

Original Paper

## Effect of creatine supplementation on creatine kinase and lactate dehydrogenase enzymes following a severe muscle contraction in female athletes: A clinical trial study

\***Mahsa Sedaghat (M.Sc)**, Corresponding Author, Academic Instructor, Department of Physical Education, Semnan Branch, Islamic Azad University, Semnan, Iran. [sedaghat.mahsa61@gmail.com](mailto:sedaghat.mahsa61@gmail.com) ORCID ID: 0000-0002-7173-1519

**Mohammad Rashidi (Ph.D)**, Assistant Professor, Department of Physical Education, Semnan Branch, Islamic Azad University, Semnan, Iran. [mrashidi48@yahoo.com](mailto:mrashidi48@yahoo.com) ORCID ID: 0000-0002-2675-9539

---

### Abstract

**Background and Objective:** Creatine is one of the most important and commonly used supplements athletes, although the molecular mechanisms of creatine and its side effects are less understood. The high level of the creatine kinase enzyme and lactate dehydrogenase enzymes are considered to be a sign of cell damage. This study was done to determine the effect of creatine monohydrate supplementation on creatine kinase (CK) and lactate dehydrogenase (LDH) enzymes following a severe muscle contraction in female athletes.

**Methods:** In this double-blind clinical trial study, 30 female athletes were randomly divided into intervention (creatine supplementation 0.3 grams per body weight for 4 times during 7 days and control (placebo, starch powder) groups. Blood sample was collected before supplementation (pre-test) and 24 hours after Cunningham exercise test (post-test) to measure CK and LDH in each subject.

**Results:** After intervention, the level of CK ( $323 \pm 63$  IU/L) and LDH ( $119 \pm 13$  IU/L) in the intervention group had no significant difference compared to the control group (CK:  $328 \pm 44$  IU/L and LDH:  $122 \pm 14$  IU/L).

**Conclusion:** The usage of a 7-day course of creatine supplement did not significantly change the CK and LDH levels following a severe muscle contraction in female athletes.

**Keywords:** Creatine supplement, Creatine kinase, Lactate dehydrogenase, Severe muscle contraction, Athlete

---

Received 24 Dec 2017

Revised 8 Oct 2018

Accepted 16 Oct 2018

Cite this article as: Mahsa Sedaghat, Mohammad Rashidi. [Effect of creatine supplementation on creatine kinase and lactate dehydrogenase enzymes following a severe muscle contraction in female athletes: A clinical trial study]. J Gorgan Univ Med Sci. 2019 Spring; 21(1): 1-6. [Article in Persian]

## اثر مصرف مکمل کراتین بر میزان آنزیم کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز متعاقب یک جلسه انقباض‌های شدید عضلانی در دختران ورزشکار: یک مطالعه کارآزمایی بالینی

ORCID ID: 0000-0002-7173-1519

\* مهسا صداقت، کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، مربی، گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران.

ORCID ID: 0000-0002-2675-9539

دکتر محمد رشیدی، استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران. mrashidi48@yahoo.com

### چکیده

**زمینه و هدف:** کراتین به‌طور متداول در ورزشکاران مصرف شده و اثر مکانیسم‌های مولکولی و عوارض جانبی آن کمتر شناخته شده است. افزایش بیش از حد آنزیم‌های کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز به‌عنوان نشانگر آسیب سلولی در نظر گرفته می‌شود. این مطالعه به منظور تعیین اثر مصرف مکمل کراتین بر میزان آنزیم کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز متعاقب یک جلسه انقباض‌های شدید عضلانی در دختران ورزشکار انجام شد.

**روش بررسی:** در این کارآزمایی بالینی دوسوکور ۳۰ دختر دانشجوی ورزشکار از طریق تست ۷ مرحله‌ای بروس برای شرکت در مطالعه انتخاب شدند و به شیوه تصادفی در دو گروه ۱۵ نفری مداخله (مصرف مکمل کراتین ۰/۳ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در ۴ وعده به مدت ۷ روز) و کنترل (دارونما، پودر نشاسته) قرار گرفتند. نمونه‌گیری خون در شرایط قبل از مصرف مکمل و ۲۴ ساعت پس از آزمون ورزشی Cunningham برای اندازه‌گیری لاکتات دهیدروژناز (Lactate Dehydrogenase: LDH) و کراتین کیناز (Creatine Kinase: CK) انجام گردید.

**یافته‌ها:** مقادیر CK ( $223 \pm 63$  IU/L) و LDH ( $119 \pm 13$  IU/L) پس‌آزمون گروه مداخله در مقایسه با گروه کنترل (به ترتیب با مقادیر  $328 \pm 44$  IU/L و  $122 \pm 14$  IU/L) اختلاف آماری معنی‌داری نشان ندادند.

**نتیجه‌گیری:** مصرف یک دوره ۷ روزه مکمل کراتین بر مقادیر لاکتات دهیدروژناز و کراتین کیناز متعاقب متعاقب یک جلسه انقباض‌های شدید عضلانی در دختران ورزشکار اثری ندارد.

**کلید واژه‌ها:** مکمل کراتین، CK، LDH، انقباض شدید عضلانی، ورزشکار

\* نویسنده مسؤول: مهسا صداقت، پست الکترونیکی sedaghat.mahsa61@gmail.com

نشانی: سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سمنان، گروه تربیت بدنی، تلفن ۰۲۳-۳۳۶۵۴۰۴۰، نامبر ۳۳۶۵۴۰۳۶

وصول مقاله: ۱۳۹۶/۱۰/۳، اصلاح نهایی: ۱۳۹۷/۷/۱۶، پذیرش مقاله: ۱۳۹۷/۷/۲۴

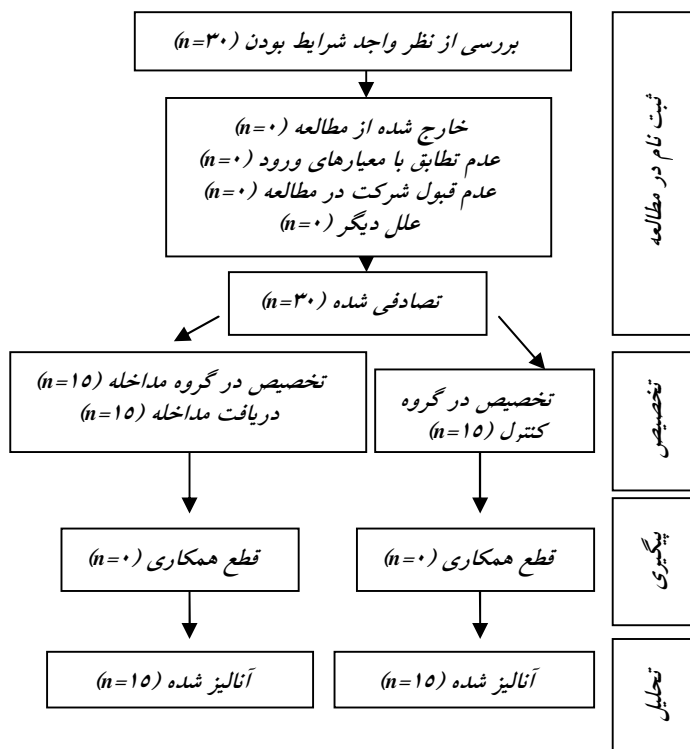
### مقدمه

اکسیداتیو، فعالیت دستگاه ضد اکسایشی بدن نیز فعال‌تر شده و استفاده از برخی مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی به منظور تعدیل فشار اکسایشی حاصله، فعالیت دستگاه ضد اکسایشی بدن را کاهش می‌دهد. متعاقب فشار اکسایشی، آسیب‌های سلولی اتفاق می‌افتد که با شاخص‌هایی از جمله کراتین کیناز (Creatine Kinase: CK) و لاکتات دهیدروژناز (Lactate Dehydrogenase: LDH) اندازه‌گیری می‌شود. از طرفی این کاهش عملکرد سلولی با کاهش عملکرد بدن همراه است (۵). از شاخص CK و LDH به‌عنوان شاخص‌های ارزیابی آسیب سلول استفاده می‌گردد (۷و۶). در مطالعه Sacheck و همکاران پس از فعالیت ورزشی شامل دویدن در سرازیری (به مدت ۴۵ دقیقه، با شدت ۷۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی، به مدت ۱۲ هفته) در هر دو گروه مقادیر MDA و CK آزمودنی‌های جوان و مسن افزایش یافت (۸). نظرات ضد و نقیضی در رابطه با اثرات مصرف مکمل کراتین مونوهیدرات بر شاخص‌های سلامتی افراد

عضلات اسکلتی، بافت اصلی در گیر در فعالیت‌های بدنی هستند. لذا بررسی تغییرات و آسیب‌های وارده بر این بافت طی فعالیت‌های ورزشی گوناگون اهمیت زیادی دارد. بسیاری از ورزشکاران برای افزایش و بهبود عملکرد و اجرای ورزشی در هنگام مسابقه از عوامل کمک‌کننده بی‌شماری مثل تمرینات اختصاصی، تغذیه و مکمل‌های ورزشی نظیر کراتین استفاده می‌کنند. کراتین ترکیبی از دسته ترکیبات پروتئینی است که از سه آمینو اسید متیونین، آرژنین و گلیسین تشکیل می‌گردد. این ماده در بدن به صورت ترکیب فسفات (کراتین فسفات) درآمده و به‌عنوان یکی از منابع ذخیره انرژی به‌ویژه در فعالیت‌ها و ورزش‌های سرعتی و انفجاری به کار می‌رود. بیشتر ذخیره کراتین در ماهیچه‌های اسکلتی قرار دارد (۲و۱). در برخی مطالعات پس از مصرف این مکمل، افزایشی در توان ورزشی ورزشکاران مشاهده نشده است (۳و۴). همزمان با وقوع استرس

دانشگاه آزاد اسلامی واحد سمنان در سال ۱۳۹۵ انجام شد. آزمودنی‌ها توسط آزمون ورزشی هفت مرحله‌ای بروس برای شرکت در مطالعه انتخاب شدند. سپس به شیوه تصادفی در دو گروه ۱۵ نفری مداخله (مصرف مکمل کراتین منوهیدرات) و کنترل (دارونما، پودر نشاسته) قرار گرفتند (شکل یک).

این مطالعه مورد تایید کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد سمنان (IR.SEMUMS.REC.1396.109) قرار گرفت و با کد IRCT20151228025732N27 در مرکز ثبت کارآزمایی‌های بالینی ایران به ثبت رسید. آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه شرکت آگاهانه در مطالعه را تکمیل نمودند.



شکل ۱: نمودار کارآزمایی بالینی

معیارهای ورود به مطالعه شامل جنسیت ورزشکار بودن و جنسیت دختر بودند. معیارهای عدم ورود به مطالعه شامل مصرف سیگاری، استفاده از دارو و مکمل‌های غذایی و رژیم غذایی خاصی طی ششماه گذشته، نوسان وزن کمتر از یک کیلوگرم طی ششماه گذشته، دارا بودن سابقه بیماری‌های مزمن نظیر بیماری‌های قلبی - عروقی، صرع، دیابت، آسم و سایر بیماری‌های متابولیکی و نیز داشتن مشکلات حرکتی یا ناهنجاری‌های ارتوپدی بودند.

قد و وزن افراد، بدون کفش و با کمترین پوشش اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریکی توسط یک نفر با ابزار اندازه‌گیری مشترک انجام شد. برای اندازه‌گیری وزن بدن از ترازوی Seca با دقت ۰/۵ کیلوگرم و برای اندازه‌گیری قد از قدسنج

وجود دارد. برخی مطالعات در این زمینه هیچ خطری را بر سلامتی افراد گزارش نکرده‌اند. برای مثال Cooke و همکاران نشان دادند که با مصرف مکمل کراتین مونیو هیدرات میزان آنزیم CK کاهش معنی‌داری می‌یابد (۹). همچنین Rosene و همکاران نشان دادند که با مصرف مکمل کراتین هیچیک از شاخص‌های سرمی آسیب سلولی (LDH و CK) افزایش پیدا نمی‌کند (۱۰). Poprzecki و همکاران گزارش کردند که مصرف مکمل کراتین اثر معنی‌داری بر شاخص‌های آسیب سلولی ندارد (۱۱). در حالی که آتشک و جعفری گزارش کردند که مصرف مکمل کراتین همراه با تمرین مقاومتی اثر معنی‌داری بر فعالیت CK خواهد داشت (۱۲). Lin و همکاران با بررسی و مقایسه موش‌های صحرایی تمرین نکرده و تمرین کرده (دویدن روی تردمیل با ۷۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی)، افزایش آماری معنی‌داری را در مقادیر LDH، CK، لاکتات و اسیداوریک آزمون‌های تمرین کرده مشاهده نمودند (۷). آسیب‌های عضلانی ناشی از ورزش پس از مقاومت با شدت بالا و ورزش استقامتی رخ می‌دهد (۱۳ و ۱۴). در مطالعه Sousa و همکاران رژیم مکمل درمانی برای تمرینات دارای آسیب عضلانی توصیه شد و استفاده از مکمل‌های غذایی به‌عنوان یک راهکار برای کاهش آسیب‌های عضلانی ناشی از ورزش در نظر گرفته شد (۱۵). اثرات ارگوژنیک کراتین برای بهبود اجرای ورزشی مثل توان انفجاری عضلانی به‌خوبی شناخته شده است (۱۶ و ۱۷). در برخی مطالعات گزارش شده که کراتین سبب کاهش آسیب‌های عضلانی بعد از ورزش شدید و سنگین نمی‌گردد (۳ و ۱۸). در یک مطالعه مروری مشخص گردید مصرف کراتین آسیب عضله را از طریق کاهش پاسخ‌های التهابی و استرس اکسیداتیو کاهش می‌دهد و کراتین شاید از طریق رژیم مکمل برای جلوگیری از آسیب عضله و تسهیل در بازگشت به حالت اولیه پس از فعالیت شدید مفید باشد (۱۹). سطح بالای کراتین در گوشت و ماهی یافت شده و کراتین به‌طور طبیعی عناصر شیمیایی داخلی را که در کلیه و پانکراس و کبد از متیونین، گلیسین و آرژینین سنتز می‌شود را تولید نموده و به داخل خون می‌ریزند (۲۰). در مطالعه Silva و همکاران مکمل کراتین، سبب کاهش استرس اکسیداتیو و التهاب بعد از انقباض اکستریک نگرید (۲۱). با توجه به نتایج متفاوت مصرف آنزیم کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز، این مطالعه به منظور تعیین اثر مصرف مکمل کراتین بر میزان آنزیم کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز متعاقب یک جلسه انقباض‌های شدید عضلانی در دختران ورزشکار انجام شد.

## روش بررسی

این کارآزمایی بالینی دوسوکور روی ۳۰ دختر دانشجوی ورزشکار در محدوده سنی  $21 \pm 3$  سال و وزن  $62 \pm 13$  کیلوگرم

جدول ۱: میانگین و انحراف استاندارد شاخص های آنتروپومتریک و متغیرهای بیوشیمیایی در وضعیت پیش آزمون گروه های کنترل و مداخله

power analysis	p-value	میانگین و انحراف معیار		متغیرها
		گروه کنترل	گروه مداخله	
-	۰/۹۱۱	۲۱/۶±۲/۲۱	۲۱/۸±۲/۱۷	سن (سال)
-	۰/۹۳۲	۱۶۵/۶±۴/۱۵	۱۶۳/۵±۵/۲۲	قد (سانتی متر)
-	۰/۵۳۲	۶۱/۵±۱۲/۳	۶۳/۲±۱۳/۷	وزن (کیلوگرم)
-	۰/۷۵۱	۷۷±۱۰/۴	۷۵±۱۱/۳	محیط شکم (سانتی متر)
-	۰/۶۵۶	۲۲/۴۳±۳/۵۸	۲۳/۴۶±۳/۵۹	شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)
۰/۰۶۱	۰/۶۲۱	۳۲۱±۶۱	۳۱۴±۵۵	کراتین کیناز (IU/L)
۰/۱۱۴	۰/۸۵۲	۱۱۸±۱۲	۱۱۴±۱۱	لاکتات دهیدروژناز (IU/L)

جدول ۲: میانگین و انحراف استاندارد کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز در شرایط قبل و پس از مداخله هوایی گروه های کنترل و مداخله

p-value	p-value	میانگین و انحراف استاندارد		p-value	میانگین و انحراف استاندارد		شاخص ها
		گروه مداخله (n=۱۵)	گروه کنترل (n=۱۵)		گروه مداخله (n=۱۵)	گروه کنترل (n=۱۵)	
بین گروهی در پس آزمون	درون گروهی	پیش آزمون	پس آزمون	درون گروهی	پیش آزمون	پس آزمون	کراتین کیناز (IU/L)
۰/۱۸۳	۰/۲۱۴	۳۲۳±۶۳	۳۱۴±۵۵	۰/۳۱۱	۳۲۸±۴۴	۳۲۱±۶۱	
۰/۲۲۷	۰/۳۲۵	۱۱۹±۱۳	۱۱۴±۱۱	۰/۲۸۳	۱۲۴±۱۴	۱۱۸±۱۲	لاکتات دهیدروژناز (IU/L)

برای آنزیم کراتین کیناز و IU/L ۱۲۰ برای آنزیم لاکتات دهیدروژناز به عنوان نشانگر آسیب سلولی در نظر گرفته شدند.

داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS-16 تجزیه و تحلیل شدند. برای اطمینان از نرمال بودن توزیع داده ها از آزمون کولموگوروف - اسمیرنوف استفاده شد. از آزمون آماری تی مستقل برای مقایسه پیش آزمون ها در دو گروه استفاده شد. همچنین تفاضل بین پیش آزمون ها و پس آزمون ها در دو گروه توسط آزمون تی مستقل با هم مقایسه شدند. از آزمون تی همبسته برای تعیین سطح تغییرات درون گروهی استفاده شد. سطح معنی داری همه آزمون ها کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

#### یافته ها

شاخص های آنتروپومتریک پیش آزمون بین دو گروه کنترل و مداخله تفاوت آماری معنی داری را نشان نداد (جدول یک).

سطح هر یک از متغیرهای وابسته در وضعیت پیش آزمون بین دو گروه کنترل و مداخله تفاوت آماری معنی داری نداشت (جدول یک). تفاوت آماری معنی داری در دلنای CK و LDH بین دو گروه مورد مطالعه یافت نشد. مقادیر CK پس آزمون (۳۲۳±۶۳ IU/L) گروه مداخله در مقایسه با پیش آزمون (۳۱۴±۵۵ IU/L) و نیز مقادیر LDH (۱۱۹±۱۳ IU/L) پس آزمون گروه مداخله در مقایسه با پیش آزمون (۱۱۴±۱۱ IU/L) تفاوت آماری معنی داری نشان ندادند (جدول ۲).

#### بحث

با توجه به نتایج این مطالعه مصرف مکمل کراتین سبب تغییرات آماری معنی داری در سطح CK و LDH گروه مداخله در مقایسه با گروه کنترل نگردید.

در خصوص یافته عدم معنی داری سطح CK در گروه مداخله

دیواری با دقت خطای کمتر ۰/۵ سانتی متر استفاده گردید. شاخص توده بدن توسط تقسیم مجذور قد (متر) بر وزن بدن (کیلوگرم) محاسبه شد.

پس از اندازه گیری شاخص های تن سنجی، تمام افراد متعاقب ۱۰ تا ۱۲ ساعت گرسنگی شبانه در حالت ناشتا بین ساعت های ۸ تا ۹ صبح در آزمایشگاه خون حضور یافتند. پس از ۱۵ دقیقه استراحت، مقدار ۵ میلی لیتر خون از ورید بازویی برای اندازه گیری سطح پایه فعالیت آنزیم های CK و LDH گرفته شد. نمونه های خون برای جداسازی سرم برای مدت یک دقیقه با سرعت ۲۰۰۰ دور بر دقیقه سانتریفیوژ شدند و در دمای ۷۶- درجه سانتی گراد تا زمان اندازه گیری متغیرها نگهداری شدند. سپس افراد مورد مطالعه در گروه مداخله برای مدت ۷ روز مکمل کراتین منویدرات تهیه شده از شرکت پویان (۰/۳ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در ۴ وعده به مدت ۷ روز (۲۲) و گروه کنترل در طول این مدت پودر نشاسته را به عنوان دارونما مصرف نمودند. پس از اتمام دوره مصرف مکمل، هر دو گروه آزمون ورزشی و اماانده ساز Cunningham (۲۳) را اجرا نمودند. این آزمون در زمره آزمون های غیرهوازی کوتاه مدت است که شامل یک دوی شدید و بیشینه بر روی نوار گردان با شیب ۲۰ درصد و سرعت ۸ مایل در ساعت است. متعاقب ۲۴ ساعت پس از اجرای آزمون ورزشی Cunningham، نمونه گیری خون مجدداً (ناشتا) با هدف اندازه گیری میزان فعالیت CK و LDH به عمل آمد. به آزمودنی ها تاکید شد که در فاصله ۲۴ ساعت قبل از اجرای آزمون از فعالیت فیزیکی شدید خودداری نمایند.

میزان فعالیت CK و LDH به روش رنگ سنجی شیمیایی بر اساس واکنش ژافه با استفاده از کیت شرکت پارس آزمون (تهران) توسط دستگاه اتو آنالیزر RA1000 تعیین شد. مقادیر IU/L ۳۲۰

موجب پارگی سارکولم و افزایش نفوذپذیری آن و در نهایت باعث ترشح بیشتر آنزیم LDH به درون خون شده است و احتمالاً کراتین بر تثبیت غشاء سلول عضلانی تاثیر مثبتی نداشته و نمی‌تواند از افزایش میزان فعالیت LDH در اثر ورزش جلوگیری کند. در نتیجه، میزان ترشح آنزیم به درون خون پس از ورزش کاهش نمی‌یابد (۳ و ۱۱ و ۱۸). نتایج مطالعه حاضر با برخی مطالعات (۹ و ۱۰ و ۱۲ و ۱۹) همخوانی ندارد. براساس این مطالعات کراتین با افزایش پایداری غشاء از ترشح بیشتر آنزیم‌ها به بیرون از غشاء سلول ممانعت نموده است. به این معنی که مصرف کراتین، ممکن است از افزایش میزان فعالیت آنزیم جلوگیری نماید. علت این تناقض ممکن است ناشی از اختلاف شیوه مصرف کراتین و نوع تمرین ورزشی یا جنسیت آزمودنی‌ها در این مطالعه با مطالعات دیگر باشد. برخی دیگر از محدودیت‌های مطالعه حاضر را می‌توان مربوط به عدم کنترل فعالیت‌های جسمانی افراد و جنسیت نمونه‌ها از لحاظ مشارکت همه جانبه و عدم کنترل میزان استراحت و خواب و تغذیه افراد بیان نمود. به طور کلی با توجه به مطالعات صورت گرفته در زمینه مکمل کراتین منویدرات مشخص می‌شود که این مکمل اثرات مثبت روی توده بدنی ورزشکاران و سطح اجرای آنان دارد؛ اما این نتایج مثبت به گروه خاصی از افراد قابل تعمیم است. تحقیقات کمی در این حوزه انجام شده، بنابراین اظهارنظرها در این مورد قطعی نیست و ممکن است در آینده تغییر نماید. با در نظر گرفتن همه جوانب موضوع، در تحقیقات تاکنون اثرات جانبی برای مکمل کراتین منویدرات نیافته‌اند. اگرچه همان‌طور که قبلاً گفته شد؛ این تحقیقات دارای محدودیت‌هایی بوده و برای نتیجه‌گیری قطعی بایستی مطالعات بیشتری صورت پذیرد.

### نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که مصرف یک دوره ۷ روزه مکمل کراتین بر مقادیر کراتین کیناز و لاکتات دهیدروژناز متعاقب متعاقب یک جلسه انقباض‌های شدید عضلانی در دختران ورزشکار اثری ندارد.

### تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی (شماره ۱۲۸۹۵۱۲۱۰۰۰۸) مصوب دانشگاه آزاد اسلامی واحد سمنان بود. بدین وسیله از همه اساتید و همکاران پژوهشی و دانشجویان شرکت کننده در مطالعه سپاسگزاری می‌گردد.

### References

1. Chrusch MJ, Chilibeck PD, Chad KE, Davison KS, Burke DG. Creatine supplementation combined with resistance training in older men. *Med Sci Sports Exerc.* 2001 Dec; 33(12): 2111-17.
2. Shao A, Hathcock JN. Risk assessment for creatine monohydrate. *Regul Toxicol Pharmacol.* 2006 Aug; 45(3): 242-51.

(مصرف مکمل کراتین)، با برخی مطالعات همسو است (۳ و ۱۱ و ۱۸ و ۲۱). احتمالاً کراتین نه تنها بر تثبیت غشاء سلول عضلانی تاثیر مثبتی نداشته و نمی‌تواند از نفوذپذیری بیشتر آن در اثر انجام ورزش جلوگیری کند؛ بلکه بارگیری کراتین خود موجب افزایش میزان فعالیت CK هم می‌شود. در نتیجه میزان ترشح آنزیم به درون خون پس از ورزش افزایش می‌یابد و در نهایت آسیب سلولی هم زیاد می‌شود. این یافته با برخی مطالعات همسو نیست. به طور مثال در برخی مطالعات با مصرف مکمل کراتین منویدرات میزان آنزیم CK کاهش معنی‌داری یافت (۹) و یا در مطالعه‌ای دیگر با مصرف مکمل کراتین هیچیک از شاخص‌های سرمی آسیب سلولی (LDH و CK) افزایش نیافت (۱۰). همچنین آتشک و جعفری گزارش کردند که مصرف مکمل کراتین همراه با تمرین مقاومتی اثر معنی‌داری بر فعالیت CK خواهد داشت (۱۲). احتمالاً کراتین با افزایش پایداری غشاء از نشر آنزیم‌ها به بیرون از غشاء سلول ممانعت می‌کند. به این معنی که احتمالاً بارگیری و مصرف کراتین می‌تواند از افزایش میزان فعالیت آنزیم CK جلوگیری کند. این یافته‌ها با نتایج مطالعه حاضر همخوانی ندارد. علت احتمالی آن ممکن است تفاوت در شیوه مصرف مکمل کراتین یا پروتکل تمرینی باشد. در هر حال، مصرف مکمل کراتین بر میزان تغییرات فعالیت آنزیم CK معنی‌دار نبود دلیل آن می‌تواند به محدودیت‌های تحقیق مربوط باشد. با توجه به این که در تحقیق حاضر میزان فعالیت CK کل سرمی، ملاک ارزیابی بود؛ لذا عدم اندازه‌گیری ایزوآنزیم‌های CK از محدودیت‌های این مطالعه محسوب می‌شود.

با توجه به نتایج این مطالعه مصرف مکمل کراتین سطح LDH را نسبت به گروه کنترل دستخوش تغییر معنی‌داری نکرد. این یافته با برخی از مطالعات (۳ و ۱۱ و ۱۸ و ۲۱) همخوانی دارد. بنابراین مصرف کراتین بر میزان فعالیت آنزیم LDH تاثیر معنی‌داری نداشت. این مطالعات نیز عدم تاثیر مصرف کراتین و فعالیت‌های ورزشی را بر میزان فعالیت LDH گزارش کردند. به طور مثال در مطالعه Rawson و همکاران تحت عنوان اثر مکمل کراتین بر شاخص‌های تخریب عضله، پس از ورزش برون‌گرای شدید روی ۲۳ نفر آزمودنی جوان دریافت که میزان آنزیم‌های CK و LDH به طور معنی‌داری افزایش یافتند (۱۸). به علاوه مشخص شده که اوج فعالیت این آنزیم در سرم، ۸ ساعت بعد از فعالیت ورزشی دیده شده است. در همین راستا در مطالعه حاضر، خونگیری و اندازه‌گیری فعالیت آنزیم LDH ۲۴ ساعت بعد از فعالیت و آماده‌سازی انجام شد. احتمالاً این فعالیت‌ها

doi: 10.1016/j.yrtph.2006.05.005

3. McKinnon NB, Graham MT, Tiidus PM. Effect of creatine supplementation on muscle damage and repair following eccentrically-induced damage to the elbow flexor muscles. *J Sports Sci Med.* 2012 Dec; 11(4): 653-59.

4. Rawson ES, Conti MP, Miles MP. Creatine supplementation does not reduce muscle damage or enhance recovery from resistance exercise. *J Strength Cond Res.* 2007 Nov; 21(4): 1208-13. doi: 10.1519/R-21076.1
5. Clanton TL, Zuo L, Klawitter P. Oxidants and skeletal muscle function: physiologic and pathophysiologic implications. *Proc Soc Exp Biol Med.* 1999 Dec; 222(3): 253-62.
6. Balogh N, Gaál T, Ribiczeyné PS, Petri A. Biochemical and antioxidant changes in plasma and erythrocytes of pentathlon horses before and after exercise. *Vet Clin Pathol.* 2001; 30(4): 214-18.
7. Lin WT, Yang SC, Tsai SC, Huang CC, Lee NY. L-Arginine attenuates xanthine oxidase and myeloperoxidase activities in hearts of rats during exhaustive exercise. *Br J Nutr.* 2006 Jan; 95(1): 67-75.
8. Satchek JM, Milbury PE, Cannon JG, Roubenoff R, Blumberg JB. Effect of vitamin E and eccentric exercise on selected biomarkers of oxidative stress in young and elderly men. *Free Radic Biol Med.* 2003 Jun; 34(12): 1575-88.
9. Cook MB, Rybalka E, Williams AD, Cribb PJ, Hayes A. Creatine supplementation enhances muscle force recovery after eccentrically-induced muscle damage in healthy individuals. *J Int Soc Sports Nutr.* 2009; 6: 13. doi: 10.1186/1550-2783-6-13
10. Rosene J, Matthews T, Ryan C, Belmore K, Bergsten A, Blaisdell J, et al. Short and longer-term effects of creatine supplementation on exercise induced muscle damage. *J Sports Sci Med.* 2009 Mar; 8(1): 89-96.
11. Poprzecki S, Zajac A, Czuba M, Waskiewicz Z. The effects of terminating creatine supplementation and resistance training on anaerobic power and chosen biochemical variables in male subjects. *J Hum Kinet.* 2009; 20(1): 99-110. <https://doi.org/10.2478/v10078-008-0022-x>
12. Atashak S, Jafari A. Effect of short-term creatine monohydrate supplementation on indirect markers of cellular damage in young soccer players. *Science and Sports.* 2012; 27(2): 88-93. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2011.06.001>
13. Santos RV, Bassit RA, Caperuto EC, Costa Rosa LF. The effect of creatine supplementation upon inflammatory and muscle soreness markers after a 30km race. *Life Sci.* 2004 Sep; 75(16): 1917-24. doi: 10.1016/j.lfs.2003.11.036
14. Veggi K FT, Machado M, Koch AJ, Santana SC, Oliveira SS, Stec MJ. Oral creatine supplementation augments the repeated bout effect. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2013 Aug; 23(4):378-87.
15. Sousa M, Teixeira VH, Soares J. Dietary strategies to recover from exercise-induced muscle damage. *Int J Food Sci Nutr.* 2014 Mar; 65(2): 151-63. doi: 10.3109/09637486.2013.849662
16. Claudino JG, Mezêncio B, Amaral S, Zanetti V, Benatti F, Roschel H, et al. Creatine monohydrate supplementation on lower-limb muscle power in Brazilian elite soccer players. *J Int Soc Sports Nutr.* 2014 Jun; 11: 32. doi: 10.1186/1550-2783-11-32
17. Zuniga JM, Housh TJ, Camic CL, Hendrix CR, Mielke M, Johnson GO, et al. The effects of creatine monohydrate loading on anaerobic performance and one-repetition maximum strength. *J Strength Cond Res.* 2012 Jun; 26(6): 1651-56. doi: 10.1519/JSC.0b013e318234eba1
18. Rawson ES, Gunn B, Clarkson PM. The effects of creatine supplementation on exercise-induced muscle damage. *J Strength Cond Res.* 2001 May; 15(2): 178-84.
19. Kim J, Lee J, Kim S, Yoon D, Kim J, Jun Sung D. Role of creatine supplementation in exercise-induced muscle damage: A mini review. *J Exerc Rehabil.* 2015 Oct; 11(5): 244-55. doi: 10.12965/jer.150237
20. D'Antona G, Nabavi SM, Micheletti P, Di Lorenzo A, Aquilani R, Nisoli E, et al. Creatine, L-carnitine, and 3 polyunsaturated fatty acid supplementation from healthy to diseased skeletal muscle. *Biomed Res Int.* 2014; 2014: 613890. doi: 10.1155/2014/613890
21. Silva LA, Tromm CB, Da Rosa G, Bom K, Luciano TF, Tuon T, et al. Creatine supplementation does not decrease oxidative stress and inflammation in skeletal muscle after eccentric exercise. *J Sports Sci.* 2013; 31(11): 1164-76. doi: 10.1080/02640414.2013.773403
22. Volek JS, Rawson ES. Scientific basis and practical aspects of creatine supplementation for athletes. *Nutrition.* 2004 Jul-Aug; 20(7-8): 609-14. doi: 10.1016/j.nut.2004.04.014
23. Cunningham D, Faulkner J. The effect of training on aerobic and anaerobic metabolism during a short exhaustive run. *Medicine and Science in Sports.* 1969 Jun; 1(2): 65-69.