

پاسخ هورمون‌های متابولیکی و استقامت عضلانی ورزشکاران

به مصرف کوتاه مدت کراتین و کافئین

احسان دیناروند

کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد

دکتر ناصر بهپور¹

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی اثر مصرف کافئین پس از یک دوره بارگیری کراتینی بر استقامت عضلانی و سطوح کورتیزول و کاتکولامین در مردان ورزشکار انجام شد. آزمودنی‌های این تحقیق 12 دانشجوی ورزشکار بودند که پس از تکمیل فرم رضایت نامه، به عنوان گروه کنترل ابتدا در ارزیابی عملکرد استقامت عضلانی بالاتنه (پرس سینه) و پائین تنه (اکستنشن ساق پا) با آزمون وزنه زنی با وزنه 70 درصد یک تکرار بیشینه تا واماندگی شرکت کردند و بعد از آزمون، برای ارزیابی سطوح کورتیزول، اپی نفرین و نوراپی نفرین، 5 سی سی نمونه خونی از ورید بازویی گرفته شد. سپس، آزمودنی‌ها در 3 موقعیت گروه دارونما (بدون کمک ارگوژنیکی)، گروه‌های تجربی 1 (مصرف 0/3 گرم کراتین در هر کیلوگرم وزن بدن در روز به مدت 5 روز و به دنبال آن مصرف 6 میلی گرم دارونما در هر کیلوگرم وزن بدن) و گروه تجربی 2 (مصرف 0/3 گرم کراتین در هر کیلوگرم وزن بدن در روز به مدت 5 روز و به دنبال آن مصرف 6 میلی گرم در هر کیلوگرم وزن بدن کافئین) گروه بندی شدند. پس از قرار گیری در هر سه حالت از همه آنها به عنوان پس آزمون، آزمون مجدد به عمل آمد. برای تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری و آزمون تی جفت استفاده شد. نتایج نشان داد که پس از اعمال متغیر مستقل در گروه تجربی 2، بهبود معنی داری در استقامت بالاتنه، و پایین تنه و میزان تغییرات کورتیزول و کاتکولامین‌ها مشاهده شد اما در گروه دارونما هیچ بهبودی در متغیرهای وابسته تحقیق مشاهده نشد، در حالی که در گروه تجربی 1 فقط در میزان استقامت بالاتنه و پایین تنه بهبود معنی داری مشاهده شد. تحقیق حاضر نشان داد که مصرف مکمل کافئین بعد از دوره بارگیری کراتینی، باعث بهبود در استقامت عضلانی و سطوح کورتیزول و کاتکولامین‌ها شده و از این روی می‌تواند برای ورزشکاران مفید باشد.

کلیدواژه‌ها:

کافئین، کراتین، استقامت عضلانی، کاتکولامین‌ها

¹ n_behpoor@yahoo.com

مقدمه

رسیدن به اوج اجرای ورزشی، هدف اصلی ورزشکاران و مربیان است. تغذیه عامل بسیار مهم در رسیدن به این هدف به شمار می‌آید. در بین مکمل‌های تغذیه‌ای رایج، کراتین پرمصرف‌ترین نوع مکمل ورزشی است که بیشترین مصرف را به ویژه در بین ورزشکاران قدرتی و سرعتی دارد. بخش اعظم کراتین¹ بدن انسان درون عضلات اسکلتی ذخیره می‌شود (95 درصد)، که از این مقدار فقط حدود 30 درصد آن به شکل کراتین آزاد (Cr) و مابقی آن به صورت فسفو کراتین (PCr) است (2). بدن انسان توسط کلیه، کبد و پانکراس روزانه تنها حدود یک گرم کراتین را از اسید آمینه‌های غیر ضروری می‌سازد. کراتین و فسفو کراتین در متابولیسم عضلانی طی تمرین نقش مهمی دارند. موجودیت فسفو کراتین در عملکردهای کوتاه و تمرین‌های پرتوان نقش ویژه‌ای دارد، زیرا تخلیه محتوای فسفو کراتین عضلانی به عدم توانایی در حفظ میزان سنتز ATP منجر می‌شود (1). کراتین یا متیل گوانیدین اسید لاکتیک یک آمین نیترژن دار درون زاد است که مستعد فسفوریلاسیون سریع و برگشت پذیر می‌باشد. ترکیب فسفاتی آن (کراتین فسفات) یک منبع مهم فسفات برای سنتز آدنوزین تری فسفات به وسیله دستگاه انرژی ATP-فسفو کراتین است (2). در فعالیت‌های شدید، اتمام سریع انرژی و افزایش تجمع اسید لاکتیک از جمله عوامل بروز خستگی زودرس و به دنبال آن کاهش عملکرد در طول یک دوره از مسابقات است (8). بنابراین به نظر می‌رسد مصرف مکمل‌هایی که بتوانند موجب تقویت و بازسازی سریع‌تر منابع انرژی شده و همچنین از اختلال در تعادل اسیدی-بازی جلوگیری کنند، مفید باشد. همچنین کافئین به عنوان یک عامل نیروزا با تأثیر بر آزادسازی کاتکولامین‌ها در فعالیت‌های ورزشی به منظور بهبود اجرای ورزشکاران توصیه می‌شود (33). پژوهشگران بر این باورند که مصرف کافئین موجب افزایش اسیدهای چرب آزاد و کاهش گلیکولیز و لاکتات خون می‌شود و با به تأخیر انداختن آستانه خستگی موجب ماندگاری ورزشکار در فعالیت‌های بدنی سنگین و طاقت فرسا می‌شود (32,6). کافئین به دلیل اثرات آنتی اکسیدانی روی محافظت سلول از آسیب‌های سلولی مؤثر است (31,6). این احتمال که کافئین می‌تواند عملکرد ورزشکاران را در رویدادهای ورزشی و فعالیت‌های طولانی مدت ارتقا بخشد، همیشه موضوع مورد علاقه پژوهشگران بوده است (15). در این راستا اولسینا و همکاران² (2006) طی پژوهشی در یک فعالیت پیش رونده روی چرخ کارسنج نشان دادند که آزمودنی‌ها با مصرف کافئین آسیب اکسایشی کمتری می‌بینند (24). فعالیت عضلانی شدید و کوتاه مدت موجب افزایش برخی هورمون‌های استرسی موجود در خون مانند کورتیزول، اپی نفرین و نوراپی نفرین می‌شود. تغییر در مقادیر این هورمون‌ها موجب تغییر در پاسخ سیستم دفاعی بدن می‌شود (30). هم چنین، 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 (29). زیرا ورزش به عنوان یک عامل استرس زا می‌تواند عملکرد ایمنی را تغییر

¹ Creatine² Olcina et al

دهد. استرس از راه متغیرهای گوناگونی بر شاخص‌های ایمنی تأثیر می‌گذارد. شامل: ویژگی‌های استرس (طول، شدت)، نوع ایمنی (ذاتی، اکتسابی) و ویژگی‌های ارگانیزم (سن و وضعیت فعالیت بدنی) می‌باشد. با تغییر این متغیرها تأثیر استرس بر دستگاه ایمنی بیش از پیش آشکار می‌شود (7). مکمل یاری کافئین در طول تمرین به تحریک قوی دستگاه عصبی سمپاتیک منجر می‌شود و از آن جا که مکمل یاری کافئین سبب القای اپی نفرین و احتمالاً پاسخ‌های نوراپی نفرین بیشتری به ورزش می‌شود، استفاده از این مکمل برای ورزشکاران شرایط مناسبی را برای ارزیابی نقش کاتکول آمین‌ها در تحریک آزادسازی هورمون‌های استرسی، فراهم می‌کند (33). پژوهش‌ها نشان داده است که هورمون‌های استرسی هم برای سلول‌های در معرض استرس و هم برای سلول‌های طبیعی نقش‌های فیزیولوژیکی مهمی دارند (7). کافئین به عنوان یک عامل نیروزا با تأثیر بر آزادسازی کاتکولامین‌ها در فعالیت‌های ورزشی به منظور بهبود اجرای ورزشکاران توصیه می‌شود (31). پژوهشگران بر این باورند که مصرف کافئین موجب افزایش اسیدهای چرب آزاد و کاهش گلیکولیز و لاکتات خون می‌شود و با به تأخیر انداختن آستانه خستگی موجب ماندگاری ورزشکار در فعالیت‌های بدنی سنگین و طاقت فرسا می‌شود (26،11). کراتین و کافئین، برای مقاصد تمرینی و رقابتی، مصارف متداول و رایجی در ورزش دارند (34). مصرف متداول کافئین اغلب با غلظت‌های بالا (4 تا 9 میلی گرم در هر کیلوگرم وزن بدن) و بر پایه موثر و کارآمد بودن این دوزهای مصرفی انجام می‌شود اما شواهد حمایت کننده از این مطلب کم بوده و تفاوت‌های فردی و عادات مصرف این ماده عوامل مسئول نتایج ضد و نقیض در این امر قلمداد شده‌اند (28). در مقابل، به نظر می‌رسد دوزهای مکمل یاری متداول کراتین رو به کاهش است چون ادبیات پژوهشی در این زمینه مدعی هستند که دوزهای پائین تر می‌توانند به همان اندازه برنامه‌های بارگیری با دوزهای بالاتر موثر باشند اما در این زمینه هم تفاوت‌های فردی و هم پاسخدهی‌های متفاوت به مصرف، عوامل مسئول بروز نتایج متناقض می‌باشند (21). در سالهای اخیر، کافئین به عنوان یک کمک ارگوژنیک یا کارافزا در مواد ورزشی دوچرخه سواری و دویدن مسافت‌های طولانی مورد استفاده قرار گرفته است. باور استفاده‌کنندگان از این شیوه مکمل‌سازی بر پایه شواهد علمی استوار بوده است که نشان داده‌اند کافئین، مصرف چربی در رکابزنان تمرین دیده را افزایش می‌دهد (7). نهلیگ و دبری¹ (1994)، در یک مرور علمی در زمینه کافئین و فعالیت ورزشی، تأثیرات عمده کافئین را اثر بر گیرنده‌های آدنوزینی، افزایش تولید کاتکولامین‌های پلاسمایی که به بدن این امکان و اجازه را می‌دهند که با استرس وارده در اثر فعالیت بدنی مقابله کرده و تطابق یابد، افزایش فراهمی اسیدهای چرب آزاد به عنوان سوبسترای عضله فعال در اثر افزایش کاتکولامین‌ها و از این روی ذخیره سازی گلیکوژن، افزایش انقباض پذیری عضله دانسته‌اند. آنها عنوان نموده‌اند که مصرف کافئین بر عملکرد در تمرینات شدید کوتاه مدت تأثیری ندارد اما زمان رسیدن به خستگی را به تعویق می‌اندازد. محققین نتیجه گرفته‌اند که کافئین قادر به بهبود استقامت و عملکرد جسمانی در

¹ Nehlig and debray

فعالیت‌های طولانی مدت با شدت زیر بیشینه بوده و ذخیره گلیکوژن ناشی از افزایش لیپولیز می‌تواند در طولانی کردن زمان رسیدن به خستگی موثر باشد (20، 25). کراتین یک اسید آمینه طبیعی است که در گوشت و ماهی یافت می‌شود و توسط بدن نیز در کبد، کلیه‌ها، و پانکراس تولید می‌شود. این ماده به کراتین فسفات یا فسفوکراتین تغییر شکل داده و در عضلات، جایی که برای تولید انرژی مورد مصرف قرار می‌گیرد، ذخیره می‌گردد. ارزش کراتین به خاطر نقش آن در باسازی ATP است. کراتین، سطوح فسفوکراتین عضله را که به بدن کمک می‌کند تا به سرعت ATP عضله را بازتولید نماید بالا می‌برد. ATP، انرژی لازم برای حرکات انفجاری کوتاه مدت شدید مثل دوی سرعت و وزنه برداری را تامین می‌نماید. بر طبق مطالعه‌ای که در سال 2009 در نشریه متابولیسم منتشر شده است، اعتقاد بر این است که کافئین می‌تواند آنزیمی را فعال نماید که سطوح فسفوکراتین در عضلات را کاهش می‌دهد (14). بر طبق مطالعه منتشر شده در ژورنال فیزیولوژی کاربردی در سال 2002، به نظر می‌رسد که کافئین و کراتین تأثیرات متضادی بر زمان بازیافت و استراحت عضله بدنبال انقباضات عضلانی داشته باشد (19). گفته شده است که کافئین زمان استراحت عضله را طولانی‌تر می‌کند اما کراتین آن را کوتاه‌تر می‌سازد. به نظر می‌رسد که اثر کافئین بر زمان استراحت عضله از اثر کراتین فراتر باشد و بتواند تأثیرات کراتینی را خنثی نماید. از این رو، و بر طبق مرور علمی انجام شده توسط سالنامه تغذیه و متابولیسم در سال 2010، و با توجه به تأثیرات متفاوت و متضاد، پایه منطقی و استدلال خوبی برای مصرف باهم کراتین و کافئین برای افزایش عملکرد ورزشی وجود ندارد. از طرف دیگر، این نکته که آیا پس از بارگیری کراتینی و بروز تأثیرات این ماده در بدن، آیا خوردن کراتین باز هم تأثیرات متفاوتی در بدن خواهد داشت یا نه، در پرده ابهام وجود دارد و از این روی، این تحقیق بر آن است که تأثیر خوردن کافئین (6 میلی گرم در هر کیلوگرم وزن بدن) پس از بارگیری 5 روزه کراتینی (0/3 گرم کراتین در هر کیلوگرم وزن بدن در روز) را بر عملکرد استقامتی عضلات بالاتنه و پائین تنه و سطوح کورتیزول و کاتکولامین در مردان ورزشکار مورد مطالعه قرار دهد.

روش تحقیق

طرح تحقیق حاضر از نوع تحقیقات نیمه تجربی است. جامعه آماری این تحقیق، دانشجویان تربیت بدنی دانشگاه شهید چمران اهواز بودند که از میان آن‌ها تعداد 15 نفر داوطلب همکاری شدند که از بین آنها 12 نفر به روش تصادفی ساده انتخاب شدند و در طول تحقیق در سه موقعیت گروه دارونما (بدون کمک ارگوژنیک)، گروه‌های تجربی 1 (مصرف 0/3 گرم کراتین در هر کیلوگرم وزن بدن در روز به مدت 5 روز و به دنبال آن مصرف 6 میلی گرم دارونما در هر کیلوگرم وزن بدن) و گروه تجربی 2 (مصرف 0/3 گرم کراتین در هر کیلوگرم وزن بدن در روز به مدت 5 روز و به دنبال آن مصرف 6 میلی گرم در هر کیلوگرم وزن بدن کافئین)، قرار گرفتند. ابتدا ویژگی‌های پیکری شامل سن، وزن، قد ایستاده، شاخص توده بدنی ارزیابی شد. جهت اندازه گیری قد و وزن آزمودنی‌ها از دستگاه SEGA استفاده خواهد شد. پس از ثبت قد و وزن آزمودنی‌ها، شاخص توده بدنی از

تقسیم وزن به کیلوگرم بر مجذور قد به متر محاسبه شد. سپس به عنوان گروه کنترل ابتدا برای ارزیابی عملکرد استقامت عضلانی بالاتنه (پرس سینه) و پائین تنه (اکستنشن ساق پا) از آزمون وزنه زنی با وزنه 70 درصد یک تکرار بیشینه تا واماندگی استفاده شد و بعد از اجرای آزمون از هر کدام از آزمودنی‌ها نمونه خونی به میزان 5 سی سی از ورید بازویی برای ارزیابی سطوح کورتیزول، اپی نفرین و نوراپی نفرین، گرفته شد و مقادیر به دست آمده به عنوان پیش آزمون ثبت گردید. شرکت کنندگان روز قبل از پیش آزمون به عنوان گروه کنترل، خواب و استراحت کامل داشتند. از آزمودنی‌ها خواسته شد که شب قبل از انجام پیش آزمون، شام را قبل از ساعت 9 بخورند و پس از آن هیچ غذای را مصرف نکنند. سپس روز بعد همه آزمودنی‌ها ساعت 8 صبح در حالت ناشتا در سالن ورزشی حاضر شدند. درجه حرارت سالن 23 درجه سانتیگراد ثبت گردید. در کل، 4 مرحله نمونه خون از ورید آرنجی افراد گرفته شد. مرحله اول نمونه گیری خون به عنوان مرحله پیش آزمون و در حالت استراحت بود و سه مرحله دیگر بعد اجرای آزمون در سه حالت دارونما، گروه تجربی 1 و 2 بود. آزمودنی‌ها در سه موقعیت گروه دارونما و گروه تجربی 1 و 2 (فاصله زمانی هر مرحله یک هفته بود) قرار گرفتند و برای ارزیابی متغیرهای وابسته به همان شیوه آزمون گیری مجدد به عمل آمد. برای جلوگیری از تأثیرات احتمالی ریتم شبانه روزی، گروه‌های تحقیق در روزهای متفاوت و در یک ساعت برای انجام تحقیق حاضر شدند.

تحلیل آماری

در قسمت آمار استنباطی و برای آزمون فرضیه‌ها، جهت بررسی توزیع طبیعی داده‌ها، آزمون کولموگروف اسمیرنوف به کار برده شده است. همچنین برای بررسی تغییرات درون گروهی، ابتدا از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری استفاده شد و در جایی که تفاوت معناداری مشاهده گردید، از آزمون تی همبسته برای بررسی تفاوت‌های دو به دویی استفاده شد. همچنین سطح 0/05 برای رد یا قبول فرضیات در نظر گرفته شده است و کلیه محاسبات آماری توسط نسخه 16 نرم‌افزار SPSS انجام شد.

یافته‌ها

اطلاعات توصیفی مربوط به آزمودنی‌ها در جدول زیر نشان داده شده است.

جدول (1) مشخصات توصیفی آزمودنی‌ها

میانگین	انحراف استاندارد	حداقل	حداکثر
22/42	3/21	19/00	24/00
179/28	6/64	168/00	189/4
69/35	6/51	63/5	79/3
22/14	1/67	20/04	24/61

در بخش آمار استنباطی، قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها، از آزمون کولموگروف اسمیرنوف برای کسب اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده‌ها استفاده شد (جدول 2).

جدول (2) آزمون کلموگروف- اسمیرنوف

sig	Z	فاکتورهای اندازه‌گیری شده
0/843	0/202	استقامت عضلانی بالا تنه
0/509	0/682	استقامت عضلانی پایین تنه
0/45	0/783	سطح کورتیزول
0/094	1/83	سطح اپی نفرین
0/872	1/164	سطح نوراپی نفرین

نتیجه آزمون t وابسته در جدول 3 نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین مراحل مختلف آزمون در رابطه با متغیرهای وابسته تحقیق وجود دارد. نتایج نشان داد که در گروه تجربی 1 (مصرف 0/3 گرم کراتین در هر کیلوگرم وزن بدن در روز به مدت 5 روز و به دنبال آن مصرف 6 میلی گرم دارونما در هر کیلوگرم وزن بدن) بعد از اعمال متغیر مستقل در متغیرهای استقامت بالا تنه و پایین تنه آزمودنی‌ها اختلاف معنی‌داری نسبت به پیش آزمون وجود دارد به طوری که یک افزایش معنی‌دار 17 درصدی در استقامت بالا تنه و 9 درصدی در استقامت پایین تنه در آزمودنی‌ها مشاهده شد ($P=0/004$) و ($P=0/024$)، در صورتی که در سایر متغیرهای تحقیق (میزان کورتیزول، اپی نفرین و نوراپی نفرین) در آزمودنی‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P=0/058$ و $P=0/062$ و $P=0/127$). همچنین نتایج نشان داد که آزمودنی‌ها در گروه تجربی 2 (مصرف 0/3 گرم کراتین در هر کیلوگرم وزن بدن در روز به مدت 5 روز و به دنبال آن مصرف 6 میلی گرم در هر کیلوگرم وزن بدن کافئین)، بعد از اعمال متغیر مستقل تفاوت معنی‌داری در میزان استقامت بالا تنه ($P=0/003$)، استقامت پایین تنه ($P=0/001$)، میزان تغییرات کورتیزول ($P=0/047$)، سطح اپی نفرین ($P=0/006$) و سطح نوراپی نفرین ($P=0/041$)، نسبت به حالت پیش آزمون مشاهده گردید (جدول 3). در آزمون ANOVA در جهت بررسی مقایسه بین گروه‌های تحقیق با توجه به نتایج جدول 4 مشاهده شد که در همه متغیرهای مورد مطالعه در بین گروه گروه کنترل با گروه‌های تجربی 1 و گروه تجربی 2 تفاوت معنی‌داری مشاهده می‌گردد. همچنین در مقایسه میانگین بین گروهی بین گروه‌های تجربی 1 و 2 در متغیرهای استقامت بالاتنه ($P=0/035$)، استقامت پایین تنه ($P=0/014$)، کورتیزول ($P=0/025$)، سطح اپی نفرین ($P=0/04$) و سطح نوراپی نفرین ($P=0/03$) تفاوت معنی‌داری مشاهده شد.

جدول (3) نتایج تحلیل واریانس متغیرهای تحقیق در سه موقعیت دارونما، گروه تجربی 1 و تجربی 2

گروه	متغیر وابسته	مجموع مجذورات	میانگین مجذورات	درجه آزادی	F	P
دارونما	استقامت بالاتنه (تعداد)	0/042	0/042	1	0/022	0/882
	استقامت پایین تنه (تعداد)	1/5	1/5	1	0/818	0/376
	سطح کورتیزول (میکروگرم در دسی لیتر)	2/018	2/018	1	1/137	0/254
	سطح اپی نفرین (نانوگرم در دسی لیتر)	0/577	0/577	1	0/019	0/893
	سطح نوراپی نفرین (نانوگرم در دسی لیتر)	3/937	3/937	1	0/114	0/739
گروه تجربی 1	استقامت بالاتنه (تعداد)	40/042	40/042	1	18/009	*0/001
	استقامت پایین تنه (تعداد)	66/667	66/667	1	34/375	*0/001
	سطح کورتیزول (میکروگرم در دسی لیتر)	0/905	0/905	1	0/665	0/424
	سطح اپی نفرین (نانوگرم در دسی لیتر)	1/382	1/382	1	0/04	0/843
	سطح نوراپی نفرین (نانوگرم در دسی لیتر)	6	6	1	0/174	0/68
گروه تجربی 2	استقامت بالا تنه (تعداد)	126/042	126/042	1	35/137	*0/001
	استقامت پایین تنه (تعداد)	228/167	228/167	1	118/575	*0/001
	سطح کورتیزول (نانوگرم در دسی لیتر)	133/67	133/67	1	72/457	*0/001
	سطح اپی نفرین (نانوگرم در دسی لیتر)	886/882	886/882	1	24/586	*0/001
	سطح نوراپی نفرین (نانوگرم در دسی لیتر)	1092/15	1092/15	1	30/224	*0/001

*معنی داری در سطح $P < 0/05$

جدول (4) نتایج آماری مربوط به تفاوت‌های بین گروهی در پس آزمون در متغیرهای مورد مطالعه

متغیر	تفاوت درون گروهی	سطح معنی داری
استقامت بالاتنه (تعداد)	دارونما	*0/004
	دارونما	*0/001
	تجربی 1	*0/035
استقامت پایین تنه (تعداد)	دارونما	*0/002
	دارونما	*0/001
	تجربی 1	*0/014
سطح کورتیزول (میکروگرم در دسی لیتر)	دارونما	0/468
	دارونما	*0/004
	تجربی 1	*0/025
سطح اپی نفرین (نانوگرم در دسی لیتر)	دارونما	0/085
	دارونما	*0/005
	تجربی 1	*0/04
سطح نوراپی نفرین (نانوگرم در دسی لیتر)	دارونما	0/674
	دارونما	*0/001
	تجربی 1	*0/03

*معنی داری در سطح $P < 0/05$

بحث و نتیجه گیری

نتایج به دست آمده درباره استقامت عضلانی نشان می‌دهد که مصرف مکمل کراتین با و بدون کافئین باعث بهبود معنی داری در این متغیرها شده است ($P < 0/05$). البته نتایج نشان می‌دهد که در گروه تجربی 1 (مصرف کراتین به اضافه دارونما) موجب افزایش معنی‌دار 17 درصدی در میزان استقامت عضلانی بالاتنه و افزایش 22 درصدی در استقامت پایین تنه آزمودنی‌ها در گروه تجربی 1 شد در حالی که با توجه به یافته‌ها، هنگامی که آزمودنی‌ها در موقعیت گروه تجربی 2 (مصرف کراتین و کافئین) قرار دارند پس از اعمال متغیر مستقل، نتایج یک افزایش معنی‌دار 31 درصدی در استقامت بالاتنه و 42 درصدی در استقامت پایین تنه آزمودنی‌ها را نشان می‌دهد. این نتیجه نشان می‌دهد که پس از مصرف مکمل کافئین به دنبال بارگیری کراتینی، در استقامت عضلات بالاتنه و پایین تنه آزمودنی‌ها بهبود بیشتری نسبت به گروه تجربی 1 و گروه دارونما مشاهده شده است. در این زمینه آستورینو و همکاران (2008) اثر مصرف دوز متوسط (6 میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) کافئین را بر 1RM و تکرار تا خستگی با 60 درصد 1RM در حرکت‌های پرس سینه و پرس پا 22 مرد مقاومتی کار بررسی کردند. نتایج به دست آمده در تمامی شاخص‌ها غیرمعنادار بود. ضمن اینکه نتایج در رابطه با مجموع وزنه زده شده در تکرار تا خستگی، 12 درصد افزایش نشان داد. این محققان محدودیت اصلی تحقیق خود را عدم اندازه‌گیری تغییرات غلظت خونی کاتکولامین‌ها در پاسخ به کافئین مصرفی برشمردند و تفاوت‌های بین افراد در پاسخ به کافئین را از جمله دلایل عدم معناداری نتایج دانستند (3). گلدستین و همکاران (2010) اثر مصرف مقادیر متوسط کافئین (6 میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) را بر عملکرد 15 زن، با سابقه شش ماه تمرین مقاومتی بررسی کردند. شاخص‌های مورد بررسی 1RM و تکرار تا خستگی با 60 درصد 1RM در حرکت پرس سینه بود. محققان افزایش معنادار 1RM را در پرس سینه و عدم تأثیر معنادار بر تکرار تا خستگی را گزارش کردند. این نتایج با نتایج تحقیق ما ناهمخوان است. البته گلدستین و همکاران در مطالعه خود از آزمودنی‌های زن با سابقه شش ماه تمرین مقاومتی استفاده کردند و تنها شرط شرکت برای شرکت در این تحقیق، توانای انجام پرس سینه با 70 درصد وزن افراد بود. این محققان بیان کردند با توجه به اینکه این اولین تحقیق انجام گرفته در این حوزه در بین این جمعیت است، باید از تعمیم و مقایسه با نمونه‌ها اجتناب کرد (17). ولف و همکاران (2009) اثر مصرف متوسط کافئین را بر تکرار تا خستگی در حرکت پرس سینه روی 17 فوتبالیست مرد بررسی کردند. نتیجه بدست آمده از این تحقیق تغییر معناداری را نشان نداد که با نتیجه تحقیق ما ناهمخوان می‌باشد. از دلایل این ناهمخوانی استفاده مکمل کراتین همراه با کافئین در تحقیق حاضر و همچنین تفاوت در آزمودنی‌ها را می‌توان نام برد (34). از سوی دیگر نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق دوهرتی و همکاران (2001) و کوکس و همکاران (2002) همخوانی دارد (13، 12). واندنبرگ و همکاران (1997) بیان کردند که سنتز مجدد فسفوکراتین به وسیله مصرف همزمان کافئین کاهش می‌یابد و کافئین از فرآیند سنتز مجدد

فسفوکراتین جلوگیری می‌کند (31). البته هنوز سازکار این عمل به خوبی مشخص نشده است و نیاز به مطالعات بیشتری در این زمینه دارد. به دلیل اثرات زیاد کافئین بر روی بیشتر بافت‌های بدن و نیز اثرات کراتین بر روی اجرا نمی‌توان سازوکارهای مختلف افزایش دهنده اجرا را متمایز کرد و نقش برجسته‌تری به یکی از آن‌ها داد. یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که با مصرف مکمل کافئین، استقامت عضلات بالاتنه و پایین تنه نسبت به پیش‌آزمون و گروه دارونما افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر مکمل کافئین و کراتین باعث بهبود اجرا شده است. اثرات نیروزایی کافئین به سازوکارهای متعددی شامل مخالفت با گیرنده آدنوزین، تحریک دستگاه عصبی مرکزی، افزایش پمپ سدیم-پتاسیم-آدنوزین تری فسفاتاز، بسیج کلسیم داخل سلولی، افزایش غلظت کاتکولامین‌ها و ذخیره سازی کربوهیدرات نسبت داده می‌شود (27، 11، 12). از سوی دیگر مکمل کراتین فراهمی فسفوکراتین را افزایش می‌دهد. غلظت ابتدایی بالاتر فسفوکراتین عضله ممکن است به حفظ انقباضات عضله کمک کند (5). مکمل کراتین سنتز مجدد فسفوکراتین را افزایش می‌دهد. سطوح ابتدایی بالاتر کراتین ممکن است به سنتز بیشتر فسفوکراتین هنگام بازیافت کمک کند (22). همچنین نتایج تحقیق نشان داد که مصرف مکمل کراتین و کافئین تأثیر معناداری بر سطح کورتیزول آزمودنی‌ها دارد ($P=0/047$). اما در گروه کنترل و دارونما هیچگونه تفاوت معنی داری در میزان سطح کورتیزول آزمودنی‌ها مشاهده نشد. افزایش ترشح کورتیزول با توجه به ظرفیت تمرینی افراد، تابع شدت تمرین است. تفاوت‌های فردی نیز در پاسخ گلوکوکورتیکوئیدها به تمرین به ویژه در افرادی که خوب تمرین می‌کنند، تأثیر بیشتری دارد زیرا کورتیزول در حین تمرین‌های شدید آزاد می‌شود (16). در همین راستا پکر¹ و همکاران (2005)، نیمن² و همکاران (2001) تأثیر مصرف کافئین و کربوهیدرات را در جلوگیری از افزایش سطوح کورتیزول پلاسمایی نشان داده و عنوان نمودند که افزایش کمتر ترشح کورتیزول در گروه تجربی 2 (مصرف کراتین و کافئین) ممکن است دلیلی برای ایمنی و سلامتی طولانی مدت باشد (23). بیون³ و همکاران (2008) در توجیه این سازکار بیان می‌کنند که مصرف مکمل کافئین مانع کاتابولیسم پروتئین می‌شود. بر این اساس مصرف این مکمل قبل از فعالیت استقامتی با مهار ترشح هورمون کورتیزول، غلظت‌های هورمون رشد را افزایش می‌دهد و در نتیجه، فرایندهای آنابولیک ادامه پیدا می‌کند (4). در زمینه تغییرات اپی نفرین و نوروپی نفرین نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که در گروه دارونما و گروه تجربی 1 هیچ افزایش معناداری مشاهده نشد. ولی در گروه تجربی 2 همراه با مصرف کافئین مقدار اپی نفرین و نوروپی نفرین پس از مصرف کافئین افزایش معناداری حاصل شد که با نتایج کوکس و همکاران (2001) و دوهرتی و همکاران (2004) ناهمخوان بود. به طور معمول به نظر می‌رسد کوتاه بودن و تناوبی بودن فعالیت سبب می‌شود که هورمون‌هایی مانند کورتیزول، در رهایش اسیدهای چرب آزاد وارد عمل شوند، زیرا تحقیقات نشان داده‌اند که در اوایل تمرین و قبل از اینکه کاتکولامین‌ها به ویژه نوروپی نفرین در اکسیداسیون چربی‌ها وارد عمل شود،

¹ Peker² Nieman³ Beaven

ابتدا و در حدود 30 دقیقه اول تمرین، کورتیزول نقش زیادی در تجزیه چربی‌ها دارند (9). در زمینه پاسخ‌های کاتکولامین‌ها پس از مصرف کافئین گفته شده است که کافئین به دلیل تحریک سیستم سمپاتیک در بخش مرکزی آدرنال موجب افزایش کاتکولامین‌ها می‌شود (9). از طرف دیگر، تحقیقات دیگر علت بالا بودن کاتکولامین پس از مصرف کافئین، تأثیر کاهش سرعت پالایش کاتکولامین‌های خون هنگام برگشت به حالت اولیه ذکر کرده‌اند (10). نتایج تحقیق نشان دهنده افزایش معنادار 17 درصدی در میزان اپی نفرین و 13 درصدی در میزان نوراپی نفرین در گروه تجربی 2 می‌باشد (به ترتیب، 0/006 و $P=0/041$). این میزان افزایش می‌تواند بر روی متابولیسم کربوهیدرات‌ها از طریق آدنوزین مونوفسفات حلقوی اثر بگذارد. همچنین، افزایش میزان ترشح اپی نفرین در این مرحله باعث افزایش میزان ترشح اسیدهای چرب آزاد از بافت ذخیره چربی در بدن می‌شود. این مکانیسم مانند کربوهیدرات‌ها از طریق فعال کردن لیپازها به کمک آدنوزین مونوفسفات حلقوی صورت می‌گیرد (18). به طور کلی در این تحقیق مصرف مکمل کراتین و بدنبال آن مصرف کافئین توانست تغییرات معناداری در میزان استقامت عضلات بالاتنه و پایین تنه و میزان تغییرات سطح کورتیزول، اپی نفرین و نوراپی نفرین به وجود آورد و باعث بهبود استقامت عضلات و سایر متغیرهای وابسته تحقیق شود.

منابع

1. شیخ الاسلامی وطنی، داریوش. گایئنی، عباسعلی. (1384). تأثیر مصرف کوتاه مدت مکمل کراتین بر عملکردهای سرعتی و استقامتی شناگران غیرحرفه‌ای. فصل نامه المپیک، سال سیزدهم، شماره 6.
2. قراخانلو، رضا. و همکاران. (1388). تأثیر مصرف کوتاه مدت 20 و 30 گرم مکمل کراتینی منوهیدرات بر اجرای بی‌هوای و لاکتات خون کشتی‌گیران. مجله المپیک، شماره 2.
3. Astorino TA, Roberson DW. (2010). Efficacy of acute caffeine ingestion for short-term high-intensity exercise performance: a systematic review. *J Strength Cond Res*.24:257-65.
4. Beaven C, Hopkins W, Hansen K, Wood M, Cronin J, Lowe T. (2008). Effect of caffeine on testosterone and cortisol responses in resistance exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*; 18(2):131-41.
5. Beck TW, Housh TJ, Schmidt RJ, Johnson GO, Housh DJ, Coburn JW, Malek MH. (2006). The acute effects of a caffeine-containing supplement on strength, muscular endurance, and anaerobic capabilities. *J Strength Cond Res*. Aug;20(3):506-10.
6. Burke LM. (2008). Caffeine and sports performance. *Appl Physiol Nutr Metab*.33:1319-34.
7. 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.
8. Cheol WL, Jung ML, Young S. (2006). The effects of sodium bicarbonate and creatine loading on kiching ability of taekwondo players. *J Sterngh Cond Res*. 21(5): 217-226.

9. Chwalbinska, J. (2005). "Early effect of short endurance training on hormonal responses to graded exercise". *International Journal of Sport Physiology*. 56(7). PP:67-99.
10. Collomp, K.S. Ahmaidi, M., Audrain, J.L., Channel, C. (1991). "Effects of caffeine ingestions on performance and anaerobic metabolism during the wingate test". *Int J Sport med*. 12. PP:439-443.
11. Costill DL, Dalsky GIP, and Fink WJ. (1978). Effect of caffeine ingestion on metabolism and exercise performance. *Med Sci Sports Exerc*, 10:155-158.
12. Cox, Gregory & et al. (2002). "Effect of different protocols of caffeine intake on metabolism and endurance performance". *JAppl Physiol*. 93. PP:990-999.
13. Doherty M, Smith PM, Davison RC, Hughes MG. (2002). Caffeine is ergogenic after supplementation of oral creatine monohydrate. *Med Sci Sports Exerc*. Nov; 34(11):1785-92.
14. Egawa, T, et al. (2009). Caffeine Acutely Activates 5'adenosine Monophosphate-Activated Protein kinase and Increases Insulin-Independent Glucose Transport in Rat Skeletal Muscles. *Metabolism*.
15. Fischer CJ, Hiscock N, Basu S, Vessby B, Kallner A, Sjoberg L, et al. (2006). Vitamin E isoform-specific inhibition of the exercise-induced heat shock protein 72 expression in human. *J Appl physiol*; 100:1679-87.
16. Gleeson M. (2007). Immune function in sport and exercise. *J Appl Physiol*; 103: 693-99.
17. Goldstein E, Jacobs PL, Whitehurst M, Penhollow T and Astorino J. (2010). "Caffeine enhances upper body strength in resistance-trained women". *Journal of the International Society of Sports Nutrition*7:P:18.
18. Guyton Arthur C, Hall John E. (2006). *Textbook of Medical Physiology*. Elsevier Inc; p. 908-910.
19. Hespel, P. (2002). Opposite Actions of Caffeine and Creatine on Muscle Relaxation Time in Humans. *Journal of Applied Physiology*.
20. Jenkins NT, Trilk JL, Singhal A, O'Connor PJ, Cureton KJ. (2010). Ergogenic effects of low doses of caffeine on cycling performance. *Med Sci Sports Exerc*.42:571-6.
21. Kilduff LP, Pitsiladis YP, Tasker L, Attwood J, Hyslop P, Dailly A, Dickson I, Grant S. (2003). Effects of creatine on body composition and strength gains after 4 weeks of resistance training in previously non resistance-trained humans. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*.13:504-20.
22. Lee CL, Lin JC, Cheng CF. (2011). Effect of caffeine ingestion after creatine supplementation on intermittent high-intensity sprint performance. *Eur J Appl Physiol*. Aug;111(8):1669-77.
23. 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*; 55:365-69.
24. 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 Biol sport*; 26:3-11.
25. Nehlig A, Debry G. (1994). Caffeine and sports activity: a review. *Int J Sports Med*. Jul;15(5):215-23.
26. Peker I, Gören Z, Çiloglu F, Karacabey K, Ozmerdivenli R, Saygın 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.
27. Schneiker, K.T., Bishop, D., Dawson, B. and Hackett, L.p. (2006). Effects of caffeine on prolonged intermittent-sprint ability in team-sport athletes. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 578-585.
28. Skinner TL, Jenkins DG, Coombes JS, Taaffe DR, Leveritt MD. (2009). Dose response of caffeine on 2000-m rowing performance. *Eur J Appl Physiol*.;107:155-61.

29. Smith LL, Anwer A, Fragen M. (2000). Cytokines and Cell adhesion molecules associated with high-intensity eccentric exercise. *Eur J Appl Physiol*; 82:61-7.
30. 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.
31. 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*. Feb;80(2):452-7.
32. Woolf K, Bidwell WK, Carlson AG. (2009). Effect of caffeine as an ergogenic aid during anaerobic exercise performance in caffeine naive collegiate football players. *J Strength Cond Res*.23:1363-9.
33. Williams MH, RB kreider, JD branch. (1999). Creatine the power supplement. *Human kinetics: Campaign*.
34. Woolf K, Bidwell WK, Carlson AG. (2008). The effect of caffeine as an ergogenic aid in anaerobic exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. Aug;18(4):412-29.