

علوم زیستی ورزشی - زمستان ۱۳۹۵
دوره ۸، شماره ۴، ص: ۶۰۶-۵۹۱
تاریخ دریافت: ۹۵/۰۲/۲۴
تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۸/۱۶

تأثیر مصرف کافئین بر پاسخ کورتیزول و برخی عوامل ایمنی به فعالیت ورزشی وامانده‌ساز در زنان غیرفعال

علی یعقوبی^{۱*} - مریم داودی^۲ - حسین طاهری چادر نشین^۳

۱.. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بجنورد، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، بجنورد، ایران. ۲. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد، بجنورد، ایران. ۳. گروه علوم ورزشی دانشگاه بجنورد، بجنورد، ایران

چکیده

هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر مصرف دوزهای متفاوت کافئین بر پاسخ کورتیزول و برخی عوامل ایمنی به فعالیت ورزشی وامانده‌ساز در زنان غیرفعال بود. بدین منظور ۱۲ نفر از زنان دارای اضافه وزن غیرفعال انتخاب شدند. تحقیق حاضر در چهار نوبت و با رعایت اتمام قاعدگی آزمودنی‌ها انجام گرفت. در مرحله اول آزمودنی‌ها کافئین را به صورت دارونما مصرف کردند و پس از ۳۰ دقیقه آزمون وامانده‌ساز بروس را انجام دادند. در مرحله دوم، سوم و چهارم آزمودنی‌ها به ترتیب ۳، ۶ و ۹ mg/kg کافئین را به صورت کپسول، مصرف کردند و پس از ۳۰ دقیقه از مصرف آن، آزمون بروس را انجام دادند. بلافاصله پس از آزمون، از آزمودنی‌ها خون‌گیری به عمل آمد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون اندازه‌گیری مکرر در سطح معناداری $P < 0/05$ انجام گرفت. نتایج نشان داد که مقادیر کورتیزول در مراحل سوم و چهارم (دوزهای متوسط و بالا) نسبت به مرحله اول، به طور معناداری بیشتر بود (مقادیر P به ترتیب $0/007$ و $0/002$). سطوح لکوسیت در مراحل دوم و سوم (مقادیر پایین و متوسط) نسبت به مرحله اول، به طور معناداری کمتر بود (مقادیر P به ترتیب $0/036$ و $0/017$). سطوح لنفوسیت در مرحله سوم (دوز متوسط) نسبت به مرحله اول به طور معناداری بیشتر بود ($P=0/025$). سطوح مونوسیت در مرحله چهارم (دوز بالا) نسبت به مرحله اول به طور معناداری بیشتر بود ($P=0/023$). بنابراین به نظر می‌رسد مصرف مقادیر متوسط و بالای کافئین (۶ و ۹ mg/kg) می‌تواند تأثیر مثبت و سودمندی بر سیستم ایمنی بدن در اثر فعالیت ورزشی وامانده‌ساز داشته باشد.

واژه‌های کلیدی

فعالیت ورزشی وامانده‌ساز، کافئین، کورتیزول، عوامل ایمنی.

مقدمه

چاقی اختلالی است که در بروز بیماری‌های دیابت، فشار خون، بیماری‌های قلبی-عروقی، استئوارتریت و برخی سرطان‌ها نقش دارد. این پدیده وضعیتی پاتولوژیک است که شیوع آن در گروه‌های سنی مختلف رو به افزایش است، به‌گونه‌ای که در آمریکا شیوع چاقی طی دهه گذشته نسبت به دهه‌های قبل در مردان ۱۰ درصد و در ۹ درصد افزایش داشته است (۲۳). روش‌هایی چون فعالیت بدنی، رژیم غذایی، داروها و جراحی از جمله روش‌های مبارزه با چاقی‌اند. امروزه آثار مثبت و منفی فعالیت بدنی بر دستگاه دفاعی بدن مورد توجه بسیاری از پژوهشگران علوم پزشکی و ورزشی قرار گرفته است (۱۵). فعالیت جسمانی منظم به‌عنوان یکی از جنبه‌های مهم سبک زندگی سالم می‌تواند خطر ابتلا به بیماری‌های مرتبط با چاقی و عوارض ناشی از آنها را کاهش دهد (۹). پژوهش‌های اخیر نشان داده‌اند فعالیت بدنی ملایم و سبک موجب افزایش کارکرد دستگاه دفاعی بدن می‌شود، اما تمرین‌های طاقت‌فرسا و فعالیت‌های ورزشی سنگین و طولانی‌مدتی مانند دوی ماراتون، فوق‌ماراتون و ورزش‌های سه‌گانه ممکن است موجب ایجاد اختلال در کارایی اجرای دستگاه دفاعی چون آنتی‌بادی‌ها و لنفوسیت‌ها شود (۳۰). علاوه بر این رهایش پروتئین‌های استرسی ناشی از فعالیت ورزشی سنگین ممکن است موجب بروز اختلال دستگاه دفاعی بدن و التهاب حاد و مزمن ورزشکار (۳۰، ۱۵)، افزایش برخی هورمون‌های استرسی موجود در خون مانند کورتیزول شود که خود تغییر در مقادیر این هورمون موجب تغییر در پاسخ سیستم دفاعی بدن می‌شود (۳۳). آزاد شدن هورمون‌های استرسی ناشی از فشار فعالیت ورزشی سنگین ممکن است در بروز اختلال سیستم دفاعی بدن و التهاب حاد و مزمن ورزشکار نقش اساسی داشته باشد (۳۲). بر این اساس استرس از طریق متغیرهایی چون ویژگی‌های استرس (طول، شدت)، دستگاه ایمنی (ذاتی، اکتسابی) و ویژگی‌های آنروپومتریکی (سن و وضعیت فعالیت بدنی) بر عوامل ایمنی تأثیر می‌گذارد. با تغییر این متغیرها تأثیر استرس بر دستگاه ایمنی بیش از پیش آشکار می‌شود (۱۰).

علاوه بر فعالیت‌های بدنی، کافئین به‌عنوان یک عامل نیروزا با تأثیر بر آزادسازی کاتکولامین‌ها در فعالیت‌های ورزشی به‌منظور بهبود اجرای ورزشکاران توصیه می‌شود (۳۶). این ماده که به‌فراوانی در سراسر جهان به‌منظور چربی‌سوزی و کاهش وزن مصرف می‌شود، اغلب با غلظت‌های بالا (۹-۲ میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن بدن) است که در میان افراد مختلف و با عادات مصرفی مختلف متفاوت بوده و تأثیرات متفاوتی دارد (۳۱). مصرف این ماده نیز همچون فعالیت بدنی، می‌تواند بر بافت‌های مختلفی

چون سیستم عصبی، سیستم هورمونی، عضلانی، قلبی-عروقی، ریوی، ایمنی و عملکرد کلیه در هنگام استراحت و فعالیت تأثیرگذار باشد (۱۲). علاوه بر این، مصرف کافئین بر اجزای سیستم ایمنی بدن چون لکوسیت، لنفوسیت و مونوسیت‌ها و سایر ترکیب‌های سیستم ایمنی بدن تأثیرگذار است. برای مثال لکوسیت‌ها که بخشی از دستگاه ذاتی بدن هستند و بدن را در برابر بیماری‌های عفونی محافظت می‌کنند، با شدت بیماری عروق کرونر ارتباط دارند و لکوسیت‌های گردش خون عامل خطر ساز پیدایش بعدی بیماری‌های ایسکمی قلبی است (۱۶). علاوه بر این افزایش برونده قلبی، افزایش تهویه و افزایش انقباض پذیری متعاقب مصرف ترکیبات کافئینی ممکن است موجب اختلال در تعادل بین لکوسیت‌های خون محیطی و آندوتلیوم عروقی و بروز لکوسیتوز شود (۷، ۱۹). مصرف متداول کافئین اغلب با غلظت‌های بالا و بر پایه مؤثر و کارآمد بودن این مقادیر مصرفی انجام می‌گیرد، اما شواهد حمایت‌کننده از این مطلب کم است و تفاوت‌های فردی و عادت‌های مصرفی این ماده عامل نتایج ضدونقیض در این زمینه قلمداد شده است (۳۰).

نتایج پژوهش‌ها در زمینه تأثیرگذاری مکمل کافئین بر عوامل ایمنی و کورتیزول متفاوت است. در تحقیقی توفیقی و همکاران در بررسی تأثیر کافئین بر پاسخ التهابی و آسیب عضلانی بر برخی عوامل ایمنی و کورتیزول ۲۰ دانشجوی غیرفعال پسر در دو گروه شاهد (۶ میلی‌گرم به ازای وزن بدن سلولز) و مکمل (۶ میلی‌گرم به ازای وزن بدن کافئین) نشان دادند که فعالیت‌های هوازی وامانده‌ساز سبب افزایش عوامل ایمنی و کورتیزول در گروه شاهد شده و میانگین تغییرات این عوامل در گروه شاهد به شکل معناداری از گروه مکمل بیشتر بوده است و مصرف مکمل کافئین پیش از فعالیت هوازی وامانده‌ساز بر عوامل لکوسیت و ایمنی ذاتی بدن تأثیر مثبتی داشته است (۲). پایه‌دار و همکاران نشان دادند که تمرینات استقامتی موجب افزایش حجم پلاسما و سرم کورتیزول شده است (۱). جمالی قراخانلو و همکاران (۱۳۹۱) و دیناروند و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیقات خود نشان دادند که مصرف ۶ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن کافئین بر سطوح سرمی کورتیزول و استقامت بالاتنه و پایین تنه مردان ورزشکار دوهای استقامتی تأثیر معناداری داشته و موجب افزایش میزان کورتیزول شده است (۳، ۴). ویتهم^۱ و همکاران (۲۰۰۷) در تحقیق خود افزایش پروتئین شوک حرارتی شماره ۷۲ (HSP)^۲ پلاسما را در پی فعالیت روی چرخ کارسنج در دو گروه شاهد و مکمل گزارش کردند (۳۵). در تحقیق

-
1. Whitham
 2. Heat shock protein

ناتالیا^۱ و همکاران (۲۰۰۸) افزایش تعداد لکوسیت‌ها پس از مصرف کافئین و در پی فعالیت هوازی دیده شد (۲۴).

پژوهشگران بر این باورند که مصرف کافئین موجب افزایش اسیدهای چرب آزاد و کاهش گلیکولیز و لاکتات خون شده و با به تأخیر انداختن آستانه خستگی موجب ماندگاری ورزشکار در فعالیت‌های بدنی سنگین و مفرط می‌شود (۲۸). همچنین گزارش شده است که کافئین به دلیل تأثیرات آنتی‌اکسیدانی روی محافظت سلول از آسیب‌های سلولی مؤثر است (۳۵). از طرفی احتمال اینکه کافئین بتواند عملکرد را در رویدادهای ورزشی بدون آسیب اکسایشی سلول ارتقا بخشد، همیشه موضوع مورد علاقه برای مطالعه بوده است (۲۸، ۲۱). براساس نتایج گزارش‌ها ورزشکاران استقامتی برای افزایش عملکرد خود مدت زمان زیادی از کافئین با مقادیر ۳ تا ۹ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن استفاده می‌کنند. کافئین قابلیت افزایش سرعت فرایند چربی‌سوزی را نیز دارد که به کنترل وزن نیز کمک می‌کند (۲۵، ۱۴، ۱۱).

با توجه به مباحث مطرح‌شده و گزارش‌های ضدونقیض در زمینه تأثیر فعالیت‌های بدنی بر اجزای سیستم ایمنی در کشورهای مختلف که برخی از این گزارش‌ها به تقویت سیستم ایمنی و بعضی دیگر به تضعیف سیستم ایمنی در نتیجه فعالیت‌های بدنی اشاره داشته‌اند (۵، ۶)، همچنین نبود اطلاعات کافی و موثق در زمینه تأثیر تمرین استقامتی و کافئین بر عوامل سیستم ایمنی و کورتیزول و در نهایت به دلیل متفاوت بودن شدت و نوع تمرینات در تحقیقات انجام‌گرفته پیشین، در این پژوهش سعی شده تا تأثیر مصرف مقادیر متفاوت کافئین بر عوامل سیستم ایمنی و کورتیزول زنان غیرفعال بررسی شود. از این‌رو این سؤال مطرح می‌شود که آیا مصرف کافئین بر پاسخ کورتیزول و برخی از عوامل ایمنی به فعالیت ورزشی و اماده‌ساز در زنان غیرفعال تأثیری دارد یا خیر؟

روش تحقیق

تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی به روش یک سوکور با اندازه‌گیری مکرر بود. جامعه آماری تحقیق، کلیه زنان دارای اضافه‌وزن غیرفعال در شهر بجنورد بودند که با استفاده از روش نمونه‌گیری در دسترس ۱۲ آزمودنی سالم، بدون دارا بودن هیچ‌گونه آسیب‌دیدگی در اندام تحتانی، داوطلب شرکت در پژوهش

شدند (جدول ۱). آزمودنی‌ها در شش ماه منتهی به زمان پژوهش در هیچ برنامه ورزشی منظم شرکت نکرده بودند و براساس اطلاعات حاصل از پرسشنامه PAR-Q محدودیت پزشکی برای شرکت در فعالیت ورزشی نداشتند.

جدول ۱. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌های تحقیق

متغیر	انحراف معیار \pm میانگین
سن (سال)	۳۲/۵ \pm ۲/۶۱
قد (سانتی‌متر)	۱۶۱/۰۹ \pm ۶/۵۵
وزن (کیلوگرم)	۷۰/۹۶ \pm ۱۱/۴۶
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۷/۲۸ \pm ۳/۶۳

پس از انتخاب آزمودنی‌ها، طی جلسه توجیهی با آنها، به معرفی روش کار و مراحل انجام آزمون پرداخته شد و آزمودنی‌ها برگه رضایت‌نامه و برگه سلامت عمومی برای شرکت در مراحل آزمون را تکمیل کردند. سپس، قد و وزن آزمودنی‌ها با قدسنج دیواری (مدل bsr85 ساخت شرکت سهند ایران با دقت ۰/۵ سانتی‌متر) و ترازوی الکتریکی (مدل bsr85 ساخت شرکت سهند ایران با دقت ۰/۱ کیلوگرم) اندازه‌گیری شد و با استفاده از فرمول وزن تقسیم بر مجذور قد، شاخص توده بدنی (BMI) محاسبه شد (۲۲). طی این جلسه از آزمودنی‌ها خواسته شد ۷۲ ساعت پیش از جلسات آزمون و آزمایش‌ها هیچ‌گونه فعالیت ورزشی نداشته باشند و دارو یا رژیم غذایی کافئین‌دار مصرف نکنند (۱۳).

برنامه تحقیق طی دو ماه و در چهار مرحله (یک جلسه دارونما و ۳ جلسه مصرف مکمل) و در شرایط و زمان یکسان و با رعایت چرخه قاعدگی آزمودنی‌ها (دوره قاعدگی آزمودنی‌ها تقریباً یکسان بود و پس از اتمام دوره قاعدگی آزمون‌ها انجام گرفت) و در ساعات اولیه صبح و بین ساعات ۶ تا ۸ صبح و در حالت ناشتا که کورتیزول بیشترین غلظت را دارد، انجام گرفت. در مرحله اول که پس از اتمام قاعدگی در ماه اول شروع شد، آزمودنی‌ها پس از ۱۵ دقیقه گرم کردن بدن خود کافئین را به صورت دارونما در قالب کپسول‌های خالی مصرف کردند و ۳۰ دقیقه پس از آن آزمون وامانده‌ساز بروس را تا حد واماندگی روی نوار گردان (تردمیل با مارک مجیکال ۱ ساخت چین و تحت لیسانس) انجام دادند. در

مرحله دوم که یک هفته بعد از مرحله اول شروع شد، ۳۰ دقیقه پیش از فعالیت ورزشی کافئین با دوز پایین به میزان ۳mg/kg (با مارک PNC ساخت یزد) به آزمودنی‌ها داده شد و سپس آزمون وامانده‌ساز بروس انجام گرفت. در مرحله سوم که پس از اتمام دوره قاعدگی دوم شروع شد، آزمودنی‌ها ۳۰ دقیقه پیش از فعالیت ورزشی، کافئین با دوز متوسط به میزان ۶mg/kg را مصرف کردند و سپس آزمون وامانده‌ساز بروس را انجام دادند و در نهایت در مرحله چهارم که یک هفته پس از اتمام مرحله سوم شروع شد، آزمودنی‌ها ۳۰ دقیقه پیش از فعالیت استقامتی، کافئین را با دوز بالا به میزان ۹mg/kg مصرف کردند و سپس آزمون بروس را انجام دادند.

در کلیه این مراحل پس از هر بار آزمون واماندگی، نمونه خون آزمودنی‌ها گرفته شد. خون‌گیری از آزمودنی‌ها در حالت نشسته به مقدار ۵ سی‌سی از ورید بازویی برای ارزیابی سطوح کورتیزول و عوامل ایمنی و توسط متخصص گرفته شد و پس از سانتریفیوژ (بکنا ساخت آمریکا)، مقادیر کورتیزول (با استفاده از دستگاه الکتروکمی ۱ با مارک F411 ساخت آمریکا و روش اندازه‌گیری ECD) و عوامل ایمنی بدن (لکوسیت، لنفوسیت و مونوسیت) با استفاده از دستگاه sysmex با مارک XS-800i ساخت آمریکا و روش فلوسایتومتری تعیین شد.

برای بررسی طبیعی بودن توزیع متغیرهای تحقیق از آزمون کولموگروف اسمیرنوف استفاده شد. سپس با توجه به اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده‌ها، برای مقایسه متغیرهای چهار جلسه از آزمون آماری تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی LSD استفاده شد. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام گرفت و سطح معناداری آزمودنی‌ها $P < 0.05$ در نظر گرفته شد. برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۰ استفاده شد.

یافته‌های تحقیق

در جدول ۲ نتایج حاصل از تأثیر مصرف مقادیر متفاوت کافئین بر تغییرات سرمی کورتیزول و عوامل ایمنی ارائه شده است.

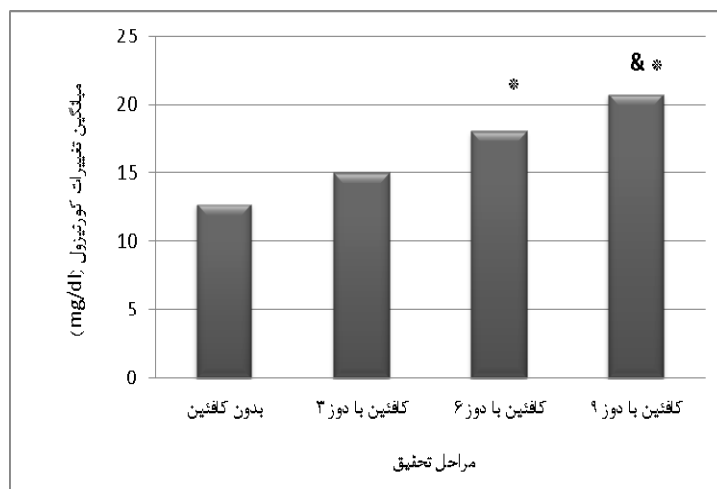
1. Electro Chemiluminescence

جدول ۲. تأثیر مصرف مقادیر کافئین بر کورتیزول و عوامل ایمنی (انحراف معیار ± میانگین)

متغیرها	مرحله	دارونما	کافئین با دوز ۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم	کافئین با دوز ۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم	کافئین با دوز ۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم
لکوسیت (میکرومول در میلی‌لیتر)		۹/۰۳۹±۲/۵۶۲	۸/۴۸۲±۲/۲۳۳	۸/۰۹۰±۲/۳۱۹	۱۰/۶۳۶±۲/۱۳۸
لنفوسیت (سلول در هر میکرولیتر)		۳۵/۳۲۷±۶/۴۰۶	۳۸/۵۸۳±۶/۱۱۲	۴۱/۸۹۱±۶/۶۲۵	۴۰/۵۴۱±۷/۰۴۰
مونوسیت (سلول در هر میکرولیتر)		۷/۹۲۷±۱/۳۸۷	۸/۳۵۰±۱/۱۳۹	۷/۷۵۸±۱/۵۹۹	۸/۴۵۸±۲/۰۳۱
کورتیزول (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)		۱۲/۷۲۵±۵/۶۳۹	۱۵/۰۷۵±۵/۰۳۵	۱۸/۰۵۸±۵/۶۳۷	۲۰/۷۴±۷/۳۵۴

تأثیر مصرف مقادیر متفاوت کافئین بر سطوح کورتیزول

نتایج (نمودار ۱) نشان داد مصرف مقادیر متفاوت کافئین تأثیر معناداری بر سطوح کورتیزول متعاقب فعالیت ورزشی وامانده‌ساز در زنان دارای اضافه وزن دارد (F=۱۶۱/۲۲۹ و P=۰/۰۰۱).



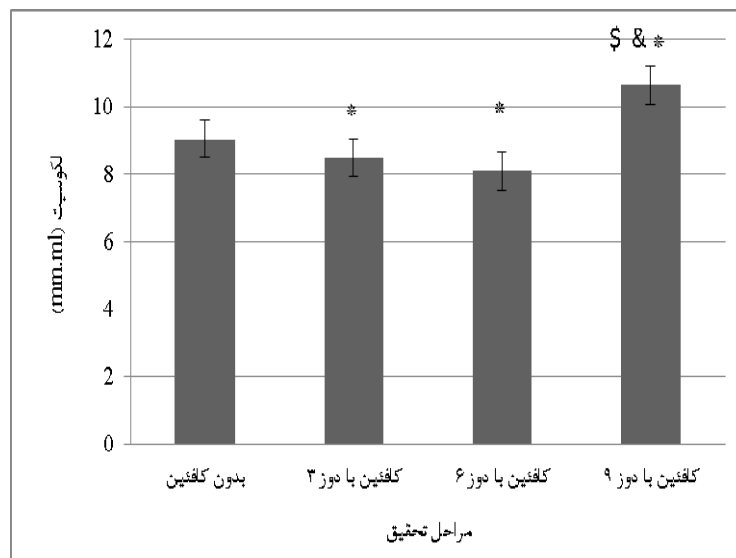
نمودار ۱. مقایسه سطوح کورتیزول در مراحل مختلف تحقیق
* نشانه تفاوت معنادار نسبت به مرحله اول بدون کافئین و & نشانه تفاوت معنادار نسبت به مرحله کافئین با دوز ۳mg/kg (P<۰/۰۵)

نتایج آزمون تعقیبی LSD نشان داد که بین سطوح کورتیزول در جلسه دوم (مصرف دوز پایین) نسبت به مرحله اول (مصرف دارونما) تفاوت معناداری وجود ندارد (P=۰/۲۴۹)، اما سطوح کورتیزول در

جلسه سوم (مصرف دوز متوسط) و چهارم (مصرف دوز بالا) نسبت به مرحله اول (مصرف دارونما) به طور معناداری بالاتر بود (مقادیر P به ترتیب ۰/۰۰۷ و ۰/۰۰۲). همچنین سطوح کورتیزول در مرحله چهارم نسبت به مرحله دوم به طور معناداری بالاتر بود ($P=0/004$).

تأثیر مصرف مقادیر متفاوت کافئین بر سطوح لکوسیت

نتایج (نمودار ۲) نشان داد مصرف مقادیر متفاوت کافئین تأثیر معناداری بر سطوح لکوسیت متعاقب فعالیت ورزشی ومانده ساز در زنان دارای اضافه وزن دارد ($F=232/225$ و $P=0/001$). نتایج آزمون تعقیبی LSD نشان داد که سطوح لکوسیت در جلسه دوم (مصرف دوز پایین) و سوم (مصرف دوز متوسط) نسبت به مرحله اول (مصرف دارونما) به طور معناداری پایین بود (مقادیر P به ترتیب ۰/۰۳۶ و ۰/۰۱۷)، اما سطوح لکوسیت در مرحله چهارم (مصرف دوز بالا) نسبت به مرحله اول (مصرف دارونما)، دوم (مصرف دوز پایین) و سوم (مصرف دوز متوسط) به طور معناداری بالاتر بود (مقادیر P به ترتیب ۰/۰۰۴، ۰/۰۰۱ و ۰/۰۰۱).

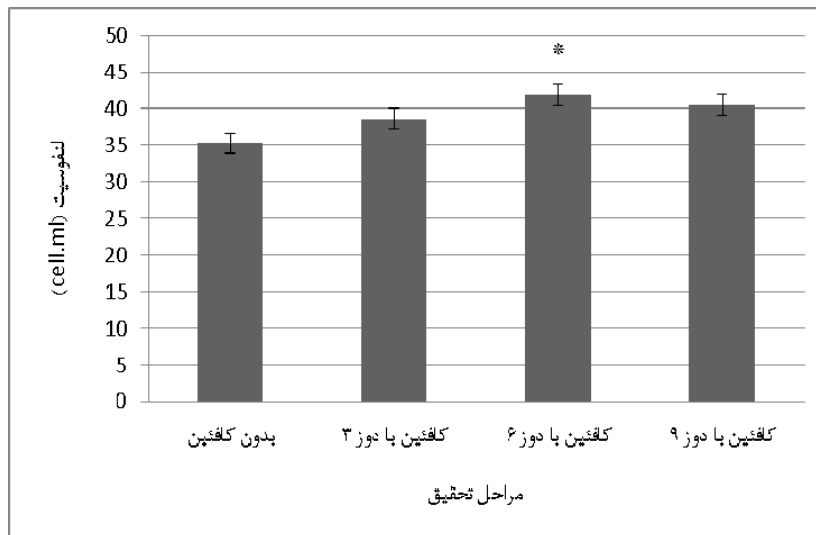


نمودار ۲. مقایسه تغییرات لکوسیت در مراحل مختلف تحقیق

* نشانه تفاوت معنادار نسبت به مرحله اول بدون کافئین، & نشانه تفاوت معنادار نسبت به مرحله کافئین با دوز ۳ mg/kg و \$ نشانه تفاوت معنادار نسبت به مرحله کافئین با دوز ۶ mg/kg ($P<0/05$)

تأثیر مصرف مقادیر متفاوت کافئین بر سطوح لنفوسیت

نتایج (نمودار ۳) نشان داد مصرف مقادیر متفاوت کافئین تأثیر معناداری بر سطوح لنفوسیت متعاقب فعالیت ورزشی وامانده‌ساز در زنان دارای اضافه وزن دارد ($F=481/088$ و $P=0/001$). نتایج آزمون تعقیبی LSD نشان داد که بین سطوح لنفوسیت در جلسه دوم (مصرف دوز پایین) و چهارم (مصرف دوز بالا) نسبت به مرحله اول (مصرف دارونما) تفاوت معناداری وجود ندارد (مقادیر P به ترتیب ۰/۰۷۵ و ۰/۰۹۹)، اما سطوح لنفوسیت‌ها در جلسه سوم (مصرف دوز متوسط) نسبت به مرحله اول (مصرف دارونما) به طور معناداری بالاتر بود ($P=0/025$).



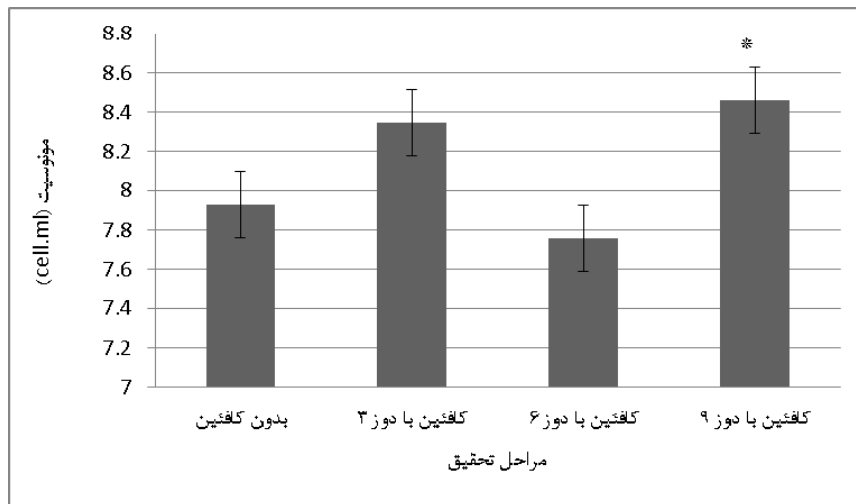
نمودار ۳. مقایسه تغییرات لنفوسیت در مراحل مختلف تحقیق

* نشانه تفاوت معنادار نسبت به مرحله اول بدون کافئین ($P<0/05$)

تأثیر مصرف مقادیر متفاوت کافئین بر سطوح مونوسیت

نتایج (نمودار ۴) نشان داد مصرف مقادیر متفاوت کافئین تأثیر معناداری بر سطوح مونوسیت متعاقب فعالیت ورزشی وامانده‌ساز در زنان دارای اضافه وزن دارد ($F=651/800$ و $P=0/001$). نتایج آزمون تعقیبی LSD نشان داد که بین سطوح مونوسیت در جلسه دوم (مصرف دوز پایین) و سوم (مصرف دوز متوسط) نسبت به مرحله اول (مصرف دارونما) تفاوت معناداری وجود ندارد (مقادیر P

به ترتیب ۰/۳۷۲ و ۰/۳۰۶)، اما سطوح مونوسیت در جلسه چهارم (مصرف دوز بالا) نسبت به مرحله اول (مصرف دارونما) به طور معناداری بالاتر بود ($P=0/023$).



نمودار ۴. مقایسه تغییرات مونوسیت در مراحل مختلف تحقیق

* نشانه تفاوت معنادار نسبت به مرحله اول بدون کافئین ($P<0/05$)

بحث و نتیجه گیری

مطالعه حاضر به منظور بررسی تأثیر مقادیر متفاوت کافئین (۳، ۶ و ۹ میلی گرم در وزن بدن) متعاقب فعالیت ورزشی و امانده ساز بر اجزای عوامل ایمنی (لکوسیت، لنفوسیت و مونوسیت) و سطوح سرمی کورتیزول زنان غیرفعال انجام گرفت. یافته‌های تحقیق نشان از تأثیرگذاری مقادیر متوسط و بالای کافئین بر سطوح کورتیزول و عوامل ایمنی زنان غیرفعال دارد. سیستم ایمنی بدن مکانیسمی است که از بدن در برابر ویروس‌ها، باکتری‌ها و هر نوع عامل بیماری‌زای دیگری محافظت می‌کند. گاهی بنا به دلایلی مانند تغذیه نامناسب، استرس یا عفونت‌ها، اختلالاتی در عملکرد این سیستم ایجاد می‌شود. بی‌شک تضعیف و اختلال در عملکرد سیستم دفاعی بدن با ارسال علائمی همراه است. تمرینات استقامتی و امانده ساز روی دستگاه اعصاب مرکزی تأثیر می‌گذارد و موجب افزایش فعالیت محور (هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنوکورتیکال) می‌شود. فعالیت بدنی سبب افزایش تولید آدرنوکورتیکوتروپین در هیپوفیز و افزایش ترشح کورتیزول می‌شود (۱۸).

یافته‌های تحقیق نشان داد که سطوح کورتیزول در جلسه سوم (مصرف دوز متوسط) و چهارم (مصرف دوز بالا) نسبت به مرحله اول (مصرف دارونما) به‌طور معناداری بالاتر بود، ولی مصرف دوز پایین (۳ میلی‌گرم در وزن بدن) از افزایش سطوح این عامل، در اثر فعالیت ورزشی وامانده‌ساز جلوگیری کرد. یافته‌های پژوهش، با نتایج پژوهش‌های توفیقی و همکاران (۱۳۹۰)، پایه‌دار و همکاران (۱۳۹۰)، قراخلو و همکاران (۱۳۹۱)، دیناروند و همکاران (۱۳۹۲)، آسترینو و رابرسون^۱ (۲۰۱۰) همسوست (۷)، ۴، ۳، ۲، ۱. کلیه این محققان در تحقیق خود به بررسی تمرینات استقامتی با مصرف مقادیر متفاوت کافئین و بیشتر دوز مصرفی ۶mg/kg بر روی سطوح کورتیزول پرداختند و دریافتند که این مقدار کافئین به‌همراه تمرینات استقامتی به ایجاد تغییر در سطوح کورتیزول منجر می‌شود و آن را افزایش می‌دهد. آسترینو و رابرسون (۲۰۱۰) نشان دادند که مصرف کافئین در افراد غیرمعتاد به کافئین موجب افزایش عواملی مانند توان مصرفی، برون‌ده قلبی و تهویه ریوی می‌شود (۷).

ورزش وامانده‌ساز روی سیستم عصبی مرکزی اثرگذار است و سبب افزایش فعالیت محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنوکورتیکال می‌شود. فعالیت بدنی با افزایش تولید آدرنوکورتیکوتروپین در هیپوفیز به افزایش ترشح کورتیزول منجر می‌شود (۱۸). افزایش اندک ترشح کورتیزول در گروه مکمل ممکن است دلیلی برای ایمنی و سلامتی طولانی‌مدت باشد، چراکه کورتیزول می‌تواند پاسخ‌های دستگاه دفاعی را تغییر دهد (۲۰). بنابراین نتایج تحقیق حاضر نشان‌دهنده تأثیر مثبت مقادیر پایین کافئین بر سطوح کورتیزول و جلوگیری از افزایش آن در اثر فعالیت ورزشی وامانده‌ساز است.

براساس نتایج تحقیق حاضر مقادیر پایین و متوسط کافئین (۳ و ۶ میلی‌گرم در وزن بدن) موجب کاهش لکوسیت‌ها و دوز بالای کافئین (۹ میلی‌گرم در وزن بدن) سبب افزایش تعداد لکوسیت‌ها در زنان غیرفعال شده است. نتایج تحقیق حاضر با نتایج ویمرکاتی^۲ و همکاران (۲۰۰۸)، باسینی^۳ و همکاران (۲۰۰۷) همخوانی دارد (۸،۳۴)، ولی با نتایج پژوهش‌های الکینا و گالیرمو^۴ (۲۰۰۶)، ماکادو^۵ و همکاران (۲۰۰۹) و ناتالیا و همکاران (۲۰۰۸) مغایر است (۲۱،۲۴،۲۶). این پژوهشگران نشان دادند که فعالیت ورزشی وامانده‌ساز موجب آسیب سلول عضلانی، تحریک دستگاه ایمنی و در نتیجه تجمع لکوسیت‌ها می‌شود که در پی آن میزان آسیب عضلانی در جریان خون کمتر شده و این امر خود سبب

1. Astorino & Roberson
2. Vimercatti
3. Bassini
4. Olkina & Guillermo
5. Machado

تحریک کمتر دستگاه دفاعی و در نتیجه کاهش لکوسیتوز ناشی از فعالیت می‌شود (۲۱). با افزایش آسیب عضلانی ناشی از فعالیت ورزشی، تعداد گویچه‌های سفید خون افزایش می‌یابد. بر این اساس، فعالیت ورزشی وامانده‌ساز موجب آسیب سلول‌های عضلانی، تحریک دستگاه ایمنی و در نتیجه تجمع گویچه‌های سفید خون می‌شود (۲۴، ۲۱). به همین دلیل یک سازوکار احتمالی در زمینه افزایش کمتر یا کاهش لکوسیت‌های خون در گروه مکمل با مقادیر پایین و متوسط در مقایسه با گروه دارونما، می‌تواند آسیب کمتر عضلانی باشد. همچنین براساس نتایج مطالعات مصرف مکمل کافئین و متعاقب آن اکسایش بیشتر اسیدهای چرب توسط سلول‌های عضلانی، ذخایر اسیدهای آمینه درون عضلانی را حفظ می‌کند و میزان کاتابولیسم پروتئین در این موضع را کاهش می‌دهد (۲۸). افزایش کمتر این عامل در مراحل با دوز متوسط و پایین نسبت به مرحله دارونما با نتایج ویمرکاتی و همکاران (۲۰۰۸) و باسینی و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد (۳۴، ۸).

یافته‌های حاصل از بررسی تغییرات لنفوسیت نشان داد تنها زمانی که کافئین با دوز پایین (۳ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) مصرف شد، میانگین لنفوسیت کمترین تغییرات را داشته و دوز متوسط (۶ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) سبب افزایش تعداد لنفوسیت‌ها شده است. لنفوسیت‌ها نقش مهمی در سیستم ایمنی ایفا می‌کنند. این عامل به دفاع در برابر بیماری‌ها کمک می‌کند و پس از ابتلا به عفونت تعداد آنها افزایش می‌یابد (۲۷). مکانیسم عمل افزایش تعداد لنفوسیت‌ها این‌گونه است که فعالیت ورزشی شدید و طولانی‌مدت با کاهش گلوتامین‌ها، به افزایش نشانگان عفونت‌ها منجر می‌شود و برای مبارزه با عفونت‌ها، لنفوسیت‌های تکثیر می‌شوند و افزایش می‌یابند (۱۸).

در نهایت یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که بیشترین تغییرات تعداد مونوسیت‌های خون زمانی بود که کافئین با دوز بالا (۹ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) استفاده شد. افزایش تعداد گلبول‌های سفید خون محیطی در حین و بلافاصله پس از فعالیت اغلب به علت افزایش تعداد نوتروفیل‌ها و به میزان کمتری لنفوسیت‌هاست و از سوی دیگر موجب افزایش تعداد مونوسیت‌ها می‌شود (۲۹). از طرفی، افزایش گلبول‌های سفید خون متعاقب فعالیت برون‌گرا بیشتر به سبب آسیب عضلات اسکلتی است. آسیب یا تروما موجب آغاز یک پاسخ التهابی می‌شود که در نتیجه آن نوتروفیل‌ها به بافت آسیب‌دیده مهاجرت می‌کنند و پس از آن افزایش مونوسیت‌ها شروع می‌شود و مونوسیت‌ها

به‌منظور کسب توانایی بیگانه‌خواری به ماکروفاژها تبدیل می‌شوند (۲۹، ۱۷). بر این اساس، گفته می‌شود که تمرینات وامانده‌ساز به‌همراه مصرف کافئین عاملی در جهت افزایش مونوسیت‌هاست.

جمع‌بندی

به‌نظر می‌رسد مصرف مقادیر متوسط و بالای کافئین (۶ و ۹ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) می‌تواند تأثیرات مثبت و سودمندی بر سیستم ایمنی بدن و هورمون کورتیزول در اثر فعالیت ورزشی وامانده‌ساز داشته باشد و باعث تحریک سیستم ایمنی بدن شود.

منابع و مآخذ

۱. پایه‌دار، سید مجتبی؛ حق‌شناس، روح‌الله؛ کردی، محمدرضا؛ گائینی، عباسعلی (۱۳۹۰). تأثیر شانزده هفته تمرین استقامتی بر پروتئین وابسته به آگوتی (AGRP) پلاسمای رت‌های نر ویستار، ششمین همایش ملی دانشجویان تربیت بدنی و علوم ورزشی ایران، پژوهشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران.
۲. توفیقی، اصغر؛ جمالی قراخانلو، بهرام؛ آmqانی، اکرم؛ ذوالفقاری، محمدرضا (۱۳۹۰). «اثر مکمل کافئین بر پاسخ برخی شاخص‌های ایمنی و استرسی مردان غیرفعال به دنبال یک جلسه هوازی وامانده‌ساز»، مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز، ۳۳(۵)، ص ۲۸-۳۲.
۳. جمالی قراخانلو، بهرام؛ آmqانی، اکرم؛ توفیقی، اصغر؛ جمالی، علی؛ شیری، محمدرضا (۱۳۹۱). «تأثیر مصرف کافئین تک‌مرحله‌ای کافئین بر غلظت سرمی کورتیزول، HSP72 و تعداد گویچه‌های سفید خون در مردان ورزشکار»، فصلنامه علمی- پژوهشی علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۷(۳)، ص ۴۳-۵۰.
۴. دیناروند، احسان؛ بهپور، ناصر؛ همت‌فر، احمد (۱۳۹۲). «اثر مصرف کافئین پس از یک دوره بارگیری کراتینی بر استقامت عضلانی و سطوح کورتیزول و کاتکولامین مردان ورزشکار»، فصلنامه پزشکی ورزشی و آمادگی جسمانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، ۱، ص ۴۷-۶۲.
۵. رمضانی، فریبرز (۱۳۷۴). «نقش ورزش در تقویت یا تضعیف سیستم دفاعی بدن»، مجله ورزش و ارزش، ش ۱۱۵.

۶.هنری، جان برناد (۱۳۷۷). ایمونولوژی و ایمونوپاتولوژی دیویدسون، ترجمه پروین رجبی و

همکاران، اصفهان: انتشارات دانشگاه علوم پزشکی اصفهان.

7. Astorino, TA., Roberson, DW. (2010). "Efficacy of acute caffeine ingestion for short-term highintensity exercise performance: a systematic review". *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2(24), 257-68.
8. Bassini C, Sweet E, Bottino A, Bittar C, Veiga C, Cameron L. (2007). "Effect of caffeine supplementation on hematological and biochemical variables in elite soccer players under physical stress conditions". *Br J Sports Med*. 41:523-30.
9. Boyd SR, Advani A, Altomare F, Stockl F. (2013). "Retinopathy". *Canadian Journal of Diabetes*. 37, S137-S141.
10. Campisi, J.; Fleshner, M. (2003). "Role of extracellular HSP72 in acute stress-induced potentiation of innate immunity in active rats". *J of appl phy*. 94:43-52.
11. Coombes JS, McNaughton LR. (2000). Effects of branched-chain amino acid supplementation on serum creatine kinase and lactate dehydrogenase after prolonged exercise. *J Sports Med Phys Fitness*. 40(3), 240-6.
12. Damirchi, A., Rahmani-Nia, F., Mirzaie, B., Hasan-Nia, S., Ebrahimi, M. (2009). "Effect of caffeine on metabolic and cardiovascular responses to sub maximal exercise in lean and obese men". *Biomedical Human Kinetics*. 1: 31-35.
13. Fletcher, D., Bishop, N. (2010). "Caffeine ingestion and antigen-stimulated human lymphocyte activation after prolonged cycling. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 4(5), 48-55.
14. Fredholm BB, Battig K, Holmen J, Nehlig A, Zvartau EE. (1999). Actions of caffeine in the brain with special reference to factors that contribute to its widespread use. *Pharmacol Rev*. 51,83-133.
15. Hamedinia M, Askari R. (2005). "Influence of physical fitness training on some immune system markers in athletic students". *Journal of Sabzevar School of Medical Sciences*. 123(37): 22-27.
16. Horne B.D, Anderson J.L, John J.M, Weaver A, Bair T.L, Jensen K.R, et al. (2005). "Which white blood cell subtypes predict increased cardiovascular risk?". *J Am Coll Cardiol*. 45, 1638-43.
17. Jamurtas AZ, Theocharis V, Tofas T, Tsiokanos A, et al. (2005). Comparison between leg and arm eccentric exercises of the same relative intensity on indices of muscle damage. *Eur J Appl Physiol*. 95(2-3), 179-185.
18. Karcz-Kubicha M, Antoniou K, Terasmaa A, Quarta D, Solinas M, Justinova Z. (2003). "Involvement of adenosine A1 and A2a receptors in the motor effects of caffeine after its acute and chronic administration". *Neuropsychopharmacology*. 28, 1281.1291.
19. Lee C.L., Lin J.C., Cheng C.F. (2011). "Effect of caffeine ingestion after creatine supplementation on intermittent high-intensity sprint performance". *Eur J Appl Physiol*. Aug. 111(8), 1669-77.

20. Lovallo WR, Al.Absi M, Blick K, Whitsett TL, Wilson MF. (1996). "Stress-like adrenocorticotropin responses to caffeine in young healthy men". *Pharmacol Biochem Behav.* 55: 365-369.
21. Machado M, Vigo JFF, Breder A, Simoes J, Ximenes M, Hackney A. (2009). "Effect of short term caffeine supplementation and intermittent exercise on muscle damage markers". *J of Biology of sport.* 26, 3-11.
22. Melanie H, Mario IK, Meaney S, Isidro I.M. (2009). "Relationship between children's motor abilities and BMI, A preliminary investigation". *Journal of Sport & Exercise Psychology.* 31,20-25.
23. Nammi S, Koka S., Chinnala KM, Boini KM. (2004). "Obesity; An overview of its current perspectives and treatment options". *Nutr J.* 3: 3.
24. Natália S, Vimercatti, Paulo V. (2008). "Two doses of caffeine do not increase the risk of exercise-induced muscle damage or leukocytosis". *Physical Education and Sport.* 52, 96 - 99.
25. Nemet D.P, Mills J. Gooper D.M. (2004). "Effect of intense wrestling exercise on leukocytes and adhesion molecules in adolescent boys". *Br Sports Med.* 38, 154-58.
26. Olkina N, Guillermo J. (2006). "Effect of caffeine on oxidative stress during maximum incremental exercise". *J of Sport Science and Med.* 5, 621-628.
27. Pedersen BK, Toft AD. (2000). Effect of exercise on lymphocyte and cytokines. *Br. J Sports Med.* 34(4), 246-251.
28. Peker I, Gören Z, Çiloglu F, Karacabey K, Ozmerdivenli R, Saygin Ö. (2005). "Effects of caffeine on exercise performance, lactate, FFA., triglycerides, prolactin, cortisol and amylase in maximal aerobic exercise". *Biotechnol & Biotechnol Eq.* 16(2), 1310-2818.
29. Pizza FX, Mitchell JB, Davis BH, Starling RD, et al. (1995). Exercise-Induced Muscle Damage - Effect on Circulating Leukocyte and Lymphocyte Subsets. *Med Sci Sport Exer.* 27(3), 363-370.
30. Smith LL, Anwer A, Fragen M. (2000). "Cytokines and Cell adhesion molecules associated with high-intensity eccentric exercise". *Eur J Appl Physiol.* 82: 61-67.
31. Smith, AP. (2009). "Caffeine, cognitive failures and health in a non-working community sample". *Hum Psychopharmacol.* 24: 29-34.
32. Steensberg A, Fischer CP, Sacchetti M. (2003). "Acute interleukin-6 administration does not impair muscle glucose uptake or whole-body glucose disposal in healthy humans". *The Journal of Physiology.* 548 (2):631-8.
33. Vandenberghe, K., Gillis, N.; Van Leemputte, M.; Van Hecke, P.; Vanstapel, F.; Hespel P. (1996). "Caffeine counteracts the ergogenic action of muscle creatine loading". *J Appl Physiol.* 80(2):452-7.
34. Vimercatti NS, Zovico PVC, Carvalho AS, Barreto JG, Machado M. (2008). "Two doses of caffeine do not increase the risk of exercise-induced muscle damage or leukocytosis". *PESS.* 52(-1), 96-9.
35. Whitham, M., Walker, G., Bishop, N. (2007). "Effect of caffeine supplementation on the extracellular heat shock protein72 response to exercise". *J Appl Physio.* 101: 1222-1227.

-
36. Woolf, K.; Bidwell, WK.; Carlson, A.G. (2008). "The effect of caffeine as an ergogenic aid in anaerobic exercise". *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* Aug. 18(4):412-29.