

تأثیر مصرف مکمل کراتین و کافئین بر زمان عملکرد و درصد خستگی در بسکتبالیست‌های باشگاهی

مختار نصیری فارسانی^۱، دکتر مسعود نیکبخت^۲، دکتر عبدالحمید حبیبی^۳،
دکتر محمدرضا زادکرمی^۴

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش

۲ و ۳. استادیار دانشگاه شهید چمران اهواز

۴. دانشیار دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ پذیرش مقاله: ۸۸/۳/۱۱

تاریخ دریافت مقاله: ۸۷/۸/۵

چکیده

اکثر تحقیقات نشان داده‌اند مصرف کوتاه مدت مکمل کراتین باعث افزایش عملکرد ورزشی در آزمون‌های مختلف تناوبی سرعتی می‌شود، اما تحقیقاتی که از مکمل کافئین یا مکمل کراتین و کافئین به‌طور هم‌زمان استفاده کرده‌اند نتایج متفاوتی را نشان داده‌اند. هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر مصرف کوتاه مدت مکمل کراتین و کافئین بر زمان عملکرد و درصد خستگی در بسکتبالیست‌های باشگاهی استان خوزستان بود. بدین منظور ۳۲ بازیکن بسکتبال باشگاهی در چهار گروه هشت نفره قرار گرفتند: (۱) گروه کراتین (مکمل کراتین مونوهیدرات، ۴ × ۵ گرم در روز برای ۵ روز)؛ (۲) گروه کافئین (۴۰۰ میلی‌گرم کافئین ۱ ساعت قبل از پس‌آزمون)؛ (۳) گروه کراتین+کافئین (مقدار دوز کراتین گروه ۱ و کافئین گروه ۲) و (۴) گروه شبه‌دارو (دوز مشابه نشاسته به‌عنوان دارونمای کراتین و یک لیوان قهوه به‌عنوان دارونمای کافئین). آزمون استقامتی تکراری با شدت بالا که شامل ۶ مرتبه اجرای دوهای رفت و برگشت ۵، ۱۰ و ۱۵ متر در فواصل زمانی ۳۰ ثانیه‌ای در زمان‌های ۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ ثانیه بود، دو بار از آزمودنی‌ها گرفته شد. برای تحلیل داده‌ها از روش‌های تحلیل واریانس چند متغیره (MANOVA) و آزمون تعقیبی توکی و همچنین آزمون t همبسته استفاده شد. نتایج نشان داد که مکمل کراتین، مکمل کافئین و مکمل کراتین+کافئین زمان عملکرد و درصد خستگی را به‌طور معنی‌داری نسبت به پیش‌آزمون و دارونما بهبود بخشیدند ($P < 0.05$). هیچ اختلاف معنی‌داری بین گروه‌های مکمل کراتین، مکمل کافئین و مکمل کراتین+کافئین در زمان عملکرد و درصد خستگی مشاهده نشد. تحقیق حاضر نشان داد که مصرف کراتین، کافئین و کراتین+کافئین باعث بهبود زمان اجرا و درصد خستگی می‌شود و برای اجرای تناوبی شدید مفید می‌باشد.

کلیدواژه‌های فارسی: مکمل کراتین، مکمل کافئین، اجرای تناوبی شدید، درصد خستگی، بسکتبالیست.

مقدمه

کراتین یا متیل گوانیدین استیک اسید، یک آمین نیترژن دار درون‌زایی است که مستعد فسفوریلاسیون سریع و برگشت‌پذیر می‌باشد. ترکیب فسفاتی آن (کراتین فسفات) یک منبع مهم فسفات برای سنتز آدنوزین تری فسفات به‌وسیله دستگاه انرژی ATP-فسفو کراتین است (۱). در طی دو دهه اخیر پس از اینکه ورزشکاران موفق رشته‌های سرعتی و قدرتی در المپیک بارسلون اعتقاد داشتند که مکمل کراتین اثر قابل توجهی اجرای آنها داشته است، توجه عموم به مکمل کراتین جلب شد (۲). مصرف کراتین به‌عنوان کمک نیروزای تغذیه‌ای به‌طور وسیعی به‌کار رفته است، اما میزان بهبود اجرا در تحقیقات به‌طور قابل ملاحظه‌ای متغیر (۴ تا ۱۰۰ درصد بهبود) گزارش شده است (۳). مکمل کراتین به دلایل زیر به‌عنوان یک ماده نیروزا در ورزش‌های توپی مورد استفاده قرار می‌گیرد:

۱- مکمل کراتین غلظت ابتدایی فسفو کراتین عضله را افزایش می‌دهد که ممکن است به حفظ انقباضات عضله کمک کند.

۲- مکمل کراتین سنتز مجدد فسفو کراتین را در طول بازیافت افزایش می‌دهد.

۳- فسفو کراتین به‌عنوان یک تامپون سوخت و سازی در فرآیند سنتز مجدد ATP از ADP، H^+ را مصرف می‌کند. بنابراین اسیدیته عضله را کاهش داده و تحمل عضله را نسبت به تجمع اسیدلاکتیک افزایش می‌دهد.

۴- مکمل کراتین حجم عضله را افزایش می‌دهد. افزایش وزن بدون چربی و حجم عضله در همه ورزش‌های توپی که برخوردهای بدنی شدید و نزدیک دارند ضروری است. علاوه بر این، می‌تواند برای همه فعالیت‌های توانی اندام‌های فوقانی و تحتانی یک مزیت باشد (۴).

کافئین پرمصرف‌ترین داروی وابسته به رفتار در جهان است (۵). اثرات نیروزایی کافئین روی اجرای استقامتی به‌خوبی نشان داده شده است (۶). اما تحقیقات در

مورد اثر کافئین روی اجرای تناوبی شدید که می‌تواند برای افزایش اجرا در بیشتر ورزش‌های تیمی مؤثر باشد محدود است و کمتر مشخص شده است. اثرات نیروزایی کافئین شامل سازوکارهای متعددی از قبیل مخالفت با گیرنده آدنوزین، تحریک دستگاه عصبی مرکزی، افزایش فعالیت پمپ سدیم-پتاسیم-آدنوزین تری فسفاتاز، بسیج کلسیم داخل سلولی، افزایش غلظت کاتکول‌آمین و ذخیره-سازی کربوهیدرات می‌شود (۷). در اکثر تحقیقاتی که از پروتکل‌های تمرینی تناوبی شدید استفاده کرده‌اند اثرات نیروزایی کراتین (۱۸-۸) نشان داده شده است و اندک تحقیقاتی (۲۲-۱۹) وجود دارند که هیچ اثر نیروزایی از کراتین در پروتکل‌های تناوبی شدید نشان نداده‌اند. ولی در مورد اثرات مکمل کافئین روی اجرای تناوبی شدید تحقیقات همسو نبوده و تناقض‌های زیادی در نتایج وجود دارد که برخی از تحقیقات (۲۵-۲۳) اثر نیروزایی کافئین را روی اجرای تناوبی نشان داده‌اند و تحقیقات دیگر (۲۸-۲۶) هیچ اثر نیروزایی از مکمل کافئین نشان نداده‌اند.

کافئین در بدن انسان به‌عنوان یک عامل قوی مقلد سمپاتیک به‌وسیله افزایش سطح اپی‌نفرین در جریان عمل می‌کند و اپی‌نفرین فعالیت پمپ سدیم-پتاسیم-آدنوزین تری فسفاتاز را افزایش می‌دهد و چون انتقال کراتین سارکوپلاسمی تا حد زیادی روی سدیم خارج سلولی وابسته است، بنابراین ممکن است این تحریک آدرنرژیک توسط کافئین، مصرف کراتین را به‌وسیلهٔ بافت عضله تسهیل کند که این افزایش انتقال باعث افزایش ذخائر کراتین داخل عضلانی می‌شود (۲۹). بنابراین بر اساس اطلاعات بالا، واندنبرگ و همکاران (۱۹۹۶) فرض کردند که مکمل کافئین پس از بارگیری کراتین می‌تواند اثر نیروزایی بیشتری ایجاد کند. ولی نتایج مطالعهٔ آنها نشان داد که مکمل کافئین اثر نیروزایی کراتین را در تمرین تناوبی بیشینه تا خستگی در بازکننده‌های زانو به‌طور کامل از بین برد (۲۹). همین گروه در تحقیق دیگری مشاهده کردند که مکمل کافئین هم‌زمان با مکمل کراتین از بارگیری مجدد فسفوکراتین جلوگیری می‌کند و اثر

نیروزایی کافئین را از بین می‌برد (۳۰). واناکاسکی و همکاران (۱۹۹۸) هفت ورزشکار تمرین کرده را در چهار گروه به ترتیب (۱) کراتین (۳ × ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم در روز برای ۳ روز)؛ (۲) کافئین (۷ میلی‌گرم در کیلوگرم)؛ (۳) کراتین+کافئین و (۴) دارونما قرار دادند و ۷۰ دقیقه پس از مصرف کافئین آن‌ها را روی یک دوچرخه کارسنج در سه زمان تمرینی تکراری یک دقیقه‌ای با سرعت بیشینه به فعالیت واداشتند. کراتین و کافئین به تنهایی یا مشترک، سرعت بیشینه پدال زدن، حفظ سرعت بیشینه یا کل کار خروجی را در طول زمان‌های یک دقیقه‌ای بهبود ندادند (۳۱). دوهرتی و همکاران (۲۰۰۱) در مدت مکمل-سازی کراتین از آزمودنی‌ها خواستند از مصرف کافئین خودداری کنند و یک ساعت پیش از اجرای پس‌آزمون یعنی پس از دوره بارگیری کراتین به آن‌ها کافئین دادند تا اثر مکمل حاد کافئین را پس از بارگیری کراتین بررسی کنند. ۱۴ نمونه مرد تمرین کرده روی تردمیل در یک شدت بشینه برابر با ۱۲۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی تا واماندگی اختیاری دویند. آزمون سه بار اجرا شد؛ یک آزمون پیش از شش روز بارگیری کراتین (۳/۰ گرم در کیلوگرم در روز) و دو آزمایش دیگر، پس از دوره بارگیری. دارونما یا کافئین (۵ گرم در کیلوگرم) یک ساعت قبل از پس‌آزمون به آزمودنی‌ها داده شد. نتایج نشان داد که مکمل کافئین زمان دویدن روی نوارگردان تا حد واماندگی اختیاری را نسبت به پیش‌آزمون و دارونما به‌طور معنی‌داری افزایش داد. در نهایت نتایج حاکی از آن بود که مصرف حاد کافئین پس از یک دوره شش روزه بارگیری مکمل کراتین و پرهیز از مصرف مواد غذایی حاوی کافئین، نیروزا می‌باشد (۳۲).

در مورد استفاده هم‌زمان از دو مکمل کراتین و کافئین تحقیقات اندکی انجام شده است و با وجود اختلاف در پروتکل‌های اجرایی در دو تحقیقی که از مصرف کوتاه مدت مکمل کافئین پس از بارگیری کراتین استفاده شده است نتایج متفاوتی به‌دست آمده است. لذا همسو نبودن نتایج پژوهش‌های پیشین در مورد تأثیر مصرف مکمل کافئین و هم‌چنین مکمل هم‌زمان کافئین و کراتین روی

اجرای تناوبی شدید، پرسش‌های گوناگونی را مطرح ساخته است. آیا مکمل کافئین روی زمان عملکرد و درصد خستگی اثرات مثبتی دارد؟ و آیا مصرف کوتاه مدت مکمل کافئین پس از بارگیری کراتین اثرات نیروزایی بیشتری ایجاد می‌کند؟ هدف این تحقیق یافتن پاسخ این سوالات می‌باشد.

روش پژوهش

طرح تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی است. جامعه آماری این تحقیق، بازیکنان ۱۸-۲۵ سال بودند که در زمان انجام این طرح در تیم‌های باشگاهی استان خوزستان در لیگ‌های دسته اول و دوم کشور بازی می‌کردند. پس از مراجعه به چهار باشگاه حفاری اهواز، گاز اهواز، پرسپولیس بهبهان و نفت امیدیه، از کل ۵۲ نفر بازیکن واجد شرایط، تعداد ۴۳ نفر داوطلب همکاری شدند که از بین آن‌ها ۳۲ نفر با میانگین سن $2/16 \pm 23/06$ ، میانگین قد $5/02 \pm 185/48$ سانتی‌متر و میانگین وزن $3/91 \pm 79/54$ کیلوگرم به روش تصادفی ساده انتخاب و به چهار گروه زیر تقسیم شدند:

گروه کراتین (مکمل کراتین مونوهیدرات، 4×5 گرم در روز برای پنج روز و یک لیوان قهوه به‌عنوان دارونمای کافئین یک ساعت قبل از پس‌آزمون)؛

۱- گروه کافئین (4×5 گرم نشاسته در روز برای پنج روز به‌عنوان دارونمای کراتین و ۴۰۰ میلی‌گرم کافئین یک ساعت قبل از پس‌آزمون)؛

۲- گروه کراتین + کافئین (دوز کراتین مشابه با گروه ۱ و دوز کافئین مشابه با گروه ۲)؛

۳- گروه شبه دارو (دوز نشاسته مشابه با گروه ۲ و دوز قهوه مشابه با گروه

(۱)

برای جلوگیری از تأثیرات احتمالی ریتم شبانه‌روزی، گروه‌های تحقیق در روزهای متفاوت و در یک ساعت برای انجام تحقیق حاضر شدند. از آزمودنی‌ها خواسته شد که شب قبل از انجام پیش‌آزمون و پس‌آزمون شام را قبل از ساعت ۹ بخورند

و پس از آن هیچ غذای جامدی مصرف نکنند. سپس صبح روز بعد پانزده دقیقه قبل از ساعت ۸ صبح در دانشکده تربیت بدنی حضور یابند. صبحانه در ساعت ۸ به آزمونی‌ها داده شد.

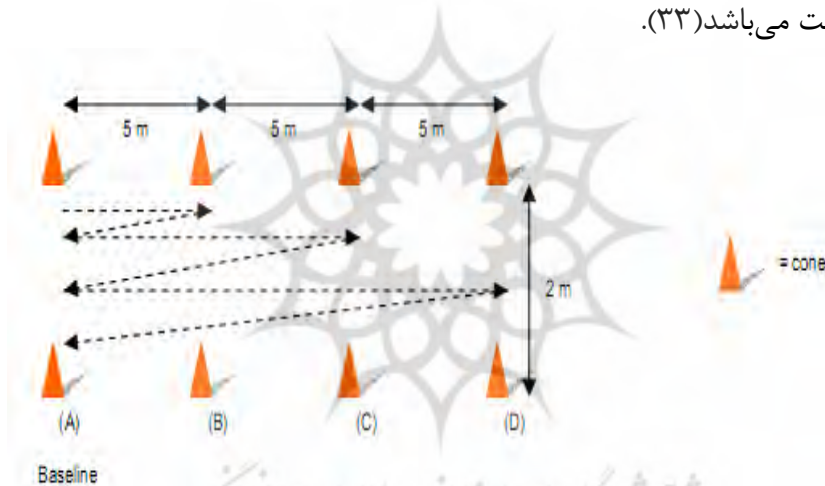
در روز پیش‌آزمون، آزمودنی‌ها پس از صرف صبحانه تا ساعت ۱۰ استراحت کردند. در این زمان از آن‌ها پیش‌آزمون گرفته شد. آزمون مورد استفاده در این تحقیق آزمون استقامتی تکراری با شدت بالا (RHET¹) بود که به‌طور معمول مورد استفاده قرار می‌گیرد. و به اجرای واقعی ورزش بسکتبال خیلی نزدیک است. آزمون در برگیرنده یک مسافت کلی ۶۰ متری بود که در شکل ۱ نمایش داده شده است. آزمون به این صورت بود که آزمودنی‌ها از ۵۰ سانتی‌متر پشت خط شروع به طرف مانع اول که در ۵ متری قرار داشت با سرعت دویدند و سپس به خط شروع برگشته و برای بار دوم تا مانع دوم که در فاصله ۱۰ متری قرار داشت دویدند و مجدداً به خط شروع بازگشتند و برای آخرین بار با سرعت به طرف مانع سوم که در ۱۵ فاصله متری دویده و دوباره به خط شروع برگشتند که یک دور کامل محسوب می‌شد. این آزمون ۶ بار در فواصل زمانی ۳۰ ثانیه‌ای در زمان‌های ۱۵۰، ۱۲۰، ۹۰، ۶۰، ۳۰ و ۰ ثانیه اجرا شد. آزمودنی‌ها پس از انجام هر رفت و برگشت زمان باقی‌مانده تا شروع رفت و برگشت بعدی را استراحت می‌کردند. برای مثال، اگر شرکت‌کننده هر ۳ دور رفت و برگشت را در ۱۴ ثانیه می‌دوید قبل از این که دویدن بعد را شروع کند ۱۶ ثانیه استراحت داشت. بنابراین اگر شرکت‌کننده یک دور را سریع‌تر می‌دوید زمان استراحت بیشتری را تا آغاز دور بعد داشت. اندازه‌گیری‌ها توسط دو کورنومتر انجام شد. یک کورنومتر برای زمان کل و یکی برای زمان هر رفت و برگشت.

¹. Repeated High-Intensity Endurance Test (RHET)

زمان هر رفت و برگشت به صورت جدا حساب شده و در پایان جمع کل زمان-های رفت و برگشت محاسبه و به عنوان کل زمان اجرای تست ثبت شد. درصد خستگی نیز توسط فرمول زیر محاسبه شد:

$$Fatigue(\%) = \frac{T_{MAX} - T_{MIN}}{T_{MIN}} * 100$$

که در آن T_{MAX} ، کندترین زمان رفت و برگشت و T_{MIN} ، سریع ترین زمان رفت و برگشت می باشد (۳۳).



شکل ۱: طرح بندی آزمون استقامتی تکراری با شدت بالا

پس از انجام پیش آزمون، به دو گروه مکمل کراتین و به دو گروه دیگر دارونما داده شد. مکمل کراتین به میزان ۲۰ میلی گرم در روز که شامل چهار وعده ۵ میلی گرمی بود به مدت پنج روز مصرف شد. سپس از آزمودنی ها خواسته شد روز بعد از پایان مصرف کراتین یا دارونما در دانشکده تربیت بدنی حضور یابند که پس از صرف صبحانه در ساعت ۸، تا ساعت ۹ استراحت کردند، در این زمان به آزمودنی ها یا کافئین (۴۰۰ میلی گرم) یا دارونما (قهوه) داده شد. پس آزمون در

ساعت ۱۰ از آزمودنی‌ها گرفته شد. بنابراین داده‌های مربوطه برای تجزیه و تحلیل گردآوری شدند. از آزمون تحلیل واریانس چند متغیره (MANOVA) و از آزمون تعقیبی توکی برای تشخیص معنی‌داری اختلاف میان گروه‌ها استفاده شد. همچنین از آزمون t همبسته برای بررسی تغییرات هر گروه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون استفاده شد. سطح معنی‌داری در این تحقیق ۰/۰۵ در نظر گرفته شد و تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۱/۵ انجام گرفت.

یافته‌ها

نتایج به‌دست آمده در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر چهار گروه تحقیق در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. نتایج به‌دست آمده زمان عملکرد و درصد خستگی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون چهار گروه

دارونما	کراتین+کافئین	کافئین	کراتین	گروه‌ها	
				پیش‌آزمون	پس‌آزمون
۹۹/۷۸±۳/۵۴	۱۰۱/۵۲±۴/۱۰	۱۰۱/۴۷±۳/۷۱	۹۸/۳۰±۵/۷۳	پیش‌آزمون	زمان عملکرد
۹۹/۵۹±۳/۸۹	۹۹/۷۶±۴/۲۴	۱۰۰/۰۵±۳/۷۵	۹۶/۱۶±۵/۰۶	پس‌آزمون	
۱۷/۶۴±۳/۹۷	۱۷/۷۶±۳/۷۱	۲۱/۰۸±۲/۳۳	۲۱/۶۰±۷/۳۵	پیش‌آزمون	درصد خستگی
۱۷/۴۱±۳/۶۰	۱۵/۴۲±۳/۵۲	۱۸/۵۳±۲/۶۱	۱۸/۹۰±۶/۳۰	پس‌آزمون	

جدول شماره ۲، نتایج آزمون t وابسته پیش‌آزمون و پس‌آزمون هر چهار گروه تحقیق را ارائه می‌دهد. نتایج حاکی از آن دارد که گروه‌های مکمل کراتین، مکمل کافئین و مکمل کراتین و کافئین زمان کل اجرا و درصد خستگی را در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون به‌طور معنی‌داری بهبود بخشیدند.

جدول ۲. آزمون t وابسته برای مقایسه زمان عملکرد و درصد خستگی در پیش‌آزمون

و پس‌آزمون هر چهار گروه

نتیجه	سطح معنی داری	آماره t	اختلاف میانگین	گروه‌ها	شاخص آماری / متغیرها
*	۰/۰۰۱	۵/۵۸	۲/۱۳	کراتین	زمان عملکرد
*	۰/۰۰۱	۵/۷۷	۱/۴۲	کافئین	
*	۰/۰۰۱	۵/۸۶	۱/۷۵	کراتین+کافئین	
	۰/۵۳۳	۰/۶۵	۰/۱۹	دارونما	
*	۰/۰۰۲	۴/۶۵	۲/۶۹	کراتین	درصد خستگی
*	۰/۰۰۱	۵/۹۱	۲/۵۵	کافئین	
*	۰/۰۰۱	۱۰/۷۳	۲/۳۳	کراتین+کافئین	
	۰/۵۷۳	۰/۵۹	۰/۲۳	دارونما	

به منظور مقایسه داده‌ها در گروه‌های تحقیق از روش آماری تحلیل واریانس چند متغیره استفاده شد که با توجه به سطح معنی داری به دست آمده ($p = 0/001$) برای اثر تمرین و اثر گروه در هر دو متغیر زمان عملکرد و درصد خستگی مشخص شد که از نظر زمان عملکرد و درصد خستگی بین گروه‌ها تفاوت وجود دارد. برای تشخیص تفاوت بین گروه‌های تحقیق از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد که نتایج نشان داد که بین گروه کراتین و دارونما از لحاظ تفاوت میانگین زمان عملکرد ($p = 0/001$)، بین گروه کافئین و دارونما از لحاظ تفاوت اختلاف میانگین زمان عملکرد ($p = 0/048$)، بین گروه کراتین و کافئین و گروه دارونما از لحاظ تفاوت اختلاف میانگین زمان عملکرد ($p = 0/004$)، بین گروه کراتین و دارونما از لحاظ تفاوت اختلاف میانگین درصد خستگی ($p = 0/002$)، بین گروه کافئین و دارونما از لحاظ تفاوت اختلاف میانگین درصد خستگی ($p = 0/003$) و بین گروه کراتین و کافئین و گروه دارونما از لحاظ تفاوت اختلاف میانگین درصد خستگی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت معنی داری وجود دارد ($p = 0/008$). بین گروه‌های کراتین، کافئین و کراتین و کافئین از لحاظ تفاوت

اختلاف میانگین زمان عملکرد و درصد خستگی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون تفاوت معنی‌داری دیده نشد.

بحث

تحلیل آماری یافته‌ها نشان می‌دهد که با مکمل کراتین+کافئین زمان اجرا و درصد خستگی در آزمون تناوبی شدید نسبت به پیش‌آزمون و دارونما کاهش می‌یابد. این نتیجه با نتایج تحقیق دوهرتی و همکاران (۲۰۰۱) همخوانی دارد و با نتایج تحقیقات دیگر (۲۹-۳۱) همخوانی ندارد. البته قابل ذکر است که پروتکل تحقیق دوهرتی و همکاران اجرای سرعتی بی‌هوازی می‌باشد، در صورتی که پروتکل تحقیق حاضر اجرای تناوبی شدید می‌باشد. نکته قابل ذکر این است که در تحقیق دوهرتی و همکاران (۲۰۰۱) و واناکاسکی و همکاران (۱۹۹۸) مانند تحقیق حاضر کافئین یک ساعت قبل از اجرای پس‌آزمون به آزمودنی‌ها داده شد ولی در تحقیقات ذکر شده دیگر در روزهایی که از مکمل کراتین استفاده می‌شد مکمل کافئین هم مصرف می‌شد. واندنبرگ و همکاران (۱۹۹۷) گزارش دادند که سنتز مجدد فسفوکراتین به وسیله مصرف هم‌زمان کافئین کاهش می‌یابد و کافئین از فرآیند سنتز مجدد فسفوکراتین جلوگیری می‌کند (۳۰) البته سازوکار این عمل به خوبی مشخص نشده است و نیاز به مطالعات بیشتری دارد. به دلیل اثرات زیاد کافئین بر روی بیشتر بافت‌های بدن و نیز اثرات کراتین بر روی اجرا نمی‌توان سازوکارهای مختلف افزایش‌دهنده اجرا را متمایز کرد و نقش برجسته‌تری به یکی از آن‌ها داد. به هر حال، نیاز به تحقیقات بیشتر در این زمینه نیز احساس می‌شود.

یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که با مکمل کافئین، زمان اجرا و درصد خستگی در آزمون تناوبی شدید نسبت به پیش‌آزمون و گروه دارونما کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر مکمل کافئین باعث بهبود اجرا شده است. نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر با نتایج بعضی از تحقیقات (۲۳،۷-۲۵) که گزارش کردند

مصرف کافئین باعث افزایش اجرا و کاهش خستگی در آزمون‌های تناوبی شدید می‌شود همخوانی دارد و با تحقیقات دیگر (۲۶-۲۸) که هیچ اثر نیروزایی از کافئین بر روی اجرا در آزمون‌های تناوبی شدید گزارش نکردند همخوانی ندارد. اثر نیروزایی کافئین به سازوکارهای متعددی شامل مخالفت با گیرنده آدنوزین، تحریک دستگاه عصبی مرکزی، افزایش فعالیت پمپ سدیم-پتاسیم-آدنوزین تری فسفاتاز، بسیج کلسیم داخل سلولی، افزایش غلظت کاتکول‌آمین و ذخیره-سازی کربوهیدرات نسبت داده می‌شود (۷). همچنین نشان داده شده است که کافئین درک شدت کار (RPE) را کاهش می‌دهد (۳۴) و درد عضلانی با شروع تأخیری و از دست دادن نیرو پس از تمرین برون‌گرا را کاهش می‌دهد (۳۵). همچنین گفته می‌شود که ورزشکاران احتمالاً اثرات نیروزایی بیشتر از دو برابر از کافئین نسبت به غیر ورزشکاران به دست می‌آورند. احتمال دارد که اثر مرکزی کافئین برای کاهش درک کار و خستگی برای ورزشکاری که نظم و تجربه ذهنی برای تمرین طولانی در یک شدت بالا را دارد مفیدتر باشد (۳۶) و چون در تحقیق حاضر از ورزشکاران تمرین کرده سطح بالا استفاده شده است می‌تواند تا حدی نتیجه به دست آمده را توجیه کند. علاوه بر این، اشخاصی که غذاهای حاوی کافئین را به طور منظم در رژیم غذایی‌شان مصرف نکرده‌اند اثر نیروزایی بزرگتری را از یک دوز حاد کافئین نسبت به یک مصرف کننده عادی تجربه خواهند کرد (۳۷) و طبق پرسشنامه‌ای که پیش از اجرای آزمون‌ها به آزمودنی‌ها داده شد، مشخص شد که هیچ کدام از آزمودنی‌های تحقیق حاضر، مصرف کننده عادی کافئین نیستند لذا این مورد نیز می‌تواند تا حدی بیان کننده نتایج تحقیق باشد. از دیگر اثرات نیروزایی کافئین می‌توان گفت که کافئین آستانه تحریک را پایین می‌آورد و مدت دوره فعالیت انقباض عضله را طولانی می‌کند که هر دو مورد به وسیله افزایش آزادسازی کلسیم به وسیله رتیکولوم سارکوپلاسمیک و به وسیله جلوگیری از بازگشت کلسیم به رتیکولوم سارکوپلاسمیک صورت می‌گیرند (۳۸).

این مورد هم از فرضیه‌هایی است که محققان برای اثر نیروزایی کافئین بر روی اجرای تناوبی شدید پیشنهاد کرده‌اند.

یکی از عوامل خستگی، کاهش پتاسیم از سلول عضله اسکلتی و تجمع آن در فضای بین سلولی است. همان‌طور که قبلاً نیز ذکر شد کافئین یک عامل مقلد سمپاتیک در بدن می‌باشد و به وسیلهٔ افزایش سطوح اپی‌نفرین در جریان باعث افزایش فعالیت پمپ سدیم-پتاسیم-آدنوزین تری فسفاتاز می‌شود. افزایش فعالیت پمپ سدیم-پتاسیم-آدنوزین تری فسفاتاز باعث افزایش انتقال پتاسیم از فضای بین سلولی به درون سلول می‌شود. بنابراین کافئین از طریق افزایش انتقال پتاسیم از فضای بین سلولی به درون سلول باعث کاهش خستگی در تمرینات شدید می‌شود. آشکار است که کافئین دارویی قوی است که بر بیشتر بافت‌های بدن شامل مغز، بافت چربی، عضلات اسکلتی، صاف و قلبی و غدد فوق کلیوی تأثیر می‌گذارد. چون کافئین هم وارد دستگاه عصبی و هم عضله اسکلتی می‌شود، متمایز کردن اثرات مرکزی و محیطی آن مشکل خواهد بود. همچنین احتمالاً به‌نظر می‌رسد که سازوکارهای مختلفی برای افزایش اجرا به‌وسیله کافئین در انواع مختلف تمرین مسئول باشند (۳۸).

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که مکمل کراتین، زمان اجرا و درصد خستگی در آزمون تناوبی شدید را نسبت به پیش‌آزمون و گروه دارونما کاهش می‌دهد. به عبارت دیگر مکمل کراتین باعث بهبود اجرا شده است. نتایج به‌دست آمده از تحقیق حاضر با نتایج بعضی از تحقیقات (۱۸-۳، ۸) که اثرات نیروزایی مکمل کراتین را بر روی انواع پروتکل‌های تناوبی شدید گزارش کردند همخوانی دارد و با نتایج برخی دیگر (۲۲-۱۹) که هیچ اثر نیروزایی از کراتین بر روی اجرای تناوبی شدید گزارش نکردند، همخوانی ندارد.

ویلیامز و همکاران (۱۹۹۹) عنوان کردند که مکمل کراتین ممکن است به چند علت کمی نیروزا در اجرای تناوبی شدید باشد. مکمل کراتین فراهمی فسفوکراتین را افزایش می‌دهد. غلظت ابتدایی بالاتر فسفوکراتین عضله ممکن

است به حفظ انقباضات عضله کمک کند. مکمل کراتین سنتز مجدد فسفوکراتین را افزایش می‌دهد. سطوح ابتدایی بالاتر کراتین ممکن است به سنتز بیشتر فسفوکراتین هنگام بازیافت کمک کند. همچنین مکمل کراتین اسیدپته عضله را کاهش می‌دهد. فسفوکراتین به‌عنوان یک تامپون سوخت و سازی در فرآیند سنتز مجدد ATP از ADP، H^+ را مصرف می‌کند (۴).

همان‌طور که می‌دانیم ایجاد اسیدوز داخل عضلانی در اثر افزایش جریان گلیکولیتیک و انتقالات الکترولیت‌ها به‌عنوان یکی از عوامل مختل‌کننده اجرا و ایجاد خستگی در ورزش‌های شدید محسوب می‌شود. افزایش غلظت یون هیدروژن می‌تواند به توسعه تنش زیان برساند و یا گلیکوژنولیز عضله را به‌وسیله جلوگیری از فعالیت فسفوفروکتوکیناز یا فسفوریلاز کاهش دهد. بنابراین اثر کراتین بر روی اسیدپته عضله و کاهش H^+ می‌تواند اثر مثبتی در اجرا داشته باشد و خستگی به‌وجود آمده به‌وسیله عمل H^+ را کاهش دهد. بنابر دلایل ذکر شده، افزایش در اجرا و کاهش خستگی از نظر علمی قابل توجیه می‌باشد.

هیچ اختلاف معنی‌داری بین سه گروه مکمل کراتین، مکمل کافئین و مکمل کراتین+کافئین از نظر زمان اجرا و درصد خستگی مشاهده نشد. در این مورد نتیجه تحقیق با نتایج تحقیق واناکاسکی و همکاران (۱۹۹۸) همخوانی دارد ولی با سایر تحقیقات (۲۹،۳۰،۳۲) همخوانی ندارد. همان‌طور که پیشتر نیز ذکر شد در دو تحقیق گروه واندنبرگ از مکمل کافئین چندین روز و هم‌زمان با مکمل کراتین استفاده شد و با توجه به یافته‌های آنان، کافئین می‌تواند از سنتز مجدد فسفوکراتین جلوگیری کند بنابراین در دو تحقیق گروه واندنبرگ مکمل کراتین اثر نیروزایی بیشتری را نسبت به مکمل کراتین+کافئین ایجاد کرد (۲۹ و ۳۰). در تحقیق واناکاسکی و همکاران (۱۹۹۸) مانند تحقیق حاضر هیچ اختلافی بین گروه‌های تحقیق وجود نداشت البته در تحقیق ذکر شده هیچ اثر نیروزایی از هیچ کدام از مکمل‌ها گزارش نشد (۳۱). اما در تحقیق دوهرتی و همکاران (۲۰۰۱) از مکمل حاد کافئین یک ساعت پیش از انجام پس‌آزمون استفاده شد و نتایج نشان

داد که مکمل حاد کافئین پس از بارگیری کراتین اثر نیروزایی بیشتری را ایجاد می‌کند که با تحقیق حاضر همخوانی ندارد، هر چند همان‌طور که ذکر شد پروتکل اجرایی دو تحقیق نیز متفاوت می‌باشند (۳۲).

نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر نشان داد که مصرف کراتین و کافئین باعث کاهش زمان اجرا و درصد خستگی می‌شود و بر اجرای تناوبی شدید تأثیر دارد. بنابراین مصرف این مکمل‌ها با میزان مناسب می‌تواند باعث بهبود قابلیت‌های بی‌هوازی شود. همچنین مکمل کراتین و کافئین هیچ اثر نیروزایی بیشتری نسبت به مکمل کراتین و یا مکمل کافئین تنها ایجاد نمی‌کند.

منابع

1. Ledford, A., Branch, J.D. (1999) Creatine supplementation does not increase peak power production and work capacity during repetitive Wingate testing in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(4): 394-399.
2. Bird, S.P. (2003) Creatine supplementation and exercise performance: A brief review. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2: 123-132.
3. Havenetidis, k. (2005) Assessment of the ergogenic properties of creatine using an intermittent exercise protocol. *Journal of Exercise Physiology*, 8(1): 26-33.
4. Williams, M.H., Krieder, R., Branch, J.D. (1999) In: Creatine: The power supplement. *Human kinetics publishers, Champaign, IL*.
5. Juliano, L.M., Griffiths, R.R. (2004) A critical review of caffeine withdrawal: empirical validation of symptoms and signs, incidence, severity, and associated features. *Psychopharmacology*, 176: 1-29.
6. Graham, T.E. (2001) Caffeine and exercise: metabolism, endurance and performance. *Sports medicine*, 31(11): 785-807.
7. 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.
8. Williams, J. (2007) The acute effects of creatine monohydrate loading on simulated soccer performance. *A thesis submitted to the Auckland University of Technology in partial fulfillment of the degree of master of Health Science*.

9. [Okudan, N.](#), [Gokbel, H.](#) (2005) The effects of creatine supplementation on performance during the repeated bouts of supramaximal exercise. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45(4): 507-11.
10. Ziegenfuss, T. N., Michael Rogers., Lonnie Lowery., Nicole Mullins., Ronald Mendel., Jose Antonio., and Peter Lemon. (2002) Effect of creatine loading on anaerobic performance and skeletal muscle volume in NCAA division I athletes. *Nutrition Journal*, 18(5): 397-402.
11. Cox, G., Mujika, I., Tumilty, D., Burke, L. (2002) Acute creatine supplementation and performance during a field test simulating match play in elite female soccer players. *International Journal of Sport Nutrition And Exercise Metabolism*, 12:33-46.
12. Romer, L. M., Barrington, JP., Jeukendrup, AE. (2001) Effects of oral creatine supplementation on high intensity, intermittent exercise performance in competitive squash players. *International Journal of Sports Medicine*, 22:546-52.
13. Jesus, R.S., Maria, T. M. M. (2000) Creatine enhances oxygen uptake and performance during alternating intensity exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(2): 379-385.
14. Jones, AM., Atter, T., Georg, KP. (1999) Oral creatine supplementation improves multiple sprint performance in elite ice hockey players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 39:189-196.
15. Aaserud, R., Gramvik, P., Olsen, SR., Jensen, J. (1998) Creatine supplementation delays onset of fatigue during repeated bouts of sprint running. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 8:247-251.
16. [Prevost, MC.](#), [Nelson, AG.](#), [Morris, GS.](#) (1997) Creatine supplementation enhances intermittent work performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 68(3): 233-40.
17. Birch, R., D. Noble and P. L. Greenhaff. (1994) The influence of dietary creatine supplementation on performance during repeated bouts of maximal isokinetic cycling in man. *European Journal of Applied Physiology*, 69(3): 268-270.
18. Balsom, P. D., B. Ekblom, K., Soerlund, B., Sjoeln, E. Hultman (1993) Creatine supplementation and dynamic high-intensity intermittent exercise. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 3(3): 143-149.
19. [Glaister M](#), [Lockey RA](#), [Abraham CS](#), [Staerck A](#), [Goodwin JE](#), [McInnes G](#) (2006) Creatine supplementation and multiple sprint running performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(2): 273-7.
20. Ahmun, R.P., Tong, R. J., Grimshaw, P. N. (2005) The effects of acute creatine supplementation on multiple sprint cycling and running performance in rugby players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1): 92-7.

21. Green, J. M., John R. Mclester, Jr., Joe F. Smith, and Edward R. Mansfield (2001) The Effects of Creatine Supplementation on Repeated Upper- and Lower-Body Wingate Performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1): 36-41.
22. Finn, J. P., T. R. Ebert, R. T. Withers, M. F. Carey, M. Mackay, J. W. Phillips, M. A. Febbraio (2001) Effect of creatine supplementation on metabolism and performance in humans during intermittent sprint cycling. [*European Journal of Applied Physiology*](#), 84(3): 238-243.
23. Stuart, Gene R., Hopkins, Will G., Cook, Christian. Cairns, Simeon. P. (2005) Multiple Effects of Caffeine on Simulated High-Intensity Team-Sport Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(11):1998-2005.
24. Jackman. M., P. Wendling, D. Friars, and T. E. Graham (1996) Metabolic, catecholamine, and endurance responses to caffeine during intense exercise. *Journal of Applied Physiology*, 81: 1658-1663.
25. Trice, I., Haymes, E. M. (1995) Effects of caffeine ingestion on exercise-induced changes during high-intensity, intermittent exercise. *International Journal of Sport Nutrition*, 5(1): 37-44.
26. [Crowe MJ](#), [Leicht AS](#), [Spinks WL](#) (2006) Physiological and cognitive responses to caffeine during repeated, high-intensity exercise. [*International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*](#), 16(5): 528-44.
27. Paton, C.D., Hopkins, W.G., Vollebregt, L. (2001) little effect of caffeine ingestion on repeated sprints in team-sport athletes. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 822-825.
28. Greer. F., C. McLean, and T. E. Graham (1998) Caffeine, performance, and metabolism during repeated Wingate exercise tests. *Journal of Applied Physiology*, 85: 1502-1508.
29. Vandenberghe, K., Gillis, N., Van Leemputte, M., Van Hecke, P., Vanstapel, F., and Hespel, P. (1996) Caffeine counteracts the ergogenic action of muscle creatine loading. *Journal of Applied Physiology*, 80: 452-457.
30. Vandenberghe, K., Van Hecke, P., Van Leemputte, M., Vanstapel, F., and Hespel, P. (1997) Inhibition of muscle phosphocreatine resynthesis by caffeine after creatine loading. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 29(5): s249 (Abstract).
31. Vanakoski, J., Kosunen, V., Meririnne, E., Seppala, T. (1998) Creatine and caffeine in anaerobic and aerobic exercise: effects on physical performance and pharmacokinetic considerations. *International Journal of Clinical Pharmacology, Therapy*, 36(5):258-62.

32. Doherty, M., Paul, M.S., Davison, S.R.C., Hughes, m.G. (2002) Caffeine is ergogenic after supplementation of oral creatine monohydrate. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 1785-1792.
33. Stone, N. (2007) Physiological responses to sport-specific aerobic interval training in high school male basketball players. *A thesis submitted to AUT University*.
34. Cole, K.J., Costil, D.L., Starling, R.D., Groodpaster, B.H. Trappe, S.W., and Fink, W.J. (1996) Effect of caffeine ingestion on perception of effort and subsequent work production. *International Journal of Sport Nutrition*, 6: 14-23.
35. Maridakis, V., O'Connor, P.J., Dudley, G.A., and McCully, K.K. (2007) Caffeine attenuates delayed-onset muscle pain and force loss following eccentric exercise. *The Journal of pain*, 8(3): 237-243.
36. Stuart, Gene R. (2004) Effect of Caffeine on Simulated intermittent High-Intensity Sport Performance. *A thesis submitted to AUT University*.
37. Fryer, M.W., Neering, I.R. (1989) Actions of caffeine on fast- and slow- twitch muscle of the rat. *Journal of Physiology*, 416: 435-454.
38. Spriet LL. (1995) Anaerobic metabolism during high-intensity exercise. In: *Exercise Metabolism*, M.Hargreaves. Champaign, IL: *Human Kinetics*, 1-40.