JAHSSP

http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
http://dx.doi.org/10.22049/jassp.2019.26533.1207

مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش
سال پنجم، شماره اول؛
بهار و تابستان ۱۳۹۷
صفحات ۱۷-۱۰

مقاله پژوهشی

تأثیر مکمل کافئین بر فعالیت میلوپراکسیداز و استیل کولین استراز در طی فعالیت ورزشی مقاومتی حاد در ورزشکاران

محمد رحمان رحیمی*[۱]، چیا نقشینی[۲]

تاریخ دریافت: ۹۷/۹/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۲/۲۰

چکیده

کافئین بر پاسخ ایمنی بـدن حین فعالیت ورزشی اثرگـذار اسـت و نشان داده شده که کافئین غلظت استیل‌کولین‌استراز و میلوپراکسیداز در موش‌های تمرین کرده را کاهش داده است؛ بنابراین در این پژوهش اثر مصرف کافئین بر فعالیت آنزیم‌های استیل کولین‌استراز و میلوپراکسیداز پس از فعالیت ورزشی مقاومتی در ورزشکاران مورد بررسی قرار گرفت. ۱۵ ورزشکار در مطالعه تصادفی، دوسوکور، کنترل‌شده با دارونما و متقاطع، ۶ میلی گرم کافئین و دارونما (مالتودکسترین) به ازای هر کیلوگرم وزن بدن را یک ساعت قبل از فعالیت مقاومتی دریافت کردند. نمونه‌گیری خون از سیاهرگ بازویی آزمودنی‌ها قبل، بعد و یک ساعت بعد از فعالیت ورزشی مقاومتی جهت اندازه‌گیری غلظت میلوپراکسیداز و استیل‌کولین‌استراز گرفته شد. آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده گردید. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر نشان داد که در غلظت استیل‌کولین‌استراز تفاوت معنی‌داری در بلافاصله و ۱۵ دقیقه بعد از فعالیت مقاومتی بین کافئین و دارونما وجود دارد (P<۰/۰۵)، اما در ارتباط با غلظت میلوپراکسیداز تفاوت معنی دار بین شرایط کافئین و دارونما وجود نداشت (P>۰/۰۵). در شرایط مصرف کافئین غلظت استیل-کولین‌استراز در پس‌آزمون به‌طور معنی‌داری پایین‌تر از مقادیر پیش‌آزمون بود، اما در شرایط مصرف دارونما غلظت استیل کولین استراز در پس‌آزمون افزایش نسبت به پیش‌آزمون مشاهده شد (P<۰/۰۵). به نظر می‌رسد که مصرف مکمل کافئین قبل از فعالیت مقاومتی از افزایش غلظت آنزیم استیل‌کولین‌استراز در مردان ورزشکار جلوگیری می‌کند و احتمالاً کافئین از این طریق سبب کاهش فعالیت‌های التهابی می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: کافئین، میلوپراکسیداز، استیل کولین استراز، فعالیت مقاومتی.

با اسکن QR فوق می‌توانید جزئیات مقاله حاضر را در سایت www.jahssp.azaruniv.ac.ir/ مشاهده کنید.

1. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران. (نویسنده مسئول):
mohammad.rrahimi@yahoo.com

۲. دانشجوی کارشناس ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.

نحوه ارجاع: رحیمی محمد رحمان، نقشینی چیا. تأثیر مکمل کافئین بر فعالیت میلوپراکسیداز و استیل کولین استراز در طی فعالیت ورزشی مقاومتی حاد در ورزشکاران. مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش ۱۳۹۷؛ ۵(۱): ۱۷-۱۰.

Copyright ©The authors Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

JAHSSP

http://jahssp.azaruniv.ac.ir/
http://dx.doi.org/10.22049/jassp.2019.26533.1207

Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology
Volume 5, Number 1
Spring /Summer 2018
10-17

Original Article

The Effect of Caffeine Supplement on Myeloperoxidase and Acetylcholinesterase Activity During Acute Resistance Exercise in Athletes

Mohammad Rahman Rahimi*[1], Chia Naghshini[2]

Received 12 December 2018; accepted 10 May 2019

Abstract

Caffeine affects immune response during exercise and it has shown that caffeine reduced concentration of acetyl cholinesterase and myeloperoxidase in mice trained. Thus, in this study the effect of caffeine ingestion on enzyme activities of acetyl cholinesterase and myeloperoxidase was examined after resistance exercise in athletes. 15 athletes in in a randomized, double-blind, placebo-controlled, cross-over study, received 6 mg.kg-1 of caffeine and placebo (maltodextrin) one hour before the resistance exercise (RE). After an hour blood samples were taken from the participants then they participated in resistance exercise and immediately and 15 minutes after resistance exercise, another's blood samples were taken to analysis acetyl cholinesterase and myeloperoxidase concentration. Analysis of variance with repeated measures at α level 0.05.was used. ANOVA with repeated measures showed significant difference in concentration of acetyl cholinesterase at immediately and 15 minutes after resistance exercise between caffeine and placebo condition ($p<0.05$), but there was no significant difference between caffeine and placebo in relation to the concentration of myeloperoxidase ($p>0.05$). In terms of caffeine consumption, acetyl cholinesterase concentration was significantly lower at post compared to pre RE, but in terms of placebo consumption, acetyl cholinesterase concentration was significantly higher at post compared to pre RE ($p<0.05$). It seems that consumption of caffeine supplement before resistance exercise prevent increase in concentration of acetyl cholinesterase in male athletes, and possibly caffeine from this way lead to reduce inflammatory activities.

Keywords: Caffeine, Myeloperoxidase, Acetylcholinesterase, Resistance Exercise

Scan this QR code to see the accompanying video, or visit jahssp.azaruniv.ac.ir

1. Associate Professor of Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.
Corresponding Author:
mohammad.rrahimi@yahoo.com

2. MSc. in Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.

Cite as: Rahimi Mohammad Rahman, Naghshini Chia. The Effect of Caffeine Supplement on Myeloperoxidase and Acetylcholinesterase Activity during Acute Resistance Exercise in Athletes. Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology. 2018; 5(1): 10-17.

Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

مقدمه

بسیاری از ورزشکاران امروزه جهت رسیدن به سطح بالاتری از اجرای خود اقدام به مصرف مکمل‌های ورزشی می‌کنند که یکی از این مکمل‌ها کافئین است. کافئین یک محصول گیاهی و یکی از پراستفاده‌ترین مواد محرک در سرتاسر جهان است که در محصولاتی همچون شکلات، چایی، کاکائو و سودا وجود دارد. کافئین، یک تری متیل گزانتین است و از عناصر کربن، هیدروژن، نیتروژن و اکسیژن تشکیل شده است و به‌عنوان یک آلکالوئید دسته‌بندی می‌شود (۱). کافئین در کبد متابولیزه شده و به سه متابولیت پاراگزانتین، تئوفیلین و تئوبرومین تبدیل می‌گردد. پاراگزانتین، متابولیت اصلی کافئین در انسان است که لیپولیز را افزایش می‌دهد (۲). در پژوهش‌های زیادی اثر مصرف کافئین در ورزش به‌ویژه فعالیت‌های استقامتی بررسی‌شده است و افزایش عملکرد در طی این فعالیت‌ها به‌خوبی به اثبات رسیده است. شاید شهرت کافئین در اثرگذاری بیشتر آن بر فعالیت‌های استقامتی به سبب شناخت وسیع‌تر محققان از سازوکارهای درگیر در بهبود این فعالیت‌ها بوده است (۳-۵).

کافئین به‌عنوان یک ماده مغذی انرژی‌زا و افزایش‌دهنده سطح عملکرد ورزشکار قلمداد شده است. کافئین بعد از مصرف حدود یک الی دو ساعت از طریق روده جذب و غلظت آن در جریان خون به اوج می‌رسد. کافئین در تمام بدن جذب و بر تمام بدن تأثیرگذار است. مقدار کافئین باقی‌مانده در جریان خون به کبد منتقل شده و از طریق ادرار دفع می‌شود. در هنگام فعالیت، بدن از گلیکوژن استفاده می‌کند که در ورزش‌های طولانی‌مدت تخلیه و باعث افت عملکرد می‌شود که کافئین سرعت خالی شدن بدن از گلیکوژن را کند و این عمل را با استفاده از تشویق بدن به استفاده از چربی ذخیره‌شده در بدن انجام می‌دهد که باعث افزایش زمان ورزش و سبب بهبود عملکرد ورزشکاران می‌گردد (۶، ۷). کافئین با تسهیل انقباض عضلات، عوامل عضلانی را بهبود می‌بخشد. قبل از اینکه عملیات انقباض انجام شود باید کلسیم در کنار سلول‌های عضلانی آزاد شود. کافئین حساسیت سلول‌ها و در دسترس بودن کلسیم را زیاد می‌کند (۷). به‌علاوه تحقیقاتی وجود دارد که نشان می‌دهد کافئین نیروی انقباض دیافراگم را افزایش می‌دهد که سبب افزایش تنفس حین تمرین می‌گردد و این امر به‌ویژه برای افرادی که بی‌نظمی تنفسی دارند و ورزشکارانی که در ارتفاعات در حال رقابت‌های شدید هستند مهم است (۸). شبکه‌های کروماتین و عوامل ضد میکروبی نوتروفیل از الاستاز و میلوپراکسیداز تشکیل می‌شوند که وظیفه به دام انداختن و از بین بردن باکتری‌ها، قارچ‌ها و انگل‌ها را به عهده دارند (۸، ۹). آنزیم میلوپراکسیداز (Myeloperoxidase) در گرانول‌های آزروفیلیک سلول‌های نوتروفیل مبتدی ذخیره می‌گردد (۱۰)؛ که نقش بسیار مهمی در فرایندهای التهابی و استرس اکسیداتیو دارد و از طریق کاتالیز نمودن واکنش انفجار تنفسی باعث تبدیل هیدروژن پراکسید به اسید هیپوکلروس (HOCL) می‌گردد (۱۱). منبع اصلی تولید میلوپراکسیداز (MPO) پلاسما، نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌های فعال‌شده هستند. این آنزیم در پلاک‌های شریانی شناسایی گردیده و اثرات پروآتروژنیک آن تأیید شده است (۱۲). آنزیم MPO باعث پراکسیداسیون لیپوپروتئین با دانسیته پائین (LDL) (۱۳) تغییرات اکسیداتیو در لیپوپروتئین با دانسیته بالا (HDL) و کاهش قابلیت انتقال معکوس کلسترول توسط HDL می‌شود (۱۴، ۱۵). هم‌چنین آنزیم MPO باعث کاهش تولید زیستی نیتریک اکساید (NO) و درنتیجه اختلال در عملکرد اندوتلیوم عروقی می‌گردد (۱۶). نتایج تحقیقات حاکی از این است که فعالیت ورزشی شدید منجر به افزایش دگرانولاسیون (بی دتنه شدن) (degranulation) نوتروفیل و تحریک غلظت پلاسمایی پروتئین‌های نوتروفیل ازجمله MPO، لاکتوفرین و الاستاز می‌شود (۱۷-۲۰) و میزان دگرانولاسیون با افزایش شدت فعالیت ورزشی رابطه مستقیم دارد (۲۱). اخیراً نشان داده شده که مصرف ۶ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن منجر به کاهش فعالیت MPO پلاسمایی در موش‌ها شده است همچنین نشان دادند که مصرف ۶ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن همرا با ۴ هفته تمرین شنا منجر به کاهش فعالیت MPO پلاسمایی پس از فعالیت ورزشی در موش‌ها می‌گردد (۲۲). استفانلو[1] و همکاران نیز نشان دادند که مصرف کافئین منجر به کاهش فعالیت MPO پلاسمایی پس از فعالیت ورزشی می‌گردد (۲۳). بنابراین، احتمالاً کافئین از طریق کاهش نفوذ (مهاجرت) نوتروفیل‌ها به عنوان عامل ضدالتهابی عمل می‌کند (۲۲).

از سوی دیگر آنزیم هیدرولتیک استیل کولین استراز (AChE) که به غشای اریتروسیت‌ها، پلاکت‌ها، لکوسیت‌ها و سلول‌های اندوتلیال متصل است سطوح استیل کولین را تنظیم می‌کند (۲۴). استیل کولین نقش‌های ضدالتهابی دارد و تولید سایتوکاین‌های ضدالتهابی را مهار می‌کند (۲۵)؛ بنابراین، هنگامی‌که فعالیت آنزیم استیل کولین استراز افزایش می‌یابد منجر به کاهش سطوح استیل کولین می‌گردد که سبب کاهش فعالیت‌های ضدالتهابی اعمال‌شده توسط استیل کولین می‌گردد (۲۶). بارسلوس[2] و همکاران نشان دادند که مصرف ۶ میلی‌گرم کافئین در هر کیلوگرم وزن بدن کاهش معنی‌دار فعالیت AChE در موش‌های نژاد ویستار می‌شود (۲۲). همچنین، استفاده از آنتاگونیست‌هایی همچون متیل گزانتینها به‌طور مؤثری از وقوع التهاب سیستمیک ممانعت کرده و مدت زمان زنده ماندن حیواناتی که در معرض لیپوساکارید (۲۷، ۲۸) و یا عفونت قرارگرفته‌اند را افزایش می‌دهد (۲۹). همچنین در پژوهش دیگری مصرف ۶ میلی‌گرم کافئین در هر کیلوگرم وزن بدن در موش‌های تمرین کرده سبب کاهش فعالیت آنزیم AChE گردید (۲۳). با توجه به اینکه اطلاعات محدودی در رابطه با اثر کافئین بر فعالیت MPO و AChE پس از فعالیت ورزشی در انسان‌ها وجود دارد، بنابراین؛ در پژوهش حاضر اثر مصرف ۶ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن بر فعالیت AChE و MPO پس از فعالیت مقاومتی با شدت ۸۵٪ یک تکرار بیشینه (۱RM) در ورزشکاران مورد بررسی قرار گرفت.

روش بررسی

پژوهش حاضر از نوع تجربی است که به روش پیش آزمون-پس آزمون به صورت مطالعه تصادفی، دوسوکور، کنترل شده با دارونما، متقاطع انجام شد. جامعه آماری شامل ورزشکاران مرد تمرین کرده مقاومتی بودند که به‌صورت تصادفی (با استفاده از نرم افزار آنلاین https://www.randomizer.org/) ۱۵ ورزشکار انتخاب شدند و در پژوهش شرکت کردند. در ابتدا، از ورزشکاران دعوت شد تا در جلسه هماهنگی با حضور محقق شرکت کنند. سپس شرح کامل اهداف و روش‌های اندازه‌گیری، تکمیل فرم رضایت‌نامه شرکت در پژوهش و پرسشنامه‌های سلامتی در اختیار ورزشکاران قرار گرفت. ورزشکارانی واجد شرایط در طرح بودند که در ۳ ماه گذشته هیچ دارو یا مکمل ضدالتهابی و یا مکمل‌های بهبوددهنده عملکرد را مصرف نکرده بودند. یک هفته قبل از شروع انجام آزمون از ورزشکاران آزمون ترکیب بدنی گرفته شد که در جدول شماره ۱ نشان داده‌شده است. سپس، آزمودنی‌ها بعد از ۳ روز استراحت و

[1] Stefanello

[2] Barcelos

Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

نداشتن فعالیت بدنی به صورت متقاطع اقدام به مصرف کافئین (۶ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) و دارونما (۶ میلی‌گرم مالتودکسترین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) یک ساعت (۴) قبل از انجام فعالیت ورزشی مقاومتی کردند و بعد از یک ساعت از آزمودنی‌ها نمونه خون گرفته شد و سپس در فعالیت مقاومتی که شامل ۳ دوره (set) حرکات پرس سینه، پرس پا، سرشانه و زیر بغل پارویی با ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه (1RM) و حداکثر تکرار در هر دوره و با استراحت ۲ دقیقه بین دوره‌ها بود (۳۰)، شرکت کردند. کافئین و مالتودکسترین در کپسول‌های ۵۰۰ میلی گرمی ژله‌ای که از لحاظ رنگ و شکل ظاهری همسان بودند، بسته بندی شدند. بلافاصله پس از فعالیت مقاومتی و ۱۵ دقیقه بعد از آن نیز نمونه خون از ورید بازویی گرفته شد. پس از ۳ روز استراحت (جهت پاک‌سازی) (۳۱)، مجدداً آزمودنی‌ها فراخوانده شده و با تغییر مکمل و دارونما بار دیگر با همان شرایط قبلی به مصرف مکمل و دارونما پرداختند، سپس دوباره در فعالیت مقاومتی با همان شرایط قبلی شرکت کردند. نمونه‌های خون جمع‌آوری‌شده جهت اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های میلوپراکسیداز (کیت شرکت EASTBIOPHARM چین با حساسیت ng/ml ۰/۰۵) و استیل کولین استراز (کیت شرکت EASTBIOPHARM با حساسیت ng/ml ۰/۲۵) در سرم به روش الایزا به آزمایشگاه انتقال داده‌شده و سرم در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا روز انجام سنجش نگهداری شدند. جهت بررسی توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون شاپیروویلک استفاده گردید و سپس تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌های طبیعی توسط آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر، آزمون t وابسته (زوجی) برای بررسی تغییرات درون‌گروهی و از آزمون t مستقل جهت تعیین تفاوت بین گروهی استفاده شد و از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ در سطح معناداری α=۰/۰۵ استفاده گردید.

یافته‌ها

نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر نشان داد که تفاوت معنی‌داری در غلظت استیل کولین استراز بین شرایط مصرف کافئین و دارونما وجود دارد (F=۱۵/۲۶ ،P=۰/۰۰۱) و همچنین تعامل زمان ×گروه از نظر آماری معنی‌دار بود (F=۶/۸۳ ،P=۰/۰۰۲)، بدین معنی که الگوی تفاوت بین دو گروه در پیش-آزمون، پس آزمون و ۱۵ دقیقه بعد یکسان نیست (شکل ۱). آزمون تی مستقل جهت بررسی تفاوت بین گروهی نشان داد که غلظت استیل کولین استراز در بلافاصله (T= -۵/۰۳ ،P=۰/۰۰۰۱) و ۱۵ دقیقه بعد از انجام فعالیت مقاومتی (T=-۳/۲۳ ،P=۰/۰۰۳) در شرایط مصرف کافئین به‌طور معنی‌داری پایین‌تر از شرایط مصرف دارونما بود. نتایج آزمون تی وابسته حاکی از پایین بودن غلظت استیل کولین استراز در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون در شرایط مصرف کافئین (T=۳/۰۸ ،P=۰/۰۰۸) و بالا بودن غلظت آن در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون در شرایط دارونما (T= -۲/۴۱ ،P=۰/۰۳) بود. نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر در مورد غلظت MPO حاکی از عدم تفاوت معنی‌دار در زمان (F= ۰/۲۹ ،P=۰/۶۸) و تعامل زمان×گروه (F=۰/۳۷ ،P=۰/۶۳) و بین گروهی (F= ۲/۰۳۵ ،P=۰/۱۶۵) مشاهده شد (شکل ۲).

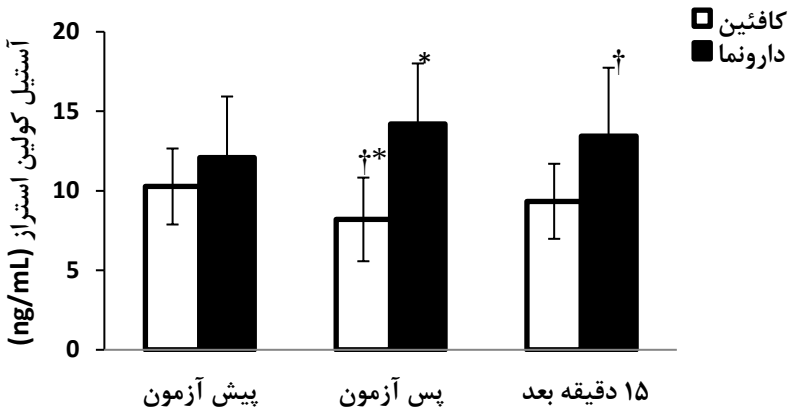
جدول ۱. ویژگی های آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌های (n=۱۵)

متغیرها	Mean±SD
سن (سال)	۲۰/۶۴±۲/۳۴
قد (سانتی‌متر)	۱۷۸/۷۸±۴/۲۹
وزن (کیلوگرم)	۷۲/۸۷±۹/۲۱
توده بدون چربی (کیلوگرم)	۶۰/۴۲±۶/۳۷
توده چربی (کیلوگرم)	۹/۰۸±۳/۹۱
درصد چربی بدن	۱۲/۱۷±۴/۱۱
شاخص توده بدن (kg/m^2)	۲۲/۸۲±۳/۰۳
متابولیسم پایه بدن (کیلوکالری)	۲۰۴۷±۱۸۴

جدول ۲. تغییرات غلظت AChE و MPO در دو شرایط مصرف کافئین و دارونما قبل، بعد و ۱۵ دقیقه بعد از فعالیت مقاومتی در ورزشکاران

متغیر	گروه‌ها	قبل	بعد	۱۵ دقیقه بعد
غلظت AChE (ng/mL)	کافئین	۱۰/۲۷±۲/۳۹	۸/۲±۲/۶۳	۹/۳۴±۲/۳۶
	دارونما	۱۲/۰۹±۳/۸۴	۱۴/۲۱±۳/۸	۱۳/۴۴±۴/۳
غلظت MPO (ng/mL)	کافئین	۳/۲۳±۱/۲۶	۳/۱۴±۱/۴۸	۳/۳۲±۱/۲۳
	دارونما	۴/۱۶±۱/۸۵	۴/۰۰۶±۱/۸	۳/۹۸±۲/۱۱

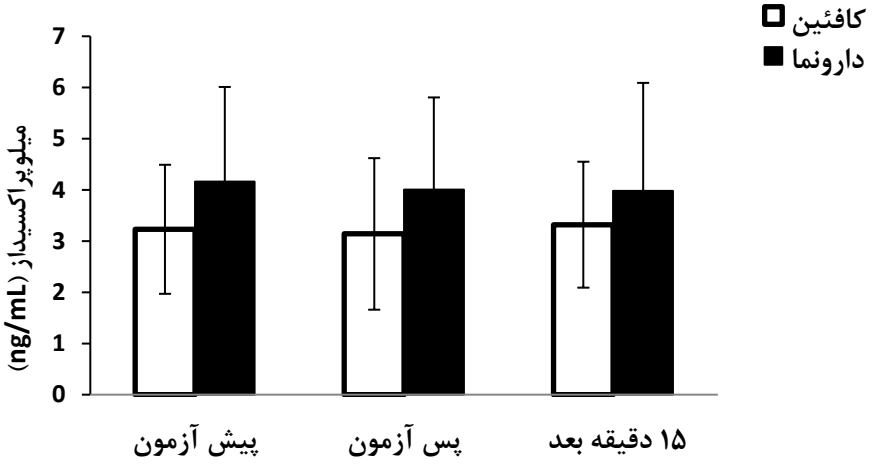
Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University



شکل ۱. تغییرات غلظت استیل کولین استراز در دو شرایط مصرف کافئین و دارونما قبل، بعد و ۱۵ دقیقه بعد از فعالیت مقاومتی در ورزشکاران

† تفاوت معنی‌دار بین شرایط مصرف کافئین و دارونما

* تفاوت معنی‌دار با پیش‌آزمون



شکل ۲. تغییرات غلظت میلوپراکسیداز در دو شرایط مصرف کافئین و دارونما قبل، بعد و ۱۵ دقیقه بعد از فعالیت مقاومتی در ورزشکاران

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش غلظت AChE در بلافاصله بعد و ۱۵ دقیقه بعد از انجام فعالیت مقاومتی در شرایط مصرف کافئین به‌طور معنی‌داری پایین‌تر از شرایط مصرف دارونما بود. AChE آنزیم تجزیه‌کننده استیل کولین است که به غشای اریتروسیت‌ها، پلاکت‌ها، لکوسیت‌ها و سلول‌های آندوتلیال متصل است و مسئول تنظیم سطوح استیل‌کولین می‌باشد (۳۲). در پژوهش حاضر کاهش غلظت AChE بعد از فعالیت مقاومتی با شدت 1RM ۸۵٪ در شرایط مصرف کافئین (۶ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) نسبت به دارونما مشاهده گردید که با پژوهش بارسلولس و همکاران همخوانی دارد که کاهش غلظت AChE را پس از مصرف ۶ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در موش‌های ویستار پس از فعالیت هوازی مشاهده کردند (۲۲). در تأیید یافته‌های ما استفانلو و همکاران نیز نشان دادند که مصرف ۶ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در موش‌های تمرین کرده منجر به کاهش فعالیت AChE می‌گردد (۲۳). با این وجود، هیچگونه پژوهشی در رابطه با اثر مصرف کافئین بر غلظت AChE در انسان وجود ندارد، با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر و پژوهش‌های قبلی به نظر می‌رسد که کافئین از طریق کاهش فعالیت آنزیم AChE منجر به افزایش سطوح استیل کولین می‌گردد و از این طریق منجر به کاهش التهاب پس از فعالیت مقاومتی در ورزشکاران می‌شود.

MPO شاخص دگرانولاسیون نوتروفیل‌ها ناشی از فعالیت ورزشی است که غلظت پلاسمایی آن وابسته به شدت فعالیت ورزشی است بطوریکه غلظت آن در شدت VO_{2max} ۸۵٪ بالاتر از شدت VO_{2max} ۶۰٪ است (۲۱). در پژوهش حاضر غلظت MPO پس از فعالیت مقاومتی بین دو شرایط مصرف کافئین و دارونما تفاوت معنی‌داری نداشت. اگرچه در شرایط مصرف کافئین کاهش ۲/۷ درصدی در غلظت آن پس از فعالیت مقاومتی نسبت به قبل از فعالیت مشاهده گردید. عدم وجود تفاوت معنی‌دار در غلظت MPO براثر مصرف کافئین با پژوهش‌های قبلی ناهمسو می‌باشد (۲۲, ۲۳). در پژوهش استفانلو و همکاران کاهش معنی‌دار فعالیت MPO پس از ۴ هفته تمرین شنا (۵۰ دقیقه تمرین در روز و ۵ روز در هفته) در موش‌ها که روزانه ۶ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن را دریافت می‌کردند، مشاهده شد (۲۳)، همچنین، اخیراً نشان داده شده که مصرف ۶ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن منجر به کاهش معنی‌دار فعالیت MPO پلاسمایی در موش‌های نژاد ویستار پس از ۴ هفته تمرین شنا می‌شود (۲۲). همچنین، در پژوهش‌های که اثر فعالیت ورزشی را بر MPO مورد بررسی قرار گرفته، نشان داده شده است که فعالیت MPO در موش‌های تمرین کرده ۳۳٪ پایین‌تر از موش‌های تمرین نکرده است (۳۳). علاوه بر این، افزایش بیشتری در فعالیت MPO پس از یک جلسه فعالیت شدید در موش‌های تمرین نکرده نسبت به موش‌های تمرین کرده مشاهده شده است. از آنجایی که MPO شاخص نفوذ نوتروفیل‌ها و دگرانولاسیون نوتروفیل‌ها می‌باشد، بنابراین؛ به نظر می‌رسد که این شاخص هم تحت تاثیر

Copyright ©The authors
Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

تمرینات منظم ورزشی (۳۳) و هم تحت تاثیر مصرف کافئین قرار گیرد (۲۲, ۲۳)، اما در پژوهش حاضر مصرف ۶ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن تاثیری بر فعالیت MPO پلاسمایی در ورزشکاران پس از فعالیت شدید مقاومتی با شدت 1RM ۸۵٪ نداشت. از سوی دیگر عدم کاهش معنی‌دار غلظت MPO براثر مصرف کافئین با یافته‌های جعفری و همکاران که نشان دادند مکمل دهی کافئین بر شاخص‌های التهابی پایه تأثیر معنی‌داری نمی‌گذارد همسو می‌باشد. امیرساسان و همکاران نیز نشان دادند که مصرف ۶ و ۹ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن منجر به افزایش IL-6 پس از فعالیت مقاومتی نسبت به دارونما شده است (۳۴)، نتـــایج ماکادو و همکاران نشان داد که مصـرف کـافئین ۴/۵ میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن بـدن نمی‌تواند باعـث کـاهش شاخص‌های التهابی و آسیب‌های عضـلانی گردد (۳۵).

در چندین پژوهش نشان داده شده که مصرف حاد کافئین موجب کاهش آسیب‌های التهابی می‌شود (۳۶, ۳۷). از طرف دیگر، مطالعات بالینی و دیگر پژوهش‌های تجربی نشان داده‌اند که فعالیت MPO، یک نشانگر برای نفوذ نوتروفیل است که مربوط به آسیب بافتی ناشی از ورزش از جمله عضله، کبد و قلب می‌باشد (۳۸, ۳۹). تحقیقات نشان داده است کـه فعالیـت بـدنی ملایـم و سبک احتمالاً باعث بهبود برخی عملکردها در سیستم دفاعی بدن و مقادیر آنزیم‌های التهابی می‌شود (۴۰). هـمچنـین، تمرین‌های طاقت‌فرسا و فعالیت‌های ورزشـی سـنگین و طولانی‌مدت ماننـد دوی ماراتون، فوق ماراتون و ورزش سه‌گانه ممکـن اسـت زمینـه ایجاد اختلال در کارایی اجزای سیسـتم ایمنـی و عوامل ضدالتهابی را بـه وجـود آورند (۴۱). نتایج مطالعات اخیر بیان‌کننده‌ی این مطلب است که تأثیرات تعدیل‌کنندگی کافئین بر علائم و شاخص‌های پاسخ التهابی ممکن است وابسته به اثر مقادیر مصرفی کافئین باشد (۴۲). به‌عنوان‌مثال، چاوز[1] و همکاران به دنبال بررسی تأثیرات مقادیر متفاوت کافئین چنین اشاره نمودند که تنها مصرف بیش از ۵۰ میکرو مول کافئین در لیتر یعنی مصرف بیش از ۶ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن توانست به نحو مطلوبی از افزایش عوامل التهابی جلوگیری نماید (۴۳).

در پژوهش حاضر مصرف ۶ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن سبب کاهش معنی‌دار غلظت AChE پس از فعالیت مقاومتی در ورزشکاران گردید. با توجه به اینکه AChE مسئول تجزیه استیل کولین است و استیل کولین فعالیت ضدالتهابی دارد، بنابراین کاهش فعالیت AChE سبب افزایش غلظت و ماندگاری استیل کولین می‌گردد که از این طریق منجر به کاهش التهاب می‌شود. بااین‌وجود، در پژوهش حاضر مصرف کافئین بر غلظت MPO تأثیر معنی‌داری نداشت؛ اگرچه کاهش ۲/۷ درصدی بلافاصله بعد از فعالیت مقاومتی در غلظت MPO در ورزشکاران پس از مصرف کافئین مشاهده گردید. از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به عدم اندازه‌گیری بیان ژن AChE و MPO در نمونه‌های بافت عضله آزمودنی‌های در اثر مصرف کافئین اشاره کرد که پیشنهاد می‌گردد که این امر در پژوهش‌های آینده مورد توجه قرار گیرد. به‌طورکلی به نظر می‌رسد که ۶ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن یک ساعت قبل از فعالیت مقاومتی در ورزشکاران می‌تواند تا حدودی فعالیت التهابی ناشی از لکوسیت ها را مهار کند اما برای نتیجه‌گیری قطعی در این زمینه احتیاج به پژوهش‌های دیگری است.

منابع

1. Jankowski-Wilkinson AF. The Effects of Caffeine Gum Administration on Reaction Time and Lower Body Pain during Cycling to Exhaustion: University of Akron; 2008.
2. Beck TW, Housh TJ, Malek MH, Mielke M, Hendrix R. The acute effects of a caffeine-containing supplement on bench press strength and time to running exhaustion. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2008;22(5):1654-8.
3. Goldstein E, Jacobs PL, Whitehurst M, Penhollow T, Antonio J. Caffeine enhances upper body strength in resistance-trained women. Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2010;7(1):1.
4. Duncan MJ, Stanley M, Parkhouse N, Cook K, Smith M. Acute caffeine ingestion enhances strength performance and reduces perceived exertion and muscle pain perception during resistance exercise. European journal of sport science. 2013;13(4):392-9.
5. Green JM, Wickwire PJ, McLester JR, Gendle S, Hudson G, Pritchett RC, et al. Effects of caffeine on repetitions to failure and ratings of perceived exertion during resistance training. International journal of sports physiology and performance. 2007;2(3):250.
6. Wong K, Martin B, Volland L, Rohmann R, Astorino T, editors. Effect of caffeine ingestion on resistance training performance. Southwest ACSM Meeting; 2008.
7. Graham TE, Spriet LL. SSE# 60: Caffeine and Exercise Performance.
8. Brinkmann V, Reichard U, Goosmann C, Fauler B, Uhlemann Y, Weiss DS, et al. Neutrophil extracellular traps kill bacteria. science. 2004;303(5663):1532-5.
9. Urban CF, Ermert D, Schmid M, Abu-Abed U, Goosmann C, Nacken W, et al. Neutrophil extracellular traps contain calprotectin, a cytosolic protein complex involved in host defense against Candida albicans. PLoS Pathog. 2009;5(10):e1000639.
10. Borregaard N, Cowland JB. Granules of the human neutrophilic polymorphonuclear leukocyte. Blood. 1997;89(10):3503-21.
11. Hazen SL, Hsu FF, Duffin K, Heinecke JW. Molecular chlorine generated by the myeloperoxidase-hydrogen peroxide-chloride system of phagocytes converts low density lipoprotein cholesterol into a family of chlorinated sterols. Journal of Biological Chemistry. 1996;271(38):23080-8.
12. Daugherty A, Dunn JL, Rateri DL, Heinecke JW. Myeloperoxidase, a catalyst for lipoprotein oxidation, is expressed in human atherosclerotic lesions. Journal of Clinical Investigation. 1994;94(1):437.
13. Podrez EA, Schmitt D, Hoff HF, Hazen SL. Myeloperoxidase-generated reactive nitrogen species convert LDL into an atherogenic form in vitro. The Journal of clinical investigation. 1999;103(11):1547-60.
14. Shao B, Oda MN, Bergt C, Fu X, Green PS, Brot N, et al. Myeloperoxidase impairs ABCA1-dependent cholesterol efflux through methionine oxidation and site-specific tyrosine chlorination of apolipoprotein AI. Journal of Biological Chemistry. 2006;281(14): 9001-4.
15. Zheng L, Nukuna B, Brennan M-L, Sun M, Goormastic M, Settle M, et al. Apolipoprotein AI is a selective target for myeloperoxidase-catalyzed oxidation and functional impairment in subjects with cardiovascular disease. The Journal of clinical investigation. 2004;114(4):529-41.
16. Vita JA, Brennan M-L, Gokce N, Mann SA, Goormastic M, Shishehbor MH, et al. Serum

[1] Chavez

Copyright ©The authors

containing supplement on strength, muscular endurance, and anaerobic capabilities. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2006;20(3):506-10.

32. Cicco G, Vetrugno M, Rotelli MT, Sborgia G, Pennetta M, Vico PP, et al. Red blood cell (RBC) surface acetylcholinesterase showing a hemorheological pattern during glaucoma treatment. Clinical hemorheology and microcirculation. 2006;35(1, 2):149-54.
33. Morozov VI, Tsyplenkov PV, Golberg ND, Kalinski MI. The effects of high-intensity exercise on skeletal muscle neutrophil myeloperoxidase in untrained and trained rats. European journal of applied physiology. 2006;97(6):716-22.
34. Amirsasan R, Khaleghi-Anbardan M-M, Zarghami Khameneh A. The acute effects of exhaustive resistance training and different dosages of caffeine intake on IL-6 response. Razi Journal of Medical Sciences. 2015;22(134):49-58.
35. Machado M, Antunes WD, Tamy ALM, Azevedo PG, Barreto JG, Hackney AC. Effect of a single dose of caffeine supplementation and intermittent-interval exercise on muscle damage markers in soccer players. Journal of Exercise Science & Fitness. 2009;7(2):91-7.
36. Cechella JL, Leite MR, Dobrachinski F, Da Rocha JT, Carvalho NR, Duarte MM, et al. Moderate swimming exercise and caffeine supplementation reduce the levels of inflammatory cytokines without causing oxidative stress in tissues of middle-aged rats. Amino acids. 2014;46(5):1187-95.
37. Lv X, Chen Z, Li J, Zhang L, Liu H, Huang C, et al. Caffeine protects against alcoholic liver injury by attenuating inflammatory response and oxidative stress. Inflammation Research. 2010;59(8):635-45.
38. Belcastro AN, Arthur GD, Albisser TA, Raj DA. Heart, liver, and skeletal muscle myeloperoxidase activity during exercise. Journal of applied physiology. 1996;80(4):1331-۵.
39. Fielding R, Manfredi T, Ding W, Fiatarone M, Evans W, Cannon JG. Acute phase response in exercise. III. Neutrophil and IL-1 beta accumulation in skeletal muscle. American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology. 1993;265(1):R166-R72.
40. Smith L, Anwar A, Fragen M, Rananto C, Johnson R, Holbert D. Cytokines and cell adhesion molecules associated with high-intensity eccentric exercise. European journal of applied physiology. 2000;82(1-2):61-7.
41. Lee I, Paffenbarger R, Hennekens C. Physical activity, physical fitness and longevity. Aging Clinical and Experimental Research. 1997;9(1-2):2-11.
42. Dray C, Daviaud D, Guigné C, Valet P, Castan-Laurell I. Caffeine reduces TNFα up-regulation in human adipose tissue primary culture. Journal of physiology and biochemistry. 2007;63(4):329-36.
43. Chavez Valdez R, Ahlawat R, Nathan A, Wills-Karp M, Sproles A, Gauda EB. Distinct Mechanisms Mediate The Concentration-dependent modulation Of Caffeine On TNF-±And IL-10 Production By Cord Blood Mononuclear Cells (CBM). D37 IMMUNE MECHANISMS IN THE LUNG: Am Thoracic Soc; 2010. p. A5726-A.

myeloperoxidase levels independently predict endothelial dysfunction in humans. Circulation. 2004;110(9):1134-9.

17. Kokot K, Schaefer R, Teschner M, Gilge U, Plass R, Heidland A. Activation of leukocytes during prolonged physical exercise. Proteases II: Springer; 1988. p. 57-63.
18. Morozov VI, Pryatkin SA, Kalinski MI, Rogozkin VA. Effect of exercise to exhaustion on myeloperoxidase and lysozyme release from blood neutrophils. European journal of applied physiology. 2003;89(3-4):257-62.
19. Morozov VI, Kalinski MI. Intense Exercise Stimulates Blood Neutrophil Degranulation in Humans and Rats. Weight Loss, Exercise and Health Research. 2.۰۰۶:۱۹۵
20. Peake J, Suzuki K. Neutrophil activation, antioxidant supplements and exercise-induced oxidative stress. Exerc Immunol Rev. 2004;10(1):129-41.
21. Peake J, Wilson G, Hordern M, Suzuki K, Yamaya K, Nosaka K, et al. Changes in neutrophil surface receptor expression, degranulation, and respiratory burst activity after moderate-and high-intensity exercise. Journal of applied physiology. 2004;97(2):612-8.
22. Barcelos RP, Souza MA, Amaral GP, Stefanello ST, Bresciani G, Fighera MR, et al. Caffeine intake may modulate inflammation markers in trained rats. Nutrients. 2014;6(4):1678-90.
23. Stefanello S, Soares F, Barcelos R. Caffeine supplementation changes inflammatory biomarkers after exercise. J Yoga Phys Ther. 2016;6(240):2.
24. Cicco G, Vetrugno M, Rotelli MT, Sborgia G, Pennetta M, Vico PP, et al. Red blood cell (RBC) surface acetylcholinesterase showing a hemorheological pattern during glaucoma treatment IOS PRESS. 2006;35(1.2):149-54.
25. Borovikova LV, Ivanova S, Zhang M, Yang H, Botchkina GI, Watkins LR, et al. Vagus nerve stimulation attenuates the systemic inflammatory response to endotoxin. nature. 2000;405(1):458-62.
26. Das UN. Acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase as possible markers of low-grade systemic inflammation. Med Sci 2007;13(12):214-21.
27. Pavlov VA, Parrish WR, Rosas-Ballina M, Ochani M, Puerta M, Ochani K, et al. Brain acetylcholinesterase activity controls systemic cytokine levels through the cholinergic anti-inflammatory pathway. Brain, behavior, and immunity.۵-۴۱:(۱)۲۳;۲۰۰۹
28. Liu Z-h, Ma Y-f, Wu J-s, Gan J-x, Xu S-w, Jiang G-y. Effect of cholinesterase inhibitor galanthamine on circulating tumor necrosis factor alpha in rats with lipopolysaccharide-induced peritonitis. Chinese medical journal. 2010;123(13.۳۰-۱۷۲۷:(
29. Fernandez-Cabezudo MJ, Lorke DE, Azimullah S, Mechkarska M, Hasan MY, Petroianu GA, et al. Cholinergic stimulation of the immune system protects against lethal infection by Salmonella enterica serovar Typhimurium. Immunology. 2010;130(3): 388-98.
30. Boroujerdi S, Rahimi R. The apoptotic response to resistance exercise with different intensities in athletes. Med Sport. 2011;64(1):31-44.
31. Beck TW, Housh TJ, Schmidt RJ, Johnson GO, Housh DJ, Coburn JW, et al. The acute effects of a caffeine–

Copyright ©The authors Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University