Effect of combined consumption of caffeine and carbohydrate on anaerobic performance and muscular strength of young male soccer players

Seyed Mohamamad Hosseini Ara[1], Elham Farhadfar[2*]

[1] Department of Physical Education and sport Science, Center Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

[2] Department of Physical Education and sport Science, Dezful Branch, Islamic Azad University, Dezful, Iran.

Received: 21 November 2023; Accepted: 21 December 2023

Abstract

Purpose: The purpose of this study was the effect of combined consumption of caffeine and carbohydrate on anaerobic performance and muscle strength of young male soccer players.

Methods: 12 young male foot athletes in the age range of 20-25 years volunteered on 4 occasions with an interval of one week, after randomly consuming one of the supplements in the one repetition maximum chest press and leg press tests and after 15 minutes of test, Participated in the RAST test. In the carbohydrate turn, 21 grams of carbohydrate supplement dissolved in 250 ml of water along with flavoring and food coloring was consumed 30 minutes before the test. In the case of caffeine, a caffeine supplement of 6 mg per kilogram of body weight was consumed as a solution in 250 ml of water. In the turn of combined consumption of supplements, the subjects consumed caffeine and carbohydrates. In the placebo group, 250 ml of water was consumed along with flavoring and food coloring. 48 hours after the last consumption, the tests were repeated. The Shapiro-Wilk test was used to determine the normal distribution of the data and to compare the results of the groups, the analysis of variance with repeated measurements and the Makhli test were used. All statistical operations were applied by software (SPSS) version 23 and the significance level of the tests was $p \geq 0.05$.

Findings: The results showed that the average anaerobic power of the subjects in the caffeine + carbohydrate group was about 15% higher than placebo and 13% higher than carbohydrate. The average strength of the lower body and upper body of the subjects in caffeine + carbohydrate was 12 and 18% higher than placebo and 9 and 15% higher than carbohydrate. Also, the consumption of caffeine, carbohydrates and the combination of these two had no effect on the fatigue index.

Conclusion: Carbohydrate consumption alone increased the muscle strength of the subjects; the combination of caffeine + carbohydrates increased the strength of the lower body and upper body of the subjects and also increased the anaerobic power.

Keywords: caffeine supplement, carbohydrate, anaerobic performance, muscle strength and football player.

[*] **Corresponding author:** E-mail: elhamfarhadfar1@gmail.com

اثرمصرف ترکیبی کافئین و کربوهیدرات بر عملکرد بی‌هوازی و قدرت عضلانی فوتبالیست‌های جوان مرد

سید محمد حسینی آرا[۱] ، الهام فرهادفر[۲*]

[۱] گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

[۲] گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی، ، دزفول، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۳۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۳۰

چکیده

هدف: هدف از پژوهش حاضر اثر مصرف ترکیبی کافئین و کربوهیدرات بر عملکرد بی‌هوازی و قدرت عضلانی فوتبالیست‌های جوان مرد بود.

روش کار: مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی با هدف کاربردی و به شکل یکسو کور با طرح اندازه‌گیری مکرر انجام شد. ۱۲ فوتبالیست مرد جوان در محدوده سنی ۲۰ تا ۲۵ سال به‌صورت داوطلبانه در ۴ نوبت با فاصلهٔ یک هفته پاکسازی ، پس از مصرف تصادفی یکی از مکمل‌ها در آزمون‌های یک تکرار بیشینه پرس سینه و پرس پا و بعد از ۱۵ دقیقه استراحت در آزمون رست شرکت نمودند.در نوبت کربوهیدرات، ۲۱ گرم مکمل کربوهیدرات محلول در ۲۵۰ میلی‌لیتر آب به‌همراه طعم‌دهنده و رنگ خوراکی، ۳۰ دقیقه قبل از آزمون مصرف شد. در نوبت کافئین، مکمل کافئین به مقدار ۶ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن به صورت محلول در ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مصرف شد. در نوبت مصرف ترکیبی مکمل‌ها، آزمودنی‌ها، کافئین و کربوهیدرات مصرف نمودند. در نوبت دارونما، ۲۵۰ میلی‌لیتر آب به‌همراه طعم‌دهنده و رنگ خوراکی مصرف شد. از آزمون شاپیرو-ویلک جهت تعیین توزیع طبیعی داده‌ها و برای مقایسه نتایج گروه‌ها از آزمون آنالیز واریانس با اندازه گیری مکرر و آزمون ماخلی استفاده شد. کلیه عملیات آماری توسط نرم افزار(SPSS) نسخه ۲۳ و سطح معنی داری آزمون ها در سطح $p\leq ۰/۰۵$ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند .

یافته‌ها: نتایج نشان داد که میانگین توان بی‌هوازی آزمودنی‌ها در نوبت کافئین+کربوهیدرات نسبت به دارونما حدود ۱۵ درصد و نسبت به کربوهیدرات ۱۳ درصد بیشتر بود. میانگین قدرت پایین تنه و بالاتنه آزمودنی‌ها در نوبت کافئین+کربوهیدرات نسبت به دارونما به ترتیب۱۲ و ۱۸ درصد و نسبت به کربوهیدرات ۹ و ۱۵درصد ($p=0/027$) بیشتر بود. همچنین مصرف کافئین، کربوهیدرات و ترکیب این دو تاثیری بر شاخص خستگی نداشت.

نتیجه‌گیری: مصرف کربوهیدرات به تنهایی قدرت عضلانی آزمودنی‌ها را افزایش داد، ترکیب کافئین+کربوهیدرات افزایش بیشتری در قدرت پایین تنه و بالاتنهٔ آزمودنی‌ها ایجاد کرده و توان بی‌هوازی را نیز افزایش داد.

واژه های کلیدی: مکمل کافئین ،کربوهیدرات، عملکرد، قدرت عضلانی، فوتبالیست جوان مرد .

* **نویسنده مسوول** : استادیار تربیت بدنی و علوم ورزشی E-mail: elhamfarhadfar1@gmail.com

مقدمه

بررسی پیشرفت و بهبود رکوردها، مهارت‌ها، تکنیک‌ها و تاکتیک‌های ورزشی در چند دهه‌ی گذشته نشانه گسترش و بسط زیر بنای علمی و دانش محققین و مربیان ورزش بوده است. یافته‌های علمی در این زمینه در تنظیم و اجراء برنامه‌های تمرینی قهرمانان ورزشی نقش مهمی بر عهده داشته است (۱). امروزه در سایه تحقیقات و پیشرفت علم و ارتباطات علمی، کیفیت عملکرهای ورزشی نیز رو به افزایش است و سطح رقابت های ورزشی به هم نزدیک شده است. در این میان ورزشکارانی می توانند نتیجه بهتر از آن خود کنند که به عوامل ظریف تر و مهم تر بیشتر توجه نمایند(۲). تحقیقات انجام شده نشان می دهد افزایش VO_2max به میزان ۱۱ درصد باعث افزایش ۲۰ درصدی پیمودن مسافت در شرایط بازی می‌شود (۳).ضمنا افزایش حدود ۲۳ درصدی در شرایط فشار همراه با توپ باعث افزایش کارهای سرعتی و انفجاری کوتاه به میزان ٪۱۰۰ خواهد شد که این مطالب نشان دهنده اهمیت ظرفیت توانایی هوازی بازیکنان فوتبال است(۴). قدرت عضلانی از عوامل موفقیت در بسیاری از رشته‌های ورزشی است، قدرت به عنوان یکی از اصلی ترین عناصر آمادگی جسمانی در بسیاری از مهارت های ورزشی به حساب می‌رود. ضعف عضلانی یا عدم توازن گروه های عضلانی، می‌تواند باعث حرکت یا جابجایی غیر طبیعی در بخش های مختلف بدن شود و عملکرد آن را معیوب کند. قدرت علاوه بر نقشی که در برنامه های تمرینی دارد، در پیشگیری از آسیب دیدگی و در توان بخشی اندام های آسیب دیده نیز موثر است (۵).

بهبود وضعیت جسمانی بازیکنان فوتبال، متکی به دانش دقیق درباره ملزومات یک نمایش مطلوب است. امروزه اهمیت قدرت و استقامت عضلانی، در فعالیت‌های جسمانی و ورزش‌های رقابتی آشکار شده است. بازیکنانی که به دنبال افزایش کارکردهای بدنی خود هستند، بر روی افزایش تمرین و تغذیه مناسب تکیه می کنند (۶). افزایش آگاهی در این باره که تغذیه می‌تواند در دست یابی به کارآیی مطلوب بدنی نقش ارزشمندی ایفا کند (۷). در دهه‌های اخیر، پیشرفت های علمی و تحقیقاتی رابطه تنگاتنگ فعالیت های ورزشی را با مصرف مکمل‌ها بیش از پیش مشخص کرده‌اند. به‌طوری که نشان داده شده است مصرف مکمل‌های مختلف، می-تواند عملکرد ورزشی را تحت تأثیر قرار دهد. در طی سال‌های اخیر، شاهد افزایش چشمگیر تعداد مصرف کنندگان مکمل‌ها و داروهای مختلـف با هدف افزایش کارآیی ورزشی در بین ورزشکاران رشته‌های مختلف در سراسر جهان هستیم (۸). مکمل‌ها از طریق مکانیسم‌هایی از جمله اثر بر متابولیسم انرژی، سیستم عصبی مرکزی و انقباض عضلانی در بهبود عملکرد و ریکاوری نقش دارند (۹). کربوهیدرات‌ها به دلیل اهمیت آن‌ها در تأمین منابع گلوکز و بازسازی ذخایر گلیکوژنی از جمله مکمل‌هایی هستند که انتظار می‌رود عملکرد ورزشی را بهبود بخشند. امروزه، گلیکوژن نه تنها یک سوبسترای انرژی، بلکه تنظیم‌کننده مسیرهای سیگنالینگ مربوط به سازگاری‌های تمرینی در نظر گرفته می‌شود. بنابراین، فراهمی کربوهیدرات، به‌ویژه، در فعالیت‌هایی که منجر به تخلیه منابع گلیکوژنی عضله و خستگی می‌شوند، اهمیت خواهد داشت (۱۰). مطالعات نشان داده‌اند که مصرف مکمل‌های کربوهیدراتی، شروع خستگی را تا ۲۱ ٪کاهش داده و عملکرد را بهبود می‌بخشد که به عقیده محققین، یکی از عوامل بهبود عملکرد کاهش احساس درد و فشار کار است(۱۱). همچنین، گزارش شده است که استفاده از مکمل‌های کربوهیدراتی، ظرفیت استقامتی در فعالیت‌های تناوبی و عملکرد سرعتی بازیکنان فوتبال، راگبی و هاکی را نیز افزایش می‌دهد (۱۲). به نظر می‌رسد مصرف کربوهیدرات پیش از فعالیت‌های قدرتی نیز، باعث حفظ ذخایر گلیکوژنی و به تعویق افتادن خستگی شود (۱۳).

مکمل دیگر کافئین است که به‌دلیل اثر بر سیستم عصبی مرکزی و متابولیسم از جمله مکمل‌هایی است که مورد توجه ورزشکاران رشته‌های مختلف و به ویژه فوتبال قرار گرفته است.کافئین یکی از متداول‌ترین مکمل‌های ورزشی مصرفی در میان ورزشکاران به ویژه فوتبالیست ها است. کافئین به طور طبیعی در نوشیدنی هایی نظیر چای، قهوه، نوشابه‌ها و شکلات تلخ نیز یافت می‌شود.

مکمل کافئین نقش موثری در افزایش عملکرد ورزشی ورزشکاران استقامتی نظیر فوتبالیست ها، دونده‌ها، دوچرخه سواران و شناگران دارد. نشان داده شده است که مصرف ۳ تا ۶ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن باعث به تعویق افتادن خستگی و بهبود زمان عملکرد ورزشی می‌شود (۱۴). کافئین یکی از مواد پر مصرف و غیردوپینگی است که می‌توان از آن به عنوان مکمل برای انجام فعالیت ورزشی استفاده کرد (۱۵). کافئین، به‌دلیل شباهت بسیار زیاد به آدنوزین، روی گیرنده‌های آدنوزین قرار گرفته و از ارسال سیگنال خستگی به مغز جلوگیری می‌کند. در واقع مصرف کافئین باعث کاهش آستانه تحریک نورون‌ها می‌شود؛ در نتیجه فرد به محرک‌های خارجی سریعتر واکنش نشان داده و واحدهای حرکتی بیشتری نیز برای انقباض فرا خوانده می‌شوند (۱۶). گزانتین که از تجزیه کافئین در بدن تولید می‌شود، گلیکولیز را تحریک می‌کند و همچنین رهایش کاتکولامین‌ها را افزایش می‌دهد؛ در نتیجه، نفوذ یون کلسیم به بافت عضلانی افزایش می‌یابد که در مجموع همه این عوامل باعث افزایش انقباض عضلانی و قدرت می‌شوند (۱۷). نتایج مطالعه Gant و همکاران در سال ۲۰۱۰ و Foskett و همکارانش در سال ۲۰۰۹ نشان داد که مصرف مکمل کافئین در فوتبالیست‌ها توان استقامتی، پرشی و چابکی آنها را می‌تواند افزایش دهد (۱۴). معمولا پس از مصرف کافئین، این ماده به سرعت از طریق دستگاه گوارش جذب می شود و پس از ۶۰- ۴۵ دقیقه سطح کافئین پلاسما به بالاترین حد خود می رسد (۱۵). اگرچه مکانیسم دقیق اثرات ارگوژنیک کافئین هنوز به درستی شناخته نشده است اما کافئین از سد خونی مغزی عبور می کند و با تاثیر بر سیستم اعصاب مرکزی به عنوان آنتاگونیست آدنوزین عمل می نماید و می تواند در انرژی زایی موثر باشد. همچنین کافئین می تواند غلظت نوروترانسمیترهایی نظیر دوپامین را افزایش که در افزایش انگیزه و تمرکز موثر است (۱۶). درحالی که کربوهیدرات‌ها و کافئین هر یک به‌طور خاص دارای فوائد عملکردی هستند، برخی از گزارش‌های هرچند محدود، حاکی از آن هستند که احتمالا ترکیب این دو مکمل اثر فزاینده‌ای بر عملکرد خواهد داشت (۱۷). بررسی اثر مصرف مکمل‌ها به‌صورت ترکیبی، به مربیان و ورزشکاران این فرصت را می‌دهد تا با مصرف ترکیب بهینه‌ای از مکمل‌ها در کنار تمرینات تخصصی، در بهبود هرچه بیشتر عملکرد و کاهش خستگی نقش داشته باشند. از این رو، هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر مصرف ترکیب کافئین و کربوهیدرات بر شاخص‌های مرتبط با عملکرد بی‌هوازی (توان بی‌هوازی و شاخص خستگی) و همچنین قدرت عضلانی (قدرت بالاتنه و پایین‌تنه) فوتبالیست‌های مرد جوان بود.

روش شناسی:

این پژوهش کاربردی به شکل یکسو کور و با طرح اندازه‌گیری مکرر و تصادفی با حضور دارونما بر روی فوتبالیست‌های مرد جوان شهر تهران انجام شد و با شناسه IR.IAU.CTB.REC.1402.011 مورد تاکید کمیته ی اخلاق در پژوهش دانشگاه ازاد اسلامی– واحد تهران مرکزی قرار گرفت. آزمودنی فوتبالیست‌های مرد جوان در محدوده سنی ۲۰ تا ۲۵ سال بودند. نمونه آماری تحقیق شامل ۱۲ فوتبالیست مرد جوان بود که سابقه ی ۷ سال تمرین و رقابت حرفه ای فوتبال داشتند، به‌صورت داوطلبانه و در دسترس به‌عنوان آزمودنی انتخاب شدند. معیارهای ورود به پژوهش، تمرین منظم فوتبال حداقل ۳ روز در هفته، عدم استفاده از سایر مکمل‌های غذایی و ورزشی، عدم آسیب اسکلتی عضلانی، سلامت قلبی تنفسی و عدم حساسیت به کافئین بود. پس از توضیح هدف و روند پژوهش، فرم رضایتنامه آگاهانه شرکت در پژوهش توسط آزمودنی‌ها تکمیل شد و اندازه‌گیری‌های اولیه نظیر قد، وزن، درصد چربی (روش چین پوستی ۳ نقطه ای جکسون پولاک) انجام گرفت. رژیم غذایی آزمودنی ها نیز با استفاده از یادآمد غذایی ۲۴ ساعته کنترل شده است. از آزمودنی‌ها خواسته شد، ۴۸ ساعت قبل از آزمون هیچگونه فعالیت شدید ورزشی نداشته و از مصرف کربوهیدرات زیاد و مواد حاوی کافئین خودداری کنند.

پروتکل پژوهش:

نوبت‌های مصرف مکمل با قرعه‌کشی مشخص شد و آزمودنی‌ها اطلاعی از نوع مکمل دریافتی نداشتند. در نوبت کربوهیدرات، ۲۱ گرم مکمل کربوهیدرات محلول در ۲۵۰ میلی‌لیتر آب به‌همراه طعم‌دهنده و رنگ خوراکی، ۳۰ دقیقه قبل از آزمون مصرف شد (۲۴). در نوبت کافئین، یک ساعت پیش از آزمون مکمل کافئین به مقدار ۶ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن به صورت محلول در ۲۵۰ میلی‌لیتر آب و مخلوط با طعم‌دهنده و رنگ خوراکی مصرف شد (۱۵). در نوبت مصرف ترکیبی مکمل‌ها، آزمودنی-ها ۱ ساعت پیش از آزمون کافئین و ۳۰ دقیقه پیش از آزمون کربوهیدرات مصرف نمودند. در نوبت دارونما، ۲۵۰ میلی‌لیتر آب به-همراه طعم‌دهنده و رنگ خوراکی مصرف شد. آزمون‌ها پس از گذشت زمان مورد نظر از مصرف مکمل‌ها و پس از ۱۰ دقیقه گرم-کردن اجرا شدند که به ترتیب شامل یک تکرار بیشینهٔ پرس سینه، یک تکرار بیشینهٔپرس پا برای سنجش قدرت عضلانی بالاتنه و پائین تنه و بعد از ۱۵ دقیقه استراحت آزمون رست برای سنجش توان بی‌هوازی و شاخص خستگی بودند. توان بی‌هوازی در هر مسافت و همچنین شاخص خستگی توسط معادلات زیر محاسبه شدند. توان بی‌هوازی : وزن ضرب در مسافت به توان۲ تقسیم بر زمان به توان ۳

$$\text{شاخص خستگی} = \frac{\text{حداقل توان} - \text{حداکثر توان}}{\text{زمان کل}}$$

بزرگترین عدد به عنوان حداکثر توان و کوچکترین عدد به عنوان حداقل توان و میانگین ۶ مرحله به‌عنوان میانگین توان بی‌هوازی در نظر گرفته شد

روش آماری:

از آمار توصیفی برای محاسبه شاخص های مرکزی، پراکندگی و ترسیم جدول ها و در بخش آمار استنباطی، از آزمون شاپیرو-ویلک جهت تعیین توزیع طبیعی داده ها، در تجزیه و تحلیل استنباطی، برای مقایسه نتایج گروه ها با یکدیگر از آزمون آنالیز واریانس با اندازه گیری مکرر و آزمون ماخلی استفاده شد. کلیه عملیات آماری توسط نرم افزار(SPSS) نسخه ۲۳ و سطح معنی داری آزمون ها در سطح $p\leq ۰/۰۵$ اعمال گردید.

یافته‌ها

ویژگی‌های آزمودنی‌ها (سن، قد، وزن و شاخص توده بدن) در جدول ۴-۱ ارائه شده است. همه مقادیر به صورت میانگین و انحراف معیار بیان شده است و مربوط به اندازه‌گیری انجام شده قبل از شروع آزمون می‌باشند.

توان بی هوازی: آزمودنی ها در نوبت کافئین + کربوهیدرات نسبت به دارو نما حدود ۱۵٪ ($p=0/027$) و نسبت به نوبت کربوهیدرات به تنهایی ۱۳٪ بیشتر است .

جدول ۱. ویژگی‌های آزمودنی‌های پژوهش

سن - سال	قد(cm)	وزن(kg)	BMI(kg/m^2)	درصد چربی	کالری دریافتی
۲۳/۵±۱/۹	۱۷۴/۴±۶/۳	۸۴/۱۳±۴/۳	۲۰/۶۷±۴/۶۷	۱۹/۶۷±۴/۶۷	۲۰۶۹/۱±۱۳۲/۱

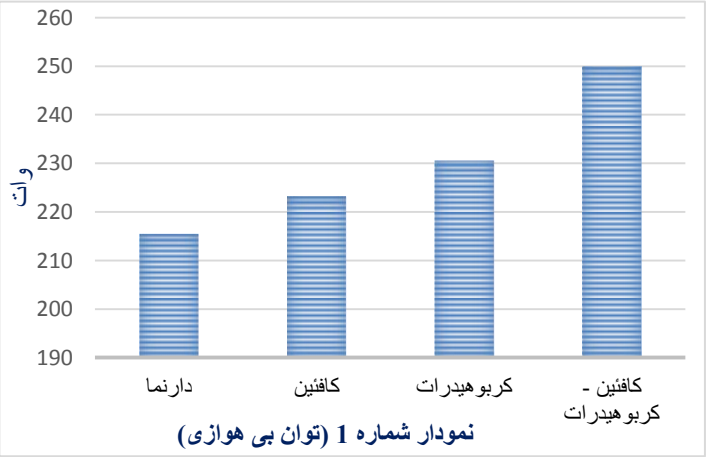
قدرت عضلانی: پایین تنه آزمودنی ها در نوبت کافئین + کربوهیدرات نسبت به دارونما حدود ۱۲٪ و نسبت به نوبت کربوهیدات به تنهایی ۹٪ بیشتر است همچنین میانگین قدرت پایین تنه آزمودنی ها در نوبت کافئین + کربوهیدرات نسبت به دارونما ۱۸٪ و

نسبت به نوبت کربوهیدرات به تنهایی ۱۵٪ بیشتر بود. میانگین و انحراف معیار، متغیرهای پژوهش به تفکیک در جدول ۲ ارائه شده است.

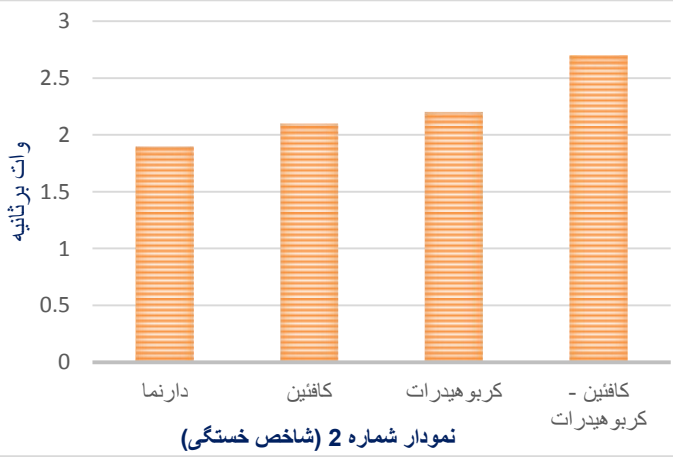
جدول ۲. جدول میانگین و انحراف معیار متغیرهای پژوهش

متغیر	دارونما	کافئین	کربوهیدرات	کافئین-کربوهیدرات
توان بی هوازی	۲۱۵/۵±۱۸/۳	۲۲۳/۳±۱۹/۲	۲۳۰/۶±۲۱/۵	٭۲۴۷/۹±۲۳/۸
شاخص خستگی	۱/۹±۰/۳	۲/۱±۰/۲	٭۲/۲±۰/۴	٭۲/۷±۰/۲
قدرت پایین تنه (پرس پا)	۱۲۳/۷±۱۴/۶	۱۲۹/۵±۱۳/۵	٭۱۴۹/۴±۱۵/۳	٭۱۵۶/۳±۱۲/۷
قدرت بالا تنه (پرس سینه)	۲۲/۱±۲/۳	۲۴/۳±۳/۴	٭۲۹/۱±۱۳۲/۱	٭۳۴/۱±۱۳۲/۱

٭ تفاوت معنی دار با دارونما$p\leq ۰/۰۵$



نمودار شماره 1 (توان بی هوازی)



نمودار شماره 2 (شاخص خستگی)

نمودار شماره 4 : قدرت بالا تنه (پرس سینه)

نمودار شماره 3 : قدرت پایین تنه (پرس پا)

بحث

هدف پژوهش حاضر، تعیین تاثیر مصرف ترکیبی کافئین و کربوهیدرات بر عملکرد بی‌هوازی و قدرت عضلانی فوتبالیست‌های جوان مرد بود. یافته‌های تحقیق نشان داد که مصرف کافئین به‌تنهایی اثری بر متغیرهای پژوهش نداشت، اما مصرف کربوهیدرات به - تنهایی نتایج آزمون 1RM پرس سینه و پرس پا را بهبود بخشید. این در حالی بود که مصرف ترکیبی کافئین و کربوهیدرات در

مقایسه با دارونما، میانگین توان بی‌هوازی و قدرت بالاتنه و پائین تنۀ آزمودنی‌ها را به میزان بیشتری افزایش داد و بزرگی این تغییر درعضلات پائین تنه بیشتر بود. همچنین نتایج تحقیق نشان داد که مصرف کافئین، کربوهیدرات و ترکیب این دو تاثیری بر شاخص خستگی نداشت. نتایج تحقیق حاضر با نتایج آدام[۱] و همکاران (۲۰۱۴) و پیتر[۲] و همکاران (۲۰۱۳) همسو بود. واکنش های فیزیولوژیک نسبت به فعالیت بدنی موجب سازگاری‌های حاد و کوتاه مدت می شود. پس از این، سازگاری‌های تدریجی بدن نسبت به وهله های پی در پی تمرین شروع می شود. سازگاری های فیزیولوژیکی که در نتیجه ورزش کردن در درازمدت روی می دهد موجب پیشرفت ورزشی و کارآیی می شود. هم چنین در مورد سازگاری فیزیولوژیکی مصرف مکملهای مختلف، تعدادی عوامل شناخته شده چون عوامل عصبی – عضلانی، متابولیک، هورمونی و نیز روانی– حرکتی نقش دارند. یافته های تحقیق حاضر نشان داد که مصرف ترکیبی کافئین و کربوهیدرات در مقایسه با دارونما، میانگین توان بی‌هوازی آزمودنی‌ها را به میزان بیشتری افزایش داده است. با پژوهش حاضر دیگر، محققین گزارش نموده‌اند که مصرف mg/kg ۶ کافئین به تنهایی اثری بر میانگین توان بی هوازی و شاخص خستگی ندارد. همچنین، جوزوگرگیچ (۲۰۱۷) و پاول میکولیچ (۲۰۱۸) نیز در مطالعۀ خود اثر اتحاد مصرف کافئین بر قدرت و توان در تمرینات مقاومتی را بررسی کردند و mg/kg ۶ کافئین تغییری در توان بی هوازی ایجاد نکرد.

مطالعات نشان داده‌اند که ترکیب کافئین و کربوهیدرات باعث بهبود عملکرد سرعتی، پرشی و شناختی بازیکنان راگبی و فوتبال نیز می‌شود. برخی از ورزشکاران برای بهبود عملکرد و ظرفیت تمرین به مصرف کربوهیدرات و کافئین روی می‌آورند؛ با این تفکر که سیستم عصبی مرکزی و متابولیسم به نفع فعالیت آنها عمل خواهد کرد. مطالعات حاکی از آن هستند که کافئین از طریق مکانیسم‌های متعدد باعث بهبود سرعت، چابکی و استقامت می‌شود. با این حال، یک مطالعه آثار ارگولیتیک کافئین بر میانگین توان و شاخص خستگی در عملکرد دوچرخه‌سواری سرعتی را نیز گزارش کرده است. برخی از پژوهش‌ها پیشنهاد کرده‌اندکه ترکیب کربوهیدرات با کافئین، می‌تواند فواید متابولیک کربوهیدرات را افزایش دهد. برای مثال، نشان داده شده است که خوردن همزمان کربوهیدرات و کافئین نسبت به دریافت هر کدام به‌تنهایی، باعث جذب روده‌ای گلوکز و اکسیداسیون بیشترکربوهیدرات برونزاد می‌شود. با این حال، اطلاعات محدودی در ارتباط با مکانیسم اثر ترکیبی این دو مکمل بر عملکرد فوتبالیستها وجود دارد.

در بخش دیگری از پژوهش نتایج نشان داد که افزایش معنی داری در قدرت فوتبالیستهای تمرین کرده که برنامه تغذیه ای ترکیبی همزمان کربوهیدرات و کافئین انجام دادند، وجود دارد . نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر با نتایج ادیب پور و همکاران (۲۰۱۹)، هابرت و همکاران (۲۰۱۶)، پرز (۲۰۱۸)، و کلوندی(۱۳۹۹) هم خوانی دارد. یافته‌های تحقیق نشان داد که مصرف کافئین به‌تنهایی اثری بر متغیرهای پژوهش نداشت، اما مصرف کربوهیدرات به‌تنهایی نتایج آزمون 1RM پرس سینه و پرس پا را بهبود بخشید. این در حالی بودکه مصرف ترکیبی کافئین و کربوهیدرات در مقایسه با دارونما، قدرت بالاتنه و پائین تنۀ آزمودنیها را به میزان بیشتری افزایش داد و بزرگی این تغییر در عضلات پائین تنه بیشتر بود. تحقیقات رو به توسعه نشان داده است که بسیاری از فواید ورزش از طریق نقش مکملها در بهبود شرایط عضلات اسکلتی به عنوان یک عضو غدد درون ریز واسطه می شوند. به عبارتی انقباض عضلات، مواد متعددی را تحت عنوان میوکین ها آزاد می سازد که رشد بافت جدید، ترمیم بافت وکارکردهای ضد التهابی متعدد را گسترش می دهد که به نوبه خود عملکرد ورزشکاران را در طول مسابقات افزایش می‌دهد. اما با نتایج پژوهش نوآور(۱۴۰۰) مخالف و ناهمسو می‌باشد. به نظر می‌رسد که علت عدم همسوئی نتایج تحقیقات، به دلیل تفاوت در مدت و شدت انجام تمرین و میزان و زمان مصرف مکمل‌ها در هر جلسه با تحقیق حاضر بوده است.

---

[۱]- Adam
[۲]- Piter

مکانیزم‌های مسئول تقویت قدرت در اثر تمرینات ممکن است با افزایش تولید نیرو و سازگاری عصبی مرتبط باشد. مکانیسم هایی که ممکن است مسئول افزایش قدرت شوند شامل افزایش استفاده از مسیرهای گلیکولیتیک است که سبب افزایش غلظت آنزیم های فسفوفروکتوکیناز یا فسفوریلاز می شوند و بدین ترتیب موجب افزایش نسبی در تولید نیرو و سازگاری عصبی می شوند.

تحقیقات نشان داده‌اند که پس از انجام تمرینات سرعتی ذخایر گلیکوژن عضله به عنوان یک ماده سوختی مهم در فعالیت‌هایی با تکرارهای سرعتی، افزایش می‌یابد. این مسئله باعث می شود تا بارگیری مجدد ATP سریع تر انجام گیرد و بنابراین توان هوازی بهبود یابد. همچنین نشان داده شده است که فراهمی بیشتر گلوکز و در دسترس بودن آن و خاصیت تحریکی کافئین، آنزیم‌های درگیر در مسیرگلیکولیتیک مثل فسفوفروکتوکیناز، میوکیناز، کراتین فسفوکیناز و لاکتات دهیدروژناز را افزایش میدهد مکانیزم های مسئول تقویت عملکرد بی هوازی در اثر تمرینات سرعتی ممکن است با افزایش تولید نیرو و سازگاری عصبی مرتبط باشد. مکانیسم هایی که ممکن است مسئول افزایش توان بی هوازی شوند شامل افزایش استفاده از مسیرهای گلیکولیتیک ناشی از فراهمی مناسب گلوکز است که سبب افزایش غلظت آنزیم های فسفوفروکتوکیناز یا فسفوریلاز می‌شوند و بدین ترتیب موجب افزایش نسبی در تولید نیرو و سازگاری عصبی می‌شوند، همچنین تمرینات سرعتی قبل از هرگونه افزایشی در حجم عضله، تغییرات آنزیمی بیشتری در پی داشته باشند.

همچنین می‌توان ادعا کرد که افزایش قدرت پس از مصرف مناسب مکمل‌های کربوهیدراتی و تحریکی ممکن است به دلیل بهبود تغییرات سلولی- مولکولی در سیستم اعصاب مرکزی، افزایش فعالیت صفحه اتصال عصب- عضله، برهم کنش بیشتر سیستم‌های درگیر در شبکه سارکوپلاسمیک میتوکندری و یا عملکرد قوی پروتئین های انقباضی اتفاق بیافتد. بنابراین محرک های متفاوتی مثل مکملهای کربوهیدراتی و کافئینی وتغییرات هورمونی می تواند جایگاه اصلی تغییرات را تعیین کند. در این حالت، واحد های حرکتی بیشتر برای عملی معین فراخوانده می شوند که موجب تسهیل انقباض و افزایش توانایی عضله برای تولید نیرو می شود. چنین افزایشی در الگوی فراخوانی واحدهای حرکتی می‌تواند ناشی از توقف و یا کاهش تکانه های بازدارنده (دوک عضلانی) باشد که اجازه فعال شدن هم‌زمان واحدهای حرکتی بیشتری را می‌دهند.

نتیجه‌گیری:

پژوهش حاضر نشان داد که مصرف 6 mg/kg کافئین به تنهایی، اثری بر توان بی‌هوازی، شاخص خستگی و قدرت عضلانی مردان فوتبالیست ندارد با اینکه مصرف کربوهیدرات به تنهایی قدرت عضلانی آزمودنی‌ها را افزایش داد، ترکیب کافئین+کربوهیدرات افزایش بیشتری در قدرت پایین تنه و بالاتنهٔ آزمودنی‌ها ایجاد کرده و توان بی‌هوازی را نیز افزایش داد. با این حال شاخص خستگی تحت تأثیر هیچکدام از مکمل‌ها قرار نگرفت. با وجود نزدیک بودن سیستم انرژی مورد استفاده در ورزش فوتبال با آزمون‌های پژوهش حاضر تفاوت‌های فردی می‌تواند در نتایج کار مؤثر باشد. با انجام مطالعات بیشتر در این زمینه و با شناسایی دقیقتر مکانیسم‌ها و یافتن دوز مناسب، احتمالاًراهکارهای بهتری برای بهبود عملکرد ورزش فوتبال حاصل خواهد شد.

منابع

1. Astorino, T. A., Rohmann, R. L., & Firth, K. (2007). Effect of Acute Caffeine Ingestion On One-Repetition Maximum Muscular Strength: 699: May 31 1: 15 PM 1: 30 PM. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *39*(5), S43.
2. Mojab, F., Hamedi, A., Nickavar, B., & Javidnia, K. (2008). Hydrodistilled volatile constituents of the leaves of Daucus carota L. subsp. sativus (Hoffman.) Arcang.(Apiaceae)

from Iran. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, *11*(3), 271-277. [Doi: 10.1080/0972060X.2008.10643630]
3. Beck, T. W., Housh, T. J., Schmidt, R. J., Johnson, G. O., Housh, D. J., Coburn, J. W., & Malek, M. H. (2006). The acute effects of a caffeine-containing supplement on strength, muscular endurance, and anaerobic capabilities. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *20*(3), 506-510.
4. Cheng, C. F., Hsu, W. C., Kuo, Y. H., Shih, M. T., & Lee, C. L. (2016). Caffeine ingestion improves power output decrement during 3-min all-out exercise. *European journal of applied physiology*, *116*, 1693-1702. [Doi: 10.1007/s00421-016-3423-x]
5. Coggan, A. R., & Coyle, E. F. (1991). Carbohydrate ingestion during prolonged exercise: effects on metabolism and performance. *Exerc Sport Sci Rev*, *19*(1), 1-40.
6. Doherty, M., Smith, P. M., Davison, R. R., & Hughes, M. G. (2002). Caffeine is ergogenic after supplementation of oral creatine monohydrate. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *34*(11), 1785-1792. [Doi: 10.1249/01.MSS.0000035365.66598.24]
7. Gant, N., Ali, A., & Foskett, A. (2010). The influence of caffeine and carbohydrate coingestion on simulated soccer performance. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, *20*(3), 191-197. [Doi: 10.1123/ijsnem.20.3.191]
8. Ghasemi, S., & Mousavi Sadati, S. K. (2021). The Effect of One Session of the Exhaustive Exercise & Caffeine Consumption on Muscle Fatigue Levels & Anaerobic Power of the Professional Female Karatekas. *Journal of Sports Physiology and Athletic Conditioning*, *2*(2), 16. [Doi: 10.61186/jspac.21058.1.2.16] [In Persian]
9. Grgic, J., & Mikulic, P. (2017). Caffeine ingestion acutely enhances muscular strength and power but not muscular endurance in resistance-trained men. *European journal of sport science*, *17*(8), 1029-1036. [Doi: 10.1080/17461391.2017.1330362]
10. Haff, G. G., Lehmkuhl, M. J., McCoy, L. B., & Stone, M. H. (2003). Carbohydrate supplementation and resistance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *17*(1), 187-196.
11. Henselmans, M., Bjørnsen, T., Hedderman, R., & Vårvik, F. T. (2022). The effect of carbohydrate intake on strength and resistance training performance: a systematic review. *Nutrients*, *14*(4), 856. [Doi: 10.3390/nu14040856]
12. Hong, C., Kim, K., & Park, J. (2021). Comparison of physique and physical fitness of TAEKWONDO gyeorugi and WUSHU santa athletes. *International Journal of Martial Arts*, *6*(2), 42-50.
13. Jordan, J. B., Korgaokar, A., Farley, R. S., Coons, J. M., & Caputo, J. L. (2014). Caffeine supplementation and reactive agility in elite youth soccer players. *Pediatric exercise science*, *26*(2), 168-176. [Doi: 10.1123/pes.2013-0134]
14. Krings, B. M., Peterson, T. J., Shepherd, B. D., McAllister, M. J., & Smith, J. W. (2017). Effects of carbohydrate ingestion and carbohydrate mouth rinse on repeat sprint performance. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, *27*(3), 204-212. [Doi: 10.1123/ijsnem.2016-0321]
15. Krings, B. M., Rountree, J. A., McAllister, M. J., Cummings, P. M., Peterson, T. J., Fountain, B. J., & Smith, J. W. (2016). Effects of acute carbohydrate ingestion on anaerobic exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *13*, 1-11. [Doi: 10.1186/s12970-016-0152-9]

16. Lee, C. L., Cheng, C. F., Astorino, T. A., Lee, C. J., Huang, H. W., & Chang, W. D. (2014). Effects of carbohydrate combined with caffeine on repeated sprint cycling and agility performance in female athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *11*(1), 17. [Doi: 10.1186/1550-2783-11-17]
17. Lee, C. L., Cheng, C. F., Lin, J. C., & Huang, H. W. (2012). Caffeine's effect on intermittent sprint cycling performance with different rest intervals. *European journal of applied physiology*, *112*, 2107-2116. [Doi: 10.1007/s00421-011-2181-z]
18. Mata, F., Valenzuela, P. L., Gimenez, J., Tur, C., Ferreria, D., Domínguez, R., ... & Martínez Sanz, J. M. (2019). Carbohydrate availability and physical performance: Physiological overview and practical recommendations. *Nutrients*, *11*(5), 1084. [Doi: 10.3390/nu11051084]
19. Meeusen, R., & Decroix, L. (2018). Nutritional supplements and the brain. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, *28*(2), 200-211. [Doi: 10.1123/ijsnem.2017-0314]
20. Pfeifer, D. R., Arvin, K. M., Herschberger, C. N., Haynes, N. J., & Renfrow, M. S. (2017). A low dose caffeine and carbohydrate supplement does not improve athletic performance during volleyball competition. *International journal of exercise science*, *10*(3), 340. [Doi: PMCID: PMC5421974] [PMID: 28515832]
21. Phillips, S. M., Turner, A. P., Sanderson, M. F., & Sproule, J. (2012). Carbohydrate gel ingestion significantly improves the intermittent endurance capacity, but not sprint performance, of adolescent team games players during a simulated team games protocol. *European Journal of Applied Physiology*, *112*, 1133-1141. [Doi: 10.1007/s00421-011-2067-0]
22. Rahimi, M. R., Jafari, A., & Golpasandi, H. (2017). The effect of caffeine ingestion on anaerobic performance and fatigue index in the morning and the evening times. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*, *4*(1), 60-67. [Doi: 10.22049/jassp.2019.26549.1220] [In Persian]
23. Ranjbar, R., Kordi, M., & Gaeini, A. A. (2009). The effect of caffeine ingestion on anaerobic power; Fatigue index and blood lactate levels in boys athlete students. *Journal of Sport Biosciences*, *1*(1), 123-136. [In Persian]
24. Roberts, S. P., Stokes, K. A., Trewartha, G., Doyle, J., Hogben, P., & Thompson, D. (2010). Effects of carbohydrate and caffeine ingestion on performance during a rugby union simulation protocol. *Journal of sports sciences*, *28*(8), 833-842. [Doi: 10.1080/02640414.2010.484069]
25. Scott, A. T., O'Leary, T., Walker, S., Owen, R., & Scott, A. (2014). Caffeinated carbohydrate gel ingestion improves 2000 metre rowing performance. *Int. J. Sports Physiol. Perform*, *10*, 464-468.
26. Sökmen, B., Armstrong, L. E., Kraemer, W. J., Casa, D. J., Dias, J. C., Judelson, D. A., & Maresh, C. M. (2008). Caffeine use in sports: considerations for the athlete. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *22*(3), 978-986.
27. Strecker, E. (2007). *The effect of caffeine ingestion on tennis skill performance and hydration status* (Doctoral dissertation). [Available from: http://hdl.handle.net/10415/799]
28. Williams, C., & Rollo, I. (2015). Carbohydrate nutrition and team sport performance. *Sports Medicine*, *45*, 13-22. [Doi: 10.1007/s40279-015-0399-3]
29. Wojcik, J. R., Walberg-Rankin, J., Smith, L. L., & Gwazdauskas, F. C. (2001). Comparison of carbohydrate and milk-based beverages on muscle damage and glycogen following exercise. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, *11*(4), 406-419. [Doi: 10.1123/ijsnem.11.4.406]

30. Woolf, K., Bidwell, W. K., & Carlson, A. G. (2009). Effect of caffeine as an ergogenic aid during anaerobic exercise performance in caffeine naive collegiate football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *23*(5), 1363-1369. [Doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b3393b]
31. Woolf, K., Bidwell, W. K., & Carlson, A. G. (2008). The effect of caffeine as an ergogenic aid in anaerobic exercise. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, *18*(4), 412-429. [Doi: 10.1123/ijsnem.18.4.412]