018).

Bloomer, Richard J., et al. "Effect of caffeine and 1, 3-dimethylamylamine on exercise performance and blood markers of lipolysis and oxidative stress in trained men and women." *Journal of Caffeine Research* 1.3 (2011): 169-177.

Tauler, Pedro, et al. "Effects of caffeine on the inflammatory response induced by a 15-km run competition." *Medicine and science in sports and exercise* 45.7 (2013): 1269-1276.

Barcelos, Rômulo Pillon, et al. "Caffeine supplementation modulates oxidative stress markers in the

liver of trained rats." *Life sciences* 96.1-2 (2014): 40-45.
Gardner, Christopher, Bonnie Bruce, and Gene A. Spiller. "Coffee, caffeine and serum cholesterol." *Caffeine*. CRC Press, 2019. 303-325.
Baeza, Gema, et al. "Green coffee hydroxycinnamic acids but not caffeine protect human HepG2 cells against oxidative stress." *Food Research International* 62 (2014): 1038-1046.
Aoyama, K., et al. "Caffeine and uric acid mediate glutathione synthesis for neuroprotection." *Neuroscience* 181 (2011): 206-215.
Petrucci, Rita, et al. "A new insight into the oxidative mechanism of caffeine and related methylxanthines in aprotic medium: May caffeine be really considered as an antioxidant?." *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects* 1862.8 (2018): 1781-1789.
PAŞAOĞLU, HATİCE, et al. "The effect of caffeine on oxidative stress in liver and heart tissues of rats." *Turkish Journal Of Medical Sciences* 41.4 (2011): 665-671.
Nabbi-Schroeter, Danje, et al. "Effects of Long-Term Caffeine Consumption on the Adenosine A 1 Receptor in the Rat Brain: an In Vivo PET Study with [18 F] CPFPX." *Molecular Imaging and Biology* 20.2 (2018): 284-291.
Khalili Najafabadi Mohsen, Semnanian Saeed, Fath Elhi Yacoub, & Vaez Mahdavi Mohammad Reza. Investigating the effect of caffeine on the spontaneous activity of paragigantocellularis nucleus neurons and the behavioral parameters of withdrawal syndrome in morphine-dependent male rats[in Persian].
Jagger, C., Matthews, R., Matthews, F., Robinson, T., Robine, J. M., & Brayne, C. (2007). The burden of diseases on disability-free life expectancy in later life. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, *62*(4), 408-414.
Hudson, Matthew B., et al. "The effect of resistance exercise on humoral markers of oxidative stress." *Medicine & Science in Sports & Exercise* 40.3 (2008): 542-548.
Stagos, Dimitrios, et al. "Assessment of eccentric exercise-induced oxidative stress using oxidation-reduction potential markers." *Oxidative medicine and cellular longevity* 2015 (2015).
Silva, L. A., et al. "Effect of eccentric training on mitochondrial function and oxidative stress in the skeletal muscle of rats." *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 46.1 (2013): 14-20.
Godos, J., Pluchinotta, F. R., Marventano, S., Buscemi, S., Li Volti, G., Galvano, F., & Grosso, G. (2014). Coffee components and cardiovascular risk: beneficial and detrimental effects. *International journal of food sciences and nutrition*, *65*(8), 925-936.
Mahdavi, R., Daneghian, S., Homayouni, A., & Jafari, A. (2012). Effects of caffeine supplementation on oxidative stress, exercise-induced muscle damage and leukocytosis. *Age (year)*, *24*(2.65).
Olcina, G. J., Timón, R., Muñoz, D., Maynar, J. I., Caballero, M. J., & Maynar, M. (2008). Caffeine ingestion effects on oxidative stress in a steady-state test at 75% VO2max. *Science & Sports*, *23*(2), 87-90.
Olcina, G. J., Muñoz, D., Timón, R., Caballero, M. J., Maynar, J. I., Córdova, A., & Maynar, M. (2006). Effect of caffeine on oxidative stress during maximum incremental exercise. *Journal of sports science & medicine*, *5*(4), 621.
Machado, M., Pereira, R., Sampaio-Jorge, F., Knifis, F., & Hackney, A. (2009). Creatine supplementation: effects on blood creatine kinase activity responses to resistance exercise and creatine kinase activity measurement. *Brazilian journal of pharmaceutical sciences*, *45*(4), 751-757.
Chou, W. C., Kao, M. C., Yue, C. T., Tsai, P. S., & Huang, C. J. (2015). Caffeine mitigates lung inflammation induced by ischemia-reperfusion of lower limbs in rats. *Mediators of*

inflammation, *2015*.
Fletcher, D. K., & Bishop, N. C. (2011). Effect of a single and repeated dose of caffeine on antigen-stimulated human natural killer cell CD69 expression after high-intensity intermittent exercise. *European journal of applied physiology*, *111*(7), 1329-1339.