

اثر مکمل کافئین بر پاسخ برخی شاخص‌های ایمنی و استرسی مردان غیرفعال به دنبال یک جلسه فعالیت هوازی وامانده‌ساز

دکتر اصغر توفیقی^۱

تاریخ دریافت 89/9/25. تاریخ پذیرش 89/12/2

چکیده

پیش زمینه و هدف: استرس ناشی از فعالیت ورزشی سنگین ممکن است موجب اختلالات سیستم دفاعی بدن و بروز التهاب حاد و مزمن شود. مصرف کافئین قبل از فعالیت ورزشی روی پاسخ ایمنی بدن اثرگذار است. هدف از پژوهش حاضر بررسی مصرف کوتاه مدت مکمل کافئین بر پاسخ ایمنی و استرسی مردان غیرفعال به دنبال یک جلسه فعالیت هوازی وامانده‌ساز است.

مواد و روش کار: ۲۰ دانشجوی غیرفعال پسر به شکل تصادفی به دو گروه شاهد و مکمل تقسیم شدند. آزمون ورزشی شامل دویدن فزاینده روی نوارگردان تاحد واماندگی بود. یک ساعت قبل از اجرای آزمون اصلی آزمودنی‌های گروه مکمل کافئین و گروه شاهد نیز هم‌زمان محلول پلاسبو دریافت کردند. عمل خون‌گیری قبل و بلافاصله پس از اجرای آزمون گرفته شد. پس از سانتریفوژ و تهیه سرم مقادیر پروتئین استرس ۷۲، کورتیزول و لکوسیت سرمی به روش الایزا مورد سنجش قرار گرفت. جهت تعیین اختلافات درون گروهی و بین گروهی به ترتیب از آزمون تی همبسته و تی مستقل استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج تحلیل آماری نشان داد که به دنبال اجرای فعالیت هوازی وامانده‌ساز افزایش معنی‌دار لکوسیت، کورتیزول و پروتئین استرسی ۷۲ در گروه شاهد بیشتر از گروه مکمل بود ($P < 0/05$). همچنین میانگین تغییرات این شاخص‌ها در گروه شاهد به شکل معنی‌داری بیشتر از گروه مکمل بود ($P < 0/05$). **نتیجه‌گیری:** بر طبق نتایج حاصل از پژوهش حاضر مصرف مکمل کافئین قبل از فعالیت هوازی وامانده‌ساز بر دستگاه دفاعی و ایمنی ذاتی بدن تاثیر مثبت دارد.

کلید واژه‌ها: کافئین، پروتئین استرس ۷۲، کورتیزول، لکوسیت، فعالیت هوازی وامانده‌ساز

مجله پزشکی ارومیه، دوره بیست و دوم، شماره اول، ص ۳۹-۳۴، فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۰

آدرس مکاتبه: ارومیه، خیابان والفجر ۲، روبروی صدا و سیما، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، صندوق پستی: ۵۷۱۹۸ - ۸۴۳۷۵
تلفن: ۰۹۱۴۴۴۶۷۰۷۹

E.mail: a.tofighi@urmia.ac.ir

مقدمه

امروزه آثار مثبت یا منفی فعالیت بدنی بر سیستم ایمنی بدن مورد توجه بسیاری از پژوهشگران علوم پزشکی و ورزشی قرار گرفته است (۱). پژوهش‌های اخیر نشان می‌دهد فعالیت بدنی ملایم و سبک باعث افزایش کارکرد سیستم دفاعی بدن می‌شود اما تمرین‌های طاقت‌فرسا و فعالیت‌های ورزشی سنگین و طولانی مدت نظیر دوی ماراتون، فوق ماراتون، ورزش سه گانه و... ممکن است زمینه‌ی ایجاد اختلال در کارایی اجزای سیستم ایمنی نظیر آنتی‌بادی‌ها و لنفوسیت‌ها

شود (۲). به علاوه رهایش پروتئین‌های استرس ناشی از فشار فعالیت ورزشی سنگین ممکن است در بروز اختلال سیستم دفاعی بدن و بروز التهاب حاد و مزمن ورزشکار دخالت اساسی داشته باشد (۲، ۱). توجه اصلی پژوهش‌هایی که روی پروتئین استرسی انجام می‌شود؛ بر روی کارکردها و تجمع درون سلولی این پروتئین‌ها در پاسخ به یک استرس فیزیولوژیک متمرکز شده است؛ با این وجود شواهد آشکاری وجود دارد که پروتئین‌های مذکور به عنوان سیگنال‌های تنظیمی پاسخ‌های التهابی و ایمنی نیز عمل می‌کند (۳).

^۱ استادیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه ارومیه

جالب‌ترین شکل از خانواده‌ی این پروتئین‌ها، پروتئین استرس ۷۲^۱ می‌باشد که به مقدار زیادی در برابر استرس‌هایی نظیر فعالیت بدنی تولید شده و وجود آن در جریان خون افراد سالم نیز گزارش شده است (۴-۶).

فعالیت بدنی به‌عنوان یک عامل استرس‌زا می‌تواند دستگاه ایمنی را فعال سازد و روی پروتئین استرس ۷۲ تاثیر مثبت بگذارد (۷). به هر حال القای پروتئین استرس ۷۲ فقط یک پاسخ ساده به استرس سلولی نیست بلکه باعث پیشرفت مقاومت به مرگ پس از التهاب یا آسیب سلولی نیز می‌گردد (۷). نتایج پژوهشی اخیر نشان می‌دهد سلول توموری از این القای مثبت جهت اندوتوکسین^۲ و یا ایسکمی^۳ منجر شده به آپوپتوز^۴ و مرگ سلولی^۵ بهره می‌گیرد (۴). بخش عمده‌ای از عملکرد پروتئین‌های استرسی تحت تنظیم ساختار عصبی سمپاتیک می‌باشد (۹). این ساختار تحت تاثیر محرک‌های متنوعی نظیر مکمل کافئین می‌باشد (۸). کافئین به عنوان یک عامل نیروزا از طریق سازوکار عمل روی رهایش کاتکولامین‌ها در فعالیت‌های ورزشی به منظور بهبود اجرای ورزشکاران توصیه می‌شود (۸). پژوهشگران بر این باورند که مصرف کافئین موجب افزایش اسیدهای چرب آزاد و کاهش گلیکولیز و لاکتات خون شده و با به تاخیر انداختن آستانه‌ی خستگی موجب ماندگاری ورزشکار در فعالیت‌های بدنی سنگین و مفرط می‌شود (۹). همچنین گزارش شده است کافئین به دلیل اثرات آنتی‌اکسیدانی روی محافظت سلول از آسیب‌های سلولی نیز موثر است (۸). احتمال این‌که کافئین بتواند عملکرد را در رویدادهای ورزشی بدون آسیب اکسایشی سلول ارتقا بخشد همیشه موضوع مورد علاقه برای مطالعه بوده است (۹، ۱۰). در این راستا اولکینا و همکاران^۶ (۲۰۰۶) طی مطالعه‌ای روی مردان غیر ورزشکار نشان دادند که با مصرف کافئین در یک فعالیت پیش‌رونده روی چرخ کارسنج آسیب اکسایشی کم‌تری در ورزشکاران دیده می‌شود (۱۱).

فعالیت عضلانی شدید و کوتاه مدت موجب افزایش شماری از هورمون‌های استرسی موجود در خون نظیر کورتیزول می‌شود (۱۲). تغییر در مقادیر هورمون‌های استرسی موجب تغییر در پاسخ سیستم دفاعی بدن نیز می‌شود (۱۲). هورمون کورتیزول به طور ویژه‌ای در پاسخ به استرس رها می‌شود و تغییرات آن با تغییر پاسخ پروتئین استرس ۷۲ به‌عنوان پاسخ ایمنی ذاتی بدن همراه است (۸). پکر و

همکاران^۷ (۲۰۰۵) در مطالعه‌ای روی ۲۰ دوندۀ استقامتی در دو گروه مکمل و کنترل نشان دادند که کافئین باعث افزایش هورمون کورتیزول سرمی در بعد از تمرین می‌شود، اما درصد افزایش این هورمون در گروه کافئین نسبت به گروه کنترل پایین‌تر بود (۹). با این حال ناتالیا و همکاران^۸ (۲۰۰۸) در پژوهش خود نشان دادند که مصرف کافئین در فعالیت هوازی با افزایش یا بدون تغییر در تعداد لکوسیت‌ها همراه است (۱۳). با توجه به نتایج پژوهش‌های اخیر مبنی بر ارتباط بالقوه‌ی موجود بین فشار بدنی سنگین و تغییر در مقادیر هورمون‌ها و پروتئین‌های استرسی و میزان ابتلا به عفونت متعاقب فعالیت‌های ورزشی سنگین و عدم توافق بین نتایج گزارشات، هنوز حیطه‌های گسترده و قابل بحث و جستجویی در این زمینه موجود است. تحقیق حاضر سعی در روشن ساختن این موضوع دارد که آیا مصرف مکمل کافئین قبل از فعالیت هوازی وامانده‌ساز بردستگاه دفاعی بدن تاثیر مثبت دارد یا خیر؟ و تغییراتی که ممکن است این مکمل در ترشح هورمون کورتیزول و پروتئین استرسی ۷۲ اعمال کند را روشن نموده و مورد مطالعه قرار دهد.

مواد و روش‌ها

طرح حاضر به شکل نیمه‌تجربی پیش‌آزمون - پس‌آزمون با گروه کنترل بود. جامعه‌ی آماری مطالعه‌ی حاضر شامل مردان دانشجوی غیرفعال دانشگاه علوم پزشکی تبریز بودند. ۲۰ آزمودنی از بین جامعه فوق که طی دو سال قبل در هیچ گونه فعالیت ورزشی شرکت نکرده بودند به شکل آماده‌ی دسترس و غیر تصادفی انتخاب و سپس به شکل تصادفی در دو گروه شاهد (۱۰ نفر) و گروه مکمل (۱۰ نفر) تقسیم شدند (جدول ۱). برای اندازه‌گیری متغیرهای زمینه‌ای قد و وزن، از دستگاه ترازو و قد سنج دیجیتال (سکا^۹، ساخت آلمان) استفاده شد. همچنین درصد توده‌ی چربی بدن با استفاده از سیستم ضخامت سنج (کالپر میکوشا^{۱۰}، ساخت ژاپن) و فرمول سه نقطه‌ای (چین‌های پوستی پشت بازو، شکم و فوق خاصره سمت راست) دانشکده پزشکی ورزشی آمریکا (ACSM^{۱۱})، جهت هم‌تاسازی آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. فشارخون آزمودنی‌ها با فشارسنج دیجیتالی (اومرون^{۱۲}، ساخت فنلاند) و ضربان قلب به‌وسیله ضربان سنج دیجیتالی (پولار^{۱۳}) مورد سنجش قرار گرفتند. از آزمودنی‌ها خواسته شد دوهفته قبل از اجرای پروتکل

⁷ Peker et al 2005

⁸ Natalia et al 2008

⁹ Seca

¹⁰ Mikosha caliper

¹¹ American college sport medicine

¹² Omoron

¹³ Polar

¹ Heat Shock Protein 72 (HSP72)

² Endotoxin

³ Ischemia

⁴ Apoptose

⁵ Necrosis

⁶ Olkina et al 2006

آمریکا) مقادیر پروتئین استرس ۷۲ و کورتیزول به ترتیب با استفاده از کیت‌های استرس ژن^۴ (ساخت کانادا) و آی بی ال^۵ (ساخت آلمان) و با استفاده از روش الایزا^۶ در سرم مورد سنجش قرار گرفت. تغییرات لکوسیت‌های سرم نیز با استفاده از دستگاه شمارش گرسلولی میندرای^۷ (ساخت آمریکا) و به شیوه اچ - وان^۸ تعیین شد. پس از آزمون فرض طبیعی بودن توزیع متغیرها^۹ و آزمون برابری واریانس‌ها^{۱۰} به منظور تعیین اختلافات درون گروهی از آزمون تی همبسته^{۱۱} و جهت تعیین تفاوت‌های بین گروهی از آزمون تی مستقل^{۱۲} استفاده شد. سطح معنی‌داری آلفای ۵ درصد در نظر گرفته شد و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام شد.

یافته‌ها

نتایج آزمون آماری نشان داد که مقادیر پس‌آزمون پروتئین استرسی ۷۲، کورتیزول و لکوسیت سرم در گروه شاهد ($P < 0.01$) و در گروه مکمل ($P < 0.05$) نسبت به مقادیر پیش‌آزمون افزایش معنی‌داری داشت (جدول ۲). همچنین بر طبق نتایج آزمون تی مستقل میانگین این افزایش در گروه شاهد به شکل معنی‌داری بیشتر از گروه مکمل بود ($P < 0.05$) (جدول ۳).

تمرینی از هیچ نوع مکمل و مواد دارویی استفاده نکردند و با تکمیل فرم رضایت آگاهانه و تکمیل یادآمد تغذیه‌ای ۲۴ ساعته و وعده‌ی غذایی مشابه قبل از آزمون از روند کلی طرح و نحوه‌ی انجام تست آگاهی یافتند. یک ساعت قبل از اجرای آزمون اصلی در یک طرح یک‌سویه کور^۱ آزمودنی‌های گروه مکمل ۶ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن از مکمل کافئین (دوز تاییدیه WADA)^۲ و گروه شاهد به صورت همزمان محلول پلاسبو (آب) دریافت کردند (۸). سپس آزمودنی‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در وضعیت درازکش به پشت قرار گرفته و در اتمام ۳۰ دقیقه ضربان پایه آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. پنج دقیقه قبل از شروع آزمون اصلی نمونه‌گیری خونی جهت اندازه‌گیری شاخص‌های مورد نظر انجام گرفت. پس از نمونه‌گیری خونی آزمودنی‌ها متعاقب پنج دقیقه حرکات کششی و گرم کردنی جهت اجرای آزمون هوازی وامانده ساز (تست به روس)^۳ روی نوارگردان قرار گرفتند و تا زمان واماندگی به فعالیت ادامه دادند. بلافاصله پس از اتمام آزمون نمونه‌گیری خونی جهت بررسی تغییرات انجام گرفت. همه‌ی اندازه‌گیری‌ها طی ساعات ۸ صبح در دمای (۲۸، ۲۶ درجه‌ی سانتی‌گراد)، رطوبت (۵۵-۶۰ درصد)، تهویه و نور محیطی یکسان انجام شد. نمونه‌های خونی بلافاصله به آزمایشگاه انتقال یافت. پس از سانتریفیوژ بکنا، ساخت

جدول شماره (۱): ویژگی‌های تن‌سنجی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌های پژوهش

شاخص‌های اندازه‌گیری شده	سن (سال)		وزن (کیلوگرم)		قد (سانتی متر)		شاخص توده‌ی بدن (کیلوگرم/مترمربع)		اکسیژن مصرفی بیشینه (میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه)	
	مکمل	شاهد	مکمل	شاهد	مکمل	شاهد	مکمل	شاهد	مکمل	شاهد
میانگین	۲۰/۳±۱/۱۶*	۲۰/۱±۱/۱۲	۶۹/۴±۵/۷	۷۱/۳±۵/۱	۱۷۳/۷±۶/۳	۱۷۵/۴±۵/۴۵	۲۳/۰۱±۱/۲۷	۲۳/۲±۱/۳۶	۳۸/۷±۲/۵۴	۴۱/۰±۲/۴۵

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

⁴Stressgen

⁵IBL

⁶Enzym-linked immunoabsorbent assay (ALISA)

⁷Mindray

⁸H-1

⁹One Sample Kolmogorov Smirnov test

¹⁰Levens test

¹¹Paired T Test

¹²Independent T Test

¹Single Blind

²World Anti Doping Agency (WADA)

³Bruse test

جدول شماره (۲): میانگین تغییرات پروتئین استرس ۷۲، کورتیزول و لکوسیت سرم طی یک وهله فعالیت هوازی وامانده ساز

متغیر	گروه	پیش آزمون	پس آزمون	سطح معنی داری
پروتئین استرس ۷۲ (نانوگرم در میلی لیتر خون)	مکمل	$0.28 \pm 0.09^*$	$0.36 \pm 0.06^{\#}$	۰/۰۱۴
	شاهد	0.27 ± 0.12	$0.62 \pm 0.44^{\ddagger}$	۰/۰۰۳
کورتیزول (پیکوگرم در میلی لیتر خون)	مکمل	$69/47 \pm 23$	$104/15 \pm 27/2^{\#}$	۰/۰۲۶
	شاهد	$34/18 \pm 11/1$	$78/7 \pm 15/2^{\ddagger}$	۰/۰۰۲
لکوسیت (میکرومول در میلی لیتر خون)	مکمل	$7/23 \pm 1/24$	$10/62 \pm 1/43^{\#}$	۰/۰۴۶
	شاهد	$7/11 \pm 2/04$	$12/78 \pm 3/13^{\ddagger}$	۰/۰۰۵

[#] معنی داری نسبت به مقادیر پیش آزمون ($P < 0.05$)

[‡] معنی داری نسبت به مقادیر پیش آزمون ($P < 0.01$)

* مقادیر به شکل انحراف معیار $\pm$ میانگین بیان شده است.

جدول شماره (۳): مقایسه تفاوت میانگین پروتئین استرس ۷۲، کورتیزول و لکوسیت سرم بین دو گروه

متغیر	گروه	درجه ی آزادی	سطح معنی داری
پروتئین استرس ۷۲ (نانوگرم در میلی لیتر خون)	مکمل	۱۸	۰/۰۳۹ *
	شاهد		
کورتیزول (پیکوگرم در میلی لیتر خون)	مکمل	۱۸	۰/۰۲۱ *
	شاهد		
لکوسیت (میکرومول در میلی لیتر خون)	مکمل	۱۸	۰/۰۴ *
	شاهد		

* ($P < 0.05$)

بحث

در پژوهش حاضر افزایش معنی داری در غلظت پروتئین استرس ۷۲ سرمی مردان غیرفعال به دنبال فعالیت هوازی وامانده ساز در هر دو گروه دیده شد که این افزایش در گروه شاهد بیشتر از گروه مکمل بود. در هر حال واضح است که ورزش و فعالیت بدنی به عنوان یک عامل استرس زا در تحریک سیستم دفاعی بدن نقش اساسی دارد (۱۴). بنابراین پروتئین استرس ۷۲ متعاقب ورزش و فعالیت بدنی به عنوان حساس ترین پاسخگوی سیستم ایمنی ذاتی بدن در جهت افزایش حمایت و محافظت سلولی از آسیب های استرسی شروع به افزایش می کند (۷). پژوهشگران بر این باورند که آستانه ی مشخصی برای پاسخ این پروتئین به استرس وجود دارد. بر این اساس افزایش بهینه ی این پروتئین به عنوان یک سیگنال خطر موجب افزایش فراخوانی عوامل التهابی و عناصر ایمنی به محیط می شود در حالی که تشدید فعالیت این عامل و افزایش بیش از حد آن موجب متاستاز و مرگ سازمان یافته ی سلولی به خصوص در گونه های توموری

می شود (۳،۷). بنابراین تعدیل پاسخ این پروتئین به شرایط استرس رویکرد قابل ملاحظه ای است که مورد توجه اکثر پژوهشگران بالینی است (۷). نتایج پژوهشی اخیر نشان می دهد که مکمل کافئین پاسخ پروتئین استرس ۷۲ سرمی را به استرس تمرین هوازی وامانده ساز تعدیل می کند (۸). در پژوهش حاضر نیز درصد افزایش کم تر این پروتئین در گروه مکمل نسبت به گروه شاهد دیده شد ($26/66\%$ درصد در برابر $33/33\%$ درصد). بنابراین احتمال می رود افزایش اندک پروتئین استرس ۷۲ نسبت به گروه شاهد در پاسخگویی به تمرین ناشی از مصرف کافئین باشد. در تناقض با پژوهش حاضر باسینی و همکاران^۱ (۲۰۰۷) افزایش پروتئین استرس ۷۲ پلاسما به دنبال فعالیت روی چرخ کارسنج را در هر دو گروه شاهد و مکمل گزارش کردند و نشان دادند که غلظت این پروتئین در گروه کافئین بلافاصله پس از تمرین به شکل معنی داری بالاتر است (۱۵). با این حال می بایست به این نکته توجه داشت که مطالعه فوق روی پاسخ سیستم عصبی در حضور

¹Bassini et al 2007

مکمل کافئین در ورزشکاران استقامتی کار و طی دوره‌های تمرینی طولانی مدت (۹۰ دقیقه‌ای) و با عادت مصرف کافئین صورت گرفته بود. این در حالی است که آزمودنی‌های پژوهش حاضر افراد غیرفعال بودند که در یک فعالیت کوتاه مدت وامانده ساز شرکت کرده بودند. همچنین اکثر مطالعات پاسخگویی بیشتر ورزشکاران را نسبت به مصرف کافئین در برابر افراد غیر ورزشکار بیان داشته است (۹،۱۰). اولکینا و همکاران (۲۰۰۶) نیز پس از یک وهله فعالیت پیش رونده روی چرخ کارسنج نشان داد که گروه کافئین در معرض آسیب سلولی کمتری است (۱۱). کافئین به دلیل سازوکار عمل روی رهایش کاتکولامین‌ها موجب بهبود اجرای ورزشی و افزایش زمان فعالیت می‌شود. بنابراین اثرات آنتی اکسیدانی و در نتیجه محافظت از آسیب سلولی برای کافئین برشمرده‌اند (۸). یافته‌ی اصلی مطالعه‌ی حاضر این بود که ترکیب محرک کافئین و تمرین منجر به غلظت‌های پروتئین استرس ۷۲ کمتری می‌شود. به راین اساس به نظر می‌رسد مصرف مکمل کافئین در فعالیت‌های کوتاه مدت هوازی به نفع سلول است این در حالی است که مصرف این مکمل را طی فعالیت‌های بلندمدت هوازی با آسیب بالای سلولی همراه دانسته‌اند؛ چرا که مصرف مکمل کافئین با افزایش کمی زمان فعالیت و در نتیجه تحمل شدت‌های بالای تمرینی و آسیب سلولی بالا همراه می‌باشد (۸).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که غلظت کورتیزول سرمی مردان غیرفعال پس از فعالیت هوازی وامانده ساز در هر دو گروه شاهد و مکمل افزایش دارد اما این افزایش در گروه شاهد بیشتر از گروه کافئین بود. گزارش شده است که ورزش وامانده ساز روی سیستم عصبی مرکزی اثرگذار است و باعث افزایش فعالیت محور (هیپوتالاموس - هیپوفیز - آدرنوکورتیکال) می‌شود (۱۶). فعالیت بدنی با افزایش تولید آدرنوکورتیکوتروپین در هیپوفیز منجر به افزایش ترشح کورتیزول می‌گردد (۱۶). افزایش پایین ترشح کورتیزول در گروه مکمل ممکن است دلیلی برای ایمنی و سلامتی طولانی مدت باشد (۱۷). چرا که کورتیزول می‌تواند پاسخ‌های سیستم ایمنی را تغییر دهد (۱۷). در پژوهش حاضر افزایش لکوسیت سرم در هر دو گروه مکمل و شاهد مشاهده شد. با

این حال میانگین تغییرات این شاخص در گروه مکمل به شکل معنی داری کمتر از گروه شاهد بود. پژوهشگران بر این باورند که با افزایش آسیب عضلانی ناشی از فعالیت ورزشی تعداد لکوسیت‌های جریان خون زیاد می‌شود؛ بر این اساس فعالیت ورزشی وامانده ساز باعث آسیب سلول عضلانی، تحریک دستگاه ایمنی و در نتیجه تجمع لکوسیت‌ها به ویژه نوتروفیل‌ها می‌شود (۱۰،۱۱). بنابراین یک سازوکار احتمالی در ارتباط با افزایش کمتر تعداد لکوسیت‌ها در گروه مکمل؛ آسیب کمتر عضلانی می‌تواند باشد. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که مصرف مکمل کافئین و متعاقب آن اکسایش بیشتر اسیدهای چرب توسط سلول‌های عضلانی؛ ذخایر اسید آمینه‌ی درون عضلانی را حفظ کرده و میزان کاتابولیسم پروتئینی در این موضع را کاهش می‌دهد (۹). به دنبال این پدیده میزان آسیب سلول عضلانی کمتر شده و رها سازی 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 (۱۰). کاهش کمتر شاخص آسیب عضلانی در گروه مکمل همراستا با نتایج گزارش شده توسط ناتالیا و همکاران (۲۰۰۸) (۱۳) و باسینی و همکاران (۲۰۰۷) (۱۵) بود. بیون و همکاران (۲۰۰۸) در توجیه این سازوکار بیان می‌کنند که مصرف مکمل کافئین مانع کاتابولیسم پروتئین می‌شود. بر این اساس مصرف این مکمل قبل از رویداد استقامتی با مهار ترشح هورمون کورتیزول، غلظت‌های هورمون رشد را افزایش داده و موجب حفظ غلظت تستوسترون پلازما می‌شود؛ در نتیجه فرایندهای آنابولیک ادامه می‌یابد (۱۸).

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن است که به دنبال فعالیت هوازی وامانده ساز شاخص‌های دستگاه دفاعی و ایمنی ذاتی در گروه کافئین تغییرات کمتری می‌یابد. احتمال می‌رود افراد غیرورزشکار طی تمرین هوازی وامانده ساز با مصرف دوز مجاز کافئین در معرض چالش ایمنی کمتری قرار گیرند.

References:

1. Hamedinia M, Askari R. Influence of physical fitness training on some immune system markers in athletic students. Journal of sabzevar school of medical sciences 2005; 123 (37): 22-27. (Persian)
2. Smith LL, Anwer A, Fragen M. Cytokines and Cell adhesion molecules associated with high-intensity eccentric exercise. Eur J Appl Physiol 2000; 82: 61-67.
3. Agha Alinezhad H, Tofighi A, Mohammad Hasan Z, Mahdavi M, Shahrokhi S. Effect of continuous aerobic exercise on the rate of hsp70 in mice with

- breast cancer tumor. *Olympic* 2008; 16(42): 75-86. (Persian)
4. Ganter M, Ware L, Howard M, Roux J, Gartland B, Matthay M, et al. Extracellular heat shock protein 72 is a marker of the stress protein response in acute lung injury. *J of Am j physiol lung cell mol physiol* 2006; 291: L354-L361.
 5. Lennon S.L, Gammeren D, Clements J. Decline in Myocardial Antioxidant Enzymes and Hsp72 Following Cessation of Exercise Training. *J of Medicine & Science in Sports & Exercise* 2002; Volume 34 - Issue 5-p S111
 6. Milne KJ, Noble EG. Exercise-induced elevation of HSP70 is intensity dependent. *J Appl Physiol*. 2002 Aug;93(2):561-68.
 7. Febbraio MA, Koukoulas I. HSP72 gene expression progressively increases in human skeletal muscle during prolonged, exhaustive exercise. *J Appl Physiol*. 2000 Sep;89(3):1055-60.
 8. Whitham M, Walker GJ, Bishop NC. Effect of caffeine supplementation on the extracellular heat shock protein 72 response to exercise. *J Appl Physiol*. 2006 Oct;101(4):1222-227.
 9. 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. *Biotechnol. & Biotechnol* 2005; 14(3): 457-63.
 10. Machado M; Vigo JFF; Breder AC; Simoes JR; Ximenes MC; Hackney AC. Effect of short term caffeine supplementation and intermittent exercise on muscle damage markers. *J of Biology of sport* 2009; 26(1): 3-11.
 11. Olcina GJ, Muñoz D, Timón R, Caballero MJ, Maynar JJ, Córdova A, et al. Effect of caffeine on oxidative stress during maximum incremental exercise. *J of sport science and med* 2006; 5: 621-28.
 12. Cinar V, Mogulkoc R, Baltaci AK, Polat Y. Adrenocorticotrophic Hormone and Cortisol Levels in Athletes and Sedentary Subjects at Rest and Exhaustion: Effects of Magnesium Supplementation. *Biol Trace Elem Res* 2007; 121(3): 215-20.
 13. Natália S, Vimercatti, Paulo V. Two doses of caffeine do not increase the risk of exercise-induced muscle damage or leukocytosis. *Physical Education and Sport* 2008; 52: 96-99.
 14. Campisi J, Fleshner M. Role of extracellular HSP72 in acute stress-induced potentiation of innate immunity in active rats. *J Appl Physiol*. 2003 Jan; 94(1):43-52.
 15. 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: 523-30.
 16. Karcz-Kubicha M, Antoniou K, Terasmaa A, Quarta D, Solinas M, Justinova Z, et al. Involvement of adenosine A1 and A2A receptors in the motor effects of caffeine after its acute and chronic administration. *Neuropsychopharmacology*. 2003 Jul; 28(7):1281-291.
 17. Lovallo WR, Al'Absi M, Blick K, Whitsett TL, Wilson MF. Stress-like adrenocorticotropin responses to caffeine in young healthy men. *Pharmacol Biochem Behav*. 1996 Nov; 55(3):365-69.
 18. Hopkins W, Hansen K, Wood M, Cronin J, Lowe T. Effect of caffeine on testosterone and cortisol responses in resistance exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2008; 18(2):131-41.