

علوم زیستی ورزشی - پاییز ۱۳۹۰
شماره ۱۰ - ص ص: ۴۳ - ۵۹
تاریخ دریافت: ۹۰ / ۰۳ / ۱۰
تاریخ تصویب: ۹۰ / ۰۶ / ۲۹

اثر مصرف دوز متوسط و کم کافئین بر قدرت بیشینه، استقامت و توان عضلانی در پرورش اندام کاران مرد

۱. امیرحسین حقیقی^۱ - ۲. علی حشمتی کیا-۳. سیدعلیرضا حسینی کاخک
۱. دانشیار دانشگاه حکیم سبزواری، ۲. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش، ۳. استادیار دانشگاه حکیم سبزواری

چکیده

تحقیقات تأثیرات مثبت مصرف کافئین را بر عملکرد هوازی گزارش کرده‌اند، اما نتایج تأثیرات نیروزایی کافئین بر اجرای بی‌هوازی و ورزش کوتاه‌مدت و شدید، متناقض و مبهم است. هدف تحقیق حاضر، بررسی اثر مصرف مقادیر متوسط و کم کافئین بر قدرت بیشینه، استقامت و توان عضلانی در پرورش اندام کاران مرد بود. به این منظور ۱۲ مرد پرورش اندام کار (با میانگین سن $26/83 \pm 5$ سال، قد $174 \pm 4/04$ سانتی‌متر و وزن $77/41 \pm 3/8$ کیلوگرم) به‌طور داوطلبانه انتخاب شدند. طرح تحقیق متقاطع بود. آزمودنی‌ها به چهار گروه کنترل، دوز کم کافئین ($2/5 \text{ mg/kg}$)، دوز متوسط کافئین (5 mg/kg) و دارونما (پودر نشاسته به صورت کپسول) تقسیم شدند. سپس، آزمون‌های یک تکرار بیشینه (IRM) را برای قدرت بیشینه، تکرار تا خستگی با ۷۰ درصد IRM را برای استقامت عضلانی و تعداد تکرارها در ۱۵ ثانیه با ۸۰ درصد IRM را برای توان عضلانی در حرکت‌های پرس سینه و پرس پا انجام دادند. داده‌ها با استفاده از آزمون‌های تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و t همبسته تحلیل شد. نتایج نشان داد مصرف دوز متوسط کافئین در مقایسه با دوز کم و دارونما موجب افزایش معنادار قدرت بیشینه، استقامت و توان می‌شود. در مجموع، می‌توان گفت افراد پرورش اندام کار برای بهبود قدرت بیشینه، استقامت و توان عضلانی، بهتر است یک ساعت قبل از ورزش، کافئین به مقدار متوسط استفاده کنند.

واژه‌های کلیدی

کافئین، ورزش مقاومتی، قدرت بیشینه، استقامت عضلانی، توان عضلانی، پرورش اندام کاران مرد.

مقدمه

رسیدن به آمادگی جسمانی مطلوب برای ورزشکاران و افراد جامعه اهمیت زیادی دارد و ورزشکاران برای رسیدن به بالاترین سطح اجرای ورزشی، از تمرینات مقاومتی استفاده می‌کنند (۳). در این بین، پرورش اندام کاران نیز به سبب ماهیت رشته ورزشی خود به طور گسترده برای افزایش قدرت، استقامت و توان عضلانی، از تمرین‌های مقاومتی استفاده می‌کنند و در این راه برای دستیابی به موفقیت‌های ورزشی و برتری‌های جسمانی و روانی، از مکمل‌ها و مواد کمکی نیروزا استفاده می‌کنند و دانسته و ندانسته سلامتی خود را به خطر می‌اندازند.

کافئین، یک تری‌متیل‌گزانترین (۷،۳،۱- تری‌متیل‌گزانترین) است و از عناصر کربن، هیدروژن، نیتروژن و اکسیژن ($C_8H_{10}N_4O_2$) تشکیل شده است و به‌عنوان یک آلکالوئید دسته‌بندی می‌شود (۲۰). کافئین، محرک طبیعی است که در بیش از شصت نوع گیاه وجود دارد، اما به‌طور عمده از گیاهی به نام کافئا عربیکا^۱ به دست می‌آید و در قهوه، چای، کاکائو، کولا و غیره یافت می‌شود (۲). این ماده از طریق روده به سرعت جذب می‌شود و در کبد متابولیزه شده و به سه متابولیت پاراگزانتین، تئوفیلین و تئوبرومین تبدیل می‌شود (۶). پاراگزانتین، متابولیت اصلی کافئین در انسان، لیپولیز، گلیسرول و اسیدهای چرب آزاد پلازما را افزایش می‌دهد. تئوبرومین گشادکننده عروق خونی و افزایش‌دهنده حجم ادرار است. تئوفیلین شل‌کننده عضلات صاف نایژه‌هاست (۱۹).

در پژوهش‌های زیادی تأثیر مصرف کافئین در ورزش به ویژه فعالیت‌های استقامتی بررسی شده و آثار ارگونومیک مقادیر کم تا متوسط (۳-۶ mg/kg) (۱۱) آن بر عملکرد استقامتی به ویژه تایم تریل و فعالیت‌های شدید تناوبی مثل فوتبال، راگبی و غیره به خوبی نشان داده شده است (۱۲)، شاید شهرت کافئین در اثرگذاری بیشتر آن بر فعالیت‌های استقامتی به سبب شناخت وسیع‌تر محققان از سازوکارهای درگیر در بهبود این فعالیت‌ها بوده است، با این حال، آثار کافئین بر اجرای شدید بی‌هوازی و قدرت عضلانی، کمتر مورد توجه قرار گرفته و نتایج آنها نیز متفاوت بوده است (۷، ۱۱، ۴، ۱۳). در این زمینه، گلدستین و همکاران (۲۰۱۰) تأثیر مصرف کافئین (۶ mg/kg) را یک ساعت قبل از تمرین بر قدرت و استقامت عضلات بالاتنه در زنان تمرین‌کرده مقاومتی با حداقل شش ماه سابقه تمرین بررسی و افزایش معنادار IRM را در پرس سینه مشاهده کردند (۱۱). گرین و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که مصرف کافئین (۶ mg/kg) یک ساعت قبل از فعالیت موجب افزایش

معنادار تعداد تکرارها در پرس پا می شود، اما بر تعداد تکرارها در پرس سینه تاثیری ندارد (۱۳). جاکوبز و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که مصرف کافئین (۴ mg/kg) تأثیر معناداری بر استقامت عضلانی در مردان تمرین کرده مقاومتی ندارد (۱۵). آستورینو و همکاران (۲۰۰۸) نیز تأثیر معناداری از مصرف کافئین (۶ mg/kg) بر قدرت بیشینه و استقامت عضلانی در مردان تمرین کرده مشاهده نکردند (۴). بک و همکاران (۲۰۰۶) عنوان کردند که کافئین (۲/۴ mg/kg) در مقایسه با دارونما، قدرت بیشینه را افزایش می دهد (۷). آنها (۲۰۰۸) در تحقیقی دیگر، اثر کافئین (۲/۴ mg/kg) را بر قدرت بیشینه و زمان رسیدن به خستگی روی نوارگردان بررسی کرد و تأثیر معناداری را مشاهده نکردند (۶). در مجموع، تأثیر مکمل کافئین بر اجرای قدرتی - توانی متناقض است، به طوری که برخی تحقیقات تاثیرات مثبت (۷، ۱۱، ۱۳) و بعضی دیگر هیچ تغییر معنی داری را در عملکرد نشان نداده اند (۴، ۶، ۱۵). در حقیقت، تعدادی از تحقیقات نشان داده اند که در مردان تمرین کرده، دوز کم تا متوسط (۲-۶ mg/kg) کافئین در افزایش معنی دار قدرت و استقامت عضلانی مؤثر است (۷، ۱۳، ۱۱)، در حالی که تحقیقات دیگر بیان کرده اند که مقادیر مشابه کافئین تغییر معنی داری را در قدرت و استقامت عضلانی ایجاد نمی کند (۴، ۶، ۱۵). تفاوت نتایج ممکن است ناشی از شدت های متفاوت پروتکل های تمرینی، نوع فعالیت انجام گرفته، مقدار کافئین مصرف شده، ویژگی های آزمودنی ها و عادت داشتن آنها به مصرف کافئین باشد (۷، ۱۱). با توجه به اینکه کافئین آثار نیروزایی خود را از طریق کاهش زمان واکنش، تاخیر خستگی، افزایش تمرکز و هوشیاری، افزایش فراخوانی اسیدهای چرب، افزایش رهایی کلسیم از شبکه سارکوپلاسمیک و بهبود انقباض پذیری عضله اسکلتی، افزایش ترشح کاتکولامین ها، افزایش تولید نیرو از طریق افزایش انتقال عصبی عضلانی و بهبود تولید حداکثر فعالیت عضله و کاهش درک اجرا اعمال می کند (۷، ۱۲) و پرورش اندام کاران برای بهبود قدرت، استقامت و توان عضلانی به دنبال استفاده از مکمل هایی هستند که اولاً مجاز بوده و ثانياً عوارض جانبی کمتری داشته باشند، می توان در صورت اثبات تأثیرات نیروزایی کافئین آن را به این ورزشکاران توصیه کرد تا پیش از تمرین یا رقابت بدون نگرانی از آن استفاده کنند. بر این اساس و با توجه به اینکه این نظریه در حال پذیرش است که مصرف کافئین بر ورزشکاران تأثیرات ارگوژنیک بیشتری دارد تا غیر ورزشکاران (۶، ۱۲)، قصد داریم در این تحقیق اثر مصرف ۲/۵ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن را به عنوان مقدار کم (۷، ۵) کافئین و مصرف ۵ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن را به عنوان مقدار متوسط (۱۱، ۲۲) کافئین بر قدرت، استقامت و توان عضلانی در ورزشکاران مقاومتی کار بررسی کنیم. با مقایسه این مقادیر مصرفی

می‌توان کمترین مقدار مصرف مکمل را به پرورش اندام کاران توصیه و حتی عنوان کرد که ممکن است برای دستیابی به این مقادیر به ویژه مقدار کم به استفاده از مکمل نیازی نباشد و بتوان با رژیم غذایی مناسب به مقدار لازم دست یافت. البته به دلیل اینکه مقادیر بیشتر کافئین یعنی ۹ میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن بدن و بیشتر، احتمال رساندن غلظت کافئین را در خون به بیشتر از حد مجاز تعیین شده توسط کمیته بین‌المللی المپیک افزایش می‌دهد، از به کار بردن آن صرف نظر شد، زیرا اگرچه کافئین از فهرست داروهای ممنوعه خارج شده است، کمیته بین‌المللی المپیک مصرف آن را توسط ورزشکاران محدود کرده و غلظت ادراری کمتر از ۱۲ میکروگرم در هر میلی‌لیتر را مجاز دانسته است (۱۲). بنابراین هدف تحقیق حاضر، بررسی اثر مصرف مقادیر متوسط و کم کافئین بر قدرت بیشینه، استقامت و توان عضلانی در پرورش اندام کاران مرد است.

روش تحقیق

روش تحقیق نیمه‌تجربی بود و در قالب طرح متقاطع اجرا شد. جامعه آماری این پژوهش، کلیه پرورش اندام کاران باشگاه‌های سبزوار با حداقل یک سال و حداکثر سه سال سابقه فعالیت بودند. از بین آنها، ۱۲ نفر از سه باشگاه مختلف به صورت داوطلبانه انتخاب شدند. طرح تحقیق به صورت متقاطع بود، به گونه‌ای که آزمودنی‌ها چهار بار با فاصله سه روز از یکدیگر در چهار حالت زیر قرار گرفتند. به عبارت دیگر، آزمودنی‌ها به چهار گروه تقسیم شدند و در هر جلسه پروتکل تمرینی را اجرا کردند. در جلسات بعدی جای گروه‌ها به صورت چرخشی عوض می‌شد. در گروه‌هایی که انجام حرکات با مصرف مقادیر کم کافئین (۲/۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) (۷)، متوسط (۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) (۲۲،۱۱) و دارونما (پودر نشاسته) بود، آزمودنی‌ها زودتر به محل تمرین آمدند و پس از مصرف کافئین یا دارونما که به صورت کپسول تهیه شده بود، به مدت ۴۵ دقیقه به منظور به حداکثر رساندن غلظت کافئین در خون، بدون فعالیت روی صندلی قرار می‌گرفتند و سپس آزمون‌ها را انجام می‌دادند. گروه کنترل فقط در برنامه آزمون‌ها شرکت می‌کرد و هیچ‌گونه مکمل یا دارونمایی مصرف نمی‌کرد.

(۱) گروه کنترل (بدون مصرف مکمل یا دارونما)

(۲) گروه کافئین با مقدار کم

گروه دارونما (۴)

گروه کافئین با مقدار متوسط (۳)

نحوه گردآوری اطلاعات و اندازه‌گیری شاخص‌های تحقیق

پس از توضیح روش کار و هدف تحقیق، آزمودنی‌ها برگه رضایت نامه کتبی برای شرکت در پژوهش و پرسشنامه سابقه پزشکی را کامل کردند. همه آزمودنی‌ها سالم بودند و به وسیله پرسشنامه سلامت کلی ارزیابی شدند. به آزمودنی‌ها توصیه شد از غذاهای حاوی پر کافئین پرهیز کرده و رژیم غذایی معمول خود را در طول اجرای پژوهش حفظ کنند. آزمودنی‌ها در تمام جلسات تمرین، ابتدا به مدت ۵ دقیقه به گرم کردن و حرکات کششی پرداختند. سپس در حرکات‌های پرس سینه و پرس پا، در آزمون یک تکرار بیشینه، آزمون تکرار تا خستگی و آزمون توان عضلانی شرکت کردند. نحوه انجام آزمون‌ها به این صورت بود که آزمودنی‌ها فقط در یک نوبت حرکات را اجرا می‌کردند. ترتیب حرکات هم به گونه‌ای بود که در هر جلسه ابتدا آزمون یک تکرار بیشینه در حرکت پرس سینه انجام می‌گرفت، سپس آزمون تکرار تا خستگی و بعد از آن آزمون توان عضلانی برای حرکت پرس سینه انجام می‌گرفت. سپس حرکات پایین تنه اجرا می‌شد و به همین ترتیب اجرای حرکات رعایت می‌شد. فاصله استراحت بین حرکات (آزمون‌ها) ۵ دقیقه در نظر گرفته شد (۱۱). در انتهای جلسات آزمودنی‌ها به مدت ۵ دقیقه خود را سرد می‌کردند. برای اندازه‌گیری قدرت عضلانی از آزمون IRM در حرکات پرس سینه و پرس پا و برای تعیین یک تکرار بیشینه از روش باچل و ارلی^۱ استفاده شد. در این روش، آزمودنی‌ها با انجام ۳-۶ ست حرکت پرس سینه یا پرس پا و با دو دقیقه استراحت بین ست‌ها، به حداکثر قدرت بیشینه می‌رسیدند (۴، ۷). استقامت عضلانی با استفاده از آزمون تکرار تا خستگی با ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه هر فرد در حرکات‌های پرس سینه و پرس پا ارزیابی شد. حجم تمرین (کل وزنه بلندشده) از طریق ضرب تعداد حرکات انجام گرفته در آزمون استقامت عضلانی در مقدار وزنه به دست آمد (۴، ۱۱، ۷). برای اندازه‌گیری توان عضلانی نیز از تعداد حرکات صحیح انجام گرفته با ۸۰ درصد IRM در مدت زمان ۱۵ ثانیه براساس فرمول زیر استفاده شد:

$$\text{زمان (ثانیه)} / \text{مقدار وزنه (کیلوگرم)} \times \text{مقدار جا به جایی وزنه (متر)} = \text{توان عضلانی (کیلوگرم متر بر ثانیه)}$$

1- Baechle and Earle

روش‌های آماری

آمار توصیفی برای محاسبه شاخص‌های مرکزی و پراکندگی، آزمون کلموگروف - اسمیرنف برای تعیین طبیعی بودن توزیع متغیرهای موجود در تحقیق، آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون T همبسته برای مقایسه شاخص‌های تحقیق در گروه‌های چهارگانه استفاده شد. کلیه عملیات آماری از طریق نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام گرفت و سطح معنی‌داری آزمون‌ها $P < 0/05$ در نظر گرفته شد (۱۶). البته چون در این روش آماری به دلیل اینکه گروه‌ها چند بار با یکدیگر مقایسه می‌شوند، باید از اصلاح بنفرونی استفاده شود تا خطای نوع اول زیاد نشود، بنابراین $0/05$ بر تعداد اندازه‌گیری‌ها (چهار بار) تقسیم و سطح معناداری $P < 0/0125$ در نظر گرفته شد.

نتایج و یافته‌های تحقیق

مشخصات آزمودنی‌ها و نتایج عملیات آماری بر روی شاخص‌های تحقیق در جدول‌های ۱ و ۲ آمده است.

جدول ۱_ مشخصات آزمودنی‌ها

میانگین و انحراف استاندارد	
$174 \pm 4/04$	قد (سانتی‌متر)
$77/41 \pm 3/8$	وزن (کیلوگرم)
$26/83 \pm 5$	سن (سال)
$25/57 \pm 1/42$	شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)
$19 \pm 6/68$	سابقه تمرین (ماه)

جدول ۲_ نتایج آزمون‌های آماری بر شاخص‌های تحقیق در گروه‌های چهارگانه

P	دارونما	مقدار متوسط	مقدار کم	کنترل	
۰/۵۴	۱۰۰/۶۲ ± ۱۴/۶۲	۱۰۱/۶۷ ± ۱۴/۲۳	۱۰۱/۲۵ ± ۱۵/۲۰	۱۰۰/۲۱ ± ۱۴/۶۷	قدرت بالاتنه (کیلوگرم)
۰/۰۰۱	۲۲۱/۶۷ ± ۳۸/۹۳	# ‡ ۲۲۶/۶۷ ± ۴۰/۰	* ۲۲۳/۵۴ ± ۴۰/۴۱	۲۱۸/۷۵ ± ۳۸/۷۳	قدرت پایین‌تنه (کیلوگرم)
۰/۰۰۴	۱۵/۰۸ ± ۲/۳۵	# ‡ ۱۶/۵۰ ± ۲/۹۰	۱۴/۹۱ ± ۲/۴۲	۱۴/۵۸ ± ۱/۹۷	استقامت بالاتنه (تعداد)
۰/۰۰۱	۱۶/۲۵ ± ۱/۷۶	‡ ۱۷/۵۸ ± ۲/۲۳	۱۶/۹۱ ± ۲/۴۶	۱۵/۹۱ ± ۱/۵۰	استقامت پایین‌تنه (تعداد)
۰/۱۱۶	۲۹۰/۶ ± ۱۳۳/۷	۳۳۵/۱ ± ۱۳۱/۶	۳۱۵/۸ ± ۱۲۴/۳	۲۷۴ ± ۱۰۳/۵	توان بالاتنه (کیلوگرم متر بر ثانیه)
۰/۰۰۱	۸۶۴ ± ۱۸۵/۶	# ‡ ۹۶۱/۵ ± ۲۴۰/۳	۸۵۶/۲ ± ۲۹۴	۷۴۴ ± ۱۹۸	توان پایین‌تنه (کیلوگرم متر بر ثانیه)
۰/۰۰۳	۱۰۵۵/۲ ± ۳۱۵/۳۸	# ‡ ۱۱۶۹/۶ ± ۲۵۱/۳۳	۱۰۴۹/۴ ± ۲۱۸/۱	۱۰۱۸/۶ ± ۲۱۲/۷۴۹	حجم تمرین بالاتنه (کیلوگرم)
۰/۰۰۱	۲۵۲۰ ± ۴۷۵/۰۲	‡ ۲۸۰۲ ± ۶۲۲/۷۶	* ۲۶۵۳/۶ ± ۶۲۳/۴۸	۲۴۲۸/۲ ± ۴۷۵/۱۲	حجم تمرین پایین‌تنه (کیلوگرم)

معناداری بین مقادیر متوسط و دارونما

‡ معناداری بین مقادیر متوسط و کنترل

‡ معناداری بین مقادیر کم و دارونما

* معناداری بین مقادیر کم و کنترل

آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی T همبسته بر روی شاخص‌های جدول ۲ نشان داد که چهار گروه در قدرت بالاتنه و توان بالاتنه تفاوت معناداری با هم ندارند، اما در دیگر شاخص‌ها تفاوت معناداری بین گروه‌ها مشاهده شد. در مورد قدرت پایین‌تنه، تفاوت معناداری بین گروه مقدار متوسط کافئین با گروه‌های کنترل ($P=0/001$) و دارونما ($P=0/001$) مشاهده شد. همچنین، در مقایسه گروه مقدار کم کافئین با گروه کنترل ($P=0/001$) تفاوت معناداری مشاهده شد، اما در مقایسه این گروه با گروه دارونما ($P=0/108$) تفاوت معناداری مشاهده نشد. بنابراین نمی‌توان افزایش قدرت در این گروه را به کافئین مصرفی نسبت داد.

در مورد استقامت بالاتنه، تفاوت معناداری بین گروه مقدار متوسط کافئین با گروه‌های کنترل ($P=0/001$) و دارونما ($P=0/001$) مشاهده شد. همچنین، در مقایسه گروه مقدار کم کافئین با گروه‌های کنترل ($P=0/104$) و دارونما ($P=0/339$) تفاوت معنادار نبود.

در مورد استقامت عضلانی پایین تنه، تفاوت معناداری بین گروه مقدار متوسط کافئین با گروه کنترل ($P=0/001$) مشاهده شد، اما در مقایسه این گروه با گروه دارونما ($P=0/018$) تفاوت معناداری وجود نداشت. از این رو نمی‌توان افزایش استقامت در آزمودنی‌ها را به اثر کافئین نسبت داد. همچنین در مقایسه گروه مقدار کم کافئین با گروه‌های کنترل ($P=0/026$) و دارونما ($P=0/022$)، تفاوت معنادار نبود.

در مورد توان عضلانی پایین تنه، تفاوت معناداری بین گروه مقدار متوسط کافئین با گروه‌های کنترل ($P=0/001$) و دارونما ($P=0/001$) مشاهده شد. همچنین، در مقایسه گروه مقدار کم کافئین با گروه‌های کنترل ($P=0/451$) و دارونما ($P=0/078$)، تفاوت معنادار نبود.

در مورد حجم تمرین بالاتنه، تفاوت معناداری بین گروه مقدار متوسط کافئین با گروه‌های کنترل ($P=0/001$) و دارونما ($P=0/001$) مشاهده شد. همچنین، در مقایسه گروه مقدار کم کافئین با گروه‌های کنترل ($P=0/031$) و دارونما ($P=0/671$)، تفاوت معنادار نبود.

در مورد حجم تمرین پایین تنه، تفاوت معناداری بین گروه مقدار متوسط کافئین با گروه کنترل ($P=0/001$) مشاهده شد، اما در مقایسه گروه مقدار متوسط کافئین با گروه دارونما ($P=0/014$) تفاوت معناداری مشاهده نشد. بنابراین نمی‌توان افزایش حجم تمرین در آزمودنی‌ها را به اثر کافئین نسبت داد. همچنین، در مقایسه گروه مقدار کم کافئین با گروه کنترل ($P=0/008$) تفاوت معنادار بود، اما در مقایسه این گروه با گروه دارونما ($P=0/180$) تفاوت معنادار نبود، بنابراین نمی‌توان افزایش حجم تمرین در این گروه را به کافئین مصرفی نسبت داد.

بحث و نتیجه‌گیری

مقدار متوسط کافئین

یافته اصلی تحقیق حاضر این بود که مصرف مقدار متوسط کافئین یک ساعت قبل از عملکرد ورزشی موجب افزایش معنادار قدرت پایین‌تنه، استقامت عضلانی بالاتنه، حجم تمرین بالاتنه و توان پایین‌تنه در پرورش اندام کاران می‌شود. البته در شاخص استقامت پایین‌تنه یعنی تکرار تا خستگی با ۷۰ درصد IRM در حرکت پرس پا، گروه مقدار متوسط کافئین نسبت به گروه کنترل افزایش معناداری را در استقامت نشان داد، ولی در مقایسه این گروه با گروه دارونما این افزایش معنادار نبود، هرچند بسیار نزدیک به معناداری قرار داشت ($P=0/018$). در این زمینه، آستورینو و همکاران (۲۰۰۸) اثر مصرف دوز متوسط (۶ mg/kg) کافئین را بر 1RM و تکرار تا خستگی با ۶۰ درصد IRM در حرکت‌های پرس سینه و پرس پا بررسی کردند. آزمودنی‌ها ۲۲ مرد مقاوم‌تری کار بودند. نتایج به دست آمده در تمامی شاخص‌ها غیرمعنادار بود. ضمن اینکه نتایج در رابطه با مجموع وزنه زده شده در تکرار تا خستگی، ۱۲ درصد افزایش نشان داد (۴). این محققان محدودیت اصلی تحقیق خود را عدم اندازه‌گیری تغییرات غلظت خونی کاتکولامین‌ها یا متیل‌گزانتین در پاسخ به کافئین مصرفی برشمردند و تفاوت‌های بین افراد در پاسخ به کافئین را از جمله دلایل عدم معناداری نتایج دانستند. گلدستین و همکاران (۲۰۱۰) اثر مصرف مقادیر متوسط کافئین (۶ mg/kg) را بر عملکرد ۱۵ زن، با سابقه شش ماه تمرین مقاومتی، بررسی کردند. شاخص‌های مورد بررسی 1RM و تکرار تا خستگی با ۶۰ درصد IRM در حرکت پرس سینه بود. محققان افزایش معنادار IRM را در پرس سینه و عدم تأثیر معنادار بر تکرار تا خستگی را گزارش کردند. نتیجه این تحقیق مخالف این نتایج است، زیرا در این پژوهش عدم تغییر معنادار در IRM و افزایش معنادار در تکرار تا خستگی در پرس سینه مشاهده شد. البته گلدستین و همکاران در تحقیق خود از آزمودنی‌های زن با سابقه شش ماه تمرین مقاومتی استفاده کردند و تنها شرط برای شرکت در این تحقیق، توانایی انجام پرس سینه با ۷۰ درصد وزن افراد بود. این محققان اذعان داشتند با توجه به اینکه این اولین پژوهش انجام گرفته در این حوزه در بین این جمعیت است، باید از تعمیم و مقایسه با دیگر نمونه‌ها اجتناب کرد. گرین و همکاران (۲۰۰۷) اثر مقدار متوسط کافئین (۶ mg/kg) را روی آزمون ۱۰ تکرار بیشینه پرس سینه و پرس پا در ۱۷ مرد و زن فعال با سابقه ۸ هفته تمرین مقاومتی بررسی کردند. نتیجه به دست آمده در

پرس سینه معنادار نبود، ولی در ست آخر پرس پا، افزایش معناداری با مصرف کافئین مشاهده شد (۱۳). محققان نتیجه گرفتند که ممکن است تأثیرات نیروزایی کافئین به عضلات فعال بزرگ و در وضعیت نیمه‌خستگی محدود باشد. هادسون و همکاران (۲۰۰۸) در تحقیقی مشابه، اثر دوز متوسط کافئین (۶ mg/kg) را بر آزمون ۱۲ تکرار بیشینه اکستنشن پا و جلو بازو در ۱۵ مرد با سابقه ۸ هفته تمرین مقاومتی بررسی کردند (۱۴). نتایج نشان داد که در مجموع تکرارهای پا افزایش معناداری وجود دارد که مشابه نتیجه تحقیق گرین و همکاران است، اما نتایج آنها نشان داد که تکرارهای ست اول پا و دست نیز افزایش معناداری داشته است؛ این نتیجه مغایر اظهار نظر گرین و همکاران مبنی بر تأثیرگذاری کافئین در وضعیت نیمه‌خستگی و ست‌های پایانی است. آستورینو و همکاران (۲۰۱۰) در تحقیق روی ۱۵ مرد فعال در جریان دو وهله تمرین انقباض ایزوکتینیک شامل ۴۰ تکرار بیشینه فلکشن و اکستنشن زانو با استفاده از مقادیر کم (۲ mg/kg) و متوسط (۵ mg/kg) کافئین، مشاهده کردند که تنها مقادیر متوسط کافئین و در وهله نخست تمرین موجب افزایش معنادار تکرارهای بیشینه شد (۵). این محققان در اظهار نظری مخالف گرین اعلام کردند که کافئین هنگامی که عضله خسته است، عملکرد را تغییر نمی‌دهد. ولف و همکاران (۲۰۰۹) اثر مصرف مقادیر متوسط کافئین (۵ mg/kg) را بر تکرار تا خستگی در حرکت پرس سینه روی ۱۷ فوتبالیست مرد بررسی کردند. نتیجه به دست آمده از این تحقیق تغییر معناداری را نشان نداد (۲۲). این نتایج برخلاف نتایج تحقیق حاضر است، اما باید توجه داشت که آزمودنی‌های تحقیق ولف فوتبالیست و در این تحقیق پرورش اندام کار بودند و شاید بتوان تفاوت نتایج را به تفاوت در آزمودنی‌ها نسبت داد. در تحقیقی دیگر پاسترنک (۲۰۰۰) اثر مصرف ۴ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن را بر سه نوبت سوپر ست پرس پا (۸۰ درصد IRM) و پرس سینه (۷۰ درصد IRM) بررسی کرد. آزمودنی‌ها ۱۳ مرد فعال بودند و نتایج به دست آمده تفاوت معناداری را بین کافئین و دارونما یا بین پرس پا و پرس سینه نشان نداد (۱۸). وی عنوان کرد که آزمودنی‌ها با اینکه فعال بودند، ولی مقاومتی کار نبودند. این موضوع موجب غیرمعنادار شدن نتایج شد. اما افزایش معنادار نتایج تحقیق حاضر را در مقایسه با تحقیق پاسترنک، می‌توان به بیشتر بودن مقدار مکمل مصرفی و ورزشکار بودن آزمودنی‌ها نسبت داد.

در بررسی تفاوت اثرگذاری کافئین بر بالاتنه و پایین‌تنه، تحقیق حاضر نشان داد که قدرت بیشینه و توان پایین‌تنه با مصرف کافئین افزایش معنادار یافت و همان‌گونه که پیشتر ذکر شد، استقامت پایین‌تنه نیز افزایشی

نزدیک به معناداری داشته است. در بالاتنه نیز افزایش معنادار استقامت عضلانی و حجم تمرین مشاهده شد. این نتیجه به نفع اثرگذاری بیشتر کافئین بر فعالیت‌های قدرتی و نیز فعالیت‌های مبتنی بر توان در پایین‌تنه و البته اثرگذاری بیشتر کافئین بر فعالیت‌های استقامتی در بالاتنه است. البته بعضی محققان تأثیر بیشتر کافئین را بر فعالیت‌های بالاتنه عنوان کرده‌اند (۷)، در صورتی که برخی دیگر (۸) اظهار داده‌اند که کافئین تأثیر اندکی بر فعالیت‌های بالاتنه دارد. تحقیق حاضر نشان داد که کافئین بر هر دو نوع فعالیت‌های بالاتنه و پایین‌تنه تأثیر دارد. بنابراین نمی‌توان هیچ یک از این نظریه‌ها را رد یا قبول کرد، زیرا تفاوت در نوع آزمودنی‌ها، شدت و حجم تمرین، مقدار مصرف مکمل و وجود یا نبود گروه کنترل و غیره، بر نتایج تحقیقات تأثیر گذاشته و موجب تفاوت آنها می‌شود. با این حال، به نظر می‌رسد برای ارائه نظر قطعی، به تحقیقات بیشتری در این زمینه نیاز است.

نتایج تحقیق حاضر حاکی از افزایش معنادار توان در پایین‌تنه و عدم تغییر معنادار در بالاتنه متعاقب مصرف دوز متوسط کافئین بود. در بررسی اثر کافئین بر توان عضلانی بالاتنه و پایین‌تنه، تحقیقی یافت نشد که از پرس سینه و پرس پا برای بررسی اثر کافئین بر توان بی‌هوازی بالاتنه و پایین‌تنه، تحقیقی یافت نشد که از پرس در زمینه توان بی‌هوازی از تست وینگیت استفاده کرده‌اند. لورینو و همکاران (۲۰۰۶) اثر مصرف کافئین را بر تست وینگیت در ۱۶ آزمودنی فعال تفریحی بررسی کردند. نتایج آنها تأثیر معناداری را نشان نداد (۱۷). محققان نتیجه گرفتند با اینکه آزمودنی‌ها تا حدودی فعال بودند، ولی ورزشکار تمرین کرده بی‌هوازی نبودند و پیشنهاد دادند که اگر از ورزشکاران بی‌هوازی استفاده می‌شد، آثار نیروافزایی کافئین مشاهده می‌شد. دانکن و همکاران (۲۰۰۹) از ۱۴ مرد و زن فعال تیمی به منظور بررسی اثر مقدار متوسط کافئین (mg/kg) بر آزمون وینگیت استفاده کردند. نتیجه به دست آمده معنادار نبود و محققان عدم کنترل دقیق کافئین مصرفی روزانه آزمودنی‌ها را علت این نتیجه بیان کردند (۹). در تحقیقی دیگر، دانکن و همکاران (۲۰۰۹) اثر همین مقدار کافئین را در ۱۲ مرد تمرین‌کرده بررسی کردند و شاخص مورد استفاده هم آزمون وینگیت بود. تأثیر کافئین بر توان بی‌هوازی در این تحقیق مثبت بود (۱۰). آنها تمرین کرده بودن آزمودنی‌ها را دلیل کسب این نتیجه عنوان کردند. پرواضح است به دلیل متفاوت بودن آزمودنی‌ها و نیز شاخص مورد استفاده، نمی‌توان مقایسه‌ای بین نتایج تحقیقات ذکر شده و تحقیق پیش رو انجام داد، با این حال، احتمال می‌رود که اثرگذاری بیشتر دوز متوسط کافئین در پایین‌تنه، علت کسب این نتایج در تحقیق حاضر باشد. در مورد تأثیر کافئین بر عملکرد ورزشی سه سازوکار عمده

بیان شده است؛ افزایش cAMP و در نتیجه افزایش لیپولیز، بسیج کلسیم داخل سلولی از رتیکولوم سارکوپلاسمیک و آنتاگونیسیم رقابتی گیرنده‌های آدنوزین در سیستم عصبی مرکزی (۱۸، ۱۹).

کافئین، اکسیداسیون اسیدهای چرب را افزایش می‌دهد و گلیکوژن عضلانی را ذخیره می‌کند که این عمل به ویژه در جریان فعالیت استقامتی می‌تواند عملکرد را افزایش دهد. اما گفته شده که فعالیت‌های کوتاه مدت و شدید، مانند آزمون‌های استفاده شده در تحقیق حاضر، به وسیله کربوهیدرات در دسترس محدود نمی‌شود. بنابراین به نظر می‌رسد اثرگذاری کافئین از طریق این سازوکار نقش عمده‌ای در این فعالیت‌ها ندارد (۸، ۱۸). افزایش آزادسازی کلسیم از رتیکولوم سارکوپلاسمیک نیز یکی از سازوکارهای پیشنهاد شده برای تأثیرات ارگوژنیک کافئین بر عملکرد ورزشی است. البته این آثار در مقادیر بیشتر از مقادیر فیزیولوژیکی رخ می‌دهد که در این مقادیر بروز آثار سمی مصرف کافئین نیز دور از انتظار نیست. بنابراین بعید به نظر می‌رسد که در مقادیر مصرف شده در این تحقیق این سازوکار نقشی اساسی در افزایش عملکرد داشته باشد (۸، ۱۸). با این حال، پیشنهاد شده است که سازوکار اصلی احتمالی اثرگذاری کافئین در فعالیت‌های کوتاه مدت و شدید، عمل کافئین به عنوان آنتاگونیسیم رقابتی گیرنده‌های آدنوزین باشد. کافئین با اتصال به گیرنده‌های آدنوزین در CNS موجب به خدمت گرفتن واحدهای حرکتی بیشتری می‌شود و تخلیه عصبی نیز افزایش می‌یابد که هر دو مورد انقباض ارادی و نیروی تولیدی را افزایش می‌دهند. شایان ذکر است که برای اثرگذاری کافئین از طریق این سازوکار به مقادیر بیشتر از مقادیر فیزیولوژیک نیاز نیست، برای مثال نوشیدن دو فنجان قهوه می‌تواند این تأثیرات را به همراه داشته باشد. همچنین کافئین می‌تواند از طریق تغییر در درک فشار تمرین، زمان واکنش یا وضعیت روانی فرد (افزایش هوشیاری و سرحالی)، موجب افزایش عملکرد شود (۸، ۱۸). در مجموع به نظر می‌رسد ترکیبی از عوامل ذکر شده می‌توانند آثار نیروافزایی کافئین را بر عملکرد ورزشی در فعالیت‌های کوتاه مدت و شدید، مانند فعالیت‌های مورد استفاده در تحقیق حاضر توضیح دهند، هرچند احتمالاً نقش کافئین به عنوان آنتاگونیسیم رقابتی گیرنده‌های آدنوزین در CNS پررنگ‌تر از دیگر عوامل است.

مقدار کم کافئین

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که دوز کم کافئین (۲/۵ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) تأثیر معناداری بر هیچ‌یک از شاخص‌های تحقیق شامل قدرت بیشینه، استقامت و توان عضلانی بالاتنه و پایین‌تنه

ندارد. البته در شاخص قدرت پا گروه دوز کم نسبت به گروه کنترل افزایش معناداری نشان داد، اما در مقایسه با گروه دارونما، تفاوت معنادار نبود، بنابراین نمی‌توان افزایش قدرت را به کافئین مصرفی نسبت داد. نتایج پژوهش حاضر با نتایج تحقیق بک و همکاران (۲۰۰۸) (۶) همراستاست. بک و همکاران اثر مصرف ۲۰۱ میلی‌گرم کافئین (حدود ۲/۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) را بر IRM پرس سینه و زمان رسیدن به خستگی روی نوارگردان با ۸۵ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه بررسی کردند. نتایج حاصل در هر دو شاخص غیرمعنادار بود. البته آزمودنی‌های تحقیق بک همگی غیرفعال بودند، به همین علت، محققان نیز معنادار نبودن نتایج را به نوع آزمودنی‌ها نسبت دادند و فرضیه مطرح شده با مضمون اثرگذاری بیشتر کافئین بر ورزشکاران نسبت به غیر ورزشکاران را تأیید کردند. درست است که آزمودنی‌های تحقیق حاضر ورزشکار بودند، اما احتمالاً مقادیر مصرفی کافئین برای اثرگذاری بر شاخص‌های قدرت، استقامت و توان عضلانی کافی نبوده است تا نتایج معنادار شود. همچنین نتایج تحقیق حاضر با نتایج تحقیق ویلیامز و همکاران (۲۰۰۸) (۲۱) همسوست، آنها در تحقیق خود از ۹ مرد مقاوم‌تری کار استفاده کردند تا اثر مصرف ۳۰۰ میلی‌گرم کافئین (حدود ۳/۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) را بر تست وینگیت و IRM و تکرار تا خستگی با ۸۰ درصد IRM در حرکت‌های پرس سینه و کشش زیر بغل بررسی کنند. نتایج به دست آمده در تمامی شاخص‌ها غیرمعنادار بود. این محققان ادعان داشتند با اینکه به آزمودنی‌های تحقیق گفته شد ۴۸ ساعت قبل از آزمون از مصرف کافئین خودداری کنند، اما برخی از آنها با این درخواست موافقت نکردند و ممکن است عدم خودداری از مصرف کافئین، بر نتایج به دست آمده تأثیر گذاشته باشد. البته در تحقیق حاضر این موضوع دلیل قابل قبولی برای عدم معناداری نتایج نیست زیرا به علت متقاطع بودن طرح، آزمودنی‌ها با خودشان مقایسه می‌شدند. ویلیامز و همکاران علت دیگر معنادار نبودن نتایج پژوهش خود را دوز کم کافئین مصرفی عنوان کردند و بیان داشتند که مقادیر مورد استفاده در تحقیق ممکن است کمتر از آستانه ضروری مورد نیاز برای به دست آوردن مزایای نیروافزایی کافئین بر عملکرد باشد. نتایج پژوهش حاضر با نتایج تحقیق بک و همکاران (۲۰۰۶) (۷) مغایر است. بک و همکاران اثر مصرف دوز کم کافئین (۲/۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) را بر توان بی‌هوایی با استفاده از آزمون وینگیت، IRM و تکرار تا خستگی با ۸۰ درصد IRM در حرکت‌های پرس سینه و اکستنشن پا در ۳۷ مرد مقاوم‌تری کار بررسی کردند. نتایج به دست آمده در وینگیت، IRM اکستنشن پا و تکرار تا خستگی در هر دو حرکت پرس سینه و اکستنشن پا معنادار نبود، ولی محققان نشان دادند که دوز کم کافئین موجب افزایش معنادار IRM

پرس سینه می‌شود. این محققان اظهار کردند که ممکن است کافئین، آثار متفاوتی بر بالاتنه و پایین‌تنه داشته باشد و علت افزایش قدرت در بالاتنه بدون افزایش در قدرت پایین‌تنه همین باشد. علت تفاوت نتیجه تحقیق بک با یافته پژوهش حاضر، مشخص نیست و برای مشخص کردن تاثیر مقادیر کم کافئین بر قدرت بالاتنه و پایین‌تنه باید تحقیقات بیشتری انجام گیرد. با این حال، محقق احتمال می‌دهد که افزایش قدرت پرس سینه در تحقیق بک ممکن است ناشی از مکمل مصرفی باشد. به عبارت دیگر، مکمل مورد استفاده در تحقیق بک حاوی مواد دیگری از جمله ویتامین C، نیاسین، ویتامین B₆، و غیره بوده است که شاید موجب معنادار شدن این نتیجه در مورد پرس سینه شده است. همچنین فاصله استراحت بین آزمون‌ها در تحقیق بک دو دقیقه بود که با تحقیق حاضر که ۵ دقیقه بود، متفاوت است. این موضوع ممکن است فشار تمرین را در حرکات بالاتنه بیشتر کند و سبب افزایش اثر نیروزایی کافئین شود. همچنین ممکن است بخشی از نتیجه تحقیق بک ناشی از تاثیر روانی مکمل باشد که به دلیل نداشتن گروه کنترل، اندازه‌گیری نشده است.

در مجموع به نظر می‌رسد، به دلیل اینکه آزمودنی‌های تحقیق حاضر ورزشکار و طرح تحقیق از نوع متقاطع بود، بسیاری از متغیرهای مزاحم تحقیق حذف شدند، احتمالاً علت عدم معناداری نتایج این بخش ناشی از دوز کم کافئین بوده است. به عبارت دیگر، مصرف ۲/۵ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن که در این تحقیق به عنوان دوز کم استفاده شد، کمتر از آستانه مورد نیاز برای اثرگذاری کافئین (از طریق سازوکارهای بیان شده در بخش دوز متوسط)، بر عملکرد ورزشی بوده است و برای استفاده از مزایای ارگوژنیک کافئین و تحریک سازوکارهای اثرگذار، به مقادیر بیشتری از مکمل نیاز است. گلدستین و همکاران (۲۰۱۰)(۱۲) در جمع‌بندی درباره کافئین و عملکرد چنین بیان کردند که کافئین هنگامی که در مقادیر کم تا متوسط مصرف شود، در افزایش عملکرد ورزشی سودمند است. البته این محققان دوز کم را سه میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن بیان کردند که این مقدار کمی بیشتر از مقدار به کار گرفته شده در تحقیق حاضر (۲/۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) است.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج این تحقیق، مصرف کافئین به مقدار کم (۲/۵ mg/kg) تأثیر معناداری بر قدرت بیشینه، استقامت عضلانی و توان بی‌هوازی در حرکت‌های پرس سینه و پرس پا در پرورش اندام کاران مرد ندارد، اما

مصرف آن به مقدار متوسط (۵ mg/kg)، موجب افزایش معنادار قدرت بیشینه پایین تنه، استقامت عضلانی و حجم تمرین بالاتنه و توان بی‌هوازی پایین تنه می‌شود. همچنین در بررسی تفاوت اثرگذاری دوز متوسط کافئین بر بالاتنه و پایین تنه، شواهدی به نفع اثرگذاری بیشتر کافئین بر پایین تنه یا بالاتنه وجود ندارد، اما شاید بتوان گفت که در فعالیت‌های قدرتی و توانی، تأثیر کافئین بر پایین تنه و در فعالیت‌های استقامتی، بر بالاتنه بیشتر است. در مجموع می‌توان گفت پرورش اندام کاران برای بهبود شاخص‌های مذکور، بهتر است یک ساعت قبل از ورزش، کافئین به مقدار متوسط استفاده کنند نه به مقدار کم.

منابع و مأخذ

۱. جنسون کلین، شولتز گوردون، بنگرتر بلور. (۱۳۷۶). "حرکت شناسی و بیومکانیک کاربردی در ورزش". ترجمه دکتر رضا علیجانیان، چاپ اول، انتشارات دانشگاه گیلان، جلد دوم، ص: ۱۸۸.
۲. دمیرچی، ارسلان و همکاران. (۱۳۸۷). "بررسی اثر مصرف کافئین بر فشار خون در هنگام فعالیت زیر بیشینه و استراحت در افراد دارای اضافه وزن". مجله غدد درون ریز و متابولیسم ایران. دوره دهم، شماره ۶، ۶۲۸-۶۲۳.
۳. صابری، یاسر. میرزایی، بهمن. اراضی، حمید. (۱۳۸۷). "تأثیر فاصله‌های استراحتی مختلف بر حفظ تکرارهای حرکت پرس سینه در نوبت‌های متوالی". مجله المپیک، سال شانزدهم، شماره ۱، پیاپی ۴۱، ص: ۸۰.
4. Astorino TA, Rohmann RL. (2008). "Effect of caffeine ingestion on one-repetition maximum muscular strength". *Eur J Appl Physiol* 102:PP:127-132.
5. Astorino TA, Terzi MN, Roberson DW and Burnett T. (2010). "Effect of two doses of caffeine on muscular function during isokinetic exercise". *Medicine & Science in Sports & Exercise* 10.P:1249.
6. Beck TW, Housh TJ, Malek MH, Mielke M and Hendrix R. (2008). "The acute effects of a caffeine-containing supplement on bench press strength and time

to running exhaustion". *Journal of Strength and Conditioning Research* 22, 5, PP:1654- 1658.

7. Beck TW, Housh TJ, Schmidt RJ, Johnson GO, Housh DJ, Coburn JW and Malek MH. (2006). "The acute effects of a caffeine-containing supplement on strength, muscular endurance, and anaerobic capabilities". *Journal of Strength and Conditioning Research* 20(3), PP:506-510.

8. Davis JK and Green M. (2009). "Caffeine and anaerobic performance". *Sports Med* 39(10):PP:813-832.

9. Duncan MJ. (2009a). "The effect of caffeine ingestion on anaerobic performance in moderately trained adults". *Serb J Sports Sci* 3(4):PP:129-134.

10. Duncan MJ, Lyons M and Hankey J. (2009b). "Placebo effects of caffeine on short- term resistance exercise to failure". *Int J Sports Physiol Perform*; 4(2):PP:244-530.

11. Goldstein E, Jacobs PL, Whitehurst M, Penhollow T and Astorino J. (2010a). "Caffeine enhances upper body strength in resistance-trained women". *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 7:P:18.

12. Goldstein ER, Ziegenfuss T, Kakman D, Kreider R, Campbell B, Wilborn C et al. (2010b). "International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance". *Jissn*.7:5.

13. Green JM, Wickwire PJ, Lester JR, Gendle S, Hudson G, Pritchett RC and Laurent CM. (2007). "Effects of caffeine on repetitions to failure and ratings of perceived exertion during resistance training". *International Journal of Sports Physiology and Performance*.2:PP:250-259.

14. Hudson GM, Green JM, Bishop PA and Richardson MT. (2008). "Effects of caffeine and aspirin on light resistance training performance, perceived exertion, and pain perception". *Journal of Strength and Conditioning Research* 22, 6:PP:1950- 1957.

15. Jacobs A I , Pasternak H, Bell D.(2003). "Effects of Ephedrine, Caffeine, and Their Combination on Muscular Endurance". *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 35(6): PP:987-994.
16. King NA, Lluch A, Stubbs RJ, Blundell JE. (1997). "High dose exercise does not increase hunger or energy intake in free living males". *European Journal of Clinical Nutrition* 51(7):PP:478-483.
17. Lorino AJ, Lloyd LK, Crixell SH and Walker JL. (2006). "The effects of caffeine on athletic agility". *Journal of Strength and Conditioning Research* 20(4):PP:851- 854.
18. Pasternak H. (2000). "The effect of ingesting caffeine, ephedrine, and their combination on repeated strength performance". A thesis, University of Toronto: 13.
19. Russell M. (2008). "The effect of caffeine gum administration on blood glucose and blood lactate during cycling to exhaustion". A thesis, University of Akron: 16.
20. Wilkinson AJ. (2008). "The effects of caffeine gum administration on reaction time and lower body pain during cycling to exhaustion". A thesis, University of Akron: 14.
21. Williams AD, Cribb PJ, Cook MB and Hayes A. (2008). "The effect of ephedra and caffeine on maximal strength and power in resistance-trained athletes". *Journal of Strength and Conditioning Research* 22, 2.
22. Woolf K, Bidwell WK and Carlson AG. (2009). "Effect of caffeine as an ergogenic aid during anaerobic exercise performance in caffeine naïve collegiate football Players". *Journal of Strength and Conditioning Research* 23(5):PP:1363-1369.