مقاله پژوهشی

اثر روش‌های مختلف تقویت پس از فعال‌سازی با و بدون مصرف کافئین بر عملکرد جودوکاران رقابتی

علی شیرآقایی[1]، امین فرزانه حصاری[2]*

۱- کارشناسی ارشد،گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران

۲- استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران

* نشانی نویسنده مسئول: ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه فیزیولوژی ورزشی

Email: af.hessari@gmail.com

دریافت: ۱۴۰۱/۴/۲۵ پذیرش: ۱۴۰۱/۶/۱۸

چکیده

مقدمه و هدف: تقویت پس از فعالسازی پدیده‌ای است که به وسیله آن عملکرد عضلانی در پاسخ به یک محرک آماده‌سازی افزایش می‌یابد. هدف از پژوهش حاضر، مقایسه اثر تقویت پس از فعالسازی با تمرین پلایومتریک مقاومتی، معمولی و شتابی با و بدون مصرف کافئین بر عملکرد جودوکاران رقابتی بود.

مواد و روش‌ها: در یک مطالعه متقاطع ، ۹ جودوکار مرد بطور داوطلبانه شرکت کردند. هر آزمودنی در چهار جلسه مجزا و بصورت تصادفی دو آزمون ویژه جودو را با فاصله ۹۰ ثانیه از هم در چهار وضعیت: تقویت پس فعالسازی با پلایومتریک معمولی+آزمون ویژه جودو، تقویت پس فعالسازی با پلایومتریک مقاومتی + آزمون ویژه جودو، تقویت پس فعالسازی با پلایومتریک شتابی + آزمون ویژه جودو و گرم کردن معمولی + آزمون ویژه جودو را اجرا کرد. برای بررسی اثر کافئین، ۱۰ روز بعد از آخرین جلسه، آزمودنی‌ها بصورت متقاطع یکی از چهار مداخله: کافئین + تقویت پس فعالسازی + آزمون جودو، تقویت پس فعالسازی + آزمون جودو، کافئین + آزمون جودو و پلاسبو + آزمون جودو را اجرا کردند. کافئین (٦ میلی‌گرم برای هر کیلوگرم وزن بدن) ٦٠ دقیقه و تقویت پس از فعالسازی (سه ست شش تکراری اسکات پرشی) ۵ دقیقه قبل از آزمون جودو انجام شد. خونگری بعد از آزمون جودو دوم گرفته شد. برای تجزیه و تحلیل آماری از روش آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری و آزمون تعقیبی بنفرونی و سطح معناداری P≤۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج تفاوت معنی‌داری بین روشهای مختلف تقویت با یکدیگر و با گروه کنترل در تعداد تکنیکهای اجرا شده و شاخص آزمون جودو نشان نداد. کافئین و کافئین + تقویت منجر به افزایش معنی‌دار تعداد تکنیک‌های اجرا شده و لاکتات خون نسبت به تقویت و پلاسبو شد (P≤۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج تحقیق، استفاده از روش‌های مختلف تمرین پلایومتریک برای تقویت پس‌فعالی اثری بر آزمون ویژه جودو ندارد ولی اثر ترکیبی کافئین و تقویت پس از فعالسازی شتابی در بهبود عملکرد جودو موثرتر است.

واژه‌های کلیدی: تقویت پس‌فعالی، کافئین، جودو، عملکرد ورزشی

مقدمه

اجرای تکنیک‌ها در جودو به قدرت و سرعت زیاد دست‌ها و پاها نیاز دارد و بنابراین توان عضلانی و زمان‌بندی صحیح برای اجرای مؤثر تکنیک‌ها و عملکرد خوب جودوکاران ضروری است (۱). استراتژی‌های تمرینی حاد مختلفی وجود دارد که با هدف بهبود عملکرد عضلانی حین مسابقه یا جلسات تمرینی جودو بکار برده می‌شود. تقویت پس از فعال‌سازی[1] یکی از پروتکل‌هایی است که منجر به تقویت و افزایش پتانسیل عضله به منظور افزایش حاد عملکرد عصبی عضلانی می‌شود. تقویت از پس‌فعال‌سازی این نظریه را مطرح می‌کند که نیروی تولید

1. post-activation potentiation

شده به وسیله عضله بستگی به سابقه و ماهیت انقباضی اخیرش دارد بطوریکه عملکرد عضلانی در پاسخ به یک محرک آماده‌سازی افزایش می‌یابد (۲). به نظر می‌رسد تقویت پس از فعال‌سازی از طریق افزایش حساسیت به کلسیم (بخصوص در تارهای عضلانی نوع دو)، جریان خون، دمای عضله و فعالسازی عضله احتمالا نیروی عضلانی را افزایش می‌دهد (۳). شدت انقباض از عوامل اثر گذار در پدیده تقویت پس از فعال‌سازی می‌باشد. در این رابطه نتایج برخی مطالعات حاکی از این است که شدت‌های زیاد انقباض می‌تواند موجب بهبود عملکرد شود (٤) در حالیکه مطالعات دیگر نشان دادند انقباض با شدت زیاد می‌تواند تأثیر منفی بر عملکرد متعاقب گذارد(۵).

اگرچه انقباض‌های ارادی هم‌طول و پویا به عنوان روش‌های القای تقویت پس از فعال‌سازی شناخته می‌شوند، با این حال مطالعات نشان داده‌اند که فعالیت‌های پلایومتریک پتانسیل بالایی به عنوان یک فعالیت تقویت در افزایش عملکرد ورزشی متعاقب را دارند. تمرینات پلایومتریک با هدف بهینه‌سازی ماهیت انفجاری ورزشکار بکار می‌رود که این امر بوسیله افزایش کارآیی چرخه کشش – کوتاه شدن و در نهایت بهبود توان عضلانی محقق می‌شود. اثر چرخه کشش-کوتاه شدن، به دلیل ذخیره و استفاده از انرژی کشسانی، بازتاب کششی و بازتاب تاندونی، به عنوان مکانیسم اصلی تمرینات پلایومتریک به شمار می‌رود (٦). تمرینات پلایومتریک متداول انواع جهش‌ها و پرش‌ها در وضعیتهای مختلف و از روی موانع با ارتفاع متغیر را شامل می‌شود (۷). پلایومتریک شتابی و پلایومتریک مقاومتی دو روش تمرین پلایومتریک است که توجه ورزشکاران مختلف را به خود جلب کرده است. در پلایومتریک شتابی کش یا باند الاستیک به نقطه‌ای در بالای سر ورزشکار بسته شده و سر دیگر کش به بدن ورزشکار بسته می‌شود و هنگام اجرای پرش، ورزشکار را به بالا می‌کشد و باعث شتاب و ارتفاع بیشتر می‌شود (۸). پلایومتریک مقاومتی هم در شرایطی مانند پرش در آب و استفاده از مقاومت‌های خارجی (از قبیل جلیقه‌های وزنه، دمبل و بستن کش الاستیک از پایین به بدن ورزشکار) حین پرش اجرا می‌گردد (۹). از آنجا که زمان تماس با زمین یکی از فاکتورهای مهم در تمرینات پلایومتریک است، پلایومتریک شتابی زمان تماس کوتاه‌تری را فراهم می‌کند (۱۰) بطوریکه این زمان در پلایومتریک مقاومتی طولانی‌تر است (۱۱).

علاوه بر تقویت پس از فعال‌سازی، یکی از استراتژی تغذیه‌ای که بالقوه می‌تواند منجر به بهبود حاد عملکرد ورزشی شود مصرف کافئین است. مطالعات نشان داده‌اند که مصرف کافئین فعالیت انفجاری را افزایش می‌دهد. همچنین، منجر به کاهش درک فشار در یک بار تمرینی معین شده و بنابراین عملکرد را حین فعالیت‌های شدید بهبود می‌بخشد (۱۲). از طرف دیگر، افزایش رهایی کاتکولامین‌ها می‌تواند حتی با دوزهای فیزیولوژیکی کافئین (۳ الی ٦ میلی‌گرم برای هر کیلوگرم وزن بدن) اتفاق بیفتد، که در مقابل گلیکولیز بی‌هوازی عضله را تحریک می‌کند (۱۳). در رابطه با دوز اثربخش کافئین بر عملکرد نتایج متفاتی وجود دارد. لارا و همکاران (۲۰۱٤) و ابیان و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که مصرف ۳ میلی‌گرم کافئین منجر به بهبود توان انفجاری شد. در مقابل، دورکالک و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که دوز ٦ و ۹ میلی‌گرم کافئین منجر به بهبود عملکرد جودوکاران شد در حالیکه دوز ۳ میلی‌گرم عملکرد را افزایش نداد (۱٦).

در اکثر مطالعات، فعالیتهای پلایومتریک معمولی (پرش با استفاده از وزن) برای القای تقویت پس از فعال‌سازی استفاده و نتایج متناقضی گزارش شده است. در این رابطه، توبین و دلاهانت (۲۰۱٤) اثرات مثبت تقویت با فعالیت‌های پلایومتریک را بر افزایش ارتفاع پرش و اوج نیروی بازیکنان راگبی گزارش کردند. رید و همکاران (۲۰۱۳) افزایش سرعت تاب دادن ضربه گلف بعد از تقویت پس از فعالسازی با تمرین پلایومتریک را گزارش کردند. در مقابل، تیل و کوک (۲۰۰۹) عدم‌تاثیر تقویت پس از فعالسازی با تمرین پلایومتریک را بر عملکرد پرش و مارگاریتوپولوس و همکاران (۲۰۱۵) عدم تاثیر بر عملکرد قدرتی و توانی کاراته‌کاران را گزارش کردند (۲۰). با توجه به اینکه افزایش زمان استهلاک (زمان بین مرحله انقباض برونگرا و درونگرا) در فعالیت پلایومتریک باعث هدررفت انرژی ذخیره شده در مرحله برونگرای چرخه کشش – کوتاه شدن می‌شود و شتاب حاصل از نیروی ارتجاعی کش در پلایومتریک شتابی باعث کاهش زمان استهلاک می‌شود (۲۱)، فرض محققان این است که انواع مختلف فعالیت پلایومتریک اثرات متفاوتی در تحریک تقویت پس از فعال‌سازی داشته باشند. بنابراین، هدف اولیه تحقیق حاضر مقایسه سه روش تمرین پلایومتریک معمولی، پلایومتریک مقاومتی و پلایومتریک شتابی به عنوان فعالیت تقویت پس فعالی بر عملکرد اختصاصی جودوکاران بود.

از طرفی، اثرات احتمالی هر دو مداخله تقویت پس از فعال‌سازی و کافئین منجر به بهبود حاد عملکرد ورزشی می‌شود و در این رابطه بخشی از مکانیسم عمل آنها (اثرگذاری بر سیستم عصبی) مشابه است. بر این اساس، فرض محققان این بود که مصرف کافئین ممکن است اثر هم‌افزایی بر تقویت پس از فعالسازی داشته و ترکیب آنها تأثیر بیشتری بر عملکرد خواهد داشت. بنابراین هدف دیگر تحقیق حاضر مقایسه اثر تقویت پس‌فعالی با فعالیت پلایومتریک با و بدون مصرف کافئین بر عملکرد اختصاصی مردان جودوکار بود.

روش‌شناسی

در این پژوهش ۹ جودوکار مرد (با میانگین سنی ۴/۱±۲۱/۴۳ سال، وزن: ۸/۵±۷۹/۴۶ کیلوگرم و قد: ۵/۱±۱۷۶/۲۹ سانتیمتر) که حداقل پنج سال سابقهٔ تمرین جودو داشتند به‌صورت داوطلبانه شرکت نمودند. تمامی آزمودنی ها حداقل یکبار تجربهٔ قهرمانی در استان و شرکت در مسابقات کشوری را داشتند. قبل از اجرای مطالعه، تمامی آزمودنی‌ها فرم رضایت نامه شرکت در پژوهش را تکمیل کردند، سابقهٔ پزشکی آنها بررسی شد و آزمودنی ها بیماری خاصی نداشتند و هیچ دارویی استفاده نمی‌کردند. همچنین آزمودنی ها پرسشنامه‌ای در مورد مقدار عادی مصرف کافئین در اشکال مختلف (مانند قهوه، نوشیدنیها و مواد دارویی حاوی کافئین) تکمیل کردند که ۷ نفر از آزمودنی ها عادت به مصرف زیاد روزانه کافئین نداشتند (کمتر از ۱۶۰ میلی‌گرم در روز) و تنها ۲ نفر از آزمودنی ها عادت به مصرف کافئین (بیشتر از ۱۶۰ میلی‌گرم در روز) داشتند که از آنها خواسته شد از دو هفته قبل از شروع مطالعه کافئین مصرف نکنند. همچنین، با توجه به اظهارات آزمودنی‌ها، آنها هیچ‌گونه مکملی استفاده نمی‌کردند. در قسمت اول تحقیق و به منظور بررسی اثر تقویت پس فعالی با روشهای پلایومتریک مختلف، از تمام آزمودنی‌ها خواسته شد که از انجام فعالیت شدید و خوردن یا نوشیدن هرگونه ماده حاوی کافئین (مواد حاوی کافئین در قالب فهرستی به آزمودنی ها داده شد) در ۲۴ ساعت قبل از آزمون خودداری کنند. در جلسهٔ اول، طرح و هدف پژوهش و روش اجرای آزمونها و تمرینات توضیح داده شد و سن، قد و وزن اندازه‌گیری شد. سپس، آزمودنی ها به صورت تصادفی و متقاطع (به‌منظور حذف اثر احتمالی تمرین یا آشناسازی) در چهار وضعیت: ۱- تقویت پس از فعالسازی با پلایومتریک معمولی + آزمون ویژه جودو، ۲- تقویت پس از فعالسازی با پلایومتریک مقاومتی + آزمون ویژه جودو، ۳- تقویت پس از فعالسازی با پلایومتریک شتابی + آزمون ویژه جودو، ۴- گرم کردن معمولی + آزمون ویژه جودو قرار گرفتند. شایان ذکر است که در هر جلسه، هر آزمودنی وضعیت مربوط به خود را اجرا می‌کرد. در تمام جلسات، ترتیب اجرای آزمون‌ها مشابه و بدین‌صورت بود که بعد از ۱۵ دقیقه گرم‌کردن، پروتکل تقویت پس از فعالسازی انجام و ۵ دقیقه بعد دو آزمون ویژهٔ جودو با فاصله ۹۰ ثانیه از یکدیگر اجرا می‌شد. دلیل این طراحی دو آزمون نزدیکی به زمان ۴ دقیقه‌ای مسابقهٔ رسمی جودو بود. همچنین، به منظور جلوگیری از اثرات تقویت پس از فعالسازی، جلسات با فاصله ۴۸ ساعت از یکدیگر انجام شد و جهت جلوگیری از اثر ریتم بیولوژی روزانه، آزمونها در یک زمان مشابه در روز (ساعت ۱۰ الی ۱۱) صورت گرفت (۲۲).

به منظور تقویت پس از فعالسازی، از حرکت اسکات پرشی در ۳ دور ۶ تکراری و ۳۰ ثانیه استراحت بین دورها استفاده شد (۲۳). در پلایومتریک مقاومتی، یک سر کش از پایین به زمین محکم بسته شده و سردیگر به کمر آزمودنی متصل شد تا هنگام اجرای پرش، در مقابل آن مقاومت ایجاد کند. در پلایومتریک شتابی، یک سر کش از بالا به سقف محکم شده و سر دیگر کش در ناحیه زیر بغل آزمودنی قرار می‌گرفت. پلایومتریک معمولی هم بدون کش و با استفاده از وزن بدن اجرا شد (۲۳). برای کنترل اثر کشسانی کش، در پلایومتریک شتابی و مقاومتی از کش‌های مقاومتی تراباند مشابه و با طول یکسان استفاده شد.

در بخش دوم تحقیق و به منظور بررسی اثر کافئین، ۱۰ روز بعد از آخرین جلسه و مشخص شدن اثر هر کدام از پروتکل‌های تقویت پس از فعالسازی، آزمودنی ها مجددا به محل انجام تحقیق آمدند و بصورت تصادفی و متقاطع یکی از چهار مداخله: ۱- کافئین + تقویت + آزمون جودو، ۲- تقویت + آزمون جودو، ۳- کافئین + آزمون جودو و ۴- پلاسبو+ آزمون جودو را اجرا کردند. کافئین و دارونما (نشاسته) ۶۰ دقیقه قبل از اجرای آزمون ویژه جودو تجویز شد. بر اساس نتایج حاصل از بخش اول مطالعه، تقویت با پلایومتریک شتابی بهترین نتیجه را داشت و بنابراین در این مرحله اعمال شد. برای جلوگیری از اثر ریتم بیولوژی روزانه، آزمون‌ها در یک زمان مشابه از روز و بین ساعت ۱۰ تا ۱۱ اجرا شد. برای جلوگیری از اثر تمرینات، آزمودنی‌ها از دلایل و منطق تحقیق

مطلع نبودند. وعده شام در شب قبل و صبحانه در روز اجرای پروتکل در تمام آزمودنی‌ها مشابه بود. برای مکمل‌دهی، مقدار ٦ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن کافئین ٦٠ دقیقه قبل از آزمون جودو به روش دوسویه کور به آزمودنی‌ها داده شد. برای این منظور، در آزمایشگاه، با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم، پودر کافئین به ازای هرکیلوگرم وزن بدن آزمودنی‌ها در داخل کپسول‌های ژلاتینی قرار داده شد. کپسول دارونما نیز از همان جنس، شکل و رنگ بود، اما داخل کپسول نشاسته ریخته شده بود. کافئین و دارونما به همراه ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مصرف شدند (١٦).

آزمون جسمانی ویژه جودو شامل سه مرحله؛ مرحله اول، ۱۵ ثانیه، مرحله دوم و سوم، ۳۰ ثانیه بود که بین هر مرحله ۱۰ ثانیه استراحت وجود داشت. در هر مرحله آزمودنی بر روی دو جودوکار هم قد و هم وزنش که در فاصلهٔ ٦ متری از هم قرار داشتند، تکنیک ایپون سوئی ناگه را با حداکثر تلاش و تا حداکثر تعداد ممکن اجرا کرد. ضربان قلب آزمودنی در دو مرحله: ۱- بلافاصله بعد از اتمام آزمون و ۲- یک دقیقه بعد از اتمام آزمون بوسیله شمارش ۱۵ ثانیه‌ای نبض براکیال اندازه‌گیری شد. بر اساس ضربان قلب بعد از آزمون و تعداد کل اجراها در سه مرحلهٔ آزمون، شاخص آزمون از معادله زیر برآورد شد (٢٤).

SJFT شاخص= (قلب ضربان بعد از دقیقه یک آزمون + قلب ضربان بلافاصله بعد از آزمون) ÷ ((۳ مرحله+۲مرحله+۱مرحله) تعداد کل تکنیک‌های اجراشده)

ضربان قلب بلافاصله و ۱ دقیقه بعد از هر آزمون ویژه جودو بوسیله ضربان‌سنج پولار اندازه‌گیری گردید. میزان درک فشار با استفاده از مقیاس ۱۰ امتیازی بورگ بعد از هر پروتکل تقویت ارزیابی شد. سطوح لاکتات خونی با استفاده از نمونه خونی بدست آمده از نوک انگشت وسط و با استفاده از دستگاه لاکتومتر بلافاصله و ۱۵ دقیقه بعد از آزمون دوم جودو اندازه گیری شد.

روش‌های آماری

برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از روش‌های آماری توصیفی و استنباطی استفاده شد. از آمار توصیفی برای تعیین میانگین و انحراف معیار استفاده گردید. توزیع نرمال بودن داده‌ها از طریق آزمون گولموگروف – اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفت. جهت بررسی اختلاف احتمالی از روش تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر و آزمون تعقیبی بن فرونی استفاده شد. سطح معنی‌داری در این پژوهش P≤۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

مقادیر مربوط به متغیرهای پروتکل جودو و میزان درک فشار بین گروه‌های مختلف تقویت در جدول ۱ مشاهده می‌شود. نتایج نشان داد که اثر اعمال تقویت با مدل‌های مختلف پلایومتریک بر تعداد اجراهای آزمون اول جودو (P=۰/۲٤۱، F=۲/٥۷۹)، شاخص آزمون اول جودو (P=۰/۱۷۳، F=۲/۱۰۷)، تعداد اجراهای آزمون دوم جودو (P=۰/۲۹٤، F=۳/۰۱٤) و شاخص آزمون دوم جودو (P=۰/۱٦۹، F=۲/٦۳۸)، معنی‌دار نبود. تعداد اجراها در آزمون اول جودو در تمام وضعیت‌های تقویت نسبت به وضعیت کنترل افزایش غیرمعنی‌داری داشت بطوریکه در تقویت با پلایومتریک معمولی، پلایومتریک مقاومتی و پلایومتریک شتابی به ترتیب ۲/۲، ۱/۳ و ۲/۸ درصد نسبت به وضعیت کنترل افزایش مشاهده شد. تفاوت معنی‌داری بین پروتکل‌های مختلف تقویت برای شاخص درک فشار بعد از تقویت (P=۰/۱٥۲، F=۲/۱٤۳) و درک فشار بعد آزمون جودو (P=۰/۱۳۹، F=۱/۸۹۲) مشاهده نشد.

جدول ۲ مقادیر مربوط به متغیرهای پروتکل جودو و لاکتات خون بین گروه‌ها با و بدون مصرف کافئین را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که تعداد تکنیکهای اجرا شده در آزمون اول جودو بین گروه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری دارد (P=۰/۰۳۹، F=٤/۱٦۹) ولی برای شاخص آزمون اول (P=۰/۲۱۳، F=۲/۰٥٤) و دوم جودو (P=۰/۱۷٤، F=۱/٦۸۹)، تعداد تکنیکهای آزمون دوم جودو (P=۰/۲۱۱، F=۲/٦۱٤) تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها مشاهده نشد. نتایج نشان داد که تعداد اجراهای آزمون اول جودو در گروه کافئین (P=۰/۰۲۱) و کافئین + تقویت (P=۰/۰۰۸) بطور معنی‌داری بیشتر از پلاسبو بود ولی این افزایش برای گروه تقویت معنادار نبود (P≥۰/۰٥). مقادیر لاکتات خون در زمانهای متفاوت بین گروه‌های مختلف در شکل ۱ مشاهده می‌شود. میزان لاکتات خون بلافاصله بعد از آزمون جودو در گروه‌های کافئین (P=۰/۰۱۱) و کافئین+ تقویت (P=۰/۰۳٦) بیشتر از پلاسبو بود. تفاوت معنی‌داری در میزان لاکتات خون ۱۵ دقیقه بعد از آزمون جودو بین گروه‌ها مشاهده نشد (P≥۰/۰٥).

جدول ۱. شاخص‌های آزمون ویژه جودو و درک فشار در وضعیت‌های مختلف تقویت پس فعالی

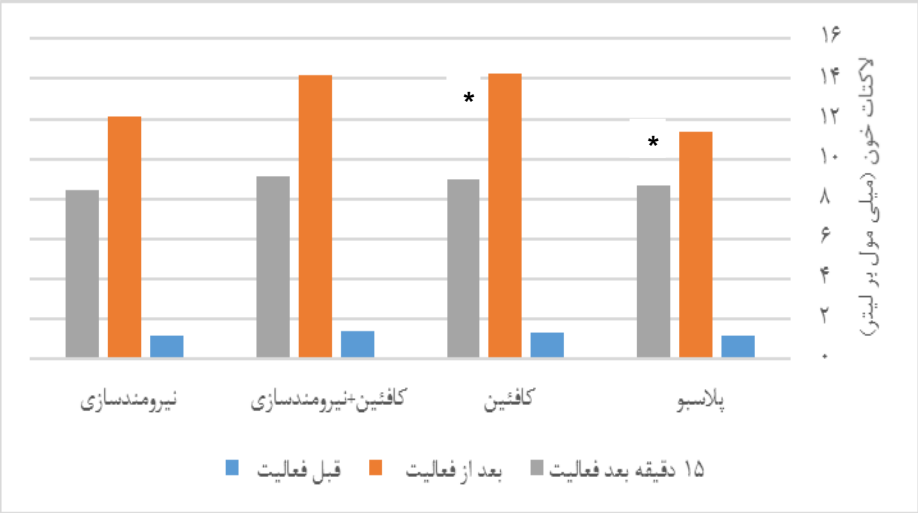
متغیر	کنترل	تقویت با پلایومتریک معمولی	تقویت با پلایومتریک مقاومتی	تقویت با پلایومتریک شتابی
تعداد اجراهای آزمون اول جودو	۲٤/۷۹ ± ۱/٤	۲۵/۳٤ ± ۰/۹	۲۵/۱۱ ± ۱/۳	۲۵/۵۳ ± ۱/۶
شاخص آزمون اول جودو	۱۲/۳۱ ± ۰/۸	۱۱/۹۱ ± ۰/۸٤	۱۲/۰۱ ± ۰/۷	۱۱/۷۲ ± ۰/۹۶
تعداد اجراهای آزمون دوم جودو	۲۳/۶۸ ± ۱/۲	۲٤/۲۳ ± ۰/۹	۲۳/۵ ± ۱/۳	۲٤/۱۲ ± ۱/۳
شاخص آزمون دوم جودو	۱۲/۸۸ ± ۰/۷۸	۱۲/۲٤ ± ۰/۹۱	۱۲/۶۸ ± ۰/۸۱	۱۲/۲۳ ± ۰/۷۳
درک فشار بعد از تقویت	۲/۶۸ ± ۰/٤	۸/٤٤ ± ۱/۲†	۸/۸۸ ± ۱/۲†	۸/۱۱ ± ۱/۱†
درک فشار بعد ازآزمون جودو	۸/۸۸ ± ۱/۱	۸/۸۸ ± ۱/۳	۸/۶۶ ± ۰/۹	۹/۰ ± ۱/۲

† تفاوت معنی‌دار با وضعیت کنترل در سطح معنی‌داری P≤۰/۰۵

جدول ۲. شاخص‌های آزمون ویژه جودو در وضعیت‌های مختلف مصرف کافئین

متغیر	پلاسبو	تقویت	کافئین	تقویت +کافئین
تعداد اجراهای آزمون اول جودو	۲٤/۲۸ ± ۱/۲	۲۵/۲۳ ± ۰/۹	۲۷/۱۳ ± ۱/۱†	۲۷/۳۹ ± ۱/۲†
شاخص آزمون اول جودو	۱۲/۱٤ ± ۰/۸	۱۱/۸۷ ± ۰/۹	۱۱/۰۷ ± ۰/۸	۱۱/۱۶ ± ۱/۰
تعداد اجراهای آزمون دوم جودو	۲۳/۸٤ ± ۱/۱	۲٤/۶۵ ± ۱/۱	۲۵/۸٤ ± ۱/۵	۲۵/۵۶ ± ۱/۰
شاخص آزمون دوم جودو	۱۳/۱ ± ۰/۹	۱۲/۰۱ ± ۰/۸	۱۱/۷٤ ± ۰/۹	۱۲/۱٤ ± ۰/۹

† تفاوت معنی‌دار با وضعیت پلاسبو در سطح معنی‌داری P≤۰/۰۵



شکل ۱. لاکتات خون بعد از پروتکل جودو در زمانهای مختلف بین گروه های تحقیق

* تفاوت معنی‌دار با پلاسبو در سطح معنی‌داری P≤۰/۰۵

بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که اعمال تقویت پس فعالی با پلایومتریک مقاومتی، شتابی و معمولی، علکرد جودوکاران با استفاده از آزمون ویژه جودو را بهبود نداد. مطالعات نشان داده‌اند که تقویت می‌تواند بوسیله انقباضات ایزومتریک بیشینه (۲۵)، فعالیتهای مقاومتی سنگین (۲۶) و فعالیتهای پلایومتریک (۲۷) اتفاق بیفتد. به نظر می‌رسد که فعالسازی حداکثر عضلات، جزء کلیدی در ایجاد تقویت پس‌فعالی است. بر اساس مکانیسم‌های پیشنهاد شده ماهیت انفجاری پرش‌ها در فعالیت پلایومتریک، که با فراخوانی ترجیحی واحدهای حرکتی نوع دو همراه است، می‌تواند برای القا تقویت مهم باشد (۲۸). با این حال، در رابطه با شدت فعالیت برای القای تقویت نمی‌توان با قطعیت نظر داد. برای نمونه، اضافه کردن ۱۰ درصد وزن بدن هنگام پرش در مطالعه تورنر و همکاران منجر به کاهش عملکرد سرعت ۲۰ متر بلافاصله بعد از تقویت شد در

حالیکه چنین کاهشی با پرش با وزن بدن مشاهده نشد. علاوه براین، برخی مطالعات گزارش کردند که وجود همزمان خستگی و تقویت پس فعالی، نسبی است و از دلایل احتمالی نتایج متناقض ممکن است خستگی ناشی از پروتکل تقویت باشد (۲۹). نتایج مطالعه حاضر با نتایج موریکا و همکاران (۲۰۱۲) همسو بود. موریکا و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که تقویت پس فعالی با اسکات (شدت ۹۵ درصد یک تکرار بیشینه) بر آزمون ویژه جودو اثر نداشت (۲۲). در مقابل، کامپوس و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که تقویت پس فعالی با حداکثر انقباض ایزومتریک ارادی اسکات منجر به بهبود آزمون ویژه جودو شد (۲۹). تورنر و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند که تقویت پس فعالی با استفاده از پرشهای پلایومتریک معمولی و پلایومتریک مقاومتی (وزن بدن به علاوه جلیقه وزنه با ۱۰ درصد وزن بدن) منجر به بهبود عملکرد شتابی در دوی سرعت ۱۰ متر شد (۲۷). این تفاوت‌ها ممکن است به دلیل تفاوت در پروتکل تقویت پس فعالی و همچنین فاصله زمانی بین اعمال تقویت پس فعالی و آزمون ویژه جودو باشد. در مطاله فراتحلیلی ویلسون و همکاران (۲۰۱۳) مشاهده شد که ماهیت فعالیت (ایزومتریک یا دینامیک) بر تقویت پس فعالی اثر معنی‌داری ندارد، اما دو عامل شدت فعالیت و فاصله زمانی بین اعمال تقویت پس فعالی و آزمون ممکن است اثرگذار باشد (۳۰). شواهد حاکی از آن است که برای ایجاد یک پاسخ تقویت، یک حداقل حجم از فعالیت انجام شده ضروری است. ویلسون و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که در افراد تمرین نکرده، اجرای یک دور فعالیت مؤثرتر از چند دور فعالیت در بهبود توان است. از طرف دیگر، به نظر می‌رسد در افراد تمرین کرده، دورهای چندگانه پاسخ بهتری را برای تقویت ایجاد می‌کنند. همچنین، ممکن است که اثر تقویت پس فعالی بستگی به وضعیت تمرینی فرد داشته باشد (۳۰). تیل و کوک (۲۰۰۹) اثرات حاد تمرینات پلایومتریک بر عملکرد پرش عمودی را ارزیابی کردند (۱۹) و برخلاف مطالعه گوئرا و همکاران (۲۰۱۸)، بهبود در عملکرد را مشاهده نکردند. فعالیت آماده‌سازی در مطالعه تیل و کوک شامل ۵ جهش متوالی با جمع کردن زانو هنگام پرش بود در صورتی که در مطالعه گورا و همکاران (۳۱) شامل سه دور ۱۵ تکراری پرش درجا و ۳ دور ۵ تکراری پرش از روی مانع بود، که نشان می‌دهد احتمالا حجم پایین فعالیت قادر به القای اثر تقویت پس از فعال‌سازی نیست.

در رابطه با فاصله زمانی بین تقویت و عملکرد، برخی مطالعات عنوان کرده‌اند که قدرت عضلانی واقعی ٤ تا ٦ دقیقه پس از فعالیت آماده‌سازی از بین می‌رود (۳۲). ویلسون و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند فاصله استراحت ۷ الی ۱۰ دقیقه مزایای بیشتری نسبت به زمان ۳ الی ۷ دقیقه فراهم می‌کند. با این حال، هنگامی که وضعیت تمرینی در نظر گرفته شود، نتایج نشان می‌دهد که در افراد تمرین کرده، بیشترین مزیت پس از ۳ الی ۷ دقیقه بدست می‌آید. این زمان در افراد غیرورزشکار متفاوت است، بطوریکه بیشترین اندازه اثر تقویت ۷ تا ۱۰ دقیقه بعد از فعالیت آماده‌سازی مشاهده شد (۳۰). در مطالعه گوئرا، با ورزشکاران تمرین کرده، عملکرد پرش عمودی به طور معنی داری ۳ دقیقه پس از فعالیت آماده‌سازی افزایش داشت (۳۱). علاوه براین، وضعیت تمرینی، قدرت و سطح مهارت ممکن است فاکتورهای مهمی در اثرات مثبت تقویت پس فعالی حین عملکرد باشند (۲۲).

بر اساس گزارشات موجود مبنی بر اثر مثبت کافئین و تقویت بر عملکرد و توان عضلانی، مطالعه حاضر ترکیب این دو مداخله بر عملکرد جودوکاران را بررسی کرد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که کافئین و ترکیب کافئین با تقویت پس‌فعالی منجر بهبود اجرای آزمون ویژه جودو شد. این نتایج پیشنهاد می‌کنند که مصرف حاد کافئین می‌تواند اثر هم‌افزایی بر تقویت پس‌فعالی با پلایومتریک بر آزمون ویژه جودو را داشته باشد. مشابه با نتایج مطالعه حاضر، ایمپی و همکاران (۲۰۲۲) اثر مصرف کافئین و تقویت پس فعالی بر عملکرد دروازه بانان فوتبال را بررسی کردند و نشان دادند که هر دو مداخله زمان واکنش دروازه‌بانان را بهبود دادند (۳۳). گوئرا و همکاران نشان دادند که تقویت پس فعالی با فعالیت پلایومتریک و دوی سرعت به همراه مصرف کافئین اثر بیشتری بر پرش عمودی بازیکنان فوتبال نسبت به تقویت پس فعالی بدون کافئین دارد (۳۱). اگرچه به طور کامل روشن نیست، به نظر می‌رسد تقویت پس–فعالی از ترکیب مکانیسم‌هایی که در سطوح مرکزی و محیطی ایجاد می‌شوند اتفاق می‌افتد. از جمله مکانیسم های مولکولی احتمالی درگیر، اصلی‌ترین آنها فسفوریلاسیون زنجیره سبک تنظیمی میوزین است که ساختار پل‌های عرضی را تغییر می‌دهد و سرهای کروی را در موقعیتی

نزدیکتر به رشته‌های نازک اکتین قرار می‌دهد، بنابراین احتمال ارتباط بین پروتئین‌های انقباضی افزایش می‌یابد (۳٤). مکانیسم‌های احتمالی دیگر افزایش غلظت Ca++ در سارکوپلاسم است، که ممکن است منجر به افزایش ظرفیت ایجاد تنش و تغییرات در الگوی فعال‌سازی عصبی، مانند تحریک پذیری بیشتر ذخیره نورون حرکتی، افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی بزرگتر، افزایش هماهنگ‌سازی واحدهای حرکتی و یا کاهش مهار پیش سیناپسی و در نتیجه تولید قدرت عضلانی شود (۳۵). علاوه براین، نشان داده شده است که میانگین زاویه اتصال فیبرهای عضلانی به خط کشش نیروی عضله (pennation) 3 تا ٦ دقیقه بعد از انقباضات ارادی بیشینه کاهش می‌یابد (۳٤). از آنجا که زاویه pennation کوچکتر انتقال نیروی تاندون را افزایش می‌دهد، اصلاح ویژگی‌های معماری و ساختاری عضله اسکلتی و مطلوب‌سازی انتقال نیرو نیز می‌تواند در پدیده تقویت پس فعالی درگیر باشد. با این حال، مطالعات بیشتر نیاز است تا اثر حاد فعالیت پلایومتریک بر واحد عضلانی- تاندونی و مشارکت آن در افزایش عملکرد عضلانی هنگامی که به عنوان یک پروتکل نیرومند سازی استفاده می‌شود را مشخص سازد.

در رابطه با اثر حاد کافئین بر آزمون ویژه جودو گزارشات متناقضی وجود دارد. فلیپه و همکاران (۲۰۱٦) و لوپز- سیلوا و همکاران (۲۰۱۸) عدم تاثیر مصرف حاد کافئین بر آزمون ویژه جودو را گزارش کردند. در این مطالعات از دوز ٦ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن استفاده شد (۳۷،۳٦). در مقابل، استلی و همکاران (۲۰۱٦) نشان دادند که مصرف ٤ میلی گرم کافئین منجر به افزایش تعداد پرتاب‌ها در آزمون ویژه جودو شد (۳۸). دورکالک - میکالسکی و همکاران (۲۰۱۹) اثر سه دوز ۳، ٦ و ۹ میلی گرم را بر آزمون ویژه جودو بررسی کردند و نشان دادند که دوزهای ٦ و ۹ میلی‌گرم آزمون ویژه جودو را بهبود می‌دهد ولی دوز ۳ میلی‌گرم کافئین اثری بر آن ندارد (۱٦). مطالعات دیگر اثر حاد کافئین با دوز ۵ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن بر شاخص‌های فیزیولوژیکی جودوکاران را بررسی کردند. اتایدی و همکاران (۲۰۱۸) عدم تاثیر کافئین بر پرش عمودی و قدرت گرفتن جودوکاران را گزارش کردند (۳۹). سوئیسی و همکاران (۲۰۱۳) بهبود میانگین و اوج توان ناشی از آزمون وینگیت در جودوکاران را نشان دادند (٤۰). تفاوت در مطالعات ذکر شده ممکن است به دلیل روش شناسی مختلف، سطح تمرینی آزمودنی ها، عادت به مصرف کافئین و حجم نمونه کوچک باشد. در مطالعه لوپز-سیلوا شش آزمودنی با چهار رده وزنی (٦۰، ٦٦، ۷۳ و ۹۰ کیلوگرم) شرکت کردند. در مطالعه استلی و همکاران دامنه سنی آزمودنی ها ۱٦ سال و رقابت کنندگان استانی و کشوری بودند. مطالعه دورکالک- میکالسکی و همکاران (۲۰۱۹) روی جودوکارانی انجام شد که سابقه تمرینی زیاد داشتند و در سطح بین المللی رقابت می‌کردند. مشابه با مطالعه حاضر، آزمودنی‌ها در مطالعه دورکالک- میکالسکی و همکاران عادت به مصرف کم کافئین در روز داشتند. میزان مصرف کافئین روزانه یکی از عوامل اثرگذار بر اثربخشی حاد کافئین است، بطوریکه دورکالک - میکالسکی و همکاران نشان دادند در آزمودنی‌هایی که عادت به مصرف کم کافئین داشتند دوز ٦ میلی‌گرم بر آزمون ویژه جودو اثر داشت درحالیکه دوز ۹ میلی‌گرم در آزمودنی هایی که عادت به مصرف زیاد کافئین داشتند اثربخش بود.

کافئین هم در سطح مولکولی و هم بر روی سیستم عصبی مرکزی تأثیر می‌گذارد. در سطح مولکولی انتقال عصبی و انقباض‌پذیری عضلات اسکلتی را بهبود می‌بخشد. همچنین تأثیر کافئین بر سیستم عصبی مرکزی باعث به تأخیر انداختن خستگی می‌شود. کافئین به راحتی از سد خونی مغزی عبور می کند و در CNS عمل می کند (٤۱). همچنین از غشای سلولی بافتهای دیگر عبور می کند و بنابراین مکانیسم‌های بسیاری عملکرد ارگوژنیک آن را توضیح می‌دهند (٤۲). مکانیسم های احتمالی عملکرد کافئین عبارتند از: رقابت با گیرنده‌های آدنوزین و افزایش انتشار یون کلسیم از شبکه سارکوپلاسمی (٤۳)، افزایش نوراپی نفرین و ضربان قلب، تحریک ترشح بتا اندورفین و کاهش درک درد (٤٤) و تغییر عملکردهای اسکلتی و عصبی عضلانی (۳۹) می‌شود. مکمل کافئین ظاهراً زمان خستگی را افزایش می‌دهد و خستگی مرکزی را تعدیل می کند (۳۷). با این وجود، نیاز به مطالعات آینده وجود دارد که دوز کافئین بهینه را مورد بررسی قرار دهند تا اثر آن بر عضلات به حداکثر برسد.

مصرف کافئین به تنهایی و در ترکیب با تقویت پس فعالی منجر به افزایش غلظت لاکتات بعد از آزمون دوم جودو شد. فیلیپه و همکاران (۳٦) و لوپز و همکاران (۳۷) نیز افزایش غلظت لاکتات بعد از آزمون ویژه جودو را گزارش کردند. بعضی مطالعات از آزمونهای دیگر استفاده کردند و نتایج

مطالعه حاضر را تایید کردند. کلامپ و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که مصرف ۵ میلیگرم کافئین غلظت لاکتات را بعد از آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه افزایش داد (٤٥). همچنین، کراو و همکاران (۲۰۰٦) افزایش غلظت لاکتات خون بعد از فعالیت رکاب زنی ٦۰ ثانیه‌ای با مصرف ٦ میلی گرم کافئین را نشان دادند (٤٦). در توضیح مکانیسم‌های احتمالی در افزایش غلظت لاکتات خون، کافئین از طریق عمل آنتاگونیستی بر گیرنده‌های محیطی آدنوزین که از اثرات مهاری آدنوزین بر فعالیت فسفوفروکتوکیناز در عضله اسکلتی جلوگیری می‌کند، فعالیت بی‌هوازی را افزایش می‌دهد (٤٧). کافئین رهایی کاتکولامین‌ها را نیز افزایش می‌دهد که تبدیل فسفوریلاز b به نوع فعال a را تسهیل و درنتیجه گلیکولیز عضله را تسریع می‌کند(۳۷).

در مطالعه حاضر مشاهده شد که یک اثر سینرژیک تقویت پس‌فعالی و کافئین بر آزمون ویژه جودو وجود دارد. بر اساس مکانیسم‌های ذکر شده و دانش موجود، توضیح اینکه چگونه کافئین می‌تواند پاسخ تقویت پس‌فعالی را افزایش دهد مشکل است. فرض بر این است که بعد از یک محرک تقویت، خستگی و تقویت می‌توانند بطور همزمان وجود داشته باشد و تعادل خالص بین آنها اثر نهایی بر عملکرد را مشخص می‌سازد.

از محدودیت‌های احتمالی مطالعه حاضر، عدم بررسی مکانیسمهای احتمالی اثر سینرژیک تقویت و کافئین و همچنین عدم اندازه‌گیری سطح کافئین خون بعد از مصرف آن بود. از طرفی، کینتیک متابولیسم کافئین و در نتیجه میزان سرعت جذب و متابولیزه شدن کافئین در هر نفر مشخص نیست. علاوه براین، در مطالعه حاضر برای پلایومتریک شتابی و مقاومتی از یک کش برای تمام آزمودنی‌ها استفاده شد و قدرت عضلانی آزمودنی‌ها ارزیابی نشد. بنابراین، پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آینده میزان مقاومت و شتاب ایجاد شده بر اساس قدرت عضلانی هر آزمودنی تنظیم شود. لذا در مطالعات آتی این موضوع مدنظر قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، تقویت پس‌فعالی با انواع مختلف پلایومتریک اثر چندانی بر عملکرد جودوکاران نداشت. کافئین با دوز متوسط ٦ میلی‌گرم منجر به بهبود آزمون ویژه جودو در جودوکاران رقابتی شد در حالیکه ترکیب کافئین و تقویت با پلایومتریک شتابی دارای اثرات بیشتری بود. بنابراین، کافئین ممکن است اثر هم‌افزایی بر تقویت پس فعالی در بهبود عملکرد اختصاصی جودوکاران داشته باشد.

منابع

1. Artioli GG, Gualano B, Coelho DF, Benatti FB, Gailey AW, Lancha Jr AH. Does sodiumicarbonate ingestion improve simulated judo performance? *Intern J of Sport Nutri and Exerc Metab*. 2007, 17: 206–217.
2. Masakado Y, Akaboshi K, Nagata M, Kimura A, Chino N. Motor unit firing behavior in slow and fast contractions of the first dorsal interosseous muscle of healthy men. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol*. 1995; 97(6):290–5.
3. Requena B, Gapeyeva H, Garcia I, Ereline J, Pääsuke M. Twitch potentiation after voluntary versus electrically induced isometric contractions in human knee extensor muscles. *Eur J Appl Physiol*. 2008; 104(3):463–72.
4. Goła´s A, Maszczyk A, Zajac A, Mikołajec K, Stastny P. Optimizing post activation potentiation for explosive activities in competitive sports. *J Hum Kinet*. 2016, 52, 95–106.
5. Seitz LB, de Villarreal ES, Haff GG. The temporal profile of postactivation potentiation is related to strength level. *J strength Cond. Res*. 2014, 28, 706–715.
6. Chen ZR, Wang YH, Peng HT, Yu CF, Wang MH. The acute effect of drop jump protocols with different volumes and recovery time on countermovement jump performance. *J Strength Cond Res*.2013; 27(1):154–8.
7. Baechle TR, Earle RW. Essentials of strength training and conditioning. Human Kinetics, 2008.
8. Makaruk H, Winchester JB, Czaplicki A, Sacewicz T, Zieliński J, Sadowski J. Effects of assisted and traditional drop jumps on jumping performance. *Int J Sports Sci Coach*. 2014, 9, 1217-25.
9. Argus C, Gill ND, Keogh JWL, Blazevich AJ, Hopkins WJ. Kinetic and training comparisons between assisted, resisted, and free countermovement jumps. *J Strength Cond Res*. 2011, 25, 2219-27.
10. Tufano JJ, Malecek J, Steffl M, Stastny P, Hojka V, Vetrovsky T. Field-based and lab-based assisted jumping: unveiling the testing and training implications. *Front physiol*. 2018, 12:9, 1284.
11. Dell'Antonio E, Ruschel C, de Brito Fontana H, Haupenthal A, Pereira SM, Roesler H. Effect of Immersion on Ground Reaction Force and Contact Time During Drop Jump Exercise. *J Strength Cond Res*. 2016, 30, 3443-49.
12. Grgic J, Trexler ET, Lazinica B, Pedisic Z. Effects of caffeine intake on muscle strength and power: a systematic review and meta-analysis. *J Int Soc Sports Nutr*. 2018;15:11.
13. Christensen PM, Petersen MH, Friis SN, Bangsbo J. Caffeine, but not bicarbonate improves 6 min maximal performance in elite rowers. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2014;39:1058-63.
14. Lara B, Gonzalez-Millán C, Salinero JJ, Abian-Vicen J, Areces F, BarberoAlvarez JC, et al. Caffeine-containing energy drink improves physical performance in female soccer players. *Amino Acids*, 2014;46:1385-92.
15. Abian P, Del Coso J, Salinero JJ, Gallo-Salazar C, Areces F, Ruiz-Vicente D, et al. The ingestion of a caffeinated energy drink improves jump performance and activity patterns in elite badminton players. *J Sports Sci*. 2015;33:10,42-50.

16. Durkalec-Michalski K, Nowaczyk P, Główka N, Grygiel A. Dose-dependent effect of caffeine supplementation on judo-specific performance and training activity: a randomized placebo-controlled crossover trial. *Int Soci Sports Nut*, 2019, 16:38, 2-14.
17. Tobin DP, Delahunt E. The acute effect of a plyometric stimulus on jump performance in professional rugby players. *J Strength Cond Res*, 2014;28:3,67-72.
18. Read P, Miller SC, Turner AN. The effects of PAP on Golf Club Head Speed. *J Strength Cond Res*, 2012, 27(6), 1579-1582
19. Till KA, Cooke C. The effects of postactivation potentiation on sprint and jump performance of male academy soccer players. *J Strength Cond Res*. 2009;23:19, 60-67.
20. Margaritopoulos S, Theodorou A, Methenitis S, Zaras N, Donti O, Tsolaki C. The effect of plyometric exercises on repeated strength and power performance in elite karate athletes. *Phys Edu Sport J*, 2015, 15(2), 310-18.
21. Makaruk H, Starzak M, Suchecki B, Czaplicki M, Stojiljković N. The effects of assisted and resisted plyometric training programs on vertical jump performance in adults: a systematic review and meta-analysis. *Sports Sci Med*, 2020,19,347-357.
22. Miarka B, Del Vecchio FB, Franchini E. Acute effects and postactivation potentiation in the special judo fitness test. *J Strength Cond Res*, 2011;25(2):427-31.
23. Mohammadi A, Khodaei K, Abasi. I. A comparison of the effect of accelerated plyometric, resisted plyometric and common plyometric training on power performance, strength and muscle hypertrophy in active males. *Sport Physiology*, 2016; 8 (30): 33-50. [[n Persian]
24. Sterkowicz S, Franchini E. Specific fitness of elite and novice judoists. *Hum Kinet*. 2001; 6, 2; 44-52.
25. Rixon KP, Lamont HS, Bemben MG. Influence of type of muscle contraction, gender, and lifting experience on postactivation potentiation performance. *J Strength Cond Res*, 2007, 21: 500–505.
26. Kilduff LP, Cunningham DJ, Owen NJ, West DJ, Bracken RM, Cook CJ. Effect of postactivation potentiation on swimming starts in international sprint swimmers. *J Strength Cond Res*, 2011, 25: 2418-23.
27. Turner AP, Bellhouse S, Kilduff LP, Russell M. Postactivation potentiation of sprint acceleration performance using plyometric exercise. *J Strength Cond Res*, 2015, 29: 343-350.
28. Hamada T, Sale DG, MacDougall JD, Tarnopolsky MA. Interaction of fibre type, potentiation and fatigue in human knee extensor muscles. *Acta Physiol Scand*, 2003, 178: 165-73.
29. Campos B, Cabido CE, Soares YM, Pedrosa G, Mendes T, Valle de Almeida R. A prior isometric strength training increases muscle power performance of judo athletes. *J Phys Educ*. 2018, 29, e2910.
30. Wilson JM, Duncan NM, Marin PJ, Brown LE, Loenneke JP, Wilson SM, et al. Meta-analysis of postactivation potentiation and power: effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. *J Strength Cond Res*. 2013;27(3):854–9.
31. Guerra MA, Caldas LC, De Souza HL, Vitzel KF, Cholewa JM, Duncan MJ, et al. The acute effects of plyometric and sled towing stimuli with and without caffeine ingestion on vertical jump performance in professional soccer players. *J Int Soc Sports Nutr*. 2018;15(1):51.
32. Macintosh BR, Robillard ME, Tomaras EK. Should postactivation potentiation be the goal of your warm-up? *Appl Physiol Nutr Metab*. 2012;37:546 –50.
33. Impey J, Bahdur K, Kramer M. Mediating Effects of Caffeine Ingestion and Post-Activation Performance Enhancement on Reactive Dive Times in Goalkeepers. *Ann Appl Sport Sci*. 2022; 10 (1), 1-7.
34. Rassier DE, Macintosh BR. Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. *Braz J Med Biol Res.* 2000;33(5):499-508.
35. Rassier DE. The effects of length on fatigue and twitch potentiation in human skeletal muscle. *Clinic Physiology*, 2000;20(6):474-482.
36. Felippe LC, Lopes-Silva JP, Bertuzzi R, McGinley C, Lima-Silva AE. Separate and combined effects of caffeine and sodium-bicarbonate intake on judo performance. *Int J Sports Physiol Perform*. 2016;11:221–6.
37. Lopes-Silva JP, Felippe LJC, Silva-Cavalcante MD, Bertuzzi R, Lima-Silva AE. Caffeine ingestion after rapid weight loss in judo athletes reduces perceived effort and increases plasma lactate concentration without improving performance. *Nutrients*. 2014;6:2931–45.
38. Astley C, Souza D, Polito M. Acute caffeine ingestion on performance in young judo athletes. *Pediatr Exerc Sci*. 2017;29:336–40.
39. Athayde M, Lima RK, Detanico D. Can caffeine intake improve neuromuscular and technical-tactical performance during judo matches? *J Strength Cond Res*. 2018;32:30, 95-102.
40. Souissi M, Abedelmalek S, Chtourou H, Boussita A, Hakim A, Sahnoun Z. Effects of time-of-day and caffeine ingestion on mood states, simple reaction time, and short-term maximal performance in elite judoists. *Biol Rhythm Res*. 2013;44: 897–907.
41. Tarnopolsky MA. Effect of caffeine on the neuromuscular system--potential as an ergogenic aid. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2008;33: 1284–9.
42. Glaister M, Gissane C. Caffeine and physiological responses to submaximal exercise: a meta-analysis. *Int J Sports Physiol Perform*. 2018;13:402–11.
43. Tarnopolsky MA. Effect of caffeine on the neuromuscular system--potential as an ergogenic aid. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2008;33:1284–9.
44. López-González LM, Sánchez-Oliver AJ, Mata F, Jodra P, Antonio J, Domínguez R. Acute caffeine supplementation in combat sports: a systematic review. *J Int Soc Sports Nutr*. 2018;15:60.
45. Collomp K, Ahmaidi S, Audran M, Chanal JL, Préfaut C. Effects of caffeine ingestion on performance and anaerobic metabolism during the Wingate test. *Int J Sports Med*. 2009, 12, 439–443.
46. Crowe MJ, Leicht AS, Spinks WL. Physiological and cognitive responses to caffeine during repeated, high-intensity exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2006, 16, 528–544.
47. Simmonds MJ, Minahan CL, Sabapathy S. Caffeine improves supramaximal cycling but not the rate of anaerobic energy release. *Eur J Appl Physiol*. 2010, 109, 287–295.

The effect of different post activation potentiation methods with and without caffeine ingestion on competitive judokas performance

Ali Shiraghaee [1], Farzaneh Hesari [2]*

1. M.Sc of Sports Physiology, Department of Sports Science, Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran
2. Assistant professor of Sports Physiology, Department of Sports Science Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran

Received: 2022/07/16 **Accepted:** 2022/09/09

∗Correspondence:
Email:
af.hessari@gmail.com

Abstract

Introduction and purpose: Post-activation potentiation (PAP) is the phenomenon by which muscular performance is enhanced in response to a conditioning stimulus. The purpose of this study was to compare the effects of PAP induced by resisted, accelerated and traditional plyometric with and without caffeine ingestion on competitive judokas performance.

Materials and Methods: In a randomized, crossover design, 9 male judokas participated in this study and performed two special judo fitness test (SJFT) with 90 second between trials in four conditions: PAP with traditional plyometric+ SJFT, PAP with accelerated plyometric+ SJFT, PAP with resisted plyometric+ SJFT and warm up+ SJFT. To evaluate the effect of caffeine, 10 days after the last PAP session, the subjects participated in four conditions randomly: caffeine + PAP + SJFT, PAP + SJFT, caffeine + SJFT and placebo+SJFT. Caffeine (6 mg/kg) was administered 60 minutes and PAP (3 sets x 6 repetitions of jumping alternating lunges) was performed 5 min before the SJFT. Blood sample was taken after SJFT2. To analyze the data One-way repeated measures ANOVA and Bonferroni post-hoc test and significant level at P≤0.05 was used.

Results: Results showed no significant difference in total throws and index of SJFT between PAP conditions. Caffeine and caffeine + PAP resulted in significant increase in total throws of SJFT and blood lactate than PAP and placebo (P≤0.05).

Discussion and Conclusion: It seems that PAP with different plyometric methods can't improve SJFT, but caffeine combined with accelerated PAP can be more effective to improve judo performance.

Key words: Post activation potentiation, Caffeine, Judo, Sport performance