



تأثیر مکمل‌دهی کوتاه مدت کراتین بر شاخص‌های کوفتگی عضلانی تأخیری پس از یک جلسه فعالیت مقاومتی

رامین امیرساسان^۱، علی ضرغامی خامنه^{۲*}، علی اوجاقی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۴/۱۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۷/۷

چکیده

هدف: تحقیق حاضر به منظور تعیین تأثیر مکمل‌دهی کراتین بر برخی شاخص‌های کوفتگی عضلانی تأخیری (زیست‌شیمیایی، عملکردی و محیطی) متعاقب فعالیت مقاومتی در مردان کشتی‌گیر انجام شد. **روش‌شناسی:** ۱۸ مرد کشتی‌گیر داوطلب (میانگین سنی $21/11 \pm 1/13$ سال، درصد چربی $12/67 \pm 1/84$ ٪ و شاخص توده بدنی $21/96 \pm 0/70$ کیلوگرم بر مجذور متر) به‌طور تصادفی و دوسویه کور در دو گروه کراتین (۹ نفر) و شبه دارو (۹ نفر) قرار گرفتند. آزمودنی‌ها پس از دوره شش روزه مکمل‌دهی (۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن بدن روزانه کراتین یا دکستروز)، در یک برنامه فعالیت مقاومتی دایره‌ای با وزنه (با شدت ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه در سه نوبت با تکرارهای شش‌تایی) شامل شش ایستگاه شرکت کردند. تغییرات شاخص‌های کوفتگی عضلانی طی سه مرحله (قبل از شروع مکمل‌دهی، بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از اجرای قرارداد فعالیت مقاومتی) اندازه‌گیری شد. داده‌های حاصله بوسیله آزمون‌های تحلیل واریانس مکرر، تعقیبی بونفرونی و تی مستقل در سطح معنی‌داری $0/05$ بررسی شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد، یک جلسه فعالیت مقاومتی باعث افزایش معنی‌داری در شاخص‌های کراتین کیناز (CK) و احساس درد بلافاصله می‌گردد ($P \leq 0/05$). اگرچه دامنه تغییرات ۲۴ ساعته کراتین‌کیناز سرم گروه کراتین به‌طور معنی‌داری پایین‌تر از گروه شبه دارو بود ($P \leq 0/05$). اما، تفاوت ۲۴ ساعته محیط ران، انعطاف‌پذیری، قدرت هم طول بیشینه و توان انفجاری اندام تحتانی دو گروه معنی‌دار نبود.

نتیجه‌گیری: یافته‌های این پژوهش نشان داد که مکمل‌دهی کوتاه‌مدت کراتین منجر به کاهش میزان برخی از شاخص‌های کوفتگی عضلانی (کراتین کیناز تام سرم) می‌شود. بنابراین، مکمل‌دهی کراتین ممکن است میزان کوفتگی عضلانی متعاقب فعالیت مقاومتی را کاهش دهد.

واژگان کلیدی: کراتین، فعالیت مقاومتی، کوفتگی عضلانی تأخیری

۱. دانشیار دانشگاه تبریز، ۲. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، ۳. عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شبستر

*نشانی الکترونیک نویسنده مسئول: ali.zarghami64@gmail.com

مقدمه

آسیب عضلانی (به‌عنوان یکی از نظریه‌های DOMS) در ۹ مرد سالم متعاقب انجام سه نوبت حرکات خم و بازکردن عضلات آرنج با شدت ۱۰ تکرار بیشینه اعلام کردند که میزان آنزیم‌های کراتین‌کیناز (CK) و لاکتات دهیدروژناز (LDH) پلاسمایی بلافاصله و ۴۸ ساعت پس از فعالیت افزایش معنی‌داری می‌یابد (۱۸). به‌علاوه، آن‌ها اظهار داشتند که انجام تمرینات مقاومتی برون‌گرا منجر به افزایش درک کوفتگی و افزایش ورم و درد بازو و همچنین کاهش معنی‌دار انعطاف‌پذیری آرنج و قدرت بیشینه در طی ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از تمرین نیز می‌گردد (۱۸). همچنین، میلز و همکاران^۲ (۲۰۰۸) گزارش کردند که، انجام یک وهله فعالیت برون‌گرای آرنج (با شدت ۳ نوبت با ۱۵ تکرار بیشینه) منجر به تغییر علائم کوفتگی عضلانی تأخیری نظیر افزایش آنزیم‌های التهابی اینترلوکین-۶ (IL-6)، عامل نکرورز دهنده^۳ آلفا (TNF- α)، پروتئین واکنشگر-C (CRP) و کراتین‌کیناز تام سرمی ۸ و ۲۴ ساعت پس از فعالیت می‌شود (۱۷). با این حال، محققان و متخصصین پزشکی ورزشی در یافته‌های تحقیقاتی خود بارها عنوان کرده‌اند که با استفاده از مکمل‌های خوراکی و تغذیه‌ای می‌توان به نحو مطلوبی از بروز علائم کوفتگی عضلانی ناشی از فعالیت‌های شدید جلوگیری نمود (۱۲). در این راستا، نتایج برخی مطالعات موجود حاکی است که کراتین (متیل‌گوانیدین-استیک اسید) به‌عنوان یک مکمل خوراکی ضد اکسایشی و ضدالتهابی در بین ورزشکاران به‌منظور افزایش عملکردهای جسمانی به‌ویژه

احساس درد، ضعف و سفتی در عضلات اسکلتی حالتی ناخوشایند است که معمولاً ۱۲ الی ۳۶ ساعت پس از انجام انقباضات برون‌گرای نسبتاً شدید یا حرکات غیرمرسوم بروز می‌نماید (۶). به‌طوری‌که تمامی این تظاهرات در پدیده‌ای تحت عنوان کوفتگی عضلانی تأخیری^۱ (DOMS) شرح داده می‌شود (۷). این در حالی است که در رابطه با سازوکار و علل بروز پدیده کوفتگی عضلانی تأخیری نظریه‌های متعددی مانند نظریه‌های اسیدلاکتیک، گرفتگی عضلانی یا تشنج موضعی، نسوج پاره، پارگی بافت همبند و غشاهای عضلانی، تجمع بیش از حد مواد زائد، بنیان‌های آزاد و التهاب ارائه شده است (۵، ۷). به‌عنوان مثال، کاهش دامنه حرکتی مفصل یا مفاصل درگیر، ادم عضلانی، حساسیت به لمس، درد و لرزش در عضله، کاهش قدرت و نیروی انقباض ارادی بیشینه از جمله علائم و شاخص‌های عینی پدیده کوفتگی عضلانی تأخیری به شمار می‌روند (۶، ۵). همچنین، بررسی تغییرات شاخص‌های آزمایشگاهی مانند آنزیم‌های خون محیطی (مانند کراتین‌کیناز و لاکتات‌دهیدروژناز)، هیدروکسی پرولین و هیدروکسی لیزین موجود در ادرار، به‌همراه شاخص‌های التهابی-اکسایشی مانند تغییرات لکوسیتی، پروستاگلاندین‌ها، سایتوکین‌ها و متابولیت‌های فرآیندهای اکسایشی به‌ویژه مالون‌دی‌آلدید (شاخص آسیب اکسایشی غشای فسفولیپیدی) به‌منظور بررسی پدیده کوفتگی عضلانی تأخیری مورد استفاده قرار می‌گیرند (۷، ۵، ۲). به‌عنوان مثال، پانتوجا و همکاران (۲۰۰۹) با بررسی شاخص‌های غیرمستقیم

رشته‌های مختلف به‌ویژه کشتی‌گیران مشخص نشده است.

از این رو با توجه به ابهامات و تناقضات مربوط به اثرات مفید مکمل‌دهی کراتین و عدم دسترسی به مطالعه مدون در زمینه اثرات احتمالی این مکمل بر شاخص‌های کوفتگی عضلانی تأخیری در مردان کشتی‌گیر، پژوهش حاضر به منظور تعیین تأثیر مکمل‌دهی کراتین (مصرف ۳۰۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن طی یک دوره شش‌روزه) بر تغییرات شاخص‌های زیست‌شیمیایی (کراتین کیناز تام سرمی)، محیطی (احساس درد و ورم دور ران) و عملکردی (قدرت هم‌طول بیشینه پایین‌تنه، اوج توان پایین‌تنه و انعطاف‌پذیری عضلات پایین‌تنه) کوفتگی عضلانی تأخیری مردان کشتی‌گیر متعاقب انجام یک جلسه فعالیت مقاومتی با وزنه (با شدت ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه در سه نوبت با تکرارهای شش‌تایی) انجام شد.

روش‌شناسی پژوهش

تحقیق حاضر، پس از تأیید کمیته‌ی اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی تبریز در قالب طرح نیمه‌تجربی دو گروهی دوسویه کور (مصرف مکمل کراتین و شبه‌داروی دکستروز) طی سه مرحله اندازه‌گیری (قبل از مکمل‌دهی، بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از فعالیت) و شرایط مشابه (ساعت ۸ الی ۱۱ صبح، رطوبت نسبی ۰/۵۵، دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد) انجام شد. جامعه آماری تحقیق حاضر شامل ۱۸ مرد کشتی‌گیر جوان دانشگاهی بودند که از بین ۳۰ کشتی‌گیر داوطلب شرکت‌کننده در این پژوهش (به‌طور میانگین ۵ سال سابقه رقابت در سطوح استانی و کشوری) با توجه به معیارهای ورود (دامنه سنی

قدرت، توان، توده و حجم عضلات استفاده می‌شود (۱۴). تا به حال، مطالعات متعدد و مثبتی در رابطه با ویژگی نیروزیایی و کار افزایی این مکمل انجام شده است (۱۴). به‌علاوه نتایج برخی مطالعات همچون، روزن و همکاران^۱ (۲۰۰۹) (۲۲) سانتوز و همکاران^۲ (۲۰۰۴) (۲۳)، باسیت و همکاران (۲۰۱۰) (۴)، حاکی است که مصرف کوتاه و بلندمدت مکمل کراتین ممکن است ضمن حفظ شارژ سلولی یا ذخایر آدنوزینی (توسط افزایش سطوح فسفوکراتین و کراتین تام بدن) در حین فعالیت‌های نسبتاً شدید، باعث تثبیت غشای فسفولیپیدی و افزایش توان ضد اکسایشی شده از نشت و نفوذپذیری آنزیم‌های درون سلولی به مایعات خارج سلولی جلوگیری نماید. از طرفی، برخی از محققین مانند راوسون و همکاران^۳ (۲۰۰۱) و (۲۰۰۷) نیز اعتقاد دارند که این مکمل هیچ‌گونه تأثیری بر علائم کوفتگی عضلانی تأخیری ندارد (۲، ۲۱)؛ حتی در برخی از موارد تغییرات نامطلوب شاخص‌های آسیب و التهاب بافتی در گروه‌های دریافت‌کننده مکمل کراتین بیشتر بوده است (۱، ۲۷). در این راستا، یافته‌های گروه تحقیقاتی آتشک و همکاران (۲۰۱۲) به دنبال بررسی مصرف کراتین مونوهیدرات (روزانه ۰/۳ گرم در وزن بدن به مدت یک هفته) در ۱۸ فوتبالیست مرد اظهار داشتند که مصرف کوتاه مدت کراتین منجر به افزایش معنی‌دار سطوح کراتین‌کیناز سرمی در حالت پایه می‌شود (۱). البته، تاکنون نظر قطعی درباره مکمل‌دهی کوتاه و بلندمدت کراتین بر علائم و شاخص‌های کوفتگی عضلانی تأخیری در ورزشکاران

1. Rosene
2. Santos
3. Rawson

گرفتند. یک هفته قبل از شروع تحقیق، ابتدا شاخص‌های پیکرسنجی (آنتروپومتریک) قد، وزن، درصد چربی بدن و سنجش قدرت یک تکرار بیشینه اندازه‌گیری شد. سپس، حجم نمونه مورد مطالعه برای هر یک از دو گروه با در نظر گرفتن طرح تحقیق و نتایج مطالعات قبلی (با خطای اول پنج‌صدم و توان هشتم‌دهم) ۹ نفر برآورد شد. برخی از ویژگی‌های آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

۲۵-۲۰ سال، درصد چربی بدن ۱۵-۱۰٪ و اکسیژن مصرفی بیشینه ۵۵-۵۰ میلی‌لیتر به ازای هرکیلوگرم از وزن بدن در دقیقه) و معیارهای عدم ورود (سابقه انواع بیماری‌های عضلانی، کبدی و آسیب‌دیدگی‌های قبلی به‌ویژه در مچ پا، کمر و زانو، حساسیت به مصرف داروها، فشارخون بالا، بیماری‌های قلبی-عروقی و مصرف هر نوع مکمل آنتی‌اکسیدانی در ۶ ماه اخیر)، انتخاب شدند. همه داوطلبین با حضور در جلسه هماهنگی و پس از شرح کامل اهداف و روش‌های اندازه‌گیری، تکمیل فرم رضایت آگاهانه و پرسشنامه‌های سلامتی و یاد آمد ۲۴ ساعته رژیم غذایی، مورد معاینات پزشکی قرار

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیولوژیکی و آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها (میانگین \pm انحراف معیار)

کراتین (۹ نفر)	شبه‌دارو (۹ نفر)	
۲۱/۲۲ \pm ۱/۴۸	۲۱/۰۰ \pm ۰/۷۰	سن (سال)
۶۵/۵۶ \pm ۲/۳۵	۶۵/۸۹ \pm ۱/۵۳	وزن (کیلوگرم)
۱۷۳/۵۶ \pm ۲/۱۸	۱۷۲/۶۷ \pm ۲/۳۴	قد (سانتی‌متر)
۱۲/۳۳ \pm ۲/۰۰	۱۳/۰۰ \pm ۱/۷۳	درصد چربی (%)
۲۱/۷۹ \pm ۰/۶۷	۲۲/۱۳ \pm ۰/۷۳	شاخص توده‌ی بدن (کیلوگرم بر متر مربع)
۹۸/۲۳ \pm ۶/۷۳	۹۹/۴۱ \pm ۵/۳۸	1-RM پرس سینه (کیلوگرم)
۲۳۸/۶۰ \pm ۷/۰۶	۲۳۹/۱۰ \pm ۸/۶۸	1-RM پرس پا (کیلوگرم)

دریافتی از درشت مغذی‌ها بر اساس بانک اطلاعاتی نرم‌افزار تغذیه‌ای (Nutritionalist IV) تجزیه و تحلیل شد (جدول ۲).

رژیم غذایی روزانه افراد با استفاده از پرسشنامه یاد آمد تغذیه‌ای ۲۴ ساعته جهت بررسی میزان دریافت کالری و درصد انرژی

جدول ۲. مقایسه میانگین و انحراف استاندارد میزان دریافت کالری و مواد مغذی ۲۴ ساعته در دو گروه

معنی‌داری	گروه دارونما	گروه کراتین	ترکیبات و مواد مغذی
۰/۸۰	۲۳۴۵/۸۹±۷۹۸/۰۵	۲۳۳۹/۶۹±۷۲۴/۲۵	کل انرژی (کیلوکالری در روز)
۰/۴۳	۲۸۶۳۳±۹۷۷۲	۳۱۰/۱۴±۱۲۴/۹۵	کربوهیدرات (گرم در روز)
	% ۵۳/۴۷	% ۵۷/۵۲	درصد انرژی دریافتی
۰/۲۹	۷۹/۹۸±۵۴/۳۵	۸۲/۱۱±۲۴/۲۴	پروتئین (گرم در روز)
	% ۱۵/۵۸	% ۱۴/۱۵	درصد انرژی دریافتی
۰/۴۸	۹۰/۸۱±۶۶/۰۴	۹۶/۸۱±۵۴/۰۸	چربی (گرم در روز)
	% ۳۶/۰۵	% ۳۷/۵۸	درصد انرژی دریافتی
۰/۶۶	۲۵/۱۱±۲۸/۱۰	۲۲/۴۷±۱۴/۷۴	کل فیبر (گرم در روز)
۰/۷۸	۱۶۱/۷۷±۳۸۷/۰	۱۵۴/۴۹±۵۵/۲۴	کلسترول (میلی‌گرم در روز)
۰/۱۹	۶۹/۱۹±۱۵/۰۰	۷۴/۳۶±۵/۵۹	سلنیوم (میکروگرم در روز)
۰/۴۰	۱۰۵/۴۹±۴۷/۶۰	۱۱۱/۷۵±۶۳/۲۰	ویتامین C (میلی‌گرم در روز)

داده‌ها بر اساس نرم افزار Nutritionalist IV پردازش گردید.

محتوی بسته‌های کراتین و شبه‌دارو آگاهی نداشتند.

پس از دوره مکمل‌دهی، آزمودنی‌ها در یک جلسه برنامه فعالیت مقاومتی دایره‌ای با وزنه شامل شش ایستگاه (پرس پا، پرس سینه، جلو پا، کشش زیر بغل، پرس سرشانه و پرس دوسر بازو) شرکت کردند. آزمودنی‌ها قبل از شروع برنامه فعالیت مقاومتی، ۱۵ دقیقه گرم کردن عمومی (شامل یک کیلومتر دویدن طی پنج دقیقه همراه با ۱۰ دقیقه حرکات کششی و نرمشی) و گرم کردن اختصاصی که شامل گرم کردن به‌طور مجزا در ابتدای هر ایستگاه فعالیت مقاومتی که شامل تکرارهای ۱۲ تا ۱۵ تایی با ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه انجام شد. ۹۰ ثانیه بعد از اتمام گرم کردن اختصاصی، در هر ایستگاه فعالیت مقاومتی با شدت ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه در سه نوبت با تکرارهای شش‌تایی که میان هر نوبت ۶۰ تا ۹۰ ثانیه استراحت غیرفعال بود. پس از اتمام هر ایستگاه ۲ تا ۳ دقیقه استراحت فعال شامل راه رفتن در سالن

برای دوره مکمل‌دهی از مکمل کراتین مونوهیدرات مورد تأیید وزارت بهداشت ساخت شرکت داروسازی و مکمل‌های غذایی- حیاتی کارن (یزد-ایران) تهیه و به تناسب وزن آزمودنی‌ها (۳۰۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن در روز) در بسته‌های یکسان در چهار نوبت (همراه صبحانه، نهار، شام و قبل از خواب) در اختیار هر یک از آزمودنی‌های گروه مکمل داده می‌شد (۱، ۱۴، ۲۲). به‌عبارتی، هر یک از آزمودنی‌های گروه مکمل، طی شش روز مکمل‌دهی، ۲۴ بسته کراتین مونوهیدرات دریافت می‌کردند. هم‌چنین، بسته‌های دکستروز (ساخت شرکت کارن) نیز به‌طور مشابه تهیه و در اختیار آزمودنی‌های گروه شبه‌دارو قرار داده می‌شد. هم‌چنین، از آزمودنی‌ها خواسته شد که محتوای هر بسته را با ۲۵۰ میلی‌لیتر آب انگور با غلظت هشت درصد (ساخت شرکت سن‌ایچ) حل کرده و مصرف نمایند. البته، هیچ‌یک از آزمودنی‌ها و محققین تا اتمام دوره مکمل‌دهی از

روش‌های اندازه‌گیری علائم محیطی اندازه‌گیری میزان احساس درد (درک کوفتگی عضلانی):

برای اندازه‌گیری میزان احساس درد^۴ از مقیاس درجه‌بندی ترسیمی شدت درد (کلامی- توصیفی تالاک^۵) استفاده شد که وضعیت آزمودنی را در هفت حالت؛ ۱- بدون درد ۲- درد نامشخص خفیف ۳- درد مشخص جزئی ۴- دردی بیشتر از جزئی ۵- دردناک ۶- بسیار دردناک ۷- درد غیر قابل تحمل که از مقیاس صفر تا ۱۲ و بر اساس گفته‌های خود آزمودنی ثبت می‌گردد (قبل از فعالیت عدد صفر یعنی بدون درد لحاظ گردید) (۱۹).

اندازه‌گیری محیط دور ران (ورم):

وضعیت ورم عضلات با اندازه‌گیری دور ران بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از برنامه مقاومتی ارزیابی شد. برای این کار از فرد خواسته شد تا ضمن نشستن روی صندلی عضلات ران پای راست خود را به موازات سطح زمین با زاویه زانو ۹۰ درجه) شل نگاهدارند (۲۵). سپس، از چین ران تا استخوان کشکک با متر نواری اندازه‌گیری و عدد حاصل بر دو تقسیم شده و با ماژیک علامت‌گذاری شد. در ادامه به فاصله چهار سانتی‌متر از خط وسط به هر دو طرف در چهار نقطه علامت‌گذاری شد. سپس، در این لحظه آزمونگر با متر نواری مجموع دور ران در سه نقطه میانی و یک‌چهارم ابتدا و انتهای فاصله بین کشکک و تاج خار صره ران را اندازه گرفت و میانگین آن به‌عنوان دور ران آزمودنی در برگه ثبت شد (۲۶). برای جلوگیری از اثر عامل زمان بر همه آزمون‌ها در زمان یکسانی از روز

به‌منظور کاهش ضربان قلب در نظر گرفته شده بود (۱۰). در خاتمه جلسه فعالیت مقاومتی به مدت ۱۵ دقیقه سردکردن عمومی اجرا گردید. به‌علاوه، برای محاسبه قدرت بیشینه مردان از معادله برزسکی (۱۹۹۳) استفاده شد (۱۰).

$$\text{وزنه جابجا شده به کیلوگرم} = \frac{\text{یک تکرار بیشینه}}{[\text{تکرار} \times (0.0278) - 1/0.278]}$$

روش‌های اندازه‌گیری تغییرات شاخص‌های زیست‌شیمیایی:

نمونه‌های خونی در سه مرحله (مرحله اول: قبل از شروع مکمل‌دهی کراتین و شبه دارو؛ مرحله دوم: بلافاصله پس از اتمام فعالیت مقاومتی؛ و مرحله سوم: ۲۴ ساعت پس از اجرای برنامه فعالیت مقاومتی) به میزان ۵ میلی‌لیتر از ورید پیش آرنجی^۱ دست چپ آزمودنی‌ها جمع‌آوری و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۲۵- ۲۲ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. سپس، نمونه‌های لخته شده به‌منظور جداسازی سرم به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. به‌علاوه، آزمودنی‌ها ۴۸ ساعت قبل از انجام آزمون، از انجام هرگونه فعالیت بدنی اجتناب جسته و وعده غذایی (صبحانه) آن‌ها قبل از آزمون مشابه بود. هم‌چنین، قبل از خون‌گیری اول، رژیم غذایی روزانه آزمودنی‌ها با استفاده از یادآمد تغذیه‌ای ۲۴ ساعته کنترل شد. در نهایت برای اندازه‌گیری میزان فعالیت کراتین‌کیناز تام سرمی از کیت شرکت پارس آزمون و روش کمی فتومتریک^۲ به کمک دستگاه اتوآنالایزر آلسیون ۳۰۰۳ ساخت شرکت آمریکایی اندازه‌گیری شد.

1. Antecubital Vein
2. Photometric
3. Alcyon 300

4. Perceived Pain
5. Verbal Descriptive Scales Talag

وضعیت مقدار نیروی بیشینه با توجه به نمایشگر دیجیتالی نیروسنج مشخص و ثبت گردید (۱۰، ۱۹). از آنجا که انقباض عضلانی باعث افزایش میزان درد ناشی از کوفتگی عضلانی تأخیری می‌شود و بر کوتاهی خود به خود عضله نیز تأثیر می‌گذارد، اندازه‌گیری قدرت هم طول عضلانی که دچار کوفتگی عضلانی تأخیری شده بودند، پس از اندازه‌گیری میزان درد و انعطاف عضلات پشت و پایین‌تنه انجام شد.

اندازه‌گیری اوج توان عضلات پایین‌تنه:

برای این منظور از دستگاه پرش عمودی سارجنت^۲ استفاده شد. در ابتدا از آزمودنی‌ها خواسته شد تا به پهلو در کنار دیوار قرار گرفته و دست خود را تا بالاترین نقطه ممکن بالا ببرند و این نقطه ثبت گردید. سپس از آزمودنی‌ها خواسته شد که پرش عمودی درجا انجام داده و دست خود را تا جایی که می‌توانند بالا ببرند و این نقطه نیز ثبت شد. در نهایت فاصله بین این دو نقطه به‌عنوان امتیاز فرد با سه بار تکرار متوالی (با فاصله استراحت ۴ دقیقه) محاسبه شد (۱۰). ارتفاع پرش با استفاده از فرمول سایبر و همکاران (۱۹۹۹) به برونده اوج توان بی‌هوازی^۳ یا اوج توان عضلانی پایین‌تنه تبدیل شد (۲۴).

$$= (\text{وات}) \text{ اوج توان}$$

$$([\text{ارتفاع پرش به سانتی‌متر}] \times 60/7)$$

$$- 2055 - ([\text{کیلوگرم}] \times 45/3 \times \text{توده بدن})$$

انجام شد. هنگام انجام آزمون‌های مکرر، آزمون‌گر نتایج آزمون‌های قبلی را پیش رو نداشت و آزمودنی‌ها نیز قادر به مشاهده اطلاعات نبودند.

روش‌های اندازه‌گیری شاخص‌های

عملکردی

اندازه‌گیری انعطاف‌پذیری عضلات پشت و

پایین‌تنه:

قابلیت فرد در خم شدن و رساندن انگشتان به پا بدون خم کردن زانو است^۱ که در این تحقیق از دستگاه انعطاف سنج ولز استفاده شد. به‌طوری‌که فرد تلاش می‌کرد میله متحرک دستگاه را تا آنجا که می‌تواند بدون خم کردن زانوها به جلو براند. این آزمون بدون کفش انجام و برای جلوگیری از هر گونه خطای احتمالی، آزمون سه بار تکرار شده و بالاترین امتیاز حاصله به‌عنوان شاخص انعطاف‌پذیری عضلات پشت و پایین‌تنه ران، محاسبه گردید (۱۰، ۱۹).

اندازه‌گیری قدرت هم طول بیشینه عضلات

پایین‌تنه:

آزمودنی روی کفه دستگاه نیروسنج قرار گرفت و زانوها را تا زاویه ۱۳۰ تا ۱۴۰ درجه خم کرده و تنه را قائم نگه می‌داشت. زاویه مفصل زانو با استفاده از گونیامتر تنظیم شد. سپس آزمودنی دسته نیروسنج (دینامومتر، ساخت شرکت Yagami ژاپن) را با وضعیت چرخش داخلی دست گرفته و طول زنجیر طوری تنظیم شد که دسته نیروسنج روی ران فرد قرار گرفت. آزمودنی بدون استفاده از حرکت پشت به آهستگی اما با بیشترین نیرو برای مدت پنج ثانیه سعی در باز نمودن زانوها کرد. در این

2. sergent vertical jump test

3. Peak Anaerobic Power output or PAPW

1. Sit and reach flexibility test

تجزیه و تحلیل داده‌های آماری

در بخش تجزیه و تحلیل آماری، ابتدا وضعیت طبیعی داده‌ها (میانگین و انحراف استاندارد) با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک بررسی شد. سپس تغییرات هر یک از شاخص‌ها طی مراحل سه‌گانه اندازه‌گیری و تأثیر متقابل گروه‌ها (مکمل و دارونما) و مراحل خون‌گیری، از آزمون‌های تحلیل واریانس مکرر (ANOVA) استفاده شد. در صورت مشاهده اختلاف بین مراحل زمانی، از آزمون تعقیبی بونفرونی و برای تعیین اختلاف بین گروهی از آزمون t مستقل در سطح معنی‌داری $P < 0.05$ با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SPSS19 و Excel 2010 بررسی گردید.

یافته‌های پژوهش

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری بین ویژگی‌های فردی و میزان کار انجام‌شده بین دو گروه مکمل کراتین و شبه‌داروی دکستروز وجود ندارد. با این حال، نتایج تحلیل واریانس مکرر دامنه تغییرات شاخص کراتین‌کیناز تام سرمی حاکی است که اثر تقابلی معنی‌داری بین مراحل اندازه‌گیری و تفاوت‌های بین‌گروهی وجود دارد. به عبارتی، الگوی تغییرات این شاخص در گروه مصرف

کننده کراتین طی مراحل دوگانه (قبل از مصرف مکمل و ۲۴ ساعت پس از فعالیت مقاومتی) با الگوی تغییرات گروه شبه دارو متفاوت است (جدول ۳). به طوری‌که میانگین و دامنه تغییرات ۲۴ ساعته گروه کراتین به طور معنی‌داری کمتر از گروه شبه‌دارو است ($P \leq 0.05$).

این در حالی بود که، افزایش معنی‌دار میزان تورم دور ران در هر دو گروه بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از فعالیت مقاومتی معنی‌دار نبود. اما افزایش احساس درد در هر دو گروه بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از فعالیت مقاومتی به‌طور مشابه معنی‌دار بود ($P \leq 0.05$). به‌علاوه، کاهش میزان قدرت هم‌طول بیشینه، اوج توان و انعطاف‌پذیری عضلات پایین‌تنه هر دو گروه بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از انجام فعالیت مقاومتی معنی‌دار نبود. هرچند روند تغییرات ۲۴ ساعته پس از فعالیت مقاومتی طوری بود که اوج توان پایین‌تنه و انعطاف‌پذیری عضلات پایین‌تنه به کاهش غیر معنی‌دار خود ادامه داد. اما قدرت هم طول بیشینه پایین‌تنه به شکلی بود که دوباره به حالت قبل از فعالیت خود نزدیک شد (جدول ۳).

جدول ۳. تغییرات شاخص‌های درد عضلانی مردان کشتی‌گیر طی مراحل اندازه‌گیری (میانگین \pm انحراف معیار)

شاخص‌ها	گروه‌ها	قبل از شروع مکمل‌دهی	بلافاصله پس از فعالیت	۲۴ ساعت پس از فعالیت
کراتین کیناز تام سرم (واحدبین‌المللی/لیتر)	کراتین	۱۲۹/۱۱ \pm ۲۲/۳۴	۲۰۸/۰۲ \pm ۲۳/۱۱	۲۴۵/۶۷ \pm ۱۷/۹۷
	شبه‌دارو	۱۳۳/۵۶ \pm ۱۴/۸۵	۲۳۲/۲۵ \pm ۱۸/۶۱*	۲۶۴/۸۹ \pm ۳۳/۱۴*
	P	۰/۲۱۵	۰/۰۷۱	۰/۰۴۱ [†]
دور ران پای راست (سانتی‌متر)	کراتین	۵۲/۳۲ \pm ۱/۱۹	۵۴/۸۸ \pm ۲/۵۰	۵۵/۶۷ \pm ۲/۳۲
	شبه‌دارو	۵۰/۸۷ \pm ۲/۰۱	۵۴/۷۶ \pm ۲/۴۴	۵۶/۰۴ \pm ۲/۷۱
	P	۰/۸۹	۰/۲۰۷	۰/۰۸۷
احساس درد (درک کوفتگی عضلانی)	کراتین	-	۲/۴ \pm ۱/۶۵*	۴/۹۳ \pm ۱/۴۱*
	شبه‌دارو	-	۲/۶ \pm ۱/۵۷*	۵/۲۱ \pm ۱/۳۲*
	P	-	۰/۸۷	۰/۲۳
قدرت هم‌طول بیشینه‌ی پایین‌تنه (کیلوگرم)	کراتین	۱۸۲/۳۱ \pm ۱۱/۳۲	۱۷۶/۴۷ \pm ۱۰/۱۱	۱۷۸/۸۱ \pm ۱۱/۲۸
	شبه‌دارو	۱۸۰/۸۲ \pm ۲۰/۷۳	۱۷۱/۶۱ \pm ۹/۶۷	۱۷۶/۵۳ \pm ۱۲/۳۳
	P	۰/۶۴	۰/۲۱	۰/۸۷
اوج توان عضلانی پایین‌تنه (وات)	کراتین	۴۴۵۸/۳۶ \pm ۱۲۰/۲۹	۴۴۰۲/۹۸ \pm ۱۲۱/۶۲	۴۳۹۷/۵۶ \pm ۱۵۴/۰۲
	شبه‌دارو	۴۴۰۹/۳۵ \pm ۱۲۷/۵۸	۴۳۹۶/۲۲ \pm ۱۳۸/۳۸	۴۳۸۸/۳۷ \pm ۱۸۹/۲۰
	P	۰/۷۴	۰/۱۸	۰/۲۱
انعطاف‌پذیری عضلات پشت و پایین‌تنه (سانتی‌متر)	کراتین	۲۳/۵۱ \pm ۱/۲۳	۲۱/۲۶ \pm ۱/۷۸	۲۰/۸۹ \pm ۱/۷۴
	شبه‌دارو	۲۱/۹۲ \pm ۴/۰۰	۱۹/۹۸ \pm ۲/۳۹	۱۸/۵۵ \pm ۲/۸۶
	P	۰/۵۷	۰/۳۴	۰/۲۹

* نشان‌دهنده معنی‌داری درون گروهی نسبت به مرحله قبل در سطح $P \leq 0/05$. (†) معنی‌داری بین گروهی در سطح $P \leq 0/05$

عضلانی تأخیری مردان کشتی‌گیر بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از فعالیت مقاومتی جلوگیری می‌نماید. در حالی که، این یافته با نتایج مطالعات راوسون و همکاران (۲۰۰۷، ۲۰۰۱) (۲۰، ۲۱) و روزن و همکاران (۲۰۰۹) (۲۲) در تناقض است. به‌عنوان مثال، روزن و همکاران به‌دنبال بررسی اثرات

دو قرارداد متفاوت مکمل‌دهی کوتاه (۷ روز) و بلندمدت (۳۰ روز) کراتین بر آسیب عضلانی (به‌عنوان یکی از نظریه‌های کوفتگی عضلانی تأخیری) ایجادشده متعاقب انجام فعالیت برون‌گرایی با وزنه اظهار داشتند که استفاده کوتاه‌مدت (مصرف ۲۰ گرم کراتین در روز به

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر در تأیید مطالعات سانتوز و همکاران (۲۰۰۴) (۲۳)، باسیت و همکاران (۲۰۱۰) (۴)، کوک و همکاران^۱ (۲۰۰۹) (۸) حاکی است که مکمل‌دهی کراتین به‌طور معنی‌داری از بروز تغییرات نامطلوب شاخص فشار مکانیکی- متابولیکی (کراتین کیناز تام سرمی) به‌عنوان یکی از شاخص‌های زیست‌شیمیایی کوفتگی

به‌گونه‌ای که، مصرف کراتین با افزایش غلظت کراتین فسفات پلاسمایی و بافتی ممکن است با تنظیم منفی آرژنین-گلیسین آمیدینوترانسفراز باعث افزایش سطح آرژنین و کاهش هموسیستئین شود. افزایش سطح آرژنین نیز به نوبه خود ممکن است در تأمین سوبسترای لازم برای خنثی نمودن یون سوپراکسید و پراکسیدنیتریت مؤثر واقع شود (۹،۱۳). به‌علاوه، بارگیری کراتین با افزایش سطح کراتین فسفات (تا حدود ۲۰ درصد) درون سلولی و تعدیل شارژ سلولی یا تنظیم مثبت فعالیت- بیان آنزیم کراتین کیناز میتوکندریایی ممکن است در بهبود همئوستاز کلسیم درون سلولی و تعدیل واسطه‌های پیام‌رسان مربوط به فشار اکسایشی ناشی از عوامل فشارآفرین دخالت داشته باشد. به‌عبارتی، مکمل کراتین به‌عنوان یک ضداکساینده می‌تواند از بروز فشاراکسایشی ناشی از فعالیت‌های شدید جلوگیری نماید. به‌طوری‌که، اخیراً نیز اعلام شده است، مکمل‌دهی کراتین می‌تواند به‌واسطهٔ افزایش میزان آرژنین درون سلولی ممکن است با افزایش فعالیت گزانتین اکسیدازی و کاهش یون پراکسیددهیدروژن از تخریب عامل پروتئین بازدارندهٔ فعال‌سازی عامل هسته‌ای کاپابی و پیامدهای بعدی آن یعنی بروز پاسخ التهابی جلوگیری نماید (۹،۱۱،۱۳).

به‌علاوه، یافته‌های تحقیق حاضر مبنی بر افزایش غیر معنی‌دار محیط دور ران بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از فعالیت مقاومتی در گروه شبه‌دارو با نتایج مایکسکی و همکاران^۲ (۲۰۰۵) (۱۶)، ویل و همکاران^۳ (۲۰۰۸) (۲۶) هم خوانی

مدت هفت روز) از مکمل کراتین هیچ تأثیری بر میزان تغییرات آنزیم‌های کراتین‌کیناز و لاکتات دهیدروژناز در ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از انجام فعالیت ندارد (۲۲). از طرفی آن‌ها بیان کردند که مکمل‌سازی طولانی مدت کراتین (مصرف روزانه شش گرم کراتین به‌مدت ۲۳ روز متعاقب ۷ روز بارگیری اولیه) ممکن است اثر مثبتی بر شاخص‌های آسیب عضلانی ایجاد شده توسط فعالیت داشته باشد (۲۲). هم‌چنین، ماچادو و همکاران^۱ (۲۰۰۹) نیز در قالب یک طرح نیمه‌تجربی دو سوبه‌کور در دو گروه کراتین و شبه‌دارو بیان نمودند که مکمل‌دهی کراتین (۰/۰۶ گرم در وزن بدن به‌مدت پنج روز) متعاقب انجام یک وهله برنامه ورزشی تمرین مقاومتی (شامل پنج حرکت تمرین مقاومتی با شدت ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه در سه نوبت) در مردان و زنان تمرین نکرده، هیچ تأثیری بر سطوح افزایش یافتهٔ کراتین‌کیناز پلاسمایی ۲۴ ساعته ندارد (۱۵). به‌هر حال، علت تفاوت مطالعات فوق‌الذکر با نتایج تحقیق حاضر ممکن است ناشی از نوع آزمودنی‌ها، قرارداد تمرینی (شدت و مدت)، میزان مکمل‌دهی (کوتاه مدت در مقابل بلند مدت با مقادیر متفاوت) و پاسخ افراد به مکمل کراتین باشد.

به‌هر حال، در رابطه با اثرات مثبت مصرف کراتین بر تعدیل تغییرات شاخص‌های نامطلوب کوفتگی عضلانی تأخیری سازوکارهای مختلفی از سوی پژوهشگران پیشنهاد شده است. به‌طوری‌که برخی از محققان یکی از سازوکارهای مستقیم احتمالی کراتین در کاهش میزان آسیب عضلانی و التهاب ناشی از آن را به ویژگی‌های ضداکسایشی کراتین نسبت داده‌اند (۱۱).

می‌شوند، دارای قابلیت تولید پروستاگلاندین‌های PGE₂ می‌باشند که یکی از شاخص‌های کوفتگی عضلانی تأخیری به شمار می‌رود (۵). به‌طوری‌که پروستاگلاندین‌های تولید شده از مسیر سیکلواکسیژناز ۲ (COX₂) نیز با افزایش حساسیت تارهای عصبی آوران III و IV نسبت به محرک‌های شیمیایی و مکانیکی موجب افزایش درد ادراک شده در عضلات می‌شوند (۶،۷،۱۵). این در حالی است که نتایج تحقیق سانتوز و همکاران (۲۰۰۴) (۲۳) و باسیت و همکاران (۲۰۰۸) (۳) نشان داد که مکمل‌دهی کراتین می‌تواند میزان تولید پروستاگلاندین E₂(PGE₂) در ورزشکاران پس از فعالیت را کاهش دهد. با این حال در تحقیق حاضر اختلاف معنی‌داری بین گروه‌ها در شاخص ادراک درد مشاهده نشد. از سوی دیگر، بر اساس گزارش‌های موجود هرگونه تغییر ناشی از تأثیر فعالیت‌های بدنی شدید و برون‌گرا بر عضلات و بافت‌های همبند ممکن است بر انعطاف‌پذیری و دامنه حرکتی مفاصل تأثیر بگذارد (۱،۱۹). به‌گونه‌ای که، برخی از محققین معتقدند تورم و سفتی ناشی از افزایش فشار درون عضلانی پس از تمرینات مقاومتی برون‌گرا ممکن است در تحریک و افزایش حساسیت پایانه‌های عصبی آوران گروه چهارم موجود در بین تارهای عضلانی و در ادامه کاهش دامنه حرکتی دخالت داشته باشد (۵،۶،۱۹). به‌ر حال، در تأیید مطالعات راوسون و همکاران (۲۰۰۱، ۲۰۰۷) (۲۰،۲۱)، روزن و همکاران (۲۰۰۹) (۲۲) نتایج تحقیق حاضر حاکی از آن است که مکمل‌دهی کراتین بر انعطاف‌پذیری عضلات پشت و پایین‌تنه مردان کشتی‌گیر پس از فعالیت مقاومتی تأثیر معنی‌داری ندارد.

دارد. چنانکه در تحقیقی ویل و همکاران در سال ۲۰۰۸ مشاهده کردند که محیط دور ران تا ۲۴ ساعت پس از فعالیت برون‌گرا ۱/۴ درصد افزایش معنی‌داری پیدا می‌کند. به‌ر حال، در تأیید مطالعه راوسون و همکاران (۲۰۰۱) (۲۱) نتایج تحقیق حاضر حاکی است که مکمل‌دهی کراتین نمی‌تواند از افزایش دور ران به عنوان یکی از شاخص‌های التهابی کوفتگی عضلانی تأخیری کشتی‌گیران به‌طور مؤثری جلوگیری نماید. همچنین، یافته‌های تحقیق حاضر مبنی بر افزایش احساس درد (درک کوفتگی عضلانی) پس از فعالیت مقاومتی با نتایج مایکسکی و همکاران (۲۰۰۵) (۱۶)، ویل و همکاران (۲۰۰۸) (۲۶)، شفات و همکاران^۱ (۲۰۰۴) (۲۵) هم‌خوانی دارد. به‌طوری‌که یافته‌های تحقیق مایکسکی و همکاران (۲۰۰۵) نشان داد می‌دهد میزان درک کوفتگی پس از ۲۴ ساعت از انجام تمرین برون‌گرا با وزنه به اوج خود می‌رسد (۱۶). به‌ر حال، در تأیید مطالعات راوسون و همکاران (۲۰۰۷، ۲۰۰۱) (۲۰،۲۱) روزن و همکاران (۲۰۰۹) (۲۲) یافته‌های پژوهش حاضر حاکی است که مکمل‌دهی شش روزه کراتین (۳۰۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز) بر احساس درد مردان کشتی‌گیر پس از فعالیت مقاومتی (با ۸۰٪ یک تکرار بیشینه) تأثیر ندارد. احتمالاً رهایش مواد زیست‌شیمیایی (مانند برادی‌کنین، هیستامین‌ها، پروستاگلاندین‌ها، اسیدها، عدم تعادل یون‌های پتاسیم، سروتونین و آنزیم‌های پروتئین‌شکن) از سلول‌های آسیب دیده باعث تحریک گیرنده‌های شیمیایی و ایجاد درد می‌شود (۷-۵). از طرفی، ماکروفاژهایی که به‌هنگام التهاب و آسیب عضله در بافت جمع

با توجه به بازگشت نسبی قدرت هم طول بیشینه و ادامه کاهش اوج توان ۲۴ ساعت پس از فعالیت ممکن است این اختلاف مربوط به گروه‌های عضلانی مورد استفاده در اجرای آزمون‌های مورد مطالعه باشد (۱،۱۹). البته، میزان کاهش در شاخص‌های عملکردی در تحقیق حاضر پس از فعالیت مقاومتی ناچیز بود. به عبارتی، این کاهش ناچیز و غیرمعنی‌دار در برخی از شاخص‌های عملکردی کوفتگی عضلانی تأخیری ممکن است ناشی از این نکته باشد که انجام تمرینات مقاومتی برای کشتی‌گیران احتمالاً یک فعالیت مرسوم و آشنا به‌شمار می‌رود (۱۷). بنابراین به‌علت تغییرات ناچیز و غیر معنی‌دار شاخص‌های عملکردی پس از فعالیت مقاومتی، نمی‌توان تأثیر مکمل کراتین را روی شاخص‌های عملکردی مشاهده کرد.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، با توجه به تأثیر معنی‌دار مکمل‌دهی کراتین بر کاهش تغییرات ۲۴ ساعته کراتین کیناز تام سرمی مردان کشتی‌گیر پس از فعالیت مقاومتی، می‌توان با در نظر گرفتن جوانب احتیاط به مربیان و کشتی‌گیران توصیه نمود تا در راستای کاهش برخی از عوارض کوفتگی عضلانی با مشورت پزشک و متخصص تغذیه از مکمل‌دهی کراتین استفاده نمایند.

از طرفی، برخی از محققان دلیل کاهش نیروی عضلانی بلافاصله و پس از پایان فعالیت را مربوط به آسیب و خستگی عضلات، عدم تمایل فرد برای استفاده از عضلات دردناک و کاهش ظرفیت ذاتی تولید نیرو می‌دانند (۱،۱۶،۱۹). به‌طوری‌که، یافته‌های مطالعه حاضر کاهش و سپس افزایش غیر معنی‌دار قدرت بیشینه هم‌طول پایین‌تنه به‌ترتیب بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از فعالیت مقاومتی را نشان داد. اما کاهش غیر معنی‌دار در اوج توان پایین‌تنه تا ۲۴ ساعت پس از فعالیت ادامه یافت. در این راستا، یافته‌های تحقیق وب و همکاران (۲۰۱۰) نیز نشان داد که میزان اوج توان عضلانی فوتبالیست‌های حرفه‌ای ۲۴ ساعت پس از دویدن در سرازیری کمتر کاهش پیدا می‌کند (۲۸). به‌هرحال، در تأیید مطالعات راوسون و همکاران (۲۰۰۱، ۲۰۰۷) (۲۰،۲۱)، روزن و همکاران (۲۰۰۹) (۲۲) نتایج مصرف کراتین در تحقیق حاضر نشان داد که مکمل‌دهی کراتین نمی‌تواند به‌طور معنی‌داری بر اوج توان عضلات پایین‌تنه، قدرت هم‌طول بیشینه عضلات پایین‌تنه و انعطاف‌پذیری عضلات پشت و پایین‌تنه پس از فعالیت مقاومتی در مردان کشتی‌گیر تأثیر معنی‌داری داشته باشد. البته، در مطالعه روزن و همکاران (۲۰۰۹) مکمل‌دهی ۳۰ روزه کراتین توانست از کاهش قدرت هم‌طول بیشینه پایین‌تنه به دنبال فعالیت برون‌گرا جلوگیری نماید (۲۲). همچنین یافته تحقیق حاضر با نتیجه مطالعه کوک و همکاران (۲۰۰۹) در تضاد است (۸). البته باید اشاره داشت که نوع آزمودنی‌های مورد استفاده در مطالعه کوک و همکاران (۲۰۰۹) افراد غیر ورزشکار و شدت قرارداد تمرینی نیز کمتر بود (۸). از سوی دیگر،

منابع

1. Atashaka S, and Jafari A. (2012). Effect of short-term creatine monohydrate supplementation on indirect markers of cellular damage in young soccer players. *Sci Sports*, 27: 88-93.
2. Baird MF, Graham SM, Baker JS, and Bickerstaff GF. (2012). Creatine-kinase-and exercise-related muscle damage implications for muscle performance and recovery. *J Nutr Metab*, 5:52-67.
3. Bassit RA, Curi R, and Costa Rosa LF. (2008). Creatine supplementation reduces plasma levels of pro-inflammatory cytokines and PGE2 after a half-ironman competition. *Amino Acids*, 35: 425-31.
4. Bassit RA, Pinheiro CH, Vitzel KF, Sproesser AJ, Silveira LR, and Curi R. (2010). Effect of short-term creatine supplementation on markers of skeletal muscle damage after strenuous contraction activity. *Eur J Appl Physiol*, 108(5): 945-55.
5. Brancaccio P, Lippi G, and Maffulli N. (2010). Biochemical markers of muscular damage. *Clin Chem Lab Med*, 48:757-67.
6. Cleary MA, Sitler MR, and Kendrick ZV. (2006). Dehydration and symptoms of delayed-onset muscle soreness in normothermic men. *J Athl Train*, 41: 36-45.
7. Close GL, Ashton T, Cable T, Doran D, and MacLaren DP. (2004). Eccentric exercise, isokinetic muscle torque and delayed onset muscle soreness: the role of reactive oxygen species. *Eur J Appl Physiol*, 91: 615-21.
8. Cooke MB, Rybalka E, Williams AD, Cribb PJ, Hayes A. (2009). Creatine supplementation enhances muscle force recovery after eccentrically-induced muscle damage in healthy individuals. *J Int Soc Sport Nutr*. 6:13-21.
9. Deminice R, Portari GV, Vannucchi H, and Jordao AA. (2009). Effects of creatine supplementation on homocysteine levels and lipid peroxidation in rats. *Br J Nutr*, 102: 110-6.
10. Gordon NF. (2009). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 1st ed. Lippincott Williams Wilkins, 214-22.
11. Guimarães-Ferreira L, Pinheiro CH, Gerlinger-Romero F, Vitzel KF, Nachbar RT, Curi R, et al. (2012). Short-term creatine supplementation decreases reactive oxygen species content with no changes in expression and activity of antioxidant enzymes in skeletal muscle. *Eur J Appl Physiol*, 112: 3905-11.
12. Hudson GM, Green JM, Bishop PA, and Richardson MT. (2008). Effects of caffeine and aspirin on light resistance training performance, perceived exertion, and pain perception. *J Strength Cond Res*, 22:1950-7.
13. Juravleva E, Barbakadze T, Mikeladze D, and Kekelidze T. (2005). Creatine enhances survival of glutamate-treated neuronal/glial cells, modulates Ras NF-kappaB signaling, and increases the generation of reactive oxygen species. *J Neurosci Res*, 79: 224-30.
14. Law YL, Ong WS, GillianYap TL, Lim SC, and Von Chia E. (2009). Effects of two and five days of creatine loading on muscular strength and anaerobic power in trained athletes. *J Strength Cond Res*, 23: 906-14.
15. Machado M, Pereira R, Felipe SJ, Knifis F, and Hackney A. (2009). Creatine supplementation: effects on blood creatine kinase activity responses to resistance exercise and creatine kinase activity measurement. *Braz J Pham Sci*. 45(4): 54-62.

16. Mikesky AE, and Hayden MW. (2005). Effect of static magnetic therapy on recovery from delayed onset muscle soreness (DOMS). *Med Sci Sport Exer*, 6: 188-194.
17. Miles MP, Andring JM, Pearson SD, Gordon LK, Kasper C, Depner CM, et al. (2008). Diurnal variation, response to eccentric exercise, and association of inflammatory mediators with muscle damage variables. *J Appl Physiol*, 104: 451-8.
18. Pantoja PD, Alberton CL, Pilla C, Vendrusculo AP, and Krueel LF. (2009). Effect of resistive exercise on muscle damage in water and on land. *J Strength Cond Res*, 23: 1051-4.
19. Pourrazi H, Jafari A, DabaghNikoukheslat S. (2010). Cardiac biochemical, electrical and functional alterations in a group of untrained males after one bout of maximal isometric exercise. *Med J Tabriz Univ Med Sci*. 32:26-32. (Persian).
20. Rawson ES, Conti MP, and Miles MP. (2007). Creatine supplementation does not reduce muscle damage or enhance recovery from resistance exercise. *J Strength Cond Res*, 21: 1208-13.
21. Rawson ES, Gunn B, and Clarkson PM. (2001). The effects of creatine supplementation on exercise-induced muscle damage. *J Strength Cond Res*, 15:178-84.
22. Rosene J, Matthews T, Ryan C, Belmore K, Bergsten A, Blaisdell J, et al. (2009). Short and longer-term effects of creatine supplementation on exercise induced muscle damage. *J Sports Sci Med*. 8: 89-96.
23. Santos RV, Bassit RA, Caperuto EC, Rosa LF. (2004). The effect of creatine supplementation upon inflammatory and muscle soreness markers after a 30km race. *Life Sci*. 75: 1917-24.
24. Sayers SP, Harackiewicz DV, Harman EA, Frykman PN, and Rosenstein MT. (1999). Cross-validation of three jump power equations. *Med Sci Sports Exerc*, 31: 572-7.
25. Shafat A, Butler P, Jensen RL, and Donnelly AE. (2004). Effects of dietary supplementation with vitamins C and E on muscle function during and after eccentric contractions in humans. *Eur J Appl Physiol*, 93: 196-202.
26. Vaile J, Halson S, Gill N, and Dawson B. (2008). Effect of hydrotherapy on the signs and symptoms of delayed onset muscle soreness. *Eur J Appl Physiol*, 102:447-55.
27. Wang L, Xiao S, Li Y, Wang L ,Che B, Zhao X, and Deng Y. (2009). Potential toxicity of chronic creatine supplementation in mice. *Sch Life Sci Technol*, 12:1-4.
28. Webb EC, and Willems ME. (2010). Effects of wearing graduated compression garment during eccentric exercise. *Med Sportiva*, 4:193-8.



The effect of short- term creatine supplementation on delayed onset muscle soreness markers after one-single resistance exercise

Amirsasan R¹, Zarghami Khameneh A^{2*}, Ojagi A³

Received: 05/07/2014

Accepted: 29/09/2015

Abstract

Aim: The present study was carried out to determine the effect of creatine loading on some delayed onset muscle soreness (DOMS) indices (biochemical, functional and superficial) following resistance exercise in male wrestler.

Method: Eighteen volunteer male wrestler (age 21.11 ± 1.13 years, body fat 12.67 ± 1.84 %, and BMI 21.96 ± 0.70 kg.m²) were assigned to a randomized and double-blind into two equal creatine (n=10) and placebo (n=10) groups. After six consecutive days supplementation (300 mg.kg⁻¹.day body weight creatine or dextrose), all subjects were participated in one single- session circuit resistance exercise protocol (with 80% 1-RM in 3 sets with 6 repetition) include six station. Changes in muscle soreness indices were determined in three phases (before supplementation phase, immediately and 24 hours after the resistance exercise protocol). Data were analyzed by repeated measure ANOVA, Bonferroni and independent T test at $P \leq 0.05$.

Results: The results show that the one-session resistance exercise protocol significantly increased the creatine kinase (CK) and perceived muscle soreness index ($P \leq 0.05$). Although, the 24-hour of serum CK change ranges in creatine group were significantly less than in placebo group ($P \leq 0.05$). While, the 24-hour differences of lower limb's swelling, flexibility, maximal isometric strength, and explosive power between two groups were not significant.

Conclusion: The results of this study showed that the short-term creatine loading leads to attenuate the adverse effects of undesirable muscle soreness indices (serum total CK). Therefore, based on the present results, that creatine loading could reduce the muscle soreness ranges following the resistance exercise.

Keywords: Creatine, Resistance exercise, Delayed Onset Muscle Soreness

1. Associate Professor, University of Tabriz, 2. MSc in Exercise Physiology, 3. Faculty Member of Islamic Azad University, Shabestar branch

*Email: ali.zarghami64@gmail.com