

تأثیر بارگیری کراتین مونوهیدرات بر کراتین کیناز سرمی و آزردهگی عضلانی ناشی از

دویدن در سرازیری در مردان کوهنورد

دکتر افشار جعفری^{۱*}، دکتر جبار بشیری^۲، فرید اعتمادیان^۳، منصور آقایی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۶/۱، تاریخ تصویب: ۱۳۹۱/۸/۲

چکیده

مقدمه: با توجه به نتایج متناقض مربوط به اثر بارگیری مکمل کراتین بر آزردهگی عضلانی، تحقیق حاضر به منظور تعیین تأثیر بارگیری مکمل کراتین مونوهیدرات بر کراتین کیناز تام سرمی و آزردهگی عضلانی ناشی از دویدن در سرازیری در مردان کوهنورد انجام شد.

روش‌شناسی: ۲۰ مرد کوهنورد سالم داوطلب (سن ۲۸-۲۰ سال، درصد چربی ۱۲-۸ و اکسیژن مصرفی بیشینه ۵۵-۵۰ میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه) به طور تصادفی و دوسویه کور در دو گروه کراتین و شبه دارو تقسیم شدند. هر یک از آزمودنی‌ها برای پنج روز متوالی، روزانه ۳۰۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن مکمل کراتین مونوهیدرات یا دکستروز دریافت کردند. پس از دوره‌ی مکمل‌سازی، همه‌ی آزمودنی‌ها در یک قرارداد ورزشی دویدن سرازیری روی نوارگردان با ۶۵٪ اکسیژن مصرفی بیشینه، شیب ۱۵- درصد و مدت ۳۰ دقیقه شرکت نمودند. نمونه‌های خونی در چهار مرحله: قبل و بعد از بارگیری، بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از قرارداد ورزشی انجام شد. داده‌های حاصله به صورت میانگین و انحراف استاندارد با استفاده از آزمون‌های تحلیل واریانس، پس تعقیبی بونفرونی و تی مستقل در سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ بررسی شد.

یافته‌ها: کراتین کیناز تام سرمی و احساس درد عضلانی هر دو گروه متعاقب دویدن در سرازیری به طور معنی‌دار افزایش یافت ($P < 0.05$). با این حال، دامنه‌ی تغییرات ۲۴ ساعته‌ی کراتین کیناز تام سرم گروه کراتین به طور معنی‌داری کمتر از گروه شبه‌دارو

Abstract

Background: Based on the conflict results about the effect of creatine supplement on delayed onset muscle soreness (DOMS), the present study was carried out to determine the effect of creatine monohydrate loading on serum total creatine kinase (CK) and downhill running-induced muscle soreness in male mountaineers.

Methodology: Twenty volunteer healthy male mountain climbers (Aged 20-28 year, Body fat 8-12%, and VO_{2max} 50-55 ml/kg/min) in a randomized and double-blind design were divided into two equal creatine and placebo groups. Each participant received 300 mg/kg/day creatine monohydrate or dextrose for five consecutive days. After supplementation period, all subjects were participated in downhill running protocol with 65% maximum oxygen consumption, -15% on a treadmill for 30 minutes. Blood samples were obtained in the four phases: Before and after loading phase; immediately and 24hours after downhill running protocol. Data were expressed as means \pm SD and analyzed by repeated measure ANOVA, Bonferroni and independent samples t tests at $P < 0.05$.

Results: The serum total creatine kinase (CK) and perceived muscle pain were significantly increased in both groups after the downhill running ($P < 0.05$). However, the 24-hour change ranges of serum CK in creatine group were significantly less than in placebo group ($P < 0.05$) while, the 24-hour differences of lower limb's swelling, flexibility, maximal isometric strength, and explosive power between two groups were not significant ($P > 0.05$).

Conclusion: Based on the present results, it can be concluded that the 5-day creatine monohydrate loading has effect on some undesirable changes of downhill running-induced muscle soreness in male mountain climbers.

Key words: Mountaineering, Running, Muscle soreness, Dietary supplements, Creatine.

فرآیندهای تخریبی و التهاب‌زای مربوط به پدیده‌ی آزردهی عضلانی جلوگیری نماید. در حالی که برخی از یافته‌ها حاکی است که نه تنها این مکمل هیچ گونه اثر محافظتی در برابر آزردهی عضلانی نداشته بلکه حتی ممکن است به دلیل تولید متیل آمین (Formaldehyde) یا فرمالدئید (Methylamine) بیشتر به برخی از اندام‌های بدن مانند کلیه‌ها آسیب وارد نماید (Wang, 2009) و (Atashak, 2012). از اینرو، با توجه به نگرانی‌ها و تناقضات مرتبط با اثرات مصرف کراتین مونوهیدرات بر آسیب سلولی بویژه در بافت عضلانی، پژوهش حاضر به منظور تعیین تأثیر یک دوره‌ی پنج روزه‌ی بارگیری مکمل کراتین مونوهیدرات (۳۰۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) بر تغییرات ۲۴ ساعته‌ی شاخص زیست‌شیمیایی آسیب سلولی (کراتین کیناز تام سرمی) و علائم آزردهی عضلانی تأخیری (تورم و احساس درد همراه با افت برخی از توانایی‌های بدن مانند افت انعطاف‌پذیری، قدرت هم‌طول بیشینه‌ی و اوج توان عضلانی) متعاقب ۳۰ دقیقه دویدن در سرازیری (با شدت ۶۵ درصد توان هوازی در شیب منفی ۱۵ درصد) در مردان کوهنورد انجام شد.

روش‌شناسی تحقیق

طرح و آزمودنی‌های تحقیق

مطالعه‌ی حاضر پس از تأیید کمیته‌ی اخلاق در پژوهش شمال غرب کشور به صورت نیمه تجربی دو گروهی دوسویه کور (مصرف مکمل کراتین و شبه‌داروی دکستروز) طی چهار مرحله اندازه‌گیری (قبل و بعد از مکمل‌سازی و بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از فعالیت) و شرایط مشابه (ساعت ۸ الی ۱۰ صبح، رطوبت نسبی ۵۵٪، دمای ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد) انجام شد. جامعه‌ی مورد مطالعه شامل مردان سالم کوهنورد ورزش‌زده با سابقه‌ی حداقل پنج سال صعود به ارتفاعات بالاتر از ۵۰۰۰ متر بود که پس از توزیع فرم مشارکت داوطلبانه (درسطح هیات و باشگاه‌های ورزشی) و توضیح روش تحقیق در جلسه‌ی هماهنگی، ۲۰ نفر با دامنه‌ی سن ۲۸-۲۰ سال و

بود ($P < 0.05$). در حالی که تفاوت ۲۴ ساعته‌ی تورم، انعطاف‌پذیری، قدرت هم‌طول بیشینه و توان انفجاری اندام تحتانی دو گروه معنی‌دار نبود ($P > 0.05$).

نتیجه‌گیری: براساس یافته‌های حاضر، می‌توان نتیجه گرفت که بارگیری پنج روزه‌ی کراتین مونوهیدرات بر تغییرات نامطلوب برخی شاخص‌های آزردهی عضلانی تأخیری مردان کوهنورد پس از دویدن سرازیری مؤثر است.

واژگان کلیدی: کوهنوردی، دویدن، آزردهی عضلانی، مکمل‌های خوراکی، کراتین.

مقدمه

آزردهی عضلانی تأخیری (Delayed onset muscle soreness) حالت ناخوشایندی است که ۱۲ الی ۳۶ ساعت پس از فعالیت‌های بدنی غیرموسوم یا انقباضات نسبتاً شدید و برون‌گرا (Eccentric) مانند دویدن در سرازیری (Downhill running) یا پایین آمدن از کوه و پله با علائمی مانند بروز التهاب (سفتی همراه با درد و تورم) یا کاهش انعطاف‌پذیری و توان عضلانی احساس می‌شود (Masayoshi 2000) و (Weir, 2007). به عنوان مثال، Close و همکاران (Close, 2004) گزارش دادند پس از ۳۰ دقیقه دویدن روی نوارگردان با شیب ۱۵- درصد و با ۶۵٪ توان هوازی، باعث کاهش قدرت و افزایش احساس درد و شاخص‌های آسیب عضلانی مانند آنزیم کراتین کیناز تام سرمی می‌گردد. از اینرو، محققین و متخصصان پزشکی ورزشی همواره درصد راه‌کارهای مختلفی مانند درمان‌های فیزیکی، دارویی و تغذیه‌ای هستند تا ضمن پیشگیری و درمان پدیده‌ی مزبور در ورزشکاران نخبه، زمینه‌های لازم برای تمرین بیشتر و کسب موفقیت‌های ورزشی فراهم نمایند (Jafari, 2010) و (Bassit, 2010) و (Shafat, 2004) و (Vaile, 2004). با این حال، تاکنون یک راه‌کار مناسب برای پدیده‌ی آزردهی عضلانی ارایه نشده است. هر چند برخی راه‌کارهای تغذیه‌ای را به جهت دسترسی آسان و نداشتن عوارض جانبی خطرناک مناسب‌تر از سایر شیوه‌های درمانی برای آزردهی عضلانی تأخیری می‌دانند (Shafat, 2004) و (Cooke, 2009) و (Rawson, 2007) و (Rawson, 2001). در این راستا، برخی محققین معتقدند که کراتین مونوهیدرات (Creatine monohydrate) یا اسید متیل گوانیدین استیک (Methyl guanidine acetic acid) به عنوان یک مکمل خوراکی رایج در بین ورزشکاران ممکن است با برخورداری از خاصیت نیروزایی (Ergogenic) و ضدالتهابی (Anti-inflammatory) از بروز

یا دکستروز آگاهی نداشتند (Law,2009 و Atashak,20012) و (Rosene,2009).

قرارداد ورزشی دویدن در سرازیری

آزمودنی‌ها پس از اتمام دوره‌ی مکمل‌سازی به مدت ۳۰ دقیقه روی نوارگردان با شیب منفی ۱۵٪ (برابر با منفی ۸/۵- درجه) و شدت ۶۵٪ ضربان قلب ذخیره (معادل ۶۵٪ اکسیژن مصرفی بیشینه) دویدند. ضربان قلب پایه هر یک از آزمودنی‌ها پس از ۱۰ دقیقه استراحت (به حالت نشسته) با ضربان سنج پولارثیت شد. در حالی که ضربان قلب بیشینه آزمودنی‌ها هنگام اجرای آزمون بروس از طریق صفحه‌ی نمایشگر دستگاه نوارگردان ثبت شد (Close,2004 و Ehrman,2010). آزمودنی‌ها قبل از اجرای قرارداد ورزشی، به منظور گرم کردن پنج دقیقه حرکات کششی انجام می‌دادند و سپس سه دقیقه روی نوارگردان با شیب صفر درجه دویدند (تا رسیدن به ضربان قلب ۱۲۰ ضربه در دقیقه). پس از این مرحله، شیب و سرعت نوارگردان به منظور دستیابی به ضربان قلب هدف (۶۵ درصد ضربان قلب ذخیره) طی مدت دو دقیقه افزایش پیدا می‌کرد (Close,2004).

نمونه‌های خونی و اندازه‌گیری شاخص‌های سرمی

نمونه‌های خونی (۳ میلی‌لیتر) ورید پیش‌آرنجی (Antecubital vein) دست چپ به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۲۲-۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد نگهداری شدند. سپس، همه‌ی نمونه‌های لخته شده به منظور جداسازی سرم به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. تغییرات کراتین کیناز تام سرمی با استفاده از کیت پارس آزمون و روش اسپکتروفتومتری (Spectropotometry) اندازه‌گیری شد.

دور ران (تورم)

پس از هر مرحله خون‌گیری همه‌ی شاخص‌های مرتبط با آزدگی عضلانی تأخیری اندازه‌گیری شدند. به منظور تعیین تورم عضلات پایین تنه (دور ران) از آزمودنی‌ها خواسته می‌شد تا ضمن نشستن روی صندلی عضلات ران را به موازات سطح زمین (با زانوی ۹۰ درجه و بالا تنه‌ی صاف) شل نگه دارند (Shafat,2004). سپس، میانگین مجموع دور ران در سه نقطه‌ی میانی و یک چهارم ابتدا و انتهای فاصله‌ی بین کشک و تاج خار به استفاده از متر نواری منعطف تعیین شد (Vaile,2008).

احساس درد

احساس درد (Perceived Pain) یا درک آزدگی با استفاده از مقیاس درجه‌بندی ترسیمی شدت درد تالاک (Talag pain

شاخص توده‌ی بدنی زیر ۲۲ کیلوگرم بر متر مربع برای شرکت در تحقیق انتخاب شدند. همه‌ی آزمودنی‌های داوطلب، فرم‌های رضایت‌نامه و پرسشنامه‌ی سلامت فردی را در جلسه‌ی هماهنگی تکمیل نمودند. آزمودنی‌های داوطلب با توجه به سن، سابقه‌ی ورزشی، درصد چربی، نتایج آزمون توان هوازی Bruce (۱۰ روز قبل از مکمل‌سازی) و مقادیر پایه‌ی شاخص‌های انعطاف‌پذیری (دامنه‌ی حرکتی)، قدرت هم‌طول بیشینه و توان عضلانی پایین تنه (قبل از شروع مکمل‌سازی) به طور تصادفی در دو گروه همگن ۱۰ نفری (دریافت‌کننده‌ی ۳۰۰ میلی‌گرم/روز کراتین یا دکستروز) جایگزین شدند (Ehrman,2010 و Gibson,2005). لازم به ذکر است که تمام مراحل خون‌گیری به منظور تعیین میزان کراتین کیناز سرمی قبل از اندازه‌گیری‌های عملکردی انجام شد و آزمودنی‌های خواسته شد تا یک هفته قبل از مکمل‌سازی از انجام هرگونه فعالیت‌های ورزشی سنگین (بوئزه تمرینات غیرموسوم یا مقاومتی با انقباضات برون‌گرا) خودداری کنند. به علاوه، آزمودنی‌ها طی یک ماه گذشته (قبل از شروع طرح تحقیق) از هیچ گونه دارو یا مکمل ضدالتهایی استفاده نکرده بودند. در ضمن، رژیم غذایی روزانه با استفاده از پرسشنامه‌ی یادآمد تغذیه‌ای ۲۴ ساعته کنترل می‌شد و آخرین وعده‌ی غذایی آزمودنی‌ها (صبحانه) نیز مشابه بود (جدول یک).

جدول (۱) خصوصیات فردی گروه‌های ۱۰ نفری دریافت‌کننده مکمل و شبه‌دارو (قبل از مکمل‌سازی).

گروه	سن (سال)	شاخص توده‌ی بدن (کیلوگرم/متر مربع)	درصد چربی (میلی‌بهر/کیلوگرم/دقیقه)	اکسیژن مصرفی بیشینه (میلی‌بهر/کیلوگرم/دقیقه)
مکمل کراتین	۲۴/۱۷±۱/۶	۲۲±۱/۲	۱۰/۷±۱/۸	۵۲/۲۳±۲/۱۰۳
شبه‌دارو	۲۴/۲±۲	۲۲/۱۶±۱/۴	۱۰/۶±۲/۰۹	۵۲/۱۷±۲/۱۷۶

قرارداد بارگیری مکمل کراتین مونوهیدرات

به هر یک از آزمودنی‌ها (به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) طی پنج روز مکمل‌سازی (بارگیری)، ۳۰۰ میلی‌گرم مکمل کراتین مونوهیدرات (ساخت شرکت پویان و مورد تأیید وزارت بهداشت) یا شبه‌دارو دکستروز داده می‌شد. بسته‌های مکمل یا دکستروز به طور مشابه تهیه و طی چهار نوبت (صبح، ظهر، عصر و شب) در اختیار آزمودنی‌ها قرار داده می‌شد تا با ۲۵۰ میلی‌لیتر آب سیب با غلظت هشت درصد حل کرده و مصرف نمایند. البته، هیچ یک از آزمودنی‌ها و خود محقق تا اتمام دوره‌ی مکمل‌سازی از محتوای بسته‌های کراتین مونوهیدرات

نتایج

میانگین و انحراف استاندارد داده‌های دو گروه مکمل و شبه‌دارو طی چهار مرحله اندازه‌گیری (قبل و بعد از مکمل‌سازی، بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از دویدن در سرازیری) در جدول دو نشان داده شده است. براساس نتایج قبل از دوره‌ی مکمل‌سازی هیچ گونه تفاوت معنی‌داری بین گروه مکمل و شبه‌دارو مشاهده نشد ($P > 0/05$). با این حال، پس از اتمام دوره‌ی بارگیری مکمل کراتین مونوهیدرات و قبل از دویدن در سرازیری تنها افزایش $41/93$ درصدی کراتین کیناز تام سرمی مکمل معنی‌دار بود ($P < 0/001$). همچنین، افزایش کراتین کیناز تام سرمی بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از دویدن در سرازیری تنها در گروه شبه‌دارو معنی‌دار بود ($P < 0/001$). به عبارتی، بارگیری پنج روزه کراتین مونوهیدرات با سهم اثر $54/33$ درصدی در جلوگیری از افزایش کراتین کیناز تام سرمی کوهنوردان پس از دویدن در سرازیری مؤثر بود. با این حال، افزایش تورم دور ران هر دو گروه بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از دویدن سرازیری معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). اما افزایش احساس درد در هر دو گروه بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از دویدن سرازیری به طور مشابه معنی‌دار بود (جدول دو).

علاوه، افت انعطاف‌پذیری، قدرت هم‌طول بیشینه و اوج توان عضلات پایین‌تنه‌ی هر دو گروه بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از دویدن در سرازیری معنی‌دار نبود ($P > 0/05$). هرچند روند تغییرات ۲۴ ساعته‌ی قدرت در هر دو گروه (برخلاف افت پیش‌رونده و غیرمعنی‌دار انعطاف‌پذیری و توان عضلانی) به شکلی بود که به مقادیر قبل از دویدن در سرازیری نزدیک شد (جدول ۲).

Scale) اندازه‌گیری شد. وضعیت آزمودنی را در هفت حالت از مقیاس صفر تا ۱۲ و بر اساس گفته‌های خود آزمودنی حین خم کردن فعالانه‌ی زانو ثبت می‌شد (Jafari, 2010) و (Pourrazi, 2010).

قدرت هم‌طول، اوج توان و انعطاف‌پذیری عضلات پایین تنه

میزان دامنه‌ی حرکتی عضلات پشت و پایین تنه با استفاده از آزمون نشست و رساندن دست‌ها به انگشتان پا (Sit and reach flexibility test) تعیین شد (Pourrazi, 2010). میزان قدرت هم‌طول بیشینه‌ی پایین تنه با استفاده از دستگاه نیروسنج (دینامومتر) دیجیتالی شرکت یاگامی (Back dynamometer, YAGAMI, TY-300i, Nagoya, Japan) اندازه‌گیری شد. آزمودنی‌ها به صورت قائم و پشت به دیوار با تنه‌ی صاف و زانوی خمیده (130 الی 140 درجه) دسته‌ی دستگاه نیروسنج را گرفته و بدون تغییر وضعیت بالا تنه سعی داشتند تا زانوها را صاف کنند (۲۱). اوج توان عضلات پایین تنه (Peak anaerobic power output or PAPw) با استفاده از فرمول Sayers و همکاران (۱۹۹۹) و بیشترین ارتفاع پرش عمودی سارجنت (Sargent vertical jump test) طی سه بار اجرای متوالی (با فاصله‌ی استراحت چهار دقیقه) محاسبه شد (Sayers, 1999).

روش‌های تجزیه و تحلیل آماری

میانگین و انحراف استاندارد داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر (ANOVA)، پس آزمون بونفرونی و t مستقل با کمک نرم‌افزار آماری SPSS/PASW تحت ویندوز نسخه‌ی ۱۹ (Statistical Package for the Social Sciences/ Predictive Analytics Software) در سطح معنی‌داری پنج درصد بررسی شد. به علاوه، سهم اثر هر یک از عوامل مداخله‌گر با استفاده از مجذور امگا (Ω squared) تعیین گردید.

جدول (۲) تغییرات شاخص‌های آزدگی عضلانی تأخیری در کوهنوردان دریافت‌کننده‌ی کراتین و شبه‌دارو (هر گروه ۱۰ نفر) متعاقب دویدن در سرازیری (مرحله‌ی اول: حالت پایه؛ مرحله‌ی دوم: پس از دوره‌ی بارگیری، مراحل سه و چهار: به ترتیب بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از قرارداد ورزشی)

شاخص‌ها	گروه‌ها	قبل از شروع مطالعه	قبل از انجام فعالیت	بلافاصله پس از فعالیت	۲۴ ساعت پس از فعالیت
کراتین-کیناز نام سرم (واحدین‌المللی لیتر)	کراتین	۱۳۲/۵۴±۲۰/۹۳	۱۸۸/۱۳±۳۵/۵۷*	۲۶۲/۷۴±۵۴/۰۳	۳۷۷/۴۰±۱۱۷/۹۹
	شبه‌دارو	۱۳۱/۶۴±۱۲/۰۵	۱۲۲/۸۴±۱۹/۳۶	۲۲۱/۶۳±۳۸/۶۴*	۴۸۹/۲۶±۱۰۵/۴۸*
	P بین گروهی	۰/۱۷۱	P<۰/۰۰۱†	۰/۰۶۶	۰/۰۳۸†
دور ران پای راست (سانتی‌متر)	کراتین	۴۸/۵۱±۲/۹۲	۴۸/۵۳±۲/۹۵	۴۸/۹۸±۲/۸۱	۴۹/۱۷۹±۲/۸۷
	شبه‌دارو	۴۷/۹۸±۲/۱۹	۴۷/۶۴±۲/۱۷	۴۸/۴۰±۲/۳۲	۴۸/۶۰±۲/۲۴
	P بین گروهی	۱/۲۶۱	۰/۲۱۲	۰/۱۸۹	۰/۱۸۸
احساس درد (درک آزدگی عضلانی)	کراتین	بدون درد ۰/۰	بدون درد ۰/۰	۱/۸±۱/۴۷*	۳/۸±۰/۱۱*
	شبه‌دارو	بدون درد ۰/۰	بدون درد ۰/۰	۱/۶±۱/۲۶*	۴±۱/۶۳۳*
	P بین گروهی	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۷۴۹	۰/۷۷۷
انعطاف‌پذیری عضلات پشت و پایین تنه (سانتی‌متر)	کراتین	۱۷/۱±۲/۷۶	۱۶/۷±۲/۵۴	۱۵/۶±۲/۵۴	۱۵/۱±۲/۸
	شبه‌دارو	۱۶/۱±۵/۱۳	۱۶/۱±۵/۱۳	۱۴/۶±۴/۵۲	۱۴/۰۵±۴/۹۴
	P بین گروهی	۰/۵۴۳	۰/۷۴۴	۰/۵۵	۰/۵۶۸
قدرت هم‌طول بیشینه‌ی پایین‌تنه (کیلوگرم)	کراتین	۱۷۷/۷±۱۳/۴۱	۱۷۷/۸±۱۳/۸	۱۷۰/۸±۱۱/۹۵	۱۷۳/۵±۱۱/۲۸
	شبه‌دارو	۱۷۷/۱±۱۶/۷۱	۱۷۷/۲±۱۷/۰۳	۱۶۵/۳±۱۳/۲	۱۷۱/۳±۱۶/۳
	P بین گروهی	۰/۹۳	۰/۹۳۲	۰/۳۳۳	۰/۷۳
اوج توان عضلانی پایین‌تنه (وات)	کراتین	۴۱۴۳/۶±۱۱۷/۰۹	۴۱۸۳±۱۳۰/۵۵	۴۱۴۰/۵±۱۲۱/۶۲	۴۰۲۲/۲±۱۸۷/۳۷
	شبه‌دارو	۴۱۳۹/۳±۱۳۲/۴۶	۴۱۳۹/۳±۱۳۴/۵۶	۴۰۵۴/۳±۱۴۶/۳۴	۳۹۲۶/۹±۲۰۹/۶۰
	P بین گروهی	۰/۵۴۳	۰/۴۵۴	۰/۱۶۹	۰/۳۹۸

* معنی‌داری درون گروهی نسبت به مرحله‌ی قبل در سطح ۰/۰۵. † معنی‌داری بین گروهی در سطح ۰/۰۵.

بحث

خارج سلولی جلوگیری نماید (Bassit, 2008 و Rosene, 2009 و Santos, 2004). به علاوه، این نوع مکمل‌سازی ممکن است از برهم خوردن تعادل زیستی کلسیم درون سلولی و پیامدهای بعدی آن یعنی فعالیت پروتئین‌کینازی جلوگیری نماید. البته، نباید از سازوکار مربوط به چرخه‌ی میتوین-هموسیستین و افزایش گلوکوتایون احیاء شده به عنوان یک مولکول ضد اکسایده‌ی درون سلولی جهت مقابله اثرات مخرب ناشی از بروز فشار اکسایشی ناشی از انجام فعالیت‌های ورزشی غافل شد (Deminice, 2011). هم‌چنین، افزایش میزان آرژنین درون سلولی متعاقب مکمل‌سازی کراتین مونوهیدرات ممکن است با افزایش فعالیت گزانتین اکسیدازی از پراکسیداسیون غشای سلولی و نشت مواد پروتئینی از غشای سلولی جلوگیری نماید (Portari, 2009 و Deminice, 2011 و Guimaraes, 2012). با این حال، نتیجه‌ی حاضر (برخلاف مقادیر پایه‌ی قبل از دویدن) با

نتایج تحقیق حاضر در تأیید مطالعات Santos و همکاران، Bassit و همکاران، Cooke و همکاران حاکی است که بارگیری کراتین مونوهیدرات با سهم اثر (مجذور امگا) ۵۴/۳۳ درصدی از بروز تغییرات نامطلوب شاخص فشار مکانیکی-متابولیکی کراتین‌کیناز تام سرمی کوهنوردان پس از دویدن در سرازیری می‌تواند جلوگیری نماید. در رابطه با اثرات مکمل‌گیری کراتین مونوهیدرات بر تغییرات آنزیمی شاخص آسیب عضلانی، ساز و کارهای مختلفی از سوی محققین پیشنهاد شده است (Rawson, 2001). به طوری که برخی معتقدند که این مکمل‌گیری کراتین مونوهیدرات با حفظ شارژ سلولی یا ذخایر آدنوزینی و تثبیت غشای فسفولیپیدی می‌تواند از نشت و نفوذ کراتین‌کیناز درون سلولی به مایعات

تورم و احساس درد عضلانی نیز می‌تواند در بازگشت سریع و بیشتر شاخص‌های عملکردی مانند انعطاف‌پذیری، قدرت و توان انفجاری دخالت داشته باشد. زیرا، برخی از محققین معتقدند که تورم و سفتی ناشی آزردهگی عضلانی با تحریک و افزایش حساسیت پایانه‌های عصبی آوران گروه چهار موجود در بین تارهای عضلانی ممکن است باعث دردناکی و کوتاهی خود به خودی عضلات (افت عملکرد دامنه‌ی حرکتی) انجام درگیر شود (Juravleva, 2005). با این حال، اثر مکمل‌دهی کراتین مونوهیدرات در تحقیق حاضر در حدی نبود که از افت انعطاف‌پذیری، قدرت بیشینه‌ی هم‌طول و توان عضلانی عضلات پشت و پایین تنه متعاقب دویدن در سرازیری جلوگیری نماید و یا باعث بهبود این شاخص‌ها در حالت پایه و قبل اجرای قرارداد ورزشی شود. این یافته با نتایج Gilliam و همکاران، Deutekom و همکاران هم‌خوانی دارد؛ اما با نتایج Law و همکاران مغایرت دارد. تناقض موجود ممکن است ناشی از بی‌فعالیتی در طی دوره بارگیری کراتین مونوهیدرات باشد.

به هر حال، نتایج مطالعه‌ی حاضر در تأیید برخی مطالعات قبلی حاکی است که بارگیری کراتین مونوهیدرات نمی‌تواند بر انعطاف‌پذیری، قدرت هم‌طول بیشینه و اوج توان عضلات پشت و پایین‌تنه پس از دویدن سرازیری در مردان کوهنورد تأثیر معنی‌داری داشته باشد. البته، برخلاف نتایج حاضر، Rosene و همکاران اعلام داشتند که مصرف دوره‌ی ۳۰ روزه مکمل کراتین می‌تواند از افت قدرت هم‌طول بیشینه‌ی پایین‌تنه به دنبال تمرینات مقاومتی برون‌گرا جلوگیری کند. این تضاد ممکن است ناشی از تفاوت در گروه‌های عضلانی درگیر و نوع تمرینات اعمال شده باشد (Cooke, 2009) و (Gilliam, 2000). زیرا، آزردهگی عضلانی ناشی از تمرینات مقاومتی برون‌گرا و بویژه غیرمرسوم بیشتر از انقباضات برون‌گرای ناشی از دویدن در سرازیری است و کاهش ناچیز و غیرمعنی‌دار برخی از شاخص‌های عملکردی در مطالعه‌ی حاضر ممکن است ناشی از این نکته باشد که دویدن در سرازیری برای کوهنوردان احتمالاً یک فعالیت مرسوم و آشنا به شمار می‌رود (Weir, 2007 و Close, 2004). با این حال، با توجه به برخی از محدودیت‌های تحقیق حاضر از جمله عدم اندازه‌گیری متابولیت‌های سرمی و پاسخ زمانی (Time responses) بیش از ۲۴ ساعت، انجام مطالعات بیشتر ضروری به نظر می‌رسد.

نتیجه‌گیری

در کل، با توجه به عدم مشاهده‌ی اثرات منفی بارگیری کراتین مونوهیدرات بر شاخص‌های پایه و تأثیر معنی‌دار بر کاهش دامنه‌ی تغییرات ۲۴ ساعته‌ی کراتین کیناز تام سرمی

نتایج مطالعات قبلی از جمله Raswon و همکاران، Rosene و همکاران در تناقض است. تغییرات کراتین کیناز پایه در مطالعه‌ی حاضر نیز در تأیید یافته‌های قبلی می‌تواند به این نکته اشاره داشته باشد که مصرف مکمل کراتین مونوهیدرات بدون شرکت در برنامه‌های جسمانی ممکن است با افزایش متابولیت‌های سمی باعث و نشت مواد پروتئینی و آنزیم‌های درون سلولی به درون مایعات خارج سلولی شود. در این راستا، Souza و همکاران اشاره داشتند که مکمل‌گیری کراتین با مقادیر بالاتر از حد فیزیولوژیکی باعث تغییرات نامطلوب شاخص‌های هموئوستوشیمیایی مانند آنزیم‌های سرمی مربوط به بافت‌های کلیه و کبد در آزمودنی‌های بدون تمرین می‌شود، اما در آزمودنی‌های شرکت‌کننده در تمرینات بدنی این تغییرات مشاهده نشد. هم چنین، آنها اذعان داشتند که اثر محافظتی تمرین همراه با بارگیری در برابر آسیب‌های کلیوی و کبدی می‌تواند ناشی از مصرف کراتین عضلانی و در نتیجه کاهش انباشتگی کراتین و سایر متابولیت‌های سمی آن در کبد و کلیه باشد (Souza, 2009). به طوری که Yu و Deng و Wang و همکاران اعلام کردند که طی فرآیند سوخت و ساز کراتین، تراکم برخی از مواد سمی مانند متیل آمین و فرم آلدهید باعث بروز آسیب سلولی می‌شود. زیرا، تولید فرم آلدهید در خون می‌تواند با بروز فشار اکسایشی و آسیب به غشای فسفولیپیدی باعث نفوذ آنزیم‌های درون سلولی به داخل مایعات خارج سلولی از جمله افزایش فعالیت کراتین کیناز تام سرم شود (Wang, 2009 و Yu, 2000). با این حال، نتایج تحقیق Poortmans و همکاران نشان داد که افزایش در میزان ادراری متیل آمین و فرم آلدهید پس از بارگیری کراتین، نمی‌تواند اثرات نامطلوبی بر عملکرد کلیه‌ها داشته باشد. البته، تغییرات قبل و بعد از دویدن کراتین کیناز تام سرمی کوهنوردان مطالعه‌ی حاضر دامنه‌ی طبیعی مربوط به افراد سالم بود. بنابراین، به طور قطع نمی‌توان گفت که بارگیری کراتین مونوهیدرات در حالت پایه باعث بروز آسیب جدی می‌شود. زیرا، دامنه‌ی تغییرات کراتین کیناز تام سرمی گروه مکمل پس از دویدن در سرازیری گروه به طور معنی‌دار کمتر از گروه شبه دارو بود. با این حال، دامنه‌ی تغییرات شاخص‌های تورم و احساس درد گروه مکمل به طور غیرمعنی‌دار کمتر از گروه شبه‌دارو بود (جدول ۲). این موضوع ممکن است ناشی از اثر بازدارنده‌ی مکمل کراتین در تجمع کلسیم درون سلولی و تحریک گیرنده‌های درد باشد. زیرا، برخی از محققین معتقدند که مکمل‌گیری کراتین با ممانعت از تولید کنترل نشده‌ی پراکسید هیدروژن ممکن است از فعالیت عامل هسته‌ای کاپا بی (NF-kB)، ترشح پروستاگلاندین‌های E_2 و پیامدهای بعدی آن یعنی بروز التهاب، تورم، سفتی و احساس درد جلوگیری کند. کاهش

9. Rawson ES, Gunn B, and Clarkson PM. The effects of creatine supplementation on exercise-induced muscle damage. *J Strength Cond Res* 2001; 15: 178-184.

10. Wang L, Xiao S, Li Y, Wang L, Che B, Zhao X, and Deng Y. Potential toxicity of chronic creatine supplementation in mice. *Sch of Life Sci&Technol, Beijing Inst of Technol, Beijing, China* 2009; 12: 1-4.

11. Atashak S, Jafari A. Effect of short-term creatine monohydrate supplementation on indirect markers of cellular damage in young soccer players. *Science & Sports* 2012; 27, 88-93.

12. Ehrman JK. American College of Sports Medicine. ACSM's resource manual for Guidelines for exercise testing and prescription. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2010.

13. Gibson RS. Principles of nutritional assessment. 2nd edition. New York: Oxford University Press; 2005.

14. Law YLL, Ong WS, GillianYap TL, Lim SCJ, and Von Chia E. Effects of Two and Five Days of Creatine Loading on Muscular Strength and Anaerobic Power in Trained Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2009; 23: 906-914.

15. Rosene J, Matthews T, Ryan C, Belmore K, Bergsten A, Blaisdell J, Gaylord J, Love R, Marrone M, Ward K, and Wilson E. Short and longer-term effects of creatine supplementation on exercise induced muscle damage. *Journal of Sports Science and Medicine* 2009; 8: 89-96.

16. Pourrazi H, Jafari A, DabaghNikoukheslat S. 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* 2010; 32(1):26-32. [Article in Persian]

17. Sayers SP, Harackiewicz DV, Harman EA, Frykman PN, and Rosenstein MT. Cross-validation of three jump power equations. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31: 572-577.

18. Santos RVT, Bassit RA, Caperuto EC, and Rosa LFBPC. The effect of creatine supplementation upon inflammatory and muscle soreness markers after a 30km race. *Life Sciences* 2004; 75: 1917-1924.

19. Bassit RA, Curi R, and Costa Rosa LF. Creatine supplementation reduces plasma levels of pro-inflammatory cytokines and PGE2 after a half-ironman competition. *Amino Acids* 2008; 35: 425-431.

20. Deminice R, Vannucchi H, Simões-Ambrosio LM, Jordao AA. Creatine supplementation reduces increased homocysteine concentration induced by acute exercise in rats. *Eur J Appl Physiol*. 2011; 111(11): 2663-70.

21. Guimarães-Ferreira L, Pinheiro CH, Gerlinger-Romero F, Vitzel KF, Nachbar RT, Curi R, Nunes MT. Short-term creatine supplementation decreases reactive oxygen species content with no changes in expression and activity of antioxidant enzymes in skeletal muscle. *Eur J ApplPhysiol* 2012; 14. [Epub ahead of print].

مردان کوهنورد پس از دویدن در سرازیری، می‌توان با در نظر گرفتن جوانب احتیاط به مربیان و مردان کوهنورد توصیه کرد تا در راستای کاهش برخی از عوارض آزردهی عضلانی با مشورت پزشک و متخصصین تغذیه از بارگیری کراتین مونوهیدرات استفاده کنند.

سپاس‌گزاری

این مقاله بخشی از پایان‌نامه‌ی آقای فرید اعتمادیان کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی است که پس از اخذ مجوز اخلاق در پژوهش و ثبت در پایگاه ثبت کارآزمایی بالینی ایران (IRCT201011304663N4) با حمایت مالی تحصیلات تکمیلی دانشگاه تبریز و مشارکت کوهنوردان استان آذربایجان شرقی انجام شد. لذا از همکاری مسئولان محترم دانشگاه تبریز و مردان کوهنوردان مشارکت‌کننده، صمیمانه تقدیر و تشکر می‌گردد.

منابع

1. Masayoshi Y. A Nationwide Survey of Middle-aged Japanese Mountaineers; From a Viewpoint of Preventing Accidents. *Japanese Journal of Mountain Medicine* 2000; 20: 65-73.

2. Weir LJ. Examining the decision of mountain climbers to continue engaging in the risky sport of mountaineering. Dissertation, Degree of Master science, University of Calgary (Canada) 183, 2007.

3. Close GL, Ashton T, Cable T, Doran D, and MacLaren DP. Eccentric exercise, isokinetic muscle torque and delayed onset muscle soreness: the role of reactive oxygen species. *Eur J Appl Physiol* 2004; 91: 615-621.

4. Bassit RA, Pinheiro CH, Vitzel KF, Sproesser AJ, Silveira LR, and Curi R. Effect of short-term creatine supplementation on markers of skeletal muscle damage after strenuous contractile activity. *Eur J Appl Physiol* 2010; 108: 945-955.

5. Shafat A, Butler P, Jensen RL, and Donnelly AE. Effects of dietary supplementation with vitamins C and E on muscle function during and after eccentric contractions in humans. *European Journal of Applied Physiology* 2004; 93: 196-202.

6. Vaile J, Halson S, Gill N, and Dawson B. Effect of hydrotherapy on the signs and symptoms of delayed onset muscle soreness. *European journal of applied physiology* 2008; 102: 447-455.

7. Jafari A, Kianmarz V, Roshdi R. Effect of static stretching and LPG massage DOMS indices after one session of resistance exercise in non-athlete females. *Research on Sport Sciences* 2010; 25: 135-148. [Article in Persian]

8. Cooke MB, Rybalka E, Williams AD, Cribb PJ, and Hayes A. Creatine supplementation enhances muscle force recovery after eccentricity-induced muscle damage in healthy individuals. *J IntSoc Sport Nutr* 2009; 6-10.

27. Deutekom M, Beltman JG, de Ruitter CJ, de Koning JJ, and de Haan A. No acute effects of short-term creatine supplementation on muscle properties and sprint performance. *European journal of applied physiology* 2000; 82: 223-229.
28. Jafari A, Nik-Kherad J, Malekirad AA. Effect of short-term caffeine supplementation on downhill running-induced inflammatory response in non-athletes males. *Journal of Cell & Tissue* 2012; 2 (4): 377-385. [Article in Persian]
29. Rawson ES, Conti MP, and Miles MP. Creatine supplementation does not reduce muscle damage or enhance recovery from resistance exercise. *J Strength Cond Res* 2007; 21: 1208-121.
30. Portari GV, Vannucchi H, and Jordao AA. Effects of creatine supplementation on homocysteine levels and lipid peroxidation in rats. *Brit J Nutr* 2009; 102: 110-116.
31. Jafari A, ZamaniSani SH, Purrazi H. Effect of resistance exercise with different loads (50% & 70% 1RM) on DOMS indices in non-athlete males. *Research on Sport Sciences* 2010; 26: 45-60. [Article in Persian]
22. Souza R, Miranda H, Xavier M, Lazo-Osorio R, Gouvea H, and Cogo J. Effects of high-dose creatine supplementation on kidney and liver responses in sedentary and exercised rats. *J Sport Sci Med* 2009; 8: 672-681.
23. Yu PH and Deng Y. Potential cytotoxic effect of chronic administration of creatine, a nutrition supplement to augment athletic performance. *Med Hypotheses* 2000; 54: 726-728.
24. Poortmans JR, Kumps A, Duez P, Fofonka A, Carpentier A, and Francaux M. Effect of oral creatine supplementation on urinary methylamine, formaldehyde, and formate. *Med Sci Sport Exer* 2005; 37: 1717-1720.
25. Juravleva E, Barbakadze T, Mikeladze D, and Kekelidze T. Creatine enhances survival of glutamate-treated neuronal/glia cells, modulates Ras/NF-kappaB signaling, and increases the generation of reactive oxygen species. *Journal of neuroscience research* 2005; 79: 224-230.
26. Gilliam JD, Hohzorn C, Martin D, and Trimble MH. Effect of oral creatine supplementation on isokinetic torque production. *Med Sci Sport Exer* 2000; 32: 993-996.