

اثر هشت هفته تمرینات ترکیبی با و بدون مصرف مکمل کافئین بر توان بی‌هوازی، شاخص خستگی، استقامت هوازی و آزمون مهارتی در تکواندوکاران دختر نخبه

زهره اسکندری^۱، مصطفی سلطانی^{۲*}، سیده محدثه موسوی^۳

۱- استادیار، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه رجا، قزوین، ایران

۲- استادیار، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه رجا، قزوین، ایران

۳- کارشناس ارشد تغذیه ورزشی، دانشگاه رجا، قزوین، ایران

* نشانی نویسنده مسئول: قزوین، دانشگاه رجا، دانشکده علوم اجتماعی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی

Email: mostafasoltani553@yahoo.com

پذیرش: ۱۴۰۱/۶/۱۹

دریافت: ۱۴۰۱/۶/۱

چکیده

مقدمه و هدف: یکی از دغدغه‌های ورزشکاران حرفه‌ای افزایش عملکردشان می‌باشد. در فعالیت‌های شدید، اتمام سریع انرژی و افزایش تجمع اسید لاکتیک از جمله عوامل کاهش عملکرد در طول یک دوره از مسابقات است. هدف از انجام این پژوهش مقایسه تاثیر هشت هفته تمرینات ترکیبی و مصرف مکمل کافئین بر توان بی‌هوازی، شاخص خستگی، استقامت هوازی و سرعت ضربه پا به میت تکواندوکاران دختر نخبه بود.

مواد و روش‌ها: پژوهش حاضر از نوع مطالعات نیمه تجربی و کاربردی با طرح تحقیق پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود. جامعه آماری پژوهش متشکل از تکواندوکاران دختر نخبه شهر کرج بودند که تعداد ۲۸ آزمودنی به عنوان نمونه انتخاب شدند و در دو گروه: (۱) تمرین ترکیبی و (۲) مکمل کافئین + تمرین ترکیبی در گروه‌های ۱۴ نفره تقسیم شدند. برای بررسی تفاوت درون گروهی و بین گروه‌ها به ترتیب از آزمون‌های آماری تی همبسته و آنووا در سطح معناداری $P < 0/05$ استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج حاصل از آزمون تی همبسته نشان داد که میانگین پیش‌آزمون و پس‌آزمون آزمودنی‌ها در تمام شاخص‌ها [(استقامت هوازی گروه تمرین ترکیبی به همراه مصرف کافئین، $P=0/003$)، (استقامت هوازی در گروه تمرین ترکیبی بدون مصرف کافئین، $P=0/005$) و (شاخص‌های سرعت ضربه پا، توان بی‌هوازی و خستگی در هر دو گروه، $P=0/000$)] تفاوت معنی‌داری با هم دارند و عملکرد ورزشکاران در پس‌آزمون بهتر بود. نتایج مربوط به آزمون آنوا نشان داد که فقط میانگین سرعت ضربه مستقیم پا به میت (ضربه آپ دولیو چاگی) بین دو گروه تفاوت معنی‌داری داشت و تکواندوکاران در گروه تمرین ترکیبی + کافئین در مقایسه با تمرینات ترکیبی صرف، عملکرد بهتری داشتند.

بحث و نتیجه‌گیری: از آنجائیکه که حتی بهبود مقدار کم متغیرهای جسمانی و عملکردی برای ورزشکاران نخبه ارزشمند است، بنابراین توصیه می‌شود مکمل کافئین در کنار تمرینات ورزشی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تمرینات ترکیبی، کافئین، استقامت هوازی، توان بی‌هوازی، خستگی، مهارت ورزشی

مقدمه

معمولاً در اواخر زمان اجرا رخ می‌دهد و عملکرد ورزشی ورزشکاران در مسابقات به توانایی حفظ و تولید بازده بالایی از انرژی در واحد زمان بستگی دارد. سال‌هاست ورزشکاران برای

امروزه نیاز به فعالیت ورزشی و فعالیت بدنی روزانه در حال گسترش است و همین امر باعث شده تا بازار تغذیه ورزشی رونق بگیرد. افت کارایی عملکرد بدن در مسابقات ورزشی

بهبود عملکرد ورزشی از ترکیبات و مواد گوناگون مثل ویتامین‌ها، مواد معدنی، مکمل‌های پروتئینی و کربوهیدراتی، فسفات، بی‌کربنات سدیم و کافئین به عنوان کمک نیروزا استفاده می‌کنند (۱). کافئین شایعترین و پرمصرف‌ترین داروی محرک در میان عموم مردم است. کافئین بر اندام‌ها و بافت‌های مختلف مانند سیستم عصبی، سیستم قلبی عروقی، عضلات صاف و اسکلتی و بافت چربی اثر می‌گذارد. تأثیر آنی مصرف کافئین بر قلب و عروق، کلیه، کبد، سیستم عصبی مرکزی^۱ و متغیرهای اندوکراین مورد مطالعه قرار گرفته است (۲). همچنین، مشخص شده است که کافئین موجب تحریک آزادسازی اسید چرب از بافت‌های چربی می‌شود که این امر خود منجر به کاهش وزن خواهد شد (۲). با توجه به ماهیت فعالیت‌های ورزشی شدید کوتاه مدت، سه جایگاه اصلی تأثیرگذار کافئین در بدن انسان وجود دارد که عبارتند از: سیستم عصبی مرکزی، انتقال عصبی عضلانی^۲ و فرآیند انقباض‌پذیری عضله^۳. کافئین اثری مشابه آمفتامین دارد و یکی از مکمل‌هایی است که به مقدار مساوی توسط ورزشکاران رشته‌های هوازی و بی‌هوازی استفاده می‌شود (۲).

سالهاست که ورزشکاران برای بهبود عملکرد ورزشی، از ترکیبات و موادی گوناگون استفاده می‌کنند. در سالهای اخیر یکی از کمک‌نیروافزاهایی که توجه بسیاری از ورزشکاران و مربیان را به خود جلب کرده است کافئین است (۳). کافئین آلکالوئیدی محرک است و از شایعترین داروهای مصرفی در جهان به شمار می‌رود (۴). این دارو در شکل‌های مختلف به وسیلهٔ تودهٔ مردم و به طور منظم توسط ورزشکاران در فعالیت‌های ورزشی برای سود جستن از خواص نیروافزایی آن استفاده می‌شود. کافئین با دوزهای خفیف تر اثری مشابه آمفتامین دارد و یکی از مکمل‌های نیروافزای ضعیفی است که به مقدار مساوی توسط ورزشکاران رشته‌های هوازی و بی‌هوازی استفاده می‌شود. همچنین، مشخص شده است که کافئین موجب تحریک آزادسازی اسید چرب از بافت‌های چربی می‌شود (۱). افزایش متابولیسم بدن، تحریک سیستم اعصاب مرکزی و افزایش میزان هوشیاری و آگاهی محیطی از مهم‌ترین آثار کافئین است (۵). بدون شک، قهوه و چای مهم‌ترین منبع مصرف کافئین روزانه ما را تشکیل می‌دهد. مشخص شده است که کافئین توسط شرکت‌کنندگان در

ورزش‌های استقامتی مصرف می‌شود. زیرا یکی از ویژگی‌های آن کاهش خستگی است. ورزشکاران رویدادهای قدرتی و دوهای سرعت هم از قهوه و کافئین استفاده می‌کنند چون تصور می‌کنند استفاده از این ماده زمان واکنش و برونده توان را به حداکثر می‌رساند. کافئین روی سیستم عصبی مرکزی اثر تحریک‌کننده دارد. ممکن است با نفوذ بر فرایندهایی که تحریک سیستم عصبی حرکتی را تعیین می‌کنند، عملکرد را افزایش دهد و این احتمال نیز وجود دارد که کافئین بر پردازش تحریکاتی که از محیط به سیستم عصبی مرکزی وارد می‌شوند، تأثیر بگذارد، مانند کاهش احساس خستگی مربوط به عضله. ورزشکاران قدرتی اغلب با این تصور که کافئین توان بیشینه آنها را افزایش داده یا خستگی را کاهش می‌دهد و در روزهایی که اجرای بهینه مکرر مورد نیاز است، تمرکز را افزایش می‌دهد، این ماده را مصرف می‌کنند. برای بدست آوردن حداکثر تأثیر مثبت کافئین بر عملکرد، باید حدود ۱ تا ۱/۵ ساعت قبل از زمان عملکرد آن را مصرف کرد (۶). پژوهشگران بر این باورند که مصرف کافئین موجب افزایش اسیدهای چرب آزاد و کاهش گلیکولیز و لاکتات خون می‌شود و با به تأخیرانداختن آستانه خستگی موجب ماندگاری ورزشکار در فعالیتهای بدنی سنگین و طاقت‌فرسا می‌شود (۷). همچنین اثر نیروزایی کافئین در عملکرد بی‌هوازی از طریق ویژگی ضد درد بودن آن قابل توجه می‌باشد. کافئین تسکین‌دهنده درد می‌باشد و اسید لاکتیک محرک گیرنده‌های درد در عضلات است، بنابراین با حضور کافئین، حس درد کم شده و با بالا رفتن آستانه تحمل لاکتات، زمان رسیدن به واماندگی بهبود می‌یابد و بازده عضلانی با وجود تجمع لاکتات بالا می‌رود (۸). همچنین تحقیقات جدید پیشنهاد می‌کنند که اصلی‌ترین مکانیزم مسئول اثرات فیزیولوژیک کافئین، مهار گیرنده‌های آدنوزین سیستم عصبی مرکزی می‌باشد زیرا کافئین به راحتی از سد خونی مغزی عبور می‌کند و می‌تواند به سرعت بر سیستم عصبی مرکزی اثر بگذارد. از آنجا که کافئین به طور مساوی در مایع داخل سلولی توزیع می‌شود می‌تواند بر دستگاه‌های عصبی مرکزی، تنفسی، قلبی-عروقی و اسکلتی-عضلانی؛ تأثیر گذار باشد. به نظر می‌رسد این ویژگی‌ها موجب می‌شود کافئین خستگی را به تأخیر اندازد و تسریع در تجزیه چربی‌ها و افزایش سطح اسید چرب آزاد پلاسما، افزایش قابلیت انقباض و ترشح اپی‌نفرین، کاهش درد و همچنین بهبود زمان عکس‌العمل را نیز به همراه داشته باشد. رنجبر (۱۳۸۸) در

1. Central Nervous System
2. Neuromuscular Transmission
3. Process Muscle Contractility

تحقیقی با عنوان مطالعه تأثیر مصرف کافئین بر توان بی‌هوایی، شاخص خستگی و سطوح لاکتات خون دانشجویان پسر ورزشکار نشان داد مصرف کافئین بر میانگین توان بی‌هوایی و شاخص خستگی تأثیر مثبت دارد و مصرف کافئین می‌تواند در بهبود میانگین عملکرد فعالیت‌های رفت و برگشت سریع کوتاه‌مدت مؤثر باشد (۹). ورمزیار و بهپور (۱۳۹۲)، پژوهشی با عنوان بررسی تأثیر مصرف مکمل کافئین بر شاخص خستگی و فشارخون در ورزشکاران هوایی و بی‌هوایی مرد انجام دادند. نتایج نشان داد که مصرف ۶ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن، بر میزان فشارخون بعد از آزمون رست و همچنین بر میزان شاخص خستگی هم در ورزشکاران هوایی و هم در ورزشکاران بی‌هوایی تأثیر معناداری دارد (۱۰). بر اساس تحقیقی دیگر، پژوهشگران نشان دادند که ورزشکاران می‌توانند ۵ میلی‌گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم از وزن خود در یک ساعت قبل از عملکرد ورزشی استفاده نمایند که این عمل منجر به بهبود زمان رسیدن به واماندگی می‌شود (۱۱). نتایج مطالعه صالحی فیروزکلایی (۱۳۹۱) نشان داد که مصرف کافئین در دوزهای متوسط (۳ تا ۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن) در افرادی که به صورت مزمن از کافئین استفاده نمی‌کنند می‌تواند عملکرد استقامتی را بهبود بخشد و خستگی را به تعویق بیاورد (۱۲). سیاهکوهیان و خدادادی (۱۳۹۱) در پژوهشی با عنوان تأثیر تمرینات تناوبی شدید و تمرینات تداومی متوسط بر شاخص‌های هوایی بی‌هوایی در پسران ورزشکار، به این نتیجه رسیدند که برنامه‌ی تناوبی شدید در مقایسه با تمرین تداومی متوسط، باعث سازگاری‌های مشابهی در آمادگی قلبی تنفسی و اجرای استقامتی می‌شود. همچنین، برنامه‌ی تناوبی شدید باعث افزایش همزمان در ظرفیت بی‌هوایی می‌شود (۱۳). ناظم و همکاران (۱۳۹۹) در تحقیقات خویش مشاهده کردند که کافئین قبل از فعالیت شدید باعث افزایش میزان یون کلسیم و توان بی‌هوایی فوتبالیست‌ها طی فعالیت بیشینه و متناوب شده است (۱۴). آیوما و همکاران (۲۰۱۸)، تحقیقی با عنوان مصرف نوشیدنی انرژی‌زای کافئین دار (۳ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن) بر عملکرد بازیکنان نخبه بدمیتون انجام دادند و نتیجه گرفتند استفاده از نوشیدنی انرژی‌زای کافئین دار ممکن است کمک تغذیه‌ای مؤثری برای افزایش پایداری و بهبود تعداد ضربات در طول بازی بدمیتون باشد (۱۵). تورلی و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی اثر دوزهای مختلف کافئین (۱ و ۳ و ۵ میلی‌گرم به

ازای کیلوگرم وزن بدن) را بر توان بی‌هوایی پسران ۸-۱۰ ساله بررسی کردند و افزایش قدرت را مشاهده کردند (۱۶). آدما و همکاران (۲۰۱۳)، اثر کافئین (۵ میلی‌گرم به ازای کیلوگرم وزن بدن) را بر عملکرد بی‌هوایی بالاتنه کشتی‌گیران در شرایط شبیه سازی رقابت بررسی کردند و مشاهده کردند بازدهی ورزشکاران افزایش یافته است (۱۷). همچنین در یک بررسی گزارش شده است که دوزهای بالای کافئین (۹ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن) می‌تواند اثر نیروزایی معنی‌داری بر قدرت و توان انفجاری داشته باشد (۱۸). نتایج تحقیق آگدن و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد مصرف نوشابه انرژی‌زای ردبول حاوی تورین و کافئین هنگام فعالیت بر دوچرخه کارسنج، موجب کاهش ضربان قلب و تأخیر در زمان درماندگی ورزشکار استقامتی می‌شود (۱۹).

یکی از دغدغه‌های ورزشکاران حرفه‌ای افزایش عملکرد شان می‌باشد. 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 (۱). امروزه مکمل‌های غذایی در سراسر جهان توسط ورزشکاران مورد استفاده قرار گرفته و مصرف صحیح و بهینه مکمل‌های غذایی در ورزش از دغدغه‌های اصلی مربیان و ورزشکاران است. ضعف آگاهی در این خصوص و همچنین عرضه مواد گوناگون توسط شرکت‌های سودجو، گاه برخی از ورزشکاران را به سمت مصرف بی‌رویه این مواد رهنمون می‌سازد که نه تنها بی‌فایده بوده بلکه سلامتی آنها را نیز به خطر می‌اندازد (۲۰). این احتمال که کافئین عملکرد ورزشکاران را در رویدادهای ورزشی و فعالیت‌های طولانی مدت ارتقا می‌بخشد، همیشه موضوع مورد علاقه پژوهشگران بوده است؛ از طرفی پژوهشگران بر این باورند که مصرف کافئین موجب افزایش اسیدهای چرب آزاد و کاهش گلیکولیز و لاکتات خون می‌گردد و با به تأخیر انداختن آستانه خستگی موجب ماندگاری ورزشکار در فعالیت‌های بدنی سنگین و طاقت فرسا می‌شود (۲۱). با توجه به اهمیت عملکرد در ورزشکاران حرفه‌ای، مطالعه حاضر به دنبال پاسخ به این سؤال است که آیا هشت هفته تمرینات ترکیبی و مصرف مکمل کافئین بر توان بی‌هوایی، شاخص خستگی، استقامت هوایی و سرعت ضربه پا به میت تکواندوکاران دختر نخبه تأثیر دارد؟

روش‌شناسی

پژوهش حاضر از نوع مطالعات نیمه تجربی و کاربردی با طرح تحقیق پیش آزمون و پس آزمون با گروه کنترل می باشد که بر روی تکواندوکاران نخبه شهر کرج انجام گرفت. منظور از نخبه آزمودنی‌هایی که حداقل چهار سال سابقه تمرین منظم در رشته ورزشی خود و دست کم یک عنوان قهرمانی در مسابقات کشوری و عضویت در تیم ملی را دارا باشند.

جامعه آماری پژوهش متشکل از تکواندوکاران دختر نخبه با دامنه سنی ۱۸ تا ۲۵ سال شهر کرج بودند که تعداد ۲۸ آزمودنی بصورت نمونه‌گیری در دسترس، با توجه به معیارهای ورود به پژوهش، با تکمیل رضایت‌نامه کتبی در این پژوهش به عنوان نمونه انتخاب شدند. حجم نمونه‌ی ۲۸ نفری بر اساس نرم‌افزار G-Power 3.1 با اطمینان ۹۵ درصد و توان آماری ۸۰ درصد، تعیین شد. معیارهای ورود به تحقیق شامل موارد ذیل بود: جنسیت مونث، تکواندوکاران نخبه با سابقه بالای ۵ سال، تزریق دو نوبت واکسن کرونا، دامنه سنی ۱۸ تا ۲۵ سال، ساکن استان البرز، عدم استفاده از مکمل کافئین قبل از شرکت در پژوهش و امضاء فرم رضایت‌نامه. کلیه اصول اخلاقی کار که در فرم رضایت‌نامه ذکر شده بود بر اساس بیانیه هلسینکی رعایت شد. همچنین این مطالعه دارای کد اخلاق از پژوهشکده تربیت بدنی به شماره IR.SSRI.REC.1401.1374 می‌باشد. بعد از انتخاب آزمودنی‌های واجد شرایط و اندازه‌گیری متغیرهای تحقیق، آزمودنی‌ها در ۲ گروه مساوی ۱۴ نفره الف) مکمل کافئین + تمرین ترکیبی ب) تمرین ترکیبی (گروه کنترل) تقسیم شدند. بعد از اتمام مرحله مداخله، تمام اندازه‌گیری‌ها مشابه مرحله پیش آزمون گرفته شد.

برای اندازه‌گیری متغیرهای توان بی‌هوازی و شاخص خستگی از آزمون دوی سرعت بی‌هوازی (آزمون رست) استفاده شد. روش اجرای آزمون رست بدین صورت می‌باشد:

- ۱- یک مسافت ۳۵ متر که دو سمت آن به اندازه کافی فضای خالی وجود دارد انتخاب می‌شود. ۲- از ورزشکاران خواسته می‌شود تا به مدت حداقل ۱۵ دقیقه خود را گرم نمایند.
- ۳- ورزشکاران با فرمان رو مسافت ۳۵ متر را با سرعت هر چه تمام تر طی خواهند کرد. ۴- در انتهای مسافت هر ورزشکار به مدت ۱۰ ثانیه استراحت خواهد نمود. ۵- بلافاصله بعد از ۱۰ ثانیه استراحت ورزشکار دوباره مسافت طی شده را برگشت خواهد کرد، یعنی ۳۵ متر دویدن مجدد.

۶- ورزشکاران این مسافت ۳۵ متری را ۶ بار با حداکثر سرعت خود تکرار خواهند کرد. یعنی سه بار رفت و برگشت. ۷- در هر مرحله رکوردها توسط محقق و همکار محقق (ثبات زمان) برای دقت بیشتر ثبت خواهد کرد. توان هر تکرار با توجه به فرمول توان به دست خواهد آمد (۲۲).

$$\text{زمان}^3 = \text{مسافت}^2 \times \text{وزن} = \text{توان}$$

با توجه به دستورالعمل‌های زیر توان بیشینه، توان حداقل، توان متوسط و شاخص خستگی مشخص می‌شود:

توان بی‌هوازی بیشینه (اوج توان بیشینه) = حداکثر توان بین ۶ تکرار

توان بی‌هوازی حداقل = حداقل توان بین ۶ تکرار

توان بی‌هوازی متوسط (میانگین) = مجموع توان ۶ تکرار تقسیم بر ۶

مجموع زمان ۶ مرحله دویدن (توان بیشینه - حداقل) = شاخص خستگی

استقامت هوازی با آزمون دویدن ۱۶۰۰ متر سنجیده شد

(۲۳). به طوری که مدت زمانی که آزمودنی‌ها مسافت ۱۶۰۰ متر را دویدند به دقیقه و ثانیه ثبت شد. برای آزمون سرعت ضربه پا (آپ دولیوچاگی) از یک میت استفاده شد آزمودنی می‌بایست در مدت سی ثانیه ضربه آپ دولیوچاگی را به طور پیاپی به یک میت که توسط فرد دیگر در حد سینه آزمون شونده نگه داشته شده با پا وارد کند (یک ضربه با پای راست و یک ضربه با پای چپ) و در هر مرتبه آزمودنی باید پای خود را در وضعیت شروع برده و عقب تر از پای تکیه گاه روی زمین بگذارد و برای ضربه بعد آن را حرکت دهد. این حرکات در مدت ۳۰ ثانیه و دو مرتبه تکرار می‌شود. بیشترین تعداد دفعاتی که در مدت ۳۰ ثانیه به میت ضربه پا زده می‌شود امتیاز حساب می‌شود (۲۳). در پژوهش حاضر هر ضربه پای راست و چپ به میت، یک ضربه شمرده شد. به عنوان مثال ۳۰ ضربه یعنی ۳۰ ضربه پای راست و ۳۰ ضربه پای چپ. همچنین وزن با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۵ کیلوگرم و قد با متر نواری با دقت ۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد.

قرارداد تمرینی در هر جلسه به صورت جدول ۱ برنامه‌ریزی و به مدت شش روز اجرا شد (۲۴). در بعضی از جلسات تمرینات هوازی و بی‌هوازی بر روی نوارگردان طبق روال سابق انجام شد و تمرینات با وزنه نیز در هفته دو جلسه انجام می‌شد و تمرینات ویژه تکواندو نیز در تمام جلسات اجرا می‌شد.

جدول ۱. قرارداد تمرینی در هر جلسه

ردیف	نوع تمرینات	زمان
۱	گرم کردن و انجام تمرینات انعطاف پذیری	۲۰ دقیقه
۲	سایه زدن و مرور تکنیک ها در ۳ دور، هر دور ۳ دقیقه با ۱ دقیقه استراحت بین آنها	۱۲ دقیقه
۳	مبارزه با شدت ۱۰۰ درصد فشار (به صورت واقعی) در ۳ دور، هر دور ۲/۵ دقیقه با ۱ دقیقه استراحت بین آنها	۱۱ دقیقه
۴	مشیت زنی، هر ۳ نفر با یک میت و اجرای تکنیک های پالچاگی (آبدولیوچاگی، دولیاچاگی و ...) به صورت حمله، ضدحمله و ترکیبی	۲۰ دقیقه
۵	میت زنی لحظه ای؛ ۱۰، ۱۵، ۲۰ ثانیه ای با نسبت فعالیت به استراحت ۳:۱	۱۰ دقیقه
۶	دوی نرم و حرکات کششی به منظور بازگشت به حالت اولیه	۱۰ دقیقه
۷	مجموع	۸۳ دقیقه

و همچنین آزمون تی همبسته برای مقایسه پیش آزمون و پس آزمون (مقایسه درون گروهی) را نشان می دهد. با توجه به نتایج جدول ۳ همه متغیرهای اندازه گیری شده تحقیق، در هر دو گروه در پس آزمون نسبت به پیش آزمون بهبود یافته است. همان طور که اشاره شد در بررسی تفاوت های درون گروهی از پیش آزمون به پس آزمون از آزمون t همبسته استفاده شد. نتایج پژوهش نشان داد در گروه تمرین ترکیبی+مکمل کافئین، هشت هفته تمرین به همراه مصرف مکمل کافئین باعث افزایش معنی دار در استقامت هوازی ($t_{13}=3/70, P=0/003$)، سرعت ضربه پا به میت ($t_{13}=8/600, P=0/000$)، توان بی هوازی ($t_{13}=5/81, P=0/000$) و کاهش معنی دار در شاخص خستگی ($t_{13}=10/91, P=0/000$) شد. در گروه تمرین ترکیبی، هشت هفته تمرین باعث افزایش معنی دار در استقامت هوازی ($t_{13}=3/33, P=0/005$)، سرعت ضربه پا به میت ($t_{13}=6/03, P=0/000$)، توان بی هوازی ($t_{13}=6/65, P=0/000$)، اما شاخص خستگی ($t_{13}=9/37, P=0/000$) تغییری نکرد.

در جدول ۴ متغیرهای دو گروه توسط آزمون آنووا مقایسه شدند. نتایج آزمون نشان داد در متغیر سرعت ضربه پا به میت بین دو گروه تفاوت معنی داری وجود داشت به طوری که گروه تمرین به همراه مکمل نسبت به گروه تمرین صرف، عملکرد بهتری داشتند ($F=1/74, P=0/037$). اما در بقیه متغیرها بین دو گروه تفاوت معنی داری وجود نداشت.

نحوه مکمل دهی: مکمل کافئین (شرکت کیمیا مکمل نوتریشن کانادا تحت نظر وزارت بهداشت) روزانه ۵ میلی گرم به ازای کیلو گرم وزن بدن پس از اتمام تمرینات توسط هر آزمودنی مصرف شد. به آزمودنی ها توصیه شد مکمل را با ۲۰۰ میلی لیتر آب مصرف نمایند (۲۵).

روش های آماری

در این پژوهش از روش های آمار توصیفی جهت مرتب کردن داده ها و توصیف ویژگی های آزمودنی ها و نیز از آمار استنباطی جهت تجزیه تحلیل اطلاعات در بسته نرم افزاری SPSS نسخه ۲۲ استفاده شد. در بخش آمار توصیفی از میانگین و انحراف استاندارد به ترتیب به عنوان شاخص های گرایش مرکزی و پراکندگی و در بخش آمار استنباطی با توجه به نتایج آزمون های شاپیرو-ویلک که نشان دهنده توزیع طبیعی داده ها و آزمون لون که بیانگر همگنی واریانس ها بود، به منظور بررسی اختلاف معناداری میانگین ها در قبل و بعد از پروتکل در هر گروه از آزمون تی وابسته و برای مقایسه دو گروه در بعد از مطالعه از آزمون آنووا در سطح معناداری $P<0/05$ استفاده گردید.

یافته ها

ویژگی های فردی آزمودنی ها از جمله سن، وزن و قد در جدول ۲ ارائه شده است. با توجه به نرمال بودن داده ها که با آزمون شاپیرو-ویلک مشخص شد و همگنی واریانس ها در دو گروه از آزمون تی همبسته و آنووا برای مقایسه درون گروهی و بین گروهی استفاده شد.

جدول شماره ۳ مقادیر میانگین و انحراف استاندارد شاخص های مورد نظر را قبل و بعد از دوره تمرینی در دو گروه

جدول ۲. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

شاخص‌ها	گروه	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد
سن (سال)	تمرین ترکیبی و کافئین	۱۴	۲۱/۰۸	۱/۲۷
	تمرین ترکیبی	۱۴	۲۲/۲۵	۱/۲۱
وزن (کیلوگرم)	تمرین ترکیبی و کافئین	۱۴	۵۳/۴۶	۳/۰۲
	تمرین ترکیبی	۱۴	۵۵/۰۲	۲/۷۲
قد (سانتی متر)	تمرین ترکیبی و کافئین	۱۴	۱۶۷/۷۴	۲/۴۱
	تمرین ترکیبی	۱۴	۱۷۱/۴۵	۱/۲۴

جدول ۳. متغیرهای تحقیق در پیش‌آزمون و پس‌آزمون (انحراف معیار \pm میانگین) و نتایج آزمون تی همبسته برای مقایسه درون گروهی

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	اختلاف میانگین	t	درجه آزادی	P
استقامت هوازی (دقیقه: ثانیه)	تمرین ترکیبی و کافئین	۵/۹۶ \pm ۰/۴۲	۵/۷۳ \pm ۰/۳۹	۰/۲۳	۳/۷۰	۱۳	۰/۰۰۳
	تمرین ترکیبی	۵/۹۳ \pm ۰/۴۱	۵/۷۳ \pm ۰/۴۱	۰/۱۷	۳/۳۳	۱۳	۰/۰۰۵
سرعت ضربه پا (تعداد در ۳۰ ثانیه)	تمرین ترکیبی و کافئین	۳۱/۵۷ \pm ۲/۳۱	۳۶/۱۴ \pm ۲/۹۳	-۴/۵۷	-۸/۶۰	۱۳	۰/۰۰۰
	تمرین ترکیبی	۳۰/۶۴ \pm ۲/۵۶	۳۳/۵۷ \pm ۲/۷۶	-۲/۷۱	-۶/۰۳	۱۳	۰/۰۰۰
توان بی‌هوازی (وات)	تمرین ترکیبی و کافئین	۳۴۵/۷۱ \pm ۸/۳۴	۳۶۴/۶۴ \pm ۱۱/۶۹	-۱۸/۹۲	-۵/۸۱	۱۳	۰/۰۰۰
	تمرین ترکیبی	۳۴۷/۵۷ \pm ۶/۶۰	۳۵۷/۰۰ \pm ۶/۹۹	-۹/۴۲	-۶/۶۵	۱۳	۰/۰۰۰
شاخص خستگی (وات بر ثانیه)	تمرین ترکیبی و کافئین	۲/۰۴ \pm ۰/۱۰	۱/۹۱ \pm ۰/۰۹	۰/۱۳	۱۰/۹۱	۱۳	۰/۰۰۰
	تمرین ترکیبی	۱/۸۸ \pm ۰/۲۰	۱/۷۷ \pm ۰/۱۹	۰/۱۱	۹/۳۷	۱۳	۰/۰۰۰

* معنی‌داری در سطح $P < ۰/۰۵$

جدول ۴. نتایج آزمون آنووا برای مقایسه بین گروهی

متغیر	مجموع مربعات	درجه آزادی	خطای میانگین	F	P
استقامت هوازی (دقیقه: ثانیه)	بین گروهی	۷/۴۱۵	۸	۰/۲۹۲	۲/۲۰۰
	درون گروهی	۳/۱۳۶	۱۹	۰/۱۰۳	
	جمع	۷/۰۰۰	۲۷		
سرعت ضربه پا (تعداد در ۳۰ ثانیه)	بین گروهی	۳/۰۸۳	۸	۱۴/۳۸۵	۱/۷۴۶
	درون گروهی	۳/۹۱۷	۱۹	۱۱/۲۰۶	
	جمع	۷/۰۱۲	۲۷		
توان بی‌هوازی (وات)	بین گروهی	۴/۵۰۰	۸	۰/۲۸۱	۱/۲۳۸
	درون گروهی	۲/۵۰۰	۱۹	۰/۲۲۷	
	جمع	۷/۰۰۰	۲۷		
شاخص خستگی (وات بر ثانیه)	بین گروهی	۴/۱۶۷	۸	۰/۲۱۹	۰/۶۱۹
	درون گروهی	۲/۸۳۳	۱۹	۰/۳۵۴	
	جمع	۷/۰۰۰	۲۷		

* معنی‌داری در سطح $P < ۰/۰۵$

بحث

یابد. به دلیل کاهش سریع منابع گلیکوژن بخصوص در ورزش های استقامتی، ورزشکاران از مصرف کافئین فواید زیادی کسب می کنند. در فعالیت هایی مثل دویدن، دوچرخه سواری و اسکی که بیشتر از یک ساعت طول می کشند و نیازمند حفظ انرژی و استقامت در طول تمرین هستند، کافئین به ورزشکاران این اجازه را می دهد تا استقامت، دقت و سرعت خود را افزایش دهند (۵). بنابراین افزایش استقامت در هر دو گروه پژوهش حاضر، در پس آزمون در مقایسه با پیش آزمون قابل توجه می باشد.

در تبیین تاثیر متغیرهای مستقل بر توان بی هوازی می توان گفت: کافئین به سرعت در کبد متابولیزه شده و به سه گونه دی متیل گزانتین^۱ (پاراگزانتین، تئوفیلین و تئوبرومین) که مدت طولانی تری نسبت به کافئین در خون حفظ می شوند و سیگنال های مربوط به خود را ایجاد می کند، تبدیل می شود. به علاوه گزانتین، ترشح شده و رهاش کاتکولامین ها را افزایش می دهد و به این ترتیب نفوذپذیری یون کلسیم در بافت عضلانی را تحت تاثیر قرار می دهد. هر دوی این تغییرات، افزایش cAMP و نفوذپذیری یون کلسیم، انقباض پذیری عضله را تحریک می کنند و این امر سبب بهبود توان بی هوازی می شود (۲۶). تحقیقات مرتبط با آثار نیروافزایی کافئین، اغلب روی فعالیت های استقامتی تمرکز کرده اند. اجرای فعالیت های ورزشی در قالب تمرینات ترکیبی (استقامتی و مقاومتی) موجب تقویت و بهبود عملکرد عضلات می گردد و سبب می شود که عضلات در خود انرژی ذخیره کنند. احتمالاً افزایش توان بی هوازی در اثر سازگاری های عصبی عضلانی، افزایش تحمل لاکتات، افزایش ظرفیت فسفاژن و آنزیم های درگیر متابولیسم بی هوازی می باشد (۲۷).

نوشیدنی ها و خوراکی های زیادی وجود دارند که می توانند خستگی ناشی از کار و فعالیت را از بین ببرند. قهوه و چای، مشهورترین نوشیدنی ها در این زمینه هستند و در سراسر نقاط جهان مورد استفاده قرار می گیرند. عملکرد آن ها با یکدیگر متفاوت است و هر کدام اثری خاص بر روی بدن ما دارند. قهوه با دارا بودن مقادیر زیادی کافئین، احساس خستگی را از ما دور می کند. اما بر خلاف تصور بسیاری از افراد، این ماده سطح انرژی ما را افزایش نمی دهد و مکانیسم متفاوتی دارد. کافئین از طریق مشابه سازی با آدنوزین در مغز این فرآیند

نتایج فرضیات اول، دوم و سوم نشان داد که توان بی هوازی، شاخص خستگی و استقامت هوازی در پیش آزمون و پس آزمون هر دو گروه مورد مطالعه ($P > 0/05$) تفاوت معنی داری داشته است. بعبارتی تمرینات ترکیبی همراه مکمل کافئین و تمرینات ترکیبی به تنهایی سبب بهبود این شاخص ها در نمونه های مورد مطالعه شده است. نتایج مطالعه صالحی فیروزکلایی نشان داد که مصرف کافئین می تواند عملکرد استقامتی را بهبود بخشیده و خستگی را به تعویق بیاورد (۱۲).

نتایج تحقیق رنجبر نشان داد مصرف کافئین بر شاخص خستگی و توان بی هوازی دانشجویان پسر ورزشکار تاثیر مثبت دارد (۹). نتایج پژوهش ورمزباز و بهپور نشان داد که مصرف ۶ میلی گرم کافئین به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن، بر میزان شاخص خستگی هم در ورزشکاران هوازی و هم در ورزشکاران بی هوازی تاثیر معناداری دارد (۱۰). پژوهش سپاهکوهیان و خدادادی نشان داد که برنامه ی تناوبی شدید در مقایسه با تمرین تداومی متوسط، باعث افزایش توان هوازی و بی هوازی ورزشکاران می شود (۱۳). نتایج پژوهش های ناظم و صمدیان، تورلی و همکاران، آدما و همکاران، اگدن و همکاران نشان داد که مصرف کافئین باعث افزایش توان بی هوازی در نمونه های مورد مطالعه شده است (۱۴، ۱۶، ۱۷، ۱۹). همچنین تحقیقات حقیقی و همکاران و گانتیراگا و همکاران نشان داد که مصرف کافئین باعث افزایش معنادار زمان رسیدن به واماندگی در ورزشکاران گردیده است (۱۱، ۱۸). نتیجه تحقیق حاضر با تمام تحقیقاتی که در بالا ذکر شد، همخوانی دارد. در تبیین تاثیر متغیرهای مستقل بر توان هوازی می توان گفت:

تمرینات مورد استفاده در پژوهش حاضر از نوع تمرینات ترکیبی قدرتی، سرعتی و هوازی بود. با توجه به استفاده از تمرینات هوازی، افزایش استقامت هوازی واضح و آشکار است. تحقیقات نشان داده است تمرینات هوازی از طریق افزایش مویرگ های احاطه کننده تارهای عضلانی، افزایش تعداد و اندازه میتوکندری، افزایش آنزیم های درگیر در متابولیسم مواد غذایی، افزایش میوگلوبین باعث افزایش ظرفیت هوازی می شوند (۴). کافئین سرعت خالی شدن بدن از گلیکوژن را کند می کند، این عمل با تشویق بدن به استفاده از چربی ذخیره شده در بدن، به عنوان منبع سوخت صورت می گیرد که باعث می شود ورزش برای مدت زمان بیشتری ادامه

طبیعی را مختل می‌کند. کافئین با متصل شدن به گیرنده‌های طراحی شده برای مولکول آدنوزین، آنها را از مسیر طبیعی خود خارج کرده و در نتیجه فرد احساس هوشیاری می‌کند (۷). کافئین سلول‌های مغز را تحریک می‌کند و این پیام را به غده هیپوفیز می‌رساند که وضعیت اضطراری پیش آمده است. غده هیپوفیز هم پیامی به غدد فوق کلیوی داده تا بدن را از آدرنالین سرشار کنند (۱۰).

همچنین نتایج نشان داد که شاخص سرعت ضربه پا در پیش‌آزمون و پس‌آزمون هر دو گروه مورد مطالعه ($P > 0/05$) تفاوت معنی‌داری داشته است. به عبارتی تمرینات ترکیبی همراه مکمل کافئین و تمرینات ترکیبی به تنهایی سبب بهبود سرعت ضربه پا در نمونه‌های مورد مطالعه شده است. همچنین نتایج آزمون آن‌وا نشان داد گروه تمرینات ترکیبی همراه با مصرف کافئین، نسبت به گروهی که صرفاً تمرینات ترکیبی انجام می‌دادند، عملکرد بهتری در اجرای مهارت ضربه پا به میت از خود نشان دادند که این موضوع اهمیت تاثیر کافئین را در کنار تمرینات، نشان می‌دهد. همچنین با توجه به این که تمرینات ویژه سرعتی برای تکوندوکاران در برنامه تمرینی شان گنجانده شده بود بخشی از افزایش سرعت ضربه پا می‌تواند مربوط به تمرینات باشد. همانطور که قبلاً گفته شد بیشتر تحقیقات تاثیر کافئین را بر افزایش عملکرد ورزشکاران عنوان کرده‌اند. نتایج پژوهش آیوما و همکاران نشان داد که استفاده از نوشیدنی انرژی‌زای کافئین‌دار باعث افزایش پریدن و بهبود تعداد ضربات در طول بازی بدمینتون می‌شود (۱۵). نتایج تحقیق آگدن و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که مصرف نوشابه انرژی‌زای ردبول حاوی تورین و کافئین موجب کاهش ضربات قلب و تأخیر در زمان واماندگی و در نتیجه بهبود عملکرد دوچرخه‌سواران می‌شود (۱۹). گانتیراگا و همکاران (۲۰۰۶) نیز در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که مصرف کافئین می‌تواند اثر نیروزایی معنی‌داری بر قدرت و توان انفجاری داشته باشد و عملکرد ورزشکاران را بهبود بخشد (۱۸). ناظم و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیقات خویش مشاهده کردند که کافئین قبل از فعالیت شدید باعث افزایش میزان یون کلسیم و توان بی‌هوازی فوتبالیست‌ها طی فعالیت بیشینه و متناوب شده است (۱۴). بر اساس تحقیق رنجبر و همکاران (۱۳۸۷) مصرف کافئین می‌تواند در بهبود میانگین عملکرد فعالیت‌های رفت و برگشت سریع کوتاه مدت مؤثر باشد (۹). نتیجه تحقیق حاضر

با تحقیقات فوق همخوانی دارد. همانطور که اشاره شد بیشتر مطالعات تاثیر مثبت کافئین را بر توان بی‌هوازی و شاخص خستگی بررسی کرده‌اند و در این مطالعات بهبود عملکرد حاصل شده است و این امر می‌تواند بر فاکتور سرعت تاثیر بگذارد. افزایش متابولیسم بدن، تحریک سیستم اعصاب مرکزی و افزایش میزان هوشیاری و آگاهی محیطی از مهم‌ترین آثار کافئین است (۲۸). ممکن است کافئین با نفوذ بر فرایندهایی که تحریک سیستم عصبی حرکتی را تعیین می‌کنند، عملکرد را افزایش داده باشد و این احتمال نیز وجود دارد که کافئین بر پردازش تحریکاتی که از محیط به سیستم عصبی مرکزی وارد می‌شوند، تأثیر گذاشته (مانند کاهش احساس خستگی مربوط به عضله) و عملکرد را بهبود بخشیده باشد. نتایج تحقیقات موید این موضوع بود که مصرف کافئین بر شاخص‌های مختلف آمادگی جسمانی نظیر شاخص خستگی، توان بی‌هوازی و توان هوازی تاثیر مثبتی دارد و از آنجا که بخش مهمی از اجرای بهتر مهارت‌های حرکتی، نیاز به آمادگی جسمانی مناسب دارد، لذا می‌توان گفت که مصرف کافئین در کنار تمرینات ترکیبی توانسته است تا عملکرد ورزشکاران را بهبود بخشد. توانایی و مهارت لازم آزمونگر، روایی و دقت ابزارهای اندازه‌گیری و نخبگی آزمودنی‌ها از نقاط قوت و عدم اندازه‌گیری تمام شاخص‌های آمادگی جسمانی، محدود شدن به اندازه‌گیری یک مهارت حرکتی، محدود بودن تعداد آزمودنی‌ها و عدم استفاده از دارونما و تاثیر احتمالی آن بر نتایج تحقیق از نقاط ضعف پژوهش حاضر می‌باشد.

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج تحقیق نشان داد که مصرف مکمل کافئین در کنار تمرینات ترکیبی موجب افزایش معنی‌دار توان بی‌هوازی، توان هوازی و اجرای مهارت ضربه پا به میت می‌شود. هر چند نتایج آزمون آن‌وا نشان داد که به غیر از متغیر ضربه پا به میت در بقیه متغیرها تفاوت معنی‌داری در مقایسه عملکرد دو گروه مشاهده نشد، ولی از آنجائیکه که بهبود مقدار کم متغیرهای جسمانی و عملکردی برای ورزشکاران نخبه ارزشمند است بنابراین توصیه می‌شود مکمل کافئین در کنار تمرینات ورزشی مورد استفاده قرار گیرد.

1. Gaeeni A. Investigation of the effect of eight weeks of aerobic training with green tea on the physical fitness factors of students, *J. Hum. Mov. Stud.* 2016; 8 (23): 60-74. [In Persian]
2. Olcina G, Munoz D, Timon R, Caballero M, Maynar J, Cordova A. Effect of caffeine on oxidative stress during maximum incremental exercise. *J. Sports Sci. Med.* 2011; 5 (8): 621-628.
3. Xie B, Yan X, Cai X, Li J. Effects of high-intensity interval training on aerobic capacity in cardiac patients: a systematic review with meta-analysis. *Biomed Res. Int.* 2017; 12(21): 105-118.
4. Arazi H, Damirchi A, Polap E. The effect of eight weeks of combined exercises (aerobic-resistance) on the blood levels of serotonin and dopamine and physical fitness factors of men addicted to methamphetamine during the rehabilitation period, *J Rehabil Med.* 2015; 23 (122): 21-29. [In Persian]
5. Ramos S, Dalleck L, Tjonna A, Beetham K, Coombes S. The impact of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on vascular function: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 2015; 45(5): 679-692.
6. Hazell T, Hamilton Craig D. Run sprint interval training induces fat loss in women, *J. Obes.* 2014; 8 (9): 54-66.
7. Peker I, Gören Z, Ciloglu F, Karacabey K, Ozmerdivenli R, Saygın O. Effects of caffeine on exercise performance, lactate, FFA., triglycerides, prolactin, cortisol and amylase in maximal aerobic exercise. *J. Biotechnol.* 2015;16(2):1310-1318.
8. Davis S, Briscoe A, Markowski T, Saville S, Taylor J. Physical characteristics that predict vertical jump performance in recreational male athletes. *Phys Ther Sport.* 2014; 4(4): 167-174.
9. Ranjbar R. The effect of caffeine supplementation on anaerobic capacity, fatigue index and blood lactate levels of male student athletes, *IJSP.* 2008; (1):123-136. [In Persian]
10. Varmazyar N, Behpour N. The effect of caffeine supplementation on fatigue index and blood pressure in male aerobic and anaerobic athletes. *Biol. Sport.* (2012); 3 (10): 58-66. [In Persian]
11. Haghigi A, Adyalbafmoghadam R, Hamidinia M. Effect of caffeine on substrate metabolism and time to retardation during exercise and one hour later in female athletes. *J. Biol. Sci.* 2014; 7 (1): 11-29. [In Persian]
12. Salehi Firouzkalai Y. The effect of short-term use of L-carnitine and caffeine on the aerobic and anaerobic capacity of male soccer players. Faculty of Physical Education and Sports Science. [Thesis]. Tarbiatdabir Shahid Rajaei University; 2011. [In Persian]
13. Siahkohian M, Khodadadi D. The effect of intense intermittent training and moderate continuous training on aerobic and anaerobic indicators in male athletes, *IJSP.* 2012; (18): 52-64. [In Persian]
14. Nazem F, Samadian B. The effect of caffeine consumption on anaerobic capacity, LDH enzyme, and plasma calcium ion of young soccer players during maximal and intermittent ergometric activity, *Olym J.* 2019; (48): 123-136. [In Persian]
15. Aoyama K, Matsumura N, Watabe M, Wang F, Nakaki T. Caffeine and uric acid mediate glutathione synthesis for neuroprotection, *J. Neurosci. Res.* 2018; (15): 181-206.
16. Turley K, Eusse P, Thomas M, Townsend R, Morton B. Effects of different doses of caffeine on anaerobic exercise in boys. *Pediatr. Exerc. Sci.* 2017; 27(1): 48-62.
17. Aedma M, Bergh V, Timpmann S. Effect of caffeine on upper-body anaerobic performance in wrestlers in simulated competition-day conditions. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2013; 23(6): 80-96.
18. Gantiraga E, Katartzi E, Komsis G, Papadopoulos C. Strength and vertical jumping performance characteristics in school-aged boys and girls, *Biolo Sport.* 2006; 23(4): 356- 367.
19. Ogden K, Haak J, Kieffer H, Marlowe N. The effects of caffeine on maximal anaerobic exercise. *Int. J. Exerc. Sci.* 2013; 9(1): 60-75.
20. Damirchi A. Studying the effect of caffeine consumption on blood pressure during submaximal activity and rest in overweight people. *Iran. J. Endocrinol. Metab.* 2015; 10(6): 13-19. [In Persian]
21. Gibala M, Little J, MacDonald M, Hawley A. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *Physiol. J.* 2019; 590(5): 1077-1084.
22. Hoseynian SL, Behzadi T, Koushki Jahromi M. Influence of body hydration in moderate weather on aerobic, anaerobic capacity and fatigue index in athletes girls. *S R C.* 2018; 20(64): 13-23. [In Persian]
23. Gharakhanlou R, Kordi MR, Gaeini AA, Alizadeh MH, Vaez Mousavi MK, Kashef M. Physical fitness, skill and psychological evaluation. *Tehran: Asre Entezar*, 2011. 2ed. [In Persian]
24. Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part III: The sick scapula, scapular dyskinesis, *J Rehabil Med.* 2003;19(6):641-61.
25. Kashef. The Effects of different doses of caffeine on time to exhaustion, resting levels and hemodynamic parameters response in young male athletes. *Pajouhan Sci J.* 2017; 15(4): 56-65. [In Persian]
26. Dabiri Roshan V, Gaeeni A, Ravasi A. The effect of four weeks of non-training after twelve weeks of continuous and intermittent aerobic training, *Biol. Sport.* 2009; 6 (10): 75-87. [In Persian]
27. Anbari Sh. The effect of eight weeks of general exercise exercises on the physical fitness and general health of students, *Arm Dan Sci Res j.* 2017; 17 (1): 40-49. [In Persian]
28. Sahranoord A. The effect of eight weeks of plyometric exercises on body composition, anaerobic capacity, quality of life and cardiovascular endurance of active female students. *Health Image.* 2017; 9(1): 23-30. [In Persian]

The effect of eight weeks of combined training with and without caffeine supplementation on anaerobic capacity, fatigue index, aerobic endurance and skill test in elite female taekwondo athletes

Zohreh Eskandari¹, Mostafa Soltani², Seyedeh Hadiseh Mousavi³

1. Assistant Professor, Department of Sport Sciences, Faculty of Social Sciences, Raja University, Qazvin, Iran
2. Assistant Professor, Department of Sport Sciences, Faculty of Social Sciences, Raja University, Qazvin, Iran
3. Senior Expert in Sports Nutrition, Raja University, Qazvin, Iran

Received: 2022/08/23

Accepted: 2022/09/10

Abstract

***Correspondence:**
Email:
mostafasoltani553@
yahoo.com

Introduction and purpose: One of the concerns of professional athletes is to increase their performance. In intense activities, the rapid exhaustion of energy and the increase of lactic acid accumulation are among the factors of performance reduction during a period of competition. The purpose of this study was comparing the effect of eight weeks of combined training and caffeine supplementation on anaerobic capacity, fatigue index, aerobic capacity and foot strike speed of elite female taekwondo athletes.

Materials and methods: The present study was a semi-experimental and applied study with a pre-test and post-test research design. The statistical population of the research consisted of elite female taekwondo athletes of Karaj city, 28 subjects were selected as samples and divided into two groups: 1) combined exercise and 2) caffeine supplement + combined exercise in groups of 14 people. T-correlated statistical and ANOVA tests were used to investigate the differences within groups and between groups.

Results: The results of the correlated t-test showed that the mean of the pre-test and post-test of the subjects were significantly different in all indicators [(Aerobic endurance in the combined exercise group with caffeine consumption, $P=0.003$), (Aerobic endurance in the combined exercise group without caffeine consumption, $P=0.005$) and (indicators of foot strike speed, anaerobic power and fatigue in both group, $P=0.000$)] and the athletes' performance was better in the post-test. The results of the ANOVA test showed that only the average of foot strike speed was significantly different between the two groups, and taekwondo athletes in the combined training + caffeine performed better than combined training alone group.

Discussion and Conclusion: Since improving even a small amount of physical and functional variables is important for elite athletes, it is recommended to use caffeine supplements along with sports training.

Key words: Combined exercises, Caffeine, Aerobic Endurance, Anaerobic capacity, Fatigue, Sports skill