

Effect of Single Stage Caffeine Supplementation on *CK* and *IL-6* Responses in Non-Active Male after an Exhaustive Aerobic Exercise

Bahram Jamali Qarakhanlou¹, Akram Amaghani¹, Asghar Tofighi^{2*}

¹Department of Physical Education, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

²Department of Physiology, School of Physical Education and Sport Science, University of Urmia, Urmia, Iran

Received: 29 Aug, 2012 Accepted: 18 Nov, 2012

Abstract

Backgrounds and Objectives: caffeine is a member of methyl xanthine family which can further facilitate exercise because of its antioxidant activity it could be effective for prevention of cellular damage. The purpose of this study was to evaluate single stage caffeine supplementation on CK and IL-6 responses in non-active male after an exhaustive aerobic exercise.

Materials and Methods: 20 non-active male students randomly divided as supplementation and control groups. Exercise test was an exhaustive treadmill test (Bruce test). One hour before the exercise, supplementation group received caffeine (6 Mg/BW) and control group receive placebo. Blood samples were collected before and immediately after exercise test from anticubital vein. Serum; Lactate, CK were measured by Spectrophotometric method and serum IL-6 concentrations were determined using ELISA. Data analysis was used performed using the mixed ANOVA and paired t test.

Results: Data analysis showed that a significant increments in blood lactate, creatine kinase and interleukin-6 levels in both control and supplement group ($P<0.05$). Mixed ANOVA analysis showed that caffeine supplementation had a significant effect on serum interleukin 6 in non-active men after exhaustive aerobic exercise ($P<0.05$), but its effect on creatine kinase and lactate markers was not significant ($P>0.05$).

Conclusion: According to the results of present study, Caffeine supplementation has positive effect on muscle damage of non-active male after exhaustive aerobic exercise.

Keywords: Caffeine, IL-6, CK, Lactate, Exhaustive aerobic exercise

* Corresponding author:

E-mail: jamali.bahram1980@gmail.com

مقاله پژوهشی

تاثیر تک مرحله‌ای مکمل‌یاری کافئین بر پاسخ CK و IL-6 مردان غیرفعال به دنبال یک جلسه فعالیت هوازی وامانده‌ساز

بهرام جمالی قراخلو: گروه تربیت بدنی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تبریز، تبریز، ایران
اکرم آقایی: مدیریت تربیت بدنی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران

اصغر توفیقی: گروه فیزیولوژی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران، نویسنده رابط:

Email: jamali.bahram1980@gmail.com

دریافت: ۹۱/۶/۸ پذیرش: ۹۱/۸/۲۸

چکیده

زمینه و اهداف: کافئین عضوی از خانواده داروهای متیل‌گزانتین‌هاست که بیشتر عملکرد ورزشی را تسهیل می‌کند. بیان شده است که کافئین به دلیل اثرات آنتی‌اکسیدانی می‌تواند در محافظت از آسیب‌های سلولی موثر باشد. هدف از پژوهش حاضر بررسی تک مرحله‌ای مکمل‌یاری کافئین بر پاسخ CK، IL-6 و لاکتات مردان غیرفعال به دنبال یک جلسه فعالیت هوازی وامانده‌ساز می‌باشد.

مواد و روش‌ها: ۲۰ مرد غیرفعال، سالم و غیرسیگاری پس از همگن‌سازی انتخاب و سپس به شکل تصادفی به دو گروه شاهد و مکمل تقسیم شدند. آزمون ورزشی شامل دویدن فزاینده روی نوارگردان واحد واماندگی بود (تست بروس). یک ساعت قبل از اجرای آزمون اصلی در یک طرح دو سویه‌کور آزمودنی‌های گروه مکمل ۶ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن کافئین و گروه شاهد نیز همزمان به همان میزان سلولز دریافت کردند. عمل خون‌گیری در قبل و بلافاصله پس از اجرای آزمون از ورید آنتی‌کوبیتال گرفته شد. پس از سانتریفوژ و تهیه سرم مقادیر شاخص‌های لاکتات، CK به روش اسپکتروفتومتریک و IL-6 به روش الیزا در سرم مورد سنجش قرار گرفت. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس دوطرفه آمیخته و تی-همبسته استفاده شد. سطح معناداری در سطح آلفای ۵ درصد در نظر گرفته شد و از نرم افزار آماری SPSS نسخه‌ی ۱۶ جهت تحلیل داده‌ها استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج آزمون آماری نشان داد که مقادیر پس‌آزمون لاکتات خون، کراتین کیناز و ایترلوکین-۶ در هر دو گروه شاهد و مکمل نسبت به مقادیر پیش‌آزمون افزایش معنی‌داری داشت ($P > 0/05$). همچنین، نتایج تحلیل واریانس آمیخته نشان داد که مکمل کافئین بر تغییرات ایترلوکین-۶ سرمی مردان غیرفعال بدنبال فعالیت هوازی وامانده‌ساز تاثیر معنی‌داری دارد ($P > 0/05$)، اما در مورد شاخص‌های کراتین کیناز و لاکتات تاثیر معنی‌داری مشاهده نگردید ($p < 0/05$).

نتیجه‌گیری: بر طبق نتایج حاصل از پژوهش حاضر احتمال می‌رود مصرف مکمل کافئین قبل از فعالیت هوازی وامانده‌ساز بر التهاب و آسیب عضلانی مردان غیرفعال تاثیر مثبت دارد.

کلیدواژه‌ها: کافئین، CK، IL-6، لاکتات، فعالیت هوازی وامانده‌ساز

مقدمه

کافئین (۱،۳،۷ - تری‌متیل‌گزانتین) عضوی از خانواده داروهای متیل‌گزانتین‌هاست، و با توجه به حضور آن در قهوه، چای و محصولات دارویی احتمالاً به طور وسیعی بعنوان مهم‌ترین ماده‌ی شناخته شده توسط انسان می‌باشد (۱). مکمل‌یاری با کافئین بعنوان کاهنده درد عضلانی، درک فشار و زمان واکنش عصبی-عضلانی شناخته شده است (۲-۴) که بیشتر عملکرد ورزشی را تسهیل می‌کند (۲). اثرات کافئین بر اساس افراد، شدت و مدت

تمرین، جنس، دوز به کار رفته، عادات به متیل‌گزانتین‌ها، و با شرایط محیطی در طی تمرین متفاوت است (۵). بیان شده است که کافئین با ایجاد بنیان‌های آزاد و متعاقب آن افزایش استرس اکسایشی همراه می‌باشد. همچنین کافئین به دلیل اثرات آنتی‌اکسیدانی در محافظت از آسیب‌های سلولی موثر می‌باشد (۶). آسیب عضلانی ناشی از تمرین بدنبال فعالیت‌هایی با مولفه برون‌گرایی بالا از قبیل تمرین مقاومتی، پلیومتریک، دو استقامت

نوع بیماری عفونی، اعم از سرماخوردگی، عفونت لته و آبسه‌ی دندانی و... نشده بودند. افراد شرکت کننده در آزمون، قبل از تکمیل فرم رضایت آگاهانه، پرسشنامه‌ی سلامتی و فرم یادآمد تغذیه‌ای ۲۴ ساعته، توسط محقق از فرایند کلی طرح مطلع شدند. تکمیل فرم یادآمد صرفاً جهت کنترل رژیم غذایی ۲۴ ساعته آزمودنی‌ها از لحاظ عدم مصرف مواد مداخله‌گر در طرح حاضر بود. در ابتدا برآورد شاخص‌های آنروپومتریکی (پیکرسنجی) از قبیل قد، وزن و درصد توده‌ی چربی بدن با استفاده از سیستم ضخامت‌سنج (کالیپر) و فرمول سه نقطه‌ای (چین‌های پوستی پشت بازو، شکم و فوق خاصره) دانشکده پزشکی ورزشی آمریکا (American college sport medicine)، جهت همگن‌سازی آزمودنی‌ها انجام شد. پس از تعیین میزان ضخامت‌های چین پوستی با سیستم ضخامت‌سنج، میانگین دو بار اندازه‌گیری هر نقطه از بدن در فرمول ذیل قرار داده شد.

$5/18845 - [سن] \times 0/15772 + 2$ (مجموع سه قسمت) \times $0/10105$ - (مجموع سه قسمت) $\times 0/39287$ = درصد چربی
حجم نمونه براساس مطالعات قبلی، در سطح معنی‌داری (آلفا یا خطای نوع اول) پنج درصد و توان (بتا یا خطای نوع دوم) ۰/۲ با استفاده از نرم‌افزارهای MedCal نسخه‌ی ۱۰۰۰۲۰، از میان داوطلبان برای هر گروه ۱۰ نفر تعیین شد که آزمودنی‌های هر گروه با توجه به شاخص‌های پیکرسنجی به صورت تصادفی و همگن از بین داوطلبان انتخاب شدند.

مکمل‌یاری تغذیه‌ای:

یک ساعت قبل از اجرای آزمون اصلی، در یک طرح دوسویه کور آزمودنی‌های گروه مکمل یک کپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی حاوی ۶ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن مکمل کافئین و گروه شاهد بصورت همزمان به همان اندازه سلولز دریافت نمودند (۶).

پروتکل تمرین:

۴۵ دقیقه قبل از اجرای آزمون اصلی، آزمودنی‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در وضعیت درازکش به پشت قرار گرفته و در اتمام ۳۰ دقیقه ضربان پایه آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. مرحله‌ی گرم کردن به مدت ۱۵ دقیقه (پنج دقیقه حرکات کششی و ۱۰ دقیقه حرکات نرمشی) با پوشیدن پیراهن و شورت ورزشی انجام شد. سپس آزمودنی‌ها متعاقب حرکات کششی و نرمشی به اجرای آزمون هوازی وامانده ساز (بروس) روی نوارگردان پرداختند. آزمون پیشینه‌ی بروس روی نوارگردان، متداول‌ترین و معتبرترین آزمون برآورد غیرمستقیم اکسیژن مصرفی پیشینه در آزمایشگاه است. این آزمون، در شش یا هفت مرحله اجرا می‌شود و مدت هر مرحله، سه دقیقه است. افزایش شدت فعالیت از یک مرحله به مرحله‌ی بعد، با افزایش شیب و سرعت همراه می‌باشد. زمان رسیدن به واماندگی، هنگامی بود که آزمودنی‌ها قادر به ادامه‌ی فعالیت دویدن نبودند. سپس، اکسیژن مصرفی پیشینه‌ی آزمودنی‌ها نیز با استفاده فرمول مربوطه محاسبه و تخمین زده شد. $[3(زمان) - 0/12] - [2(زمان) + 0/451] - [1/379(زمان) - 1/476] = VO2max$
همه‌ی اندازه‌گیری‌ها طی ساعات ۱۲-۹ صبح در دمای (۲۸-۲۶ درجه‌ی سانتی‌گراد)، رطوبت (۶۰-۵۵ درصد)، تهویه و نور

طولانی و دوی بی‌هوای متناوب اتفاق می‌افتد (۷). این مورد با افزایش فعالیت آنزیم‌های سرمی از قبیل کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز که بعنوان شاخص‌های آسیب عضلانی می‌باشند، همراه است (۴). در این باره، Machado و همکاران افزایش معنی‌داری را با مصرف مکمل کافئین در شاخص‌های آسیب عضلانی پس از ۲۴ تا ۷۲ ساعت از تمرین گزارش دادند (۵). همچنین گزارش داده‌اند که میکروآسیب عضلانی یک فاکتور التهابی در طی و پس از تمرین می‌باشد (۴). پیشنهاد شده است که آسیب عضلانی با التهاب پس از تمرین ایجاد می‌شود (۵،۸). در تایید این پیشنهاد Taft و همکاران (۲۰۰۲) افزایش IL-6 را پس از آسیب عضلانی بدست آوردند (۹). ایترلوکین-۶ که نقش متابولیکی و ضدالتهابی دارد، در فعالیت‌های ورزشی بیش از سایر کاین‌های دیگر افزایش می‌یابد (۱۱،۱۰). پژوهش‌های انجام یافته عوامل مختلفی همچون سلول‌های ایمنی را مسئول این افزایش می‌دانند (۳۶). برخی دیگر، عضله در حال فعالیت را محل تولید ایترلوکین ۶ معرفی نموده‌اند (۱۳،۱۲). با این حال بیان شده است که در فعالیت‌های شدید غلظت بالاتری از ایترلوکین-۶ ترشح می‌شود (۱۴). Woodson و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهشی روی ورزشکاران استقامتی با مصرف ترکیبی کافئین و کربوهیدرات، افزایش معنادار غلظت ایترلوکین-۶ را بدست آوردند (۱۵). همچنین، پژوهش‌هایی نیز با استفاده از مکمل‌ها و داروهای ضدالتهابی (۱۳) و نیز دوره‌های تمرینی مختلف (۹) به منظور کاهش آسیب عضلانی به نتایج متضادی دست یافته‌اند و ره‌ایش IL-6 را بر اثر آسیب عضلانی رد کرده‌اند (۱۳). برخی محققین پیشنهاد کرده‌اند که تنها ورزشکاران تمرین کرده می‌توانند از فواید کافئین بهره‌مند شوند؛ از طرفی کاسال و لئون پیشنهاد کرده‌اند که کافئین اثر مثبت بر روی ورزشکارانی دارد که از لحاظ طبیعی نخه نیستند و تا زمانی که آنها فعالیت آنزیمی لیپولیتیک، تراکم میتوکندریایی و یا فعالیت‌های استقامتی را افزایش نده‌اند، اثر دارد (۱۶). با توجه به تناقضات موجود در استفاده از مکمل کافئین، این سوال برای محقق پیش آمد که آیا در فعالیت‌های شدید که بیشتر در بحث رقابت ورزشی مطرح می‌شود، این ماده در پیشگیری از التهاب و آسیب عضلانی موثر است؟ در این راستا هدف پژوهش حاضر اثرسنجی مصرف مکمل کافئین بر پاسخ شاخص‌های IL-6 و CK و لاکتات مردان غیرفعال بدن‌بال یک جلسه فعالیت هوازی وامانده‌ساز می‌باشد.

مواد و روش‌ها

طرح و روش پژوهش:

طرح حاضر، به شکل نیمه‌تجربی دو گروهی پیش-پس آزمون با گروه شاهد انجام شد. جامعه‌ی آماری مطالعه‌ی حاضر شامل مردان دانشجوی غیرفعال ۱۹ تا ۲۲ ساله بودند. پس از همگن‌سازی، ۲۰ آزمودنی از بین جامعه فوق که طی دو سال قبل در هیچ گونه فعالیت ورزشی شرکت نکرده بودند انتخاب و سپس به شکل تصادفی در دو گروه شاهد (۱۰ نفر) و مکمل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. کلیه‌ی آزمودنی‌ها در یک ماه گذشته مبتلا به هیچ

یافته‌های پژوهشی

ویژگی‌های تن‌سنجی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌های مورد پژوهش (جدول ۱) و نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف نشان می‌دهد که تمامی متغیرهای تحت آزمون در هر دو گروه مکمل و شاهد دارای توزیع نرمال می‌باشند ($P < 0/05$). نتایج آزمون آماری نشان می‌دهد که مقادیر پس‌آزمون لاکتات خون، کراتین کیناز و ایترلوکین-۶ در هر دو گروه شاهد و مکمل نسبت به مقادیر پیش‌آزمون افزایش معنی‌داری داشت ($P < 0/05$) (جدول ۲). در مورد شاخص‌های لاکتات خون و کراتین کیناز نتایج تحلیل واریانس دوطرفه آمیخته حاکی از آن است که اثر گروه بدون در نظر گرفتن اثر فعالیت و همچنین اثر متقابل فعالیت × گروه معنی‌دار نمی‌باشد (جدول ۳). بنابراین مکمل کافئین بر تغییرات لاکتات خون و کراتین کیناز سرم مردان غیرفعال بدنبال فعالیت هوازی و امانده ساز تاثیر معنی‌داری ندارد ($P < 0/05$). همچنین با توجه به این‌که اثر فعالیت بدون در نظر گرفتن اثر گروه و اثر گروه بدون در نظر گرفتن اثر فعالیت و نیز اثر متقابل فعالیت × گروه معنی‌دار می‌باشد (جدول ۳). بنابراین مکمل کافئین بر تغییرات ایترلوکین-۶ سرمی مردان غیرفعال بدنبال فعالیت هوازی و امانده ساز تاثیر معنی‌داری دارد ($P < 0/05$).

محیطی یکسان انجام شد. به علاوه، آزمودنی‌ها ۴۸ ساعت قبل از انجام آزمون، از انجام فعالیت بدنی سنگین اجتناب کردند.

نمونه‌گیری خونی:

نمونه‌گیری خونی اولیه در صبح آزمون بصورت ناشتا و همچنین نمونه‌گیری بعدی در بلافاصله پس از اتمام آزمون از ورید آنتی‌کوبیتال درحالت خوابیده جهت بررسی تغییرات انجام گرفت و نمونه‌ها بعد از هر مرحله خون‌گیری به آزمایشگاه انتقال یافتند. نمونه‌های خونی پس از سانتریفیوژ (USA, Bekna) تغییرات مقادیر مارکرهای لاکتات خون و کراتین کیناز (CK) با استفاده از کیت‌های پارس آزمون (Iran) و به روش اسپکتروفتومتریک تحلیل شدند؛ همچنین مقایره ایترلوکین-۶ با استفاده از کیت (IBL Germany) و به روش الایزا (ELISA) در سرم مورد سنجش قرارگرفت.

روش تجزیه و تحلیل آماری:

پس از آزمون فرض طبیعی بودن توزیع متغیرها، به منظور تعیین میانگین قبل و بعد تغییرات شاخص‌های درون گروهی از آزمون تی همبسته (Paired T Test) و جهت اثرسنجی کافئین از آزمون تحلیل واریانس دو طرفه آمیخته (Mixed ANOVA) استفاده شد. سطح معناداری در سطح خطای آلفای ۵ درصد در نظر گرفته شد و از بسته‌ی نرم افزار آماری SPSS نسخه‌ی ۱۶ جهت تحلیل داده‌ها استفاده شد.

جدول ۱: ویژگی‌های تن‌سنجی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌های پژوهش

ویژگی‌ها	گروه مکمل (n = ۱۰)	گروه شاهد (n = ۱۰)	مقدار p
سن (به سال)	۲۰/۱±۱/۲	۲۰/۳±۱/۱۶*	۰/۷۸۲
قد (سانتی متر)	۱۷۵/۴±۵/۴۵	۱۷۳/۷±۶/۳	۰/۸۶۵
وزن (kg)	۷۱/۳±۵/۱	۶۹/۴±۵/۷	۰/۶۳۸
شاخص توده‌ی بدن (Kg/m^2)	۲۳/۲±۱/۳۶	۲۳/۰۱±۱/۲۷	۰/۹۵۶
درصد چربی بدن (%)	۱۴/۱۲±۴/۶۱	۱۴/۶۵±۴/۴۲	۰/۸۵۵
ضربان قلب پایه (در دقیقه)	۶۸±۵	۶۷±۴	۰/۶۷۷
فشار سیستولی (mm Hg)	۱۲۰±۱۲	۱۱۸±۱۴	۰/۶۴۵
فشار دیاستولی (mm Hg)	۷۸±۰/۷	۷۵±۰/۹	۰/۷۶۲
حداکثر توان هوازی ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$)	۴۱/۰±۲/۴۵	۳۸/۷±۲/۵۴	۰/۸۳۵

* مقادیر به شکل انحراف معیار ± میانگین بیان شده است.

جدول ۲: میانگین تغییرات شاخص‌های مورد پژوهش طی یک وهله فعالیت هوازی و امانده ساز

متغیر	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	مقدار P
لاکتات خون (میلی‌مول/لیتر)	۱/۷۶±۰/۳*	۶/۸۳±۰/۲۵ [#]	۰/۰۰۸
کراتین کیناز تام (واحدین‌المللی/لیتر)	۱۰۰/۴±۱۸/۹۷	۷/۶۹±۰/۷۲ [#]	۰/۰۰۱
ایترلوکین-۶ (پیکوگرم/میلی لیتر)	۱/۲۷±۰/۲۵	۱۷۱/۱±۷۶/۲۸ [#]	۰/۰۳۶
	۱/۲۸±۰/۲۶	۱/۷۹±۰/۳۹ [#]	۰/۰۴۶
		۲/۱۹±۰/۵۲ [#]	۰/۰۲۵

[#] معناداری نسبت به مقادیر پیش‌آزمون ($P < 0/05$);

* مقادیر به شکل انحراف معیار ± میانگین بیان شده است.

جدول ۳: نتایج تحلیل واریانس دو طرفه آمیخته شاخص‌های مورد پژوهش در دو گروه مکمل و شاهد

شاخص مورد پژوهش	منبع تغییر	مجدور مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	P	مجدور اتا
لاکتات خون (میلی مول/لیتر)	اثر فعالیت	۲۹۹/۲۰۹	۱	۲۹۹/۲۰۹	۵۸۷/۶۴۵	۰/۰۰۱*	۰/۹۷۰
	اثر گروه	۱/۶۰۰	۱	۱/۶۰۰	۲۳۴۴	۰/۱۴۳	۰/۱۱۵
	اثر متقابل فعالیت × گروه خطا	۰/۶۷۶	۱	۰/۶۷۶	۱۳۲۸	۰/۲۶۴	۰/۰۶۹
کراتین کیناز (واحدین المللی/لیتر)	اثر فعالیت	۳۷۵۷۶/۹	۱	۳۷۵۷۶/۹	۳۵/۵۱۷	۰/۰۰۱*	۰/۶۶۴
	اثر گروه	۱۹/۶	۱	۱۹/۶	۰/۰۰۶	۰/۶۳۷	۰/۰۰۱
	اثر متقابل فعالیت × گروه خطا	۲۴۰/۱	۱	۲۴۰/۱	۰/۲۲۷	۰/۵۴۰	۰/۰۱۲
ایترلوکین-۶ (پیکوگرم/میلی لیتر)	اثر فعالیت	۰/۴۲۲	۱	۰/۴۲۲	۱۱/۶۷۹	۰/۰۰۳*	۰/۳۹۴
	اثر گروه	۵/۲۱	۱	۵/۲۱	۲۱/۵۹۳	۰/۰۰۱*	۰/۵۴۵
	اثر متقابل فعالیت × گروه خطا	۰/۳۷۹	۱	۰/۳۷۹	۱۰/۴۸۳	۰/۰۰۵*	۰/۳۶۸

* (P < ۰/۰۵)

بحث

بدنی آزمودنی‌ها، شرایط محیطی، پروتکل تمرینی و میزان دوز مکمل مورد استفاده می‌تواند از دلایل دیگر این تناقض باشد. آسیب عضلانی ناشی از تمرین با انقباض مکانیکی عضلانی شروع می‌شود که ناشی از تولید و رهائش میانجی‌های التهابی همچون سایتوکاین‌ها منجر به بسیج نوتروفیل به داخل گردش خون می‌شود. نوتروفیل‌های گردشی به بافت عضلانی نفوذ کرده و باعث آسیب عضلانی ناشی از فاگوسیتوز می‌شود و پروتئین‌های سلول عضله از قبیل کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز را به داخل گردش خون رها می‌سازد (۸). یکی از یافته‌های پژوهش حاضر این بود که مکمل کافئین از افزایش کراتین کیناز سرمی مردان غیرفعال بعد از فعالیت هوازی و ماندن‌ساز جلوگیری می‌کند. افزایش کمتر این شاخص آسیب عضلانی در گروه مکمل هم‌راستا با نتایج گزارش شده توسط برخی پژوهشگران بود (۲، ۴، ۵، ۲۰). همچنین اکثر مطالعات پاسخ‌گویی بیشتر ورزشکاران را نسبت به مصرف کافئین در برابر افراد غیر ورزشکار بیان داشته است (۱۶، ۲۲). نتایج مطالعات نشان می‌دهد که مصرف مکمل کافئین و متعاقب آن اکسایش بیشتر اسیدهای چرب توسط سلول-های عضلانی، ذخایر اسید آمینه‌ی درون عضلانی را حفظ کرده و میزان کاتابولیسم پروتئینی در این موضع را کاهش می‌دهد (۱۶). به دنبال این پدیده میزان آسیب سلول عضلانی کمتر شده و رهاسازی شاخص‌های آسیب عضلانی نظیر کراتین کیناز در جریان خون نیز کمتر می‌شود و این امر به نوبه‌ی خود باعث تحریک کمتر دستگاه ایمنی و در نتیجه کمتر شدن لکوسیتوز ناشی از فعالیت می‌گردد (۵). پژوهش‌های Bassini و همکاران (۲۰۰۷) و Machado و همکاران (۲۰۰۸) افزایش کراتین کیناز را بعد از تمرین در گروه مکمل نسبت به گروه شاهد نشان دادند (۳، ۲۲) که در تقابل با پژوهش حاضر می‌باشد. کافئین به دلیل سازوکار عمل روی رهائش کاتکولامین‌ها موجب بهبود اجرای ورزشی و افزایش زمان فعالیت می‌شود. بنابراین اثرات آنتی اکسیدانی و در نتیجه محافظت از آسیب سلولی را برای کافئین برشمرده‌اند (۶). براین اساس به

در مطالعه‌ی حاضر مقادیر پایه‌ی لاکتات خون در هر دو گروه شاهد و مکمل همگن بودند که در پاسخ به فعالیت، این شاخص در هر دو گروه به طور معنی‌داری افزایش داشت ولی در مقایسه بین گروه‌ها، گروه شاهد افزایش ناچیزی نسبت به گروه مکمل داشت. با این حال از لحاظ آماری مکمل کافئین بر تغییرات لاکتات خون مردان غیرفعال پس از فعالیت هوازی و ماندن‌ساز تاثیر معنی‌داری نداشت. مقادیر افزایش یافته‌ی لاکتات نشان‌گر و ماندن‌ساز بودن فعالیت می‌باشد. پژوهش‌های متعددی نیز افزایش مقادیر لاکتات را متعاقب فعالیت‌های بدنی مختلف گزارش نمودند (۲۰-۱۷). بیان شده است که تجمع سریعتر لاکتات در افراد غیرفعال نشان‌گر شیف‌تر به سمت سیستم بی‌هوازی است (۱۹). لاکتات یک منبع مهم انرژی و گلوکونئورژنز می‌باشد که در فعالیت‌های طولانی نقش انرژی‌زایی دارد. مقادیر لاکتات در ابتدای شروع فعالیت نسبت به سطح پایه رو به افزایش است؛ ولی با ادامه فعالیت، لاکتات وارد چرخه سوخت و ساز شده و از جریان خون حذف می‌گردد (۲۰). مطالعات آزمایشگاهی نشان داده‌اند کافئین ممکن است مانع فسفوریلاز شده و تجزیه مستقیم تری گلیسرید درون عضلانی را تحریک نماید. مصرف این ماده با افزایش تحریک پذیری اسیدهای چرب آزاد پس از یک ساعت از مصرف منجر به تحریک سیستم عصبی مرکزی و مانع از فعالیت فسفودی استراز می‌گردد. بنابراین مصرف کافئین قبل از تمرین اسیدهای چرب آزاد را افزایش، گلیکولیز را کاهش و مانع تولید لاکتات می‌شود. در نتیجه شروع خستگی مفرط به تاخیر افتاده و فرد قادر به انجام فعالیت بیشتر و یا کار با شدت بالاتر می‌شود (۱۶). پژوهش حاضر، در تناقض با پژوهش‌های Peker و همکاران (۲۰۰۵) و Sandra و همکاران (۲۰۰۶) می‌باشد (۱۶، ۲۱) که احتمال می‌رود پروتکل کاربردی این پژوهشگران نسبت به پروتکل پژوهش حاضر فشار کمتری به فرد وارد ساخته و در نتیجه با تجمع مقادیر لاکتات کمتری همراه بود. همچنین وضعیت

قوی باعث نفوذ سلول‌های التهابی می‌شود. این سلول‌ها همراه با عضلات موضعی، سلولهای ماهواره‌ای و آندوتلیال یک سری از سایتوکاین‌ها را برای تنظیم فرآیندهای التهابی همچون ایترلوکین-۶ تولید می‌کند (۲۸). در مطالعات آزمایشگاهی نشان داده شده که کافئین از تولید عامل نکروز توموری آلفا در انسان جلوگیری می‌کند. سازوکار احتمالی آن به این صورت می‌تواند باشد که کافئین با بلوک کردن گیرنده‌های آدنوزینی و مهار آنزیم فسفودی‌استراز (آنزیم تجزیه کننده آدنوزین مونوفسفات حلقوی) باعث افزایش غلظت آدنوزین مونوفسفات حلقوی (به عنوان مهم‌ترین پیامبر ثانویه درون سلولی که با بسیاری از اعمال سلول در ارتباط است) می‌شود. افزایش آدنوزین مونوفسفات حلقوی نیز باعث کاهش تولید سایتوکاین‌ها (به ویژه عامل نکروز توموری آلفا) و همچنین، یون سوپراکسید می‌شود (۲۹). همچنین، کافئین باعث تنظیم منفی بیان ژن عامل نکروز توموری آلفا در برخی از سلول‌های بدن می‌گردد (۳۰). ساز و کار ضدالتهابی دیگر کافئین، توانایی آن در خشی کردن بنیان‌های آزاد است. بنیان‌های آزاد می‌توانند در پدیده‌ی التهاب نقش داشته باشند. مسیرهای عمده‌ی تولید بنیان‌های آزاد اکسیژن حین انجام انواع فعالیت‌های ورزشی شامل زنجیره‌ی انتقال الکترون، مسیر گزانتین و گزانتین اکسیداز و انفجار تنفسی - نوتروفیلی است. تولید بنیان‌های آزاد اکسیژن ممکن است سبب پراکسیداسیون لیپید، آسیب به غشای سلول و تغییرات نامطلوب بسیاری از شاخص‌های آسیب سلول (کراتین کیناز تام سرمی) و التهاب شود (۳۱).

نتیجه‌گیری

با توجه به پاسخ افراد غیرفعال به شاخص‌های مورد بحث، نتیجه می‌گیریم که شدت‌های بالای فعالیت با ایجاد التهاب و آسیب عضلانی بیشتری همراه می‌باشد. داده‌ها نشان می‌دهند که مصرف مکمل کافئین قبل از فعالیت هوازی و اما نه‌ساز، احتمالاً منجر به توانایی بدن جهت مقابله با التهاب و آسیب عضلانی در شدت‌های بالاتر فعالیت می‌شود.

نظر می‌رسد مصرف مکمل کافئین قبل از فعالیت‌های کوتاه مدت هوازی به نفع سلول بوده و از آسیب عضلانی در افراد غیرفعال جلوگیری می‌کند. این در حالی است که مصرف این مکمل را طی فعالیت‌های بلندمدت هوازی با آسیب بالای سلولی همراه دانسته‌اند (۶).

نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن است که مکمل کافئین بر تغییرات ایترلوکین-۶ سرمی مردان غیرفعال بدنال فعالیت هوازی و اما نه‌ساز تاثیر معنی‌داری دارد. همچنین، نشان می‌دهد که بعد از فعالیت مقدار این شاخص در هر دو گروه شاهد و مکمل افزایش می‌یابد؛ ولی افزایش گروه شاهد بیشتر از گروه مکمل می‌باشد. یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج پژوهش‌های متعددی هم‌خوانی دارد (۱۲، ۱۴، ۲۳). همچنین، پژوهش‌های انجام یافته توسط برخی محققان نیز در تقابل با یافته‌های حاضر می‌باشد (۱۵، ۲۴، ۲۵). تغییرات ایترلوکین-۶ هنگام تمرین تحت تاثیر نوع آزمودنی نیز قرار می‌گیرد، بطوری‌که نتایج حاصل از آزمودنی‌های تمرین کرده لزوماً قابل استفاده برای افراد تمرین نکرده نیست. افراد تمرین نکرده احتمالاً آسیب عضلانی بیشتری را تجربه می‌کنند و پاسخ سایتوکاین آنها به تمرین بیشتر است (۲۶). این درحالی است که آزمودنی‌های ما نیز افراد تمرین نکرده‌ای بودند که در پژوهش حاضر حضور داشتند. احتمال می‌رود شدت، نوع، دوره تمرین، سطح آمادگی آزمودنی، جنسیت، سن، محل و زمان نمونه‌گیری، ویژگی و حساسیت ابزارهای اندازه‌گیری و نوع مکمل مورد استفاده از عوامل تعیین کننده در تولید و میزان سایتوکاین‌ها هستند (۲۷) که دلیلی بر نتایج متفاوت با پژوهش‌هاست.

ساز و کارهای ترشح ایترلوکین-۶ در هنگام ورزش پیچیده است. ایترلوکین-۶ سایتوکاینی است که نقش بسیار مهمی در رابطه با تمرین دارد. دو مسیر مستقل وجود دارد که در فعالیت‌های ورزشی باعث تولید ایترلوکین-۶ می‌شود: یکی با فعالیت سلول‌های عضلانی و دیگری در پاسخ به آسیب بافتی ایجاد می‌شود. مکانیسم تولید ایترلوکین-۶ زمانی که در پاسخ به انقباض عضلانی تولید می‌شود نسبت به زمانی که در پاسخ به آسیب بافت عضلانی و التهاب ایجاد می‌شود متفاوت است. پس از آسیب عضلانی ناشی از تمرین، شروع آسیب بافت عضلانی با انقباضات برون‌گرای

References

- Horrigan LA, Kelly JP, Connor THJ. Immunomodulatory effects of caffeine: Friend or foe? *Pharmacology & Therapeutics* 2006; **111**(3): 877-892.
- Machado M, Carvalho B, Ximenes C, Simões J, Florentino V. Caffeine Supplementation and muscle damage in soccer players. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences* 2009; **45**(2): 257-261.
- Machado M, Vinícios P, Paulúcio D, Novaes P, Barreto J, Pereira R. Caffeine does not increase resistance exercise- induced microdamge. *J Exerc Sci Fit* 2008; **6**(2): 115-120.
- Vimercatti NS, Zovico PVC, Carvalho AS, Barreto JG, Machado M. Two doses of caffeine do not increase the risk of exercise-induced muscle damage or leukocytosis. *Physical Education and Sport* 2008; **52**(1): 96-99.
- Machado M, Vigo JF, Breder A, Simoes J, Ximenes M, Hackney A. Effect of short term caffeine supplementation and intermittent exercise on muscle

- damage markers. *J of Biology of sport* 2009; **26**(1): 3-11.
6. Whitham M, Walker G, Bishop N. Effect of caffeine supplementation on the extracellular heat shock protein72 response to exercise. *J Appl physio* 2006; **101**(4): 1222-1227.
 7. Twist C, Eston R. The effects of exercise-induced muscle damage on maximal intensity intermittent exercise performance. *Eur J Appl Physiol* 2005; **94**(5-6): 652-658.
 8. Sugiyama K, Sakakibara R, Tachimoto H, Kishi M, Kaga T, Tabata I. Effects of Acetic Acid Bacteria Supplementation on Muscle Damage After Moderate-Intensity Exercise. *Anti-Aging Medicine* 2010; **7**(1): 1-6.
 9. Toft AD, Jensen LB, Bruunsgaard H, Ibfelt T, Kristensen J, Febbraio M. Cytokine response to eccentric exercise in young and elderly humans. *Am J Physiol Cell Physiol* 2002; **283**(1): 289-295.
 10. Petersen AM, Pedersen BK. The anti-inflammatory effect of exercise. *J Appl Physiol* 2005; **98**(4): 1154-1162.
 11. Rosendal L, Sogaard K, Kjaer M, Sjogaard G, Langberg H and Kristiansen J. Increase in interstitial interleukin-6 of human skeletal muscle with repetitive low-force exercise. *J Appl physiol* 2005; **98**(2): 477-481.
 12. Nemet MD, Youngman O, Kim H. Effect of intense exercise on inflammatory cytokines and growth mediators in adolescent boys. *PEDIATRICS* 2002; **110**(4): 681-689.
 13. Pedersen BK, Steensberg A, Fischer C, Keller C, Keller P, Plomgaard P & et al. The metabolic role of IL-6 produced during exercise: is IL-6 an exercise factor? *Proceedings of the Nutrition Society* 2004; **63**(2): 263-267.
 14. Ansley PJ, Blannin A, Glesson M. Elevated plasma interleukin-6 levels in trained male triathletes following an acute period of intense interval training. *Eur J Appl Physiol* 2007; **99**(4): 353-360.
 15. Woodson JP, Phillips MD, Ross JW, Rola KS, Christensen KV. Serum IL-6 Is Increased During Performance Cycling After Energy Drink Consumption. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2010; **42**(5): 632-638.
 16. Peker I, Gören Z, Çiloglu F, Karacabey K, Ozmerdivenli R, Saygın Ö. Effects of caffeine on exercise performance, lactate, F.F.A., triglycerides, prolactin, cortisol and amylase in maximal aerobic exercise. *Biotechnology & Biotechnological Equipment* 2005; **16**(2): 1310-2818.
 17. Campisi J, Fleshner, M. Role of extracellular hsp72 in acute stress-induced potentiation of innate immunity in active rats. *J of appl phy* 2003; **94**: 43-52.
 18. Fehrenbach E, Niess AM, Veith R, Dickhuth HH, Northoff H. Changes of HSP72-expression in leukocytes are associated with adaptation to exercise under conditions of high environmental temperature. *J of leukocyte biology* 2001; **69**(5): 747-754.
 19. Mikulski T, Ziemba A, Nazar K. Influence of body carbohydrate store modification on catecholamine and lactate responses to graded exercise in sedentary and physical active subjects. *J of physiology and pharmacology* 2008; **59**(3): 603-616.
 20. Olcina GJ, Munoz D, Timon R, Caballero MJ, Maynar JI, Cordova A. Effect of caffeine on oxidative stress during maximum incremental exercise. *J of sport science and med* 2006; **5**: 621-628.
 21. Sandra B, Paula F, Barreto A, Rodrigues A, Pereira H, Dantas E, Neto F. Effects of caffeine (3 mg) on maximal oxygen consumption, plasmatic lactate and reaction time after maximum effort. *International Journal of Sport Science* 2006; **2**(5): 42-52.
 22. Bassini C, Sweet E, Bottino A, Bittar C, Veiga C, Cameron L. Effect of caffeine supplementation on hematological and biochemical variables in elite soccer players under physical stress conditions. *Br J Sports Med* 2007; **41**(8): 523-530.
 23. Zaldivar F, Wang-Rodriguez J, Nemet D, Schwindt C, Galassetti P, Mills P. Constitutive pro- and anti-inflammatory cytokine and growth factor response to exercise in leukocytes. *J Appl Physiol* 2006; **100**(4): 1124-1133.
 24. Jankord R, Jemiolo, Bozena. Influence of Physical Activity on Serum IL-6 and IL-10 Levels in Healthy Older Men. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2004; **36**(6): 960-964.
 25. Markovitch D, Tyrrell M, Thompson D. Acute moderate-intensity exercise in middle-aged men has neither an anti- nor pro-inflammatory effect. *J Appl Physiol* 2008; **105**(1): 260-265.
 26. Peake, JM, Suzuki K, Hordern M, Wilson G, Nosaka K, and Coombes JS. Plasma cytokine changes in relation to exercise intensity and muscle damage. *European Journal of Appl Physiology* 2005; **95**(5-6): 514-521.
 27. Febbraio, MA, Pedersen, BK. Muscle-derived interleukin 6: mechanisms for activation and possible

- biological roles. *The FASEB Journal* 2002; **16**(11): 1335-1347.
28. Miles MP, Pearson SD, Andring JM, Kidd JR, Volpe SL. Effect of Carbohydrate Intake During Recovery From Eccentric Exercise on Interleukin-6 and Muscle Damage Markers. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2007; **17**(6): 507-520.
29. Dray C, Daviaud D, Guigne C, Valet P, Castan-Laurell I. Caffeine reduces TNF alpha up-regulation in human adipose tissue primary culture. *J Physiol Biochem* 2007; **63**(4): 329-336.
30. Gliottoni RC, Meyers JR, Arngrimsson SA, Broglio SP, Motl RW. Effect of Caffeine on Quadriceps Muscle Pain during Acute Cycling Exercise in Low versus High Caffeine Consumers. *Int J Sport Nutr Exe Metab* 2009; **19**(2): 150-161.
31. Yadav A, Jain A, Swarnkar H. Nicotine and caffeine induced oxidative stress in young, adult and old rat blood. *Journal of Cell and Tissue Research* 2010; **10**(3): 2051-2056.