Journal of Ardabil University of Medical Sciences

Vol. 21, No. 1, Spring 2021, Pages 51-65

The Effect of Acute Caffeine Consumption in a Dehydration and Hot and Humid conditions on Aerobic Function, Blood Pressure and Some Factors of the Immune System of Active Men

Sabaei S, Sarshin A*, Rahimi A, Feizollahi F

Department of sport sciences, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran
**** Corresponding author.*** Tel: +989127675193, Fax: +982634182618, E-mail: amsarshin@gmail.com

Received: Aug 26, 2021 Accepted: Feb 19, 2022

ABSTRACT

Background & objectives: Caffeine can affect many physiological functions of the body. The aim of this study was to investigate the response of aerobic function, blood pressure and some immune system factors of trained men to acute caffeine consumption in dehydrated condition and warm and humid environment.

Methods: Thirty male athletes with a mean age of 26.6±3.9 years in dehydrated conditions voluntarily participated in this study, which was performed in a double-blind manner. Subjects were divided into three groups: caffeine consumption group (n=10), placebo group (n=10) and control group (n=10). The Caffeine group consumed 6 mg/kg body weight of caffeine. Sixty minutes later, the subjects performed an increasingly exhausting exercise. Blood samples collecting and blood pressure measuring took place before, immediately after and 24 hours after exercise. Analysis of variance with repeated measures (group * time) and one-way analysis of variance were used for statistical calculations.

Results: The duration of the exhaustion test in the caffeine consumption group was significantly longer than the control ($p\leq0.01$) and placebo ($p\leq0.05$) groups. In the blood sampling immediately after exercise, the level of leukocytes, neutrophils and lymphocytes in the exercise groups were significantly higher than the control group ($p\leq0.001$). Also, the caffeine group experienced a lower increase in leukocytes and neutrophils compared to the placebo group ($p\leq0.001$). Blood pressure values in the exercise groups were significantly higher than the control group ($p\leq0.001$). Also, the caffeine group experienced a greater increase in systolic blood pressure at baseline and immediately after exercise compared to the placebo group ($p\leq0.001$).

Conclusion: In general, exhausting exercise in a warm environment and dehydrated condition increases the number of immune system cells and blood pressure. In addition to improving aerobic function, caffeine seems to prevent further increases in the number of immune system cells, while increasing blood pressure in the normal range in warm and humid environment.

Keywords: Caffeine; Blood Pressure; Immune System; Dehydration; Warm and Humid Environment

تاثیر مصرف حاد کافئین در شرایط کم آبی بدن و محیط گرم و مرطوب بر عملکرد هوازی، فشار خون و برخی عوامل سیستم ایمنی مردان فعال

سارا صبایی، امیر سرشین*، علیرضا رحیمی، فواد فیض الهی

گروه علوم ورزشی،واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران

* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۹۱۲۷۶۷۵۱۹۳ فاکس: ۰۲۶۳۴۱۸۲۶۱۸ پست الکترونیک: amsarshin@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: کافئین می‌تواند بسیاری از عملکردهای فیزیولوژیکی بدن را تحت تأثیر قرار دهد. هدف از مطالعه حاضر بررسی پاسخ عملکرد هوازی، فشار خون و برخی عوامل سیستم ایمنی مردان تمرین‌کرده به مصرف حاد کافئین در شرایط کم‌آبی بدن و محیط گرم و مرطوب بود.

روش کار: تعداد ۳۰ نفر مرد ورزشکار با میانگین سنی ۳/۹±۲۶/۶ سال در شرایط کم‌آبی بدن داوطلبانه در این تحقیق شرکت کردند که به صورت دو سویه کور انجام پذیرفت. آزمودنی‌ها به سه گروه تقسیم شدند: گروه مصرف کافئین (۱۰ نفر)، گروه مصرف دارونما (۱۰ نفر) و گروه کنترل (۱۰ نفر). گروه کافئین مقدار شش میلی‌گرم/کیلوگرم وزن بدن کافئین مصرف کردند. ۶۰ دقیقه بعد از آن، آزمودنی‌ها یک وهله فعالیت ورزشی فزاینده وامانده‌ساز را اجرا نمودند. جمع‌آوری نمونه‌های خونی و اندازه‌گیری فشار خون قبل، بلافاصله بعد و ۲٤ ساعت بعد از فعالیت ورزشی صورت پذیرفت. از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر (گروه * زمان) و آزمون تحلیل واریانس یکراهه برای محاسبات آماری استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که مدت زمان اجرای آزمون وامانده‌ساز در گروه مصرف کافئین به طور معنی‌داری بیشتر از گروه‌های کنترل ($p\leq۰/۰۱$) و دارونما ($p\leq۰/۰۵$) بود. در نوبت خونگیری بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی، میزان لکوسیت‌ها، نوتروفیل‌ها و لنفوسیت‌ها در گروه‌هایی که فعالیت ورزشی را انجام دادند، به طور معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل بود ($p\leq۰/۰۰۱$). همچنین، گروه مصرف کافئین افزایش کمتر میزان لکوسیت‌ها و نوتروفیل‌ها را در مقایسه با گروه دارونما تجربه کردند ($p\leq۰/۰۰۱$). مقادیر فشار خون در گروه‌هایی که فعالیت ورزشی را انجام دادند، به طور معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل بود ($p\leq۰/۰۰۱$). همچنین، گروه مصرف کافئین افزایش بیشتر فشار خون سیستولی را در حالت پایه و بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی در مقایسه با گروه دارونما تجربه کردند ($p\leq۰/۰۰۱$).

نتیجه‌گیری: در کل، فعالیت ورزشی وامانده‌ساز در محیط گرم و شرایط کم‌آبی بدن موجب افزایش تعداد سلول‌های سیستم ایمنی و فشار خون می‌شود. به نظر می‌رسد مصرف کافئین علاوه بر بهبود عملکرد هوازی، از افزایش بیشتر تعداد سلول‌های سیستم ایمنی جلوگیری می‌کند، در حالی که موجب افزایش بیشتر فشار خون در محدوده طبیعی در محیط گرم و مرطوب می‌شود.

واژه‌های کلیدی: کافئین، فشار خون، سیستم ایمنی، کم‌آبی بدن، محیط گرم و مرطوب

دریافت: ۱٤۰۰/۶/٤ **پذیرش:** ۱٤۰۰/۱۱//۳۰

مقدمه

سیستم ایمنی بدن از انواع فشارهای فیزیولوژیکی و روانی متأثر می‌گردد [۱]. فعالیت ورزشی باعث ایجاد اختلال در عملکرد سیستم ایمنی بدن می‌شود که به‌نظر می‌رسد وابسته به شدت و مدت زمان ورزش و ترشح هورمون‌های استرسی باشد [۲]. ورزش در محیط با دمای بالا اثر هم‌افزایی بر پاسخ‌های استرسی به فعالیت ورزشی دارد [۴،۳]. اجرای فعالیت ورزشی در محیط گرم موجب افزایش بیشتر پاسخ سیستم ایمنی و نیز تأخیر در رسیدن به حالت اولیه آن در دوره بازیافت پس از فعالیت ورزشی می‌شود [۵]. بعلاوه، استرس گرمایی ناشی از دمای بالای محیط می‌تواند عملکرد جسمانی را تحت تأثیر قرار دهد؛ زیرا تحمل انجام فعالیت ورزشی در محیط گرم نسبت به محیط سرد پایین‌تر است [۶]. کم‌آبی بدن علاوه بر این که یکی از پیامدهای ورزش در محیط گرم می‌باشد می‌تواند تحت برخی از شرایط که ورزشکاران مصرف مایعات به اندازه کافی ندارند، ازجمله کاهش/ کنترل وزن در رشته‌های ورزشی یا ناشی از خود فعالیت ورزشی نیز رخ دهد. کم‌آبی خستگی را در پی دارد و یکی از علل افزایش خطر آسیب‌پذیری در افراد به‌شمار می‌رود. کم‌آبی با افزایش فشارهای فیزیولوژیکی باعث افت هماهنگی عصبی- عضلانی، عملکرد شناختی و عملکرد جسمانی می‌شود [۷] و نیز کاهش حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_2max) و افت عملکرد ورزشی بدنبال کم‌آبی بدن گزارش شده است [۸]. نشان داده شده است که کم‌آبی بدن به طور مستقل و از طریق روش‌های مشابه با فعالیت ورزشی موجب افزایش شمار سلول‌های سیستم ایمنی شامل لنفوسیت‌ها، نوتروفیل‌ها، مونوسیت‌ها و بازوفیل‌ها می‌شود [۹]. در مطالعه‌ای دیگر نشان داده شد که فعالیت ورزشی با شدت پایین در محیط گرم موجب افزایش تعداد لکوسیت‌ها، نوتروفیل‌ها و لنفوسیت‌ها هم در شرایط طبیعی و هم در شرایط کم‌آبی بدن می‌شود [۲].

بی‌توجهی به افزایش فشارهای جسمانی و روانی تجربه‌شده در هنگام فعالیت در شرایط گرمای محیطی و کم‌آبی بدن همراه با بازیافت نامناسب می‌تواند عملکرد ورزشی را مختل ساخته [۱۰] و احتمال ابتلا به بیماری‌های مختلف را افزایش دهد [۴]. با توجه به اثرگذاری مستقیم و معنی‌دار دمای بالای محیط و کم‌آبی بر عملکرد ورزشی، متخصصان ورزشی همواره در پی برطرف‌کردن عوارض ناشی از آن‌ها هستند و در این راستا برخی از مکمل‌های غذایی در دسترس که کمترین عوارض جانبی را دارند نیز پیشنهاد شده است [۱۱]. کافئین از شایع‌ترین مکمل‌های غذایی مصرفی در جهان است که به عنوان عاملی برای افزایش عملکردهای جسمی- ذهنی و به تعویق انداختن خستگی در ورزشکاران مورد استفاده قرار گرفته است [۱۱]. از سوی دیگر، در طول سال‌های اخیر، فشار خون بالا به عنوان یکی از خطرات جدی برای سلامتی انسان‌ها مطرح بوده و آمار بالایی از مشکلات قلبی- عروقی را به خود اختصاص داده است[۱۲]. عوامل محیطی نقش بسزایی در به‌وجودآمدن فشار خون بالا دارد. استرس گرمایی در وضعیت کم‌آبی بدن و مصرف کافئین، هر دو با افزایش فعالیت سمپاتیکی موجب افزایش فشار خون می‌شوند [۱۳،۷]. فعالیت ورزشی به تنهایی نیز با افزایش فشار خون همراه است [۱۲]. به نظر می‌رسد که استرس گرمایی و وضعیت کم‌آبی همراه با مصرف حاد کافئین ممکن است پاسخ‌های فیزیولوژیکی به ورزش را تحت تأثیر قرار دهند. با توجه به پیشینه تحقیق به نظر می‌رسد وضعیت دهیدراسیون و مصرف کافیین هرکدام به صورت جداگانه مورد بررسی و پژوهش قرار گرفته اند، اما پژوهش‌های اندکی وجود دارند که هر دو فاکتور را با هم و به‌طور همزمان بررسی نموده باشند. با توجه به اهمیت بهبود عملکرد ورزشکاران و بررسی راهکارهای ممکن در این جهت نیاز پژوهش بیشتر در مورد همزمانی وضعیت دهیدراسیون و مصرف

کافئین وجود دارد. از این رو، در این مطالعه قصد بر آن بود تا اثر مصرف حاد کافئین بر پاسخ عملکرد هوازی، فشار خون و برخی عوامل سیستم ایمنی مردان تمرین‌کرده در شرایط کم‌آبی بدن و محیط گرم و مرطوب مورد بررسی قرار گیرد.

روش کار

طرح تحقیق مطالعه نیمه‌تجربی و کاربردی حاضر، از نوع اندازه‌گیری‌های مکرر (پیش‌آزمون- پس‌آزمون- پس‌آزمون مجدد) با گروه کنترل بود که به صورت دو سویه کور انجام پذیرفت؛ بدین معنی که به منظور جلوگیری از سوگیری در نتایج، آزمودنی‌ها و محقق از دریافت مکمل بی‌خبر بودند و اضافه‌کردن مکمل در دارونما توسط شخص ثالث صورت پذیرفت. تعداد ۳۰ نفر دوچرخه‌سوار مرد در دامنه سنی ۲۰ تا ۳۰ سال و با حداقل سه سال سابقه ورزشی منظم (سه جلسه و یا بیشتر در هفته) در شهر تهران داوطلبانه در تحقیق شرکت کردند. با توجه به اهداف مطالعه، انتخاب نمونه‌ها به صورت در دسترس و هدفمند و بر اساس معیارهایی که در ادامه ارائه می‌شود، صورت پذیرفت. داوطلبان مورد مطالعه، افراد غیرسیگاری و غیرالکلی بودند. آنان سابقه بیماری‌های قلبی- عروقی، کبدی، کلیوی، متابولیسم- غدد و هماتولوژی نداشتند و نیز هیچگونه مصرف دارویی یا مکمل حداقل از یک ماه مانده به شروع مطالعه نداشتند. آنان سابقه مصرف کافئین منظم نداشتند. بعلاوه تعداد دفعات مصرف چای، کاکائو، شکلات و نوشابه کمتر از سه بار در هفته با مقدار کم بود (۳۵۰ میلی‌لیتر در هفته). برای تعیین مقدار مصرف روزانه کافئین و مواد غذایی حاوی کافئین در آزمودنی‌ها از پرسشنامه مصرف کافئین استفاده شد [۱٤]. داوطلبان بعد از آگاهی از روش اجرای مطالعه و اندازه‌گیری‌های مورد نیاز، فرم رضایتنامه را تکمیل کردند. این مطالعه بعد از اخذ کد اخلاق با شماره IR.IAU.K.REC.1400.023 از کمیته اخلاق تحقیقات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج اجرا شد. از شرکت‌کنندگان خواسته شد رژیم غذایی با محدودیت مصرف مایعات که برایشان در نظر گرفته شده بود را برای مدت ٤۸ ساعت رعایت کنند. برای اطمینان از شرایط یکسان متابولیکی و استراحتی آزمودنی‌ها ۲٤ ساعت قبل از روز آزمون تحت نظارت قرار گرفتند. همچنین، از آزمودنی‌ها خواسته شد تا توصیه‌های غذایی ارائه شده توسط محقق را طی ۲٤ ساعت بعد از آزمون رعایت کنند. بعلاوه از آنان خواسته شد در مدت اجرای مطالعه ورزش شدید وامانده‌ساز انجام ندهند و از مصرف هرگونه مواد غذایی حاوی کافئین از ٤۸ ساعت قبل شروع مطالعه تا پایان آن خودداری کنند.

همه مراحل آزمایشگاهی صبح بعد از یک ناشتایی شبانه و در دمای محیطی ۳۵-۳۳ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۰-۶۸ درصد انجام گرفت. در روز آزمون، ابتدا اندازه‌گیری‌های آنتروپومتری انجام شد و سپس وزن مخصوص ادرار[1] (U_{sg}) با استفاده از دستگاه رفراکتومتر کلینیکال آتاگو مدل PAL-10S در حالت ناشتایی مورد سنجش قرار گرفت؛ در صورتی که آزمودنی در وضعیت دهیدراسیون بود (گرم/میلی‌لیتر $U_{sg} \geq$ ۱/۰۳۰) [۱۵] وارد روند مطالعه می‌شد. سپس، آزمودنی‌ها به سه گروه تقسیم شدند: گروه مصرف کافئین، گروه مصرف دارونما و گروه کنترل. گروه کافئین مقدار شش میلی‌گرم/کیلوگرم وزن بدن کافئین را به صورت حل‌شده در ۲۰۰ میلی‌لیتر آبمیوه مصرف کردند و گروه دارونما نیز تنها آبمیوه را با طعم، حجم و ظاهر یکسان مصرف کردند.

پروتکل تمرین هوازی

شصت دقیقه بعد از مصرف کافئین یا دارونما از آزمودنی‌ها خواسته شد تا یک وهله فعالیت ورزشی فزاینده وامانده‌ساز را اجرا نمایند [۱۶]. فعالیت ورزشی شامل آزمون بروس روی نوارگردان بود.

[1] Urine Specific Gravity

این پروتکل آزمودنی‌ها را ملزم به اجرای هرچه بیشتر روی تردمیل می‌کند که سرعت و شیب آن در فواصل زمانی بصورت تدریجی افزایش می‌یابد. برای اجرای آزمون بروس، ابتدا آزمودنی‌ها به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۲/۷ کیلومتر در ساعت و شیب ۱۰ درجه گرم کردند. سپس در هر سه دقیقه سرعت و شیب تردمیل افزایش یافت (جدول ۱) [۱۷]. مدت زمان اجرای آزمون توسط هر آزمودنی بوسیله کرنومتر ثبت شد.

جدول ۱. پروتکل فعالیت ورزشی

مرحله	زمان (دقیقه)	سرعت (کیلومتر/ساعت)	شیب (درصد)
۱	۰	۲/۷	۱۰
۲	۳	٤	۱۲
۳	۶	۵/۵	۱٤
٤	۹	۶/۸	۱۶
۵	۱۲	۸	۱۸
۶	۱۵	۸/۸	۲۰
۷	۱۸	۹/۷	۲۲

روش جمع‌آوری اطلاعات فشار خون

اندازه‌گیری فشار خون سیستولی و دیاستولی با استفاده از فشارسنج خونی دیجیتالی بازویی امرن مدل M2 با دقت ۰/۱ میلیمتر جیوه در سه نوبت اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری اول قبل از شروع فعالیت ورزشی، دومین اندازه‌گیری بلافاصله بعد از اتمام فعالیت ورزشی و اندازه‌گیری آخر نیز ٢٤ ساعت بعد از فعالیت ورزشی در حالت نشسته روی صندلی انجام شد.

روش جمع‌آوری نمونه‌های خونی

نمونه‌های خونی قبل، بلافاصله بعد و ٢٤ ساعت بعد از فعالیت ورزشی از ورید بازویی در حالت نشسته جمع‌آوری و در ویال‌های حاوی EDTA ریخته شد. مقادیر هموگلوبین و هماتوکریت و همچنین شمارش تعداد سلول‌های سیستم ایمنی بدن شامل تعداد لکوسیت، نوتروفیل و لنفوسیت‌ها به وسیله دستگاه اتوماتیک سل کانتر (مدل SYSMEX-K1000، ساخت کشور آلمان) تعیین شد. از تغییرات میزان هموگلوبین و هماتوکریت برای برآورد درصد تغییرات در حجم پلاسما استفاده شد [۱۸].

از آزمون شاپیرو- ویلک برای تعیین طبیعی‌بودن توزیع داده‌ها استفاده شد و آزمون لون برای بررسی همسانی واریانس‌ها بکار گرفته شد. با توجه به طبیعی‌بودن توزیع داده‌ها و برقراری فرض همسانی واریانس‌ها، برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌های مربوط به فشار خون و نمونه‌های خونی از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر (گروه * زمان) استفاده شد، همچنین از آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه‌برای عملکرد هوازی و آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. محاسبات آماری با نرم‌افزار SPSS-18 در سطح معنی‌داری $p\leq ۰/۰۵$ صورت پذیرفت.

یافته‌ها

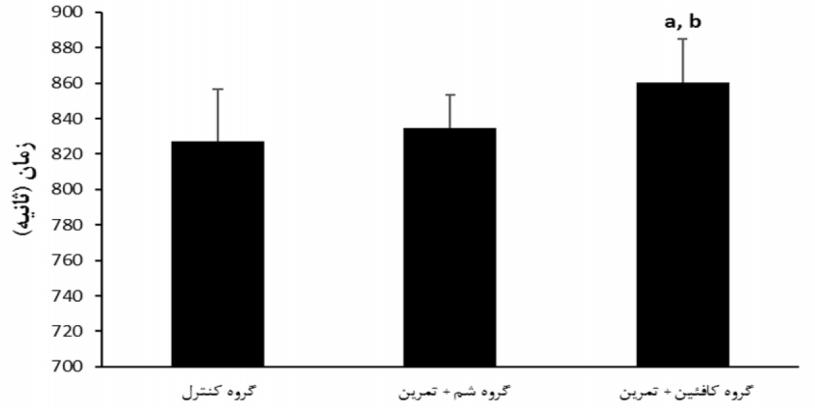
نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه حاکی از وجود تفاوت معنی‌دار در مدت زمان اجرای آزمون بروس بین گروه‌های مورد مطالعه بود ($p\leq ۰/۰۱$، F=۵/۸۹۷). نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد که مدت زمان اجرای آزمون گروه مصرف کافئین به‌طور معنی‌داری بیشتر از گروه‌های کنترل ($p\leq ۰/۰۱$) و دارونما ($p\leq ۰/۰۵$) بود (جداول ۲ و ۳- نمودار ۱).

جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه برای مدت زمان اجرای آزمون بروس

	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	معنی‌داری
بین گروه‌ها	۷۱۹۷/۱۶۷	۲	۳۵۹۸/۵۸۳	۵/۸۹۷	۰/۰۰۶
درون گروه‌ها	۲۰۱۳۷/۵۸۳	۳۳	۶۱۰/۲۳۰		
کل	۲۷۳۳٤/۷۵۰	۳۵			

جدول ۳. نتایج آزمون تعقیبی توکی برای مدت زمان اجرای آزمون بروس

زمان	گروه‌های مورد مقایسه		معنی‌داری
پایه	کنترل	شم	۰/۷۳۰
		کافئین	۰/۰۰۷
	شم	کافئین	۰/۰۴۳



نمودار ۱. مدت زمان اجرای آزمون بروس در گروه‌های مورد مطالعه.

a: $p\leq$۰/۰۱ تفاوت معنی‌دار با گروه کنترل، b: $p\leq$۰/۰۵ تفاوت معنی‌دار با گروه دارونما

نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری نشان‌دهنده معنی‌داربودن زمان ($p\leq$۰/۰۰۱، F=۷۹۴/۸۸۳)، گروه ($p\leq$۰/۰۰۱، F=۵۰/۹۵۴) و همچنین، تعامل دو متغیر مستقل زمان و گروه ($p\leq$۰/۰۰۱، F=۱۹۷/۴۴۱) بر میزان لکوسیت‌ها بود. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه نشان داد که بین مقادیر لکوسیت‌ها در گروه‌های مختلف تنها در نوبت خونگیری بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی ($p\leq$۰/۰۰۱، F=۱۸۹/۷۶۲) تفاوت آماری معنی‌داری وجود دارد. در نوبت خونگیری بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی، میزان لکوسیت‌ها در گروه‌هایی که فعالیت ورزشی را انجام دادند، به طور معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل بود ($p\leq$۰/۰۰۱). همچنین، گروه مصرف کافئین افزایش کمتر میزان لکوسیت‌ها را در مقایسه با گروه دارونما تجربه کردند ($p\leq$۰/۰۰۱) (جداول ٤، ۵ و ۱۰).

جدول ٤. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه برای میزان لکوسیت‌ها

زمان	سطح	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	معنی‌داری
پایه	بین گروه‌ها	۰/۲۲۱	۲	۰/۱۱۰	۲/۱۷۸	۰/۱۲۹
	درون گروه‌ها	۱/۶۷۳	۳۳	۰/۰۵۱		
	کل	۱/۸۹٤	۳۵			
بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی	بین گروه‌ها	٤۶/۰۵	۲	۲۳/۰۲۷	۱۸۹/۷۶۲	۰/۰۰۱
	درون گروه‌ها	٤/۰۰٤	۳۳	۰/۱۲۱		
	کل	۵۰/۰۵۸	۳۵			
۲٤ ساعت بعد از فعالیت ورزشی	بین گروه‌ها	۰/۱۱۲	۲	۰/۰۵۶	۱/۲۷۲	۰/۲۹٤
	درون گروه‌ها	۱/٤۵۱	۳۳	۰/۰٤٤		
	کل	۱/۵۶۳	۳۵			

جدول ۵. نتایج آزمون تعقیبی توکی برای میزان لکوسیت‌ها

زمان	گروه‌های مورد مقایسه		معنی‌داری
پایه	کنترل	شم	۱/۰۰۰
		کافئین	۰/۱۴۳
	شم	کافئین	۰/۵۷۵
بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی	کنترل	شم	۰/۰۰۱
		کافئین	۰/۰۰۱
	شم	کافئین	۰/۰۰۱
۲۴ ساعت بعد از فعالیت ورزشی	کنترل	شم	۰/۹۱۶
		کافئین	۰/۳۸۰
	شم	کافئین	۱/۰۰۰

نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری معنی‌داری زمان ($F=۲۷۵/۷۲۵$ ،$p<۰/۰۰۱$)، گروه ($F=۲۷/۴۰۵$ ،$p\leq۰/۰۰۱$) و همچنین، تعامل دو متغیر مستقل زمان و گروه ($F=۸۰/۶۹۷$ ،$p\leq۰/۰۰۱$) بر میزان نوتروفیل‌ها را نشان داد. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه نشان داد که بین مقادیر نوتروفیل‌ها در گروه‌های مورد مطالعه در نوبت خونگیری بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی ($p\leq۰/۰۰۱$ ،$F=۹۹/۷۸۱$) تفاوت آماری معنی‌داری وجود دارد. میزان نوتروفیل‌ها در گروه‌هایی که فعالیت ورزشی را انجام دادند، به طور معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل بود ($p\leq۰/۰۰۱$). همچنین، گروه مصرف کافئین افزایش کمتر میزان نوتروفیل‌ها را در مقایسه با گروه دارونما تجربه کردند ($p\leq۰/۰۰۱$) (جداول ۶، ۷ و ۱۰).

جدول ۶. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه برای مقادیر نوتروفیل‌ها

زمان	سطح	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	معنی‌داری
پایه	بین گروه‌ها	۰/۲۲۲	۲	۰/۱۱۱	۲/۵۸۲	۰/۰۹۱
	درون گروه‌ها	۱/۴۱۶	۳۳	۰/۰۴۳		
	کل	۱/۶۳۷	۳۵			
بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی	بین گروه‌ها	۱۷/۱۵۶	۲	۸/۵۷۸	۹۹/۷۸۱	۰/۰۰۱
	درون گروه‌ها	۲/۸۳۷	۳۳	۰/۰۸۶		
	کل	۱۹/۹۹۳	۳۵			
۲۴ ساعت بعد از فعالیت ورزشی	بین گروه‌ها	۰/۱۱۳	۲	۰/۵۷	۱/۲۱۱	۰/۳۱۱
	درون گروه‌ها	۱/۵۴۱	۳۳	۰/۴۷		
	کل	۱/۶۵۴	۳۵			

جدول ۷. نتایج آزمون تعقیبی توکی برای مقادیر نوتروفیل‌ها

زمان	گروه‌های مورد مقایسه		معنی‌داری
پایه	کنترل	شم	۱/۰۰۰
		کافئین	۰/۱۳۱
	شم	کافئین	۰/۲۴۱
بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی	کنترل	شم	۰/۰۰۱
		کافئین	۰/۰۰۱
	شم	کافئین	۰/۰۰۱
۲۴ ساعت بعد از فعالیت ورزشی	کنترل	شم	۱/۰۰۰
		کافئین	۰/۴۰۶
	شم	کافئین	۰/۹۵۸

نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری نشان‌دهنده معنی‌دار بودن زمان ($p\leq$۰/۰۰۱، F=۲۷۴/۱۵۶)، گروه ($p\leq$۰/۰۰۱، F=۱۳/۱۴۴) و همچنین، تعامل دو متغیر مستقل زمان و گروه ($p\leq$۰/۰۰۱، F=۶۹/۲۴۰) بر میزان لنفوسیت‌ها بود. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه نشان داد که بین مقادیر لنفوسیت‌ها در گروه‌های مختلف تنها در نوبت خونگیری بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی ($p\leq$۰/۰۰۱، F=۶۷/۰۷۹) تفاوت آماری معنی‌داری وجود دارد. در نوبت خونگیری بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی، میزان لنفوسیت‌ها در گروه‌هایی که فعالیت ورزشی را انجام دادند، به طور معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل بود ($p\leq$۰/۰۰۱) (جداول ۸، ۹ و ۱۰).

جدول ۸. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه برای مقادیر لنفوسیت‌ها

زمان	سطح	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	معنی‌داری
پایه	بین گروه‌ها	۰/۰۴۱	۲	۰/۰۲۰	۰/۸۳۸	۰/۴۴۲
	درون گروه‌ها	۰/۸۰۴	۳۳	۰/۰۲۴		
	کل	۰/۸۴۵	۳۵			
بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی	بین گروه‌ها	۶/۷۱۹	۲	۳/۳۵۹	۶۷/۰۷۹	۰/۰۰۱
	درون گروه‌ها	۱/۶۵۳	۳۳	۰/۰۵۰		
	کل	۸/۳۷۱	۳۵			
۲۴ ساعت بعد از فعالیت ورزشی	بین گروه‌ها	۰/۰۹۴	۲	۰/۰۴۷	۲/۳۰۰	۰/۱۱۶
	درون گروه‌ها	۰/۶۷۵	۳۳	۰/۰۲۰		
	کل	۰/۷۶۹	۳۵			

جدول ۹. نتایج آزمون تعقیبی توکی برای مقادیر لنفوسیت‌ها

زمان	گروه‌های مورد مقایسه		معنی‌داری
پایه	کنترل	شم	۱/۰۰۰
		کافئین	۰/۶۲۷
	شم	کافئین	۱/۰۰۰
بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی	کنترل	شم	۰/۰۰۱
		کافئین	۰/۰۰۱
	شم	کافئین	۱/۰۰۰
۲۴ ساعت بعد از فعالیت ورزشی	کنترل	شم	۰/۱۷۷
		کافئین	۰/۲۷۳
	شم	کافئین	۱/۰۰۰

جدول ۱۰. تغییرات شاخص‌های سیستم ایمنی در گروه‌های مورد مطالعه

متغیر	گروه	زمان خونگیری		
		قبل از فعالیت ورزشی (پایه)	بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی	۲۴ ساعت بعد از فعالیت ورزشی
لکوسیت (میکرولیتر/10^3)	کنترل	۶/۱۹ ± ۰/۲۴	۶/۲۵ ± ۰/۲۱	۶/۰۷ ± ۱/۲۴۴
	دارونما + تمرین	۶/۱۲ ± ۰/۱۹	۹/۰۱ ± ۰/۴۵^{a,b,c}	۵/۹۹ ± ۰/۱۷
	کافئین + تمرین	۵/۹۹ ± ۰/۲۳	۷/۹ ± ۰/۳۴^{a,b}	۵/۹ ± ۰/۲۱
نوتروفیل (میکرولیتر/10^3)	کنترل	۳/۲۲ ± ۰/۱۸	۳/۲۲ ± ۰/۲	۳/۱۴ ± ۰/۲۳
	دارونما + تمرین	۳/۱۹ ± ۰/۲۰	۴/۹ ± ۰/۴۳^{a,b,c}	۳/۰۹ ± ۰/۲۲
	کافئین + تمرین	۳/۰۴ ± ۰/۲۳	۳/۹۸ ± ۰/۱۷^{a,b}	۳/۰۱ ± ۰/۱۸
لنفوسیت (میکرولیتر/10^3)	کنترل	۲/۵۴ ± ۰/۱۹	۲/۵۳ ± ۰/۲۱	۲/۵۴ ± ۰/۱۴
	دارونما + تمرین	۲/۴۹ ± ۰/۱۳	۳/۴۷ ± ۰/۲۷^{a,b}	۲/۴۲ ± ۰/۱۵
	کافئین + تمرین	۲/۴۶ ± ۰/۱۳	۳/۴۳ ± ۰/۱۸^{a,b}	۲/۴۳ ± ۰/۱۳

a: $p\leq$۰/۰۵ تفاوت معنی‌دار با حالت پایه؛ **b**: $p\leq$۰/۰۵ تفاوت معنی‌دار با گروه کنترل؛ **c**: $p\leq$۰/۰۵ تفاوت معنی‌دار با گروه مصرف کافئین

نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری نشان‌دهنده معنی‌داربودن زمان (به ترتیب، F=۵۳۸/۳۹۲ ،$p\leq$۰/۰۰۱؛ F=۹۳/۱۴۸ ،$p\leq$۰/۰۰۱)، گروه (به ترتیب، $p\leq$۰/۰۰۱ ،F=۸۸/۳۸۲؛ $p\leq$۰/۰۵ ،F=۵/۰۷۵) و همچنین، تعامل دو متغیر مستقل زمان و گروه (به‌ترتیب، $p\leq$۰/۰۰۱ ،F=۷۶/۲۲۰؛ $p\leq$۰/۰۰۱ ،F=۱۲/۶۴۹) به ترتیب برای مقادیر فشار خون سیستولی و دیاستولی بود. نتایج آزمون تحلیل‌واریانس یک طرفه نشان داد که بین مقادیر فشار خون سیستولی در گروه‌های مختلف در نوبت قبل ($p\leq$۰/۰۰۱ ،F=۲۶/۴۷۶) و بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی ($p\leq$۰/۰۰۱ ،F=۱۳۴/۰۲۶) تفاوت آماری معنی‌داری وجود دارد. در نوبت قبل از فعالیت ورزشی، مقادیر میانگین فشار خون سیستولی در آزمودنی‌هایی که مصرف کافئین داشتند، به طور معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل بود ($p\leq$۰/۰۰۱). در نوبت بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی، مقادیر میانگین فشار خون سیستولی در گروه‌هایی که فعالیت ورزشی را انجام دادند، به طور معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل بود ($p\leq$۰/۰۰۱). همچنین، گروه مصرف کافئین افزایش بیشتر فشار خون سیستولی را در مقایسه با گروه دارونما تجربه کردند ($p\leq$۰/۰۰۱). همچنین، نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه حاکی از تفاوت معنی‌دار بین مقادیر فشار خون دیاستولی در گروه‌های مختلف در نوبت بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی است ($p\leq$۰/۰۰۱ ،F=۲۵/۸۰۰). به طوری که مقادیر میانگین فشار خون دیاستولی در گروه‌هایی که فعالیت ورزشی را انجام دادند، به طور معنی‌داری بیشتر از گروه کنترل بود ($p\leq$۰/۰۰۱) (جداول ۱۱ تا ۱۴، نمودار ۲).

جدول ۱۱. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه برای مقادیر فشار خون سیستولی

زمان	سطح	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	معنی‌داری
پایه	بین گروه‌ها	۷۱۰/۱۶۷	۲	۳۵۵/۰۸۳	۲۶/۴۷۶	۰/۰۰۱
	درون گروه‌ها	۴۴۲/۵۸۳	۳۳	۱۳/۴۱۲		
	کل	۱۱۵۲/۷۵۰	۳۵			
بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی	بین گروه‌ها	۸۴۳۶/۱۶۷	۲	۴۲۱۸/۰۸۳	۱۳۴/۰۲۶	۰/۰۰۱
	درون گروه‌ها	۱۰۳۸/۵۸۳	۳۳	۳۱/۴۷۲		
	کل	۹۴۷۴/۷۵۰	۳۵			
۲۴ ساعت بعد از فعالیت ورزشی	بین گروه‌ها	۲۲/۰۵۶	۲	۱۱/۰۲۸	۰/۹۷۲	۰/۳۸۹
	درون گروه‌ها	۳۷۶/۵۰۰	۳۳	۱۱/۳۴۸		
	کل	۳۹۶/۵۵۶	۳۵			

جدول ۱۲. نتایج آزمون تعقیبی توکی برای مقادیر فشار خون سیستولی

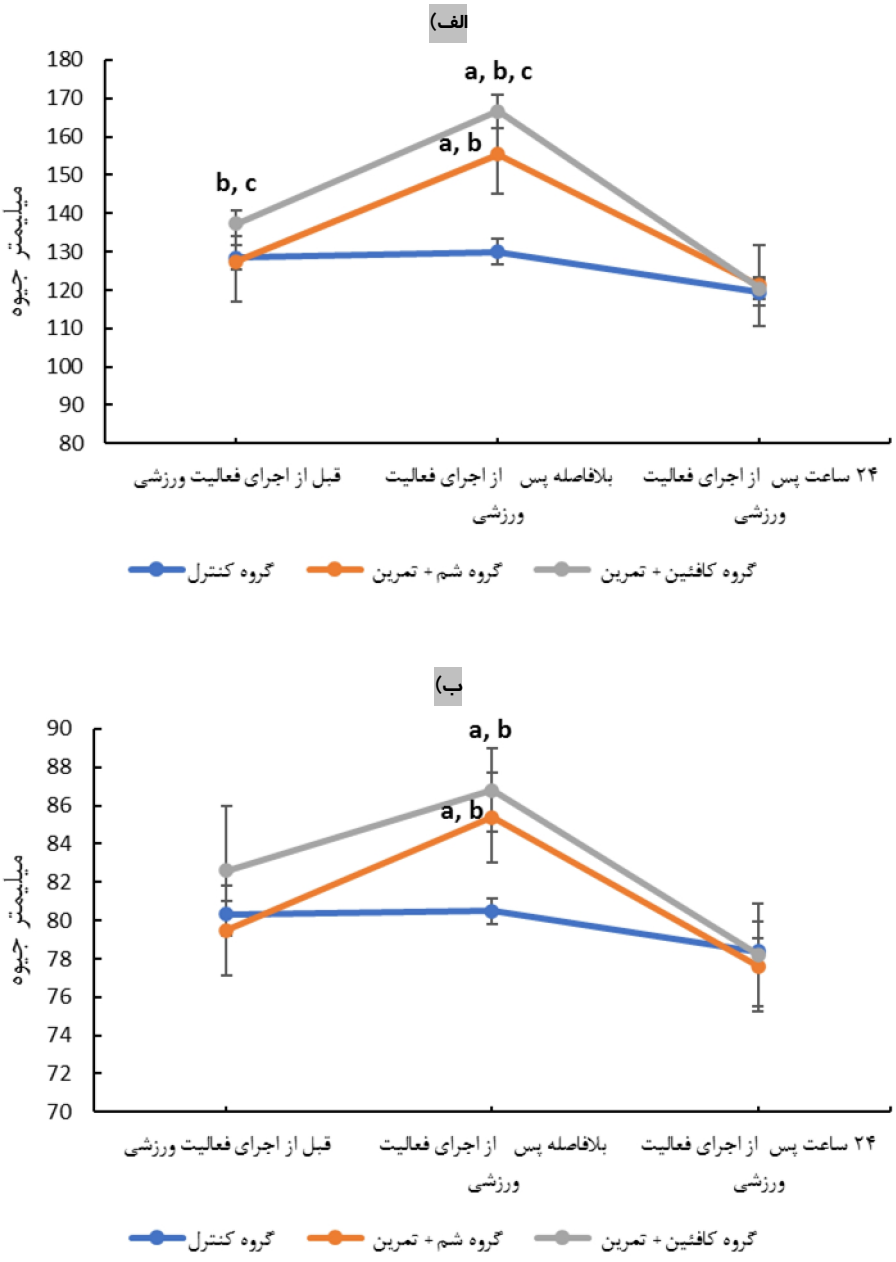
زمان	گروه‌های مورد مقایسه		معنی‌داری
پایه	کنترل	شم	۱/۰۰۰
		کافئین	۰/۰۰۱
	شم	کافئین	۰/۰۰۱
بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی	کنترل	شم	۰/۰۰۱
		کافئین	۰/۰۰۱
	شم	کافئین	۰/۰۰۱
۲۴ ساعت بعد از فعالیت ورزشی	کنترل	شم	۰/۵۱۸
		کافئین	۱/۰۰۰
	شم	کافئین	۱/۰۰۰

جدول ۱۳. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه برای میزان فشار خون دیاستولی

زمان	سطح	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	معنی‌داری
پایه	بین گروه‌ها	۶۱/۰۵۶	۲	۳۰/۵۲۸	۳/۰۲۹	۰/۰۶۲
	درون گروه‌ها	۳۳۲/۵۸۳	۳۳	۱۰/۰۷۸		
	کل	۳۹۳/۶۳۶	۳۵			
بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی	بین گروه‌ها	۲۶۵/۱۶۷	۲	۱۳۲/۵۸۳	۲۵/۸۰۰	۰/۰۰۱
	درون گروه‌ها	۱۶۹/۵۸۳	۳۳	۵/۱۳۹		
	کل	۴۳۴/۷۵۰	۳۵			
۲۴ ساعت بعد از فعالیت ورزشی	بین گروه‌ها	۴/۶۶۷	۲	۲/۳۳۳	۰/۳۶۷	۰/۶۹۶
	درون گروه‌ها	۲۱۰/۰۸۳	۳۳	۶/۳۶۶		
	کل	۲۱۴/۷۵۰	۳۵			

جدول ۱۴. نتایج آزمون تعقیبی توکی برای میزان فشار خون دیاستولی

زمان	گروه‌های مورد مقایسه		معنی‌داری
پایه	کنترل	شم	۱/۰۰۰
		کافئین	۰/۲۷۶
	شم	کافئین	۰/۰۷۰
بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی	کنترل	شم	۰/۰۰۱
		کافئین	۰/۰۰۱
	شم	کافئین	۰/۴۰۶
۲۴ ساعت بعد از فعالیت ورزشی	کنترل	شم	۱/۰۰۰
		کافئین	۱/۰۰۰
	شم	کافئین	۱/۰۰۰



نمودار ۲. مقادیر میانگین فشار خون سیستولی (الف) و دیاستولی (ب) در گروه‌های مورد مطالعه.

a: $p\leq ۰/۰۰۱$ تفاوت معنی‌دار با حالت پایه؛ b: $p\leq ۰/۰۰۱$ تفاوت معنی‌دار با گروه کنترل؛ c: $p\leq ۰/۰۰۱$ تفاوت معنی‌دار با گروه دارونما

بحث

مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر مصرف حاد کافئین بر پاسخ‌های فشار خون و برخی عوامل سیستم ایمنی مردان تمرین کرده به ورزش وامانده‌ساز در شرایط کم‌آبی بدن و محیط گرم و مرطوب انجام شد. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که بدنبال مصرف کافئین عملکرد هوازی بیشینه افزایش یافت. در مطالعه‌ای مشابه با طرح تحقیقی حاضر، دل‌کوسو[1] و همکاران افزایش توان بی‌هوازی را بدنبال مصرف کافئین به میزان شش میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در دوچرخه‌سواران تمرین‌کرده تحت شرایط گرما و کم‌آبی بدن گزارش کردند و دلیل آن افزایش نیروی بیشینه پاها که ناشی فعالسازی ارادی واحدهای حرکتی بود، عنوان شد [۱۹]. سبحانی و

[1] Del Coso

همکاران بهبود عملکرد هوازی بیشینه را بدنبال مصرف شش میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن کافئین در محیط گرم گزارش کردند [۲۰]. یزدانی و همکاران بهبود توان هوازی بیشینه بعد از مصرف کافئین به میزان پنج میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن را در مردان فعال گزارش کردند[۲۱]. با این حال، لامینا[1] و همکاران عدم اثرگذاری مصرف کافئین با دوزهای پنج، ۱۰ و ۱۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن بر زمان دویدن و VO_2max را در مردان جوان گزارش کردند [۲۲]. از دلایل احتمالی این تناقض در یافته‌ها می‌توان به تفاوت‌های فردی در پاسخ به مصرف کافئین و همچنین نوع و مدت فعالیت بدنی اشاره کرد؛ در مطالعه حاضر از آزمون دویدن روی نوارگردان بروس استفاده شد در حالی که در مطالعه مذکور از آزمون دویدن ۲۰ متر شاتل[2] به عنوان آزمون هوازی بیشینه استفاده شده بود. بعلاوه، دمای بالای محیط و شرایط کم‌آبی بدن که در مطالعه حاضر وجود داشت، می‌تواند از علل دیگر توضیح‌دهنده وجود اختلاف در نتایج حاضر با مطالعه لامینا و همکاران باشد. با این حال، با توجه به تحقیقات اندک در زمینه تأثیر کافئین بر عملکرد ورزشی در دمای گرم و شرایط کم‌آبی بدن نیاز به تحقیقات بیشتر در این زمینه برای نتیجه‌گیری جامع‌تر احساس می‌شود.

نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که ورزش حاد وامانده‌ساز موجب افزایش شمار لکوسیت‌ها، نوتروفیل‌ها و لنفوسیت‌ها می‌شود که با گزارشات روداس[3] و همکاران [۲۳] و میشل[4] و همکاران [۲۴] هم‌خوانی دارد. علاوه بر استرس ورزش، در مطالعه حاضر استرس‌های گرمای محیط و کم‌آبی بدن نیز اعمال گردید. در همین زمینه، نشان داده شده است که ورزش حاد در حالت کم‌آبی بدن در مقایسه با شرایط هیدراتاسیون، بر تعداد سلول‌های سیستم ایمنی خون یا عملکرد آنها تأثیر نمی‌گذارد، اما، ورزش در محیط گرم در مقایسه با محیط با دمای طبیعی باعث افزایش بیشتر تعداد این سلول‌ها و اختلال در عملکرد آنها می‌شود [۲]. همچنین ستاری‌فرد و همکاران نشان دادند که فعالیت ورزشی در محیط‌های دمایی مختلف باعث تحریک و تجمع سلول‌های ایمنی می‌شود، با این حال، اجرای فعالیت ورزشی در محیط گرم موجب افزایش بیشتر مقادیر این سلول‌ها و نیز موجب تأخیر در رسیدن به حالت پایه سیستم ایمنی در دورهٔ استراحت پس از فعالیت ورزشی می‌شود [۵].

نتایج این مطالعه نشان داد که مصرف کافئین تأثیر معنی‌داری بر تعداد سلول‌های سیستم ایمنی مردان تمرین‌کرده در حالت پایه ندارد اما از افزایش بالای آن‌ها به دنبال فعالیت ورزشی وامانده‌ساز جلوگیری می‌کند؛ به طوری که، افزایش کمتر مقادیر لکوسیت‌ها و نوتروفیل‌ها در پاسخ به ورزش حاد در آزمودنی‌هایی که مصرف کافئین را تجربه کرده بودند در مقایسه با آزمودنی‌های گروه دارونما مشاهده شد. این مشاهده با نتایج مطالعات ویمرکاتی[5] و همکاران [۲۴] و یعقوبی و همکاران [۲۵] همسو می‌باشد. محققان بر این باورند که با افزایش آسیب عضلانی ناشی از فعالیت ورزشی، تعداد سلول‌های سفید خون افزایش می‌یابد. بر این اساس، فعالیت ورزشی حاد وامانده‌ساز موجب آسیب سلول‌های عضلانی، تحریک سیستم ایمنی و در نتیجه تجمع سلول‌های سفید خون می‌شود [۲۷،۲۶]. از این رو، سازوکار احتمالی در رابطه با افزایش کمتر تعداد سلول‌های سفید در گروه مصرف کافئین می‌تواند آسیب کمتر عضلانی باشد. نشان داده شده است که مصرف مکمل کافئین و متعاقب آن اکسایش بیشتر اسیدهای چرب توسط عضلات، ذخایر اسیدآمینه

[1] Lamina
[2] 20-Meter Shuttle Run Test
[3] Rodas
[4] Mitchell
[5] Vimercatti

درون عضلانی را حفظ می‌کند و میزان کاتابولیسم پروتئین را کاهش می‌دهد[۲۸]. این حالت موجب آسیب کمتر سلول‌های عضلانی شده و رهاسازی شاخص‌های آسیب عضلانی نظیر کراتین‌کیناز در جریان خون را کاهش می‌دهد که این امر نیز به نوبه خود باعث تحریک کمتر سیستم ایمنی و در نتیجه کمتر شدن لکوسیتوز ناشی از فعالیت ورزشی حاد می‌شود [۲۶].

نتیجه گیری

در مطالعه حاضر مصرف کافئین موجب افزایش معنی‌دار فشار خون سیستولی و افزایش غیرمعنی‌دار فشار خون دیاستولی در حالت استراحت شد. هم‌راستا با این یافته، نشان داده است که مصرف ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌گرم کافئین باعث افزایش حدود ۸ تا ۱۲ میلی‌متر جیوه در فشار خون سیستولیک و ۵ تا ۷ میلی‌متر جیوه در فشار خون دیاستولیک می‌شود [۲۹]. در مطالعه‌ای دیگر، افزایش ٤ تا ۱۰ میلی‌متر جیوه در فشار خون سیستولیک و ۲ تا ۵ میلی‌متر جیوه در فشار خون دیاستولیک گزارش شده است[۳۰].همچنین رمضانی و همکاران افزایش ۱۱ و ۳ میلی‌متر جیوه به ترتیب در فشار خون سیستولی و دیاستولی به دنبال مصرف ۵ میلی‌گرم/کیلوگرم وزن بدن از کافئین گزارش کردند [۳۱]. با این که افزایش فشار خون ناشی از مصرف کافئین به خوبی تأیید شده است، سازوکارهایی که موجب این اثر می‌شوند هنوز به طور کامل تبیین نشده است. سازوکار احتمالی اثر کافئین بر افزایش فشار خون ممکن است از طریق تحریک سمپاتیکی و افزایش مقاومت عروقی سیستمیک باشد [۳۲]. همچنین نشان داده شده است که کافئین با مهار گیرنده‌های آدنوزین از اثر گشادکنندگی عروق آدنوزین جلوگیری می‌کند[۳۳]. از دیگر یافته‌های مطالعه حاضر این بود که فشار خون سیستولی و دیاستولی بدنبال ورزش حاد وامانده‌ساز در آزمودنی‌های هر دو گروه مصرف کافئین و دارونما افزایش می‌یابد و مصرف کافئین این اثر را افزایش می‌دهد. همسو با این یافته، بالاتربودن فشار خون سیستولی و دیاستولی زنان ورزشکار در هر دو مرحله استراحت و فعالیت ورزشی بدنبال مصرف ۵ میلی‌گرم/کیلوگرم وزن بدن از کافئین گزارش شده است [۳٤]. در مطالعه‌ای دیگر نیز نشان داده شد که مصرف ۶ میلی‌گرم/کیلوگرم وزن بدن کافئین موجب افزایش فشار خون شریانی در مردان ورزشکار بلافاصله پس از اجرای آزمون رست نسبت به گروه دارونما شد [۳۵]. بیان شده است که مصرف کافئین قبل از فعالیت موجب افزایش فشار خون پایه و شتاب‌بخشیدن به آن در خلال ورزش می‌شود، اما در نهایت نمی‌تواند فشار خون را از حد طبیعی خود در هنگام فعالیت ورزشی بالاتر ببرد [۳۶].

در کل، فعالیت ورزشی وامانده‌ساز در محیط گرم و شرایط کم‌آبی بدن موجب افزایش تعداد سلول‌های سیستم ایمنی و فشار خون می‌شود. به نظر می‌رسد مصرف کافئین علاوه بر بهبود عملکرد هوازی، از افزایش بیشتر تعداد سلول‌های سیستم ایمنی جلوگیری می‌کند، در حالی که موجب افزایش بیشتر فشار خون در محدوده طبیعی می‌شود.

References

1- Jonsdottir I. Exercise immunology: Neuroendocrine regulation of NK-cells. Int J Sports Med. 2000 May;21(Sup. 1):20-3.

2- Mitchell JB, Dugas JP, McFarlin BK, NELSON MJ. Effect of exercise, heat stress, and hydration on immune cell number and function. Med Sci Sports Exerc. 2002 Aug;34(12):1941-50.

3- Barberio M, Elmer D, Laird R, Lee K, Gladden B, Pascoe D. Systemic LPS and inflammatory response during consecutive days of exercise in heat. Int J Sports Med. 2015 Jan;36(03):262-70.

4- Guy JH, Pyne DB, Deakin GB, Miller CM, Edwards AM. Acclimation training improves endurance cycling performance in the heat without inducing endotoxemia. Front physiol. 2016 Dec;7:318.
5- Satarifard S, Gaeini A, Choobineh S. The effect of exercise on the total number of blood leukocytes and platelets of the athletes in cold, warm and normal temperature conditions. Armaghane danesh. 2011 Nov;16(5):433-43. [Full Text in Persian]
6- Yang L, Tan GY, Fu YQ, Feng JH, Zhang MH. Effects of acute heat stress and subsequent stress removal on function of hepatic mitochondrial respiration, ROS production and lipid peroxidation in broiler chickens. Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicol Appl Pharmacol. 2010 Mar;151(2):204-8.
7- Early KS, Earnest CP, Theall B, Lemoine NP, Harrell B, Johannsen NM. Free-living, continuous hypo-hydration, and cardiovascular response to exercise in a heated environment. Physiol Rep. 2018 Feb; 6(8):e13672.
8- Cheuvront SN, Kenefick RW, Montain SJ, Sawka MN. Mechanisms of aerobic performance impairment with heat stress and dehydration. J Appl Physiol. 2010 Nov;109(6):1989-95.
9- Ohira Y, Girandola RN, Simpson DR, Ikawa S. Responses of leukocytes and other hematologic parameters to thermal dehydration. J Appl Physiol. 1981 Feb;50(1):38-40.
10- Willmott AG, Hayes M, Waldock KA, Relf RL, Watkins ER, James CA, et al. Short-term heat acclimation prior to a multi-day desert ultra-marathon improves physiological and psychological responses without compromising immune status. J Int Soc Sports Nutr. 2017 Aug;35(22):2249-56.
11- Goldstein E, Jacobs PL, Whitehurst M, Penhollow T, Antonio J. Caffeine enhances upper body strength in resistance-trained women. J Int Soc Sports Nutr. 2010 Jan;7(1):1-6.
12- Rahbarghazi A, Siahkouhian M, Bolboli L. Is consuming caffeine affect the blood pressure of swimmers? Mashhad J Med Sci. 2018 Feb;61(1):847-52. Full text in Persian
13- Sarshin A, Naderi A, da Cruz CJG, Feizolahi F, Forbes SC, Candow DG, et al. The effects of varying doses of caffeine on cardiac parasympathetic reactivation following an acute bout of anaerobic exercise in recreational athletes. J Int Soc Sports Nutr. 2020 Dec;17(1):1-10.
14- Landrum RE. College students' use of caffeine and its relationship to personality. Coll Stud J. 1992 Jan.26(2):151-156.
15- Mahon E, Hackett A, Stott T, George K, Davies I. An assessment of the hydration status of recreational endurance athletes during mountain marathon events. Am J Sports Sci. 2014 Mar;2(4):77-86.
16- Ferreira GA, Felippe LC, Bertuzzi R, Bishop DJ, Barreto E, De-Oliveira FR, et al. The effects of acute and chronic sprint-interval training on cytokine responses are independent of prior caffeine intake. Front physiol. 2018 Feb;9:671.
17- Siahkouhian M, Khodadadi D, Shahmoradi K. Effects of high-intensity interval training on aerobic and anaerobic indices: Comparison of physically active and inactive men. Sci Sports. 2013 Nov;28(5):e119-e25.
18- Dill DB, Costill DL. Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration. J Appl Physiol. 1974 Aug;37(2):247-8.
19- Del Coso J, Estevez E, Mora-Rodriguez R. Caffeine effects on short-term performance during prolonged exercise in the heat. Med Sci Sports Exerc. 2008 Feb;40(4):744-51.
20- Sobhani V, Mehrtash M, Fasihi-Ramandi M. The effects of short term supplementation of caffeine on the Vo2max, tumor necrosis factor alpha and interleukin 1 beta in a hot climate in military education center. J Mil Med. 2017 Aug;19(2):176-84.
21- Yazdani F, Kashef A. Electrocardiogram alterations and VO2max of active male after consuming caffeine with custo diagnostic. RJMS. 2018 Dec;25(8):74-82. (Full text in Persian)
22- Lamina S, Musa D. Ergogenic effect of varied doses of coffee-caffeine on maximal aerobic power of young African subjects. Afr Health Sci. 2009 Jan;9(4):10-12
23- Rodas L, Martinez S, Aguilo A, Tauler P. Caffeine supplementation induces higher IL-6 and IL-10 plasma levels in response to a treadmill exercise test. J Int Soc Sports Nutr. 2020 Nov;17(1):1-10.

24- Vimercatti B, Zovico B, Carvalho B, Barreto B, Machado A. Two doses of caffeine do not increase the risk of exercise-induced muscle damage or leukocytosis. Phys Edu Sport. 2008 Nov;19:(1):12-15
25- Yaghoubi A, Davoudi M, Taheri Chadorneshin H. The effect of caffeine ingestion on cortisol and some immune factors response to exhaustive exercise in inactive women. J Sport Biosci. 2017 Dec;8(4):591-606. (Full text in Persian)
26- Machado M, Vigo J, Breder A, Simoes J, Ximenes M, Hackney A. Effect of short term caffeine supplementation and intermittent exercise on muscle damage markers. Biol Sport. 2009 Nov;26(1):3.
27- Olcina GJ, Muñoz D, Timón R, Caballero MJ, Maynar JI, Córdova A, et al. Effect of caffeine on oxidative stress during maximum incremental exercise. J Sports Sci. Med. 2006 Aug;5(4):621.
28- Peker I, Gören Z, Çiloglu F, Karacabey K, Ozmerdivenli R, Saygın Ö. Effects of caffeine on exercise performance, lactate, ffa, triglycerides, prolactin, cortisol and amylase in maximal aerobic exercise. Biotechnol Biotechnol Equip. 2005 Feb;19(2):168-74.
29- Cornelis MC, El-Sohemy A. Coffee, caffeine, and coronary heart disease. Curr Opin Lipidol. 2007 Jan;18(1):13-9.
30- Pilli R, Naidu M, Pingali UR, Takallapally RKR. Study of cardiovascular effects of caffeine in healthy human subjects, with special reference to pulse wave velocity using photoplethysmography. Int J Nutr Pharmacol Neurol Dis. 2012 Mar;2(3):243.
31- Ramazani A, Yazdani F. The effect of caffeine on blood pressure and cardiovascular inflammatory marker predictive subsequent exhaustive exercise in male. Daneshvar Med. 2017 Fall;25(3):81-90. (Full text in Persian)
32- Astorino TA, Roberson DW. Efficacy of acute caffeine ingestion for short-term high-intensity exercise performance: a systematic review. J Strength Cond Res. 2010 Nov;24(1):257-65.
33- Turley KR, Gerst JW. Effects of caffeine on physiological responses to exercise in young boys and girls. Med Sci Sports Exerc. 2006 Mar; 38(3):520-6.
34- 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. J Exerc Sci Fit. 2009 Jan;7(2):91-7.
35- Varmazyar N, Behpour N. The effect of caffeine supplementation on fatigue index and blood pressure of aerobic and anaerobic male athletes. J Sport Biosci Res. 2013 Nov; 3(10): 57-66.
36- Damirchi A, Rahmani-nia F, Mirzaei B, Hasan-Nia S, Ebrahimi M. Effect of caffeine on blood pressure during exercise and at rest in overweight men. IJEM. 2009 Jun;10(6):623-63.