

تأثیر تعاملی تمرین با وزنه و بارگیری کراتین بر شاخص‌های سرمی آسیب سلولی مردان غیرورزشکار

جبار بشیری^{۱*}، عباسعلی گائینی^{**}، حجت اله نیکبخت^{***}، حمداله هادی^{****}، مهدی بشیری^{****}

* عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز

** استاد دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران

*** دانشیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات

**** مدرس دانشگاه آزاد اسلامی تبریز و کارشناس ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی

تاریخ دریافت مقاله: ۸۷/۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۷/۸

چکیده

امروزه تمرینات با وزنه (بدنسازی) و مصرف مکمل کراتین مونوهیدرات جهت بهبود عملکرد ورزشی و افزایش توده عضلانی در بین جوانان شیوع زیادی پیدا کرده است. با توجه به وجود تناقضات، ابهامات و نگرانی‌ها درباره‌ی فواید و آثار جانبی مصرف کراتین، تحقیق حاضر به منظور تعیین تأثیر تعاملی تمرین با وزنه و مصرف کراتین بر میزان فعالیت آنزیم‌های LDH و CK (آنزیم‌های شاخص آسیب سلولی) در سرم ۴۰ نفر دانشجوی مرد غیرورزشکار (با میانگین سنی $23/02 \pm 2/23$ سال؛ وزن $73/13 \pm 8/75$ کیلوگرم و قد $176/02 \pm 5/91$ سانتی متر) در قالب طرح نیمه تجربی چهار گروهی (تمرین باوزنه- کراتین، تمرین باوزنه- دارونما، کراتین و کنترل) دوسویه کور با جایگزینی تصادفی، انجام شد. گروه‌های تمرین باوزنه- کراتین و تمرین باوزنه- دارونما به مدت پنج روز به تمرین‌های با وزنه (با شدت ۷۵٪ یک تکرار بیشینه) پرداختند که در کنار آن کراتین و آرد گندم [۰/۳ گرم از هر کدام به ازای هر کیلوگرم وزن بدن (تقریباً ۲۰ گرم در روز)] نیز مصرف کردند. گروه کراتین در مدت مذکور فقط به همان مقدار کراتین مصرف کردند. گروه کنترل بدون شرکت در تمرین با وزنه و مصرف کراتین فقط در پیش آزمون و پس آزمون شرکت کردند. نمونه‌های خونی ۲۴ ساعت قبل از اولین جلسه تمرینی و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی اخذ و با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر میزان فعالیت آنها، اندازه‌گیری شد. برای اطلاع از تأثیر متغیرهای مستقل بر شاخص‌های سرمی آسیب سلولی، از تحلیل واریانس ANOVA و آزمون تعقیبی توکی در سطح معنی داری ۰/۰۵ استفاده شد. یافته‌ها نشان داد هر چند تمرین با وزنه به عنوان یک عامل اصلی میزان فعالیت LDH را به طور معنی داری تغییر (افزایش) داد ($p = 0/001$)، ولی مصرف کراتین تأثیر معنی داری بر میزان فعالیت LDH نداشت ($p = 0/77$). این در حالی است که تمرین با وزنه و مصرف کراتین بر میزان فعالیت CK تأثیر متقابل معنی داری داشتند ($p = 0/001$). همچنین، هر دو عامل اصلی (تمرین با وزنه و بارگیری کراتین) میزان فعالیت CK را به طور معنی داری تغییر (افزایش) دادند. در نتیجه، می‌توان گفت بارگیری کراتین

ممکن است موجب تغییرات نامطلوب برخی از شاخص‌های سرمی آسیب سلولی (افزایش میزان فعالیت CK) بشود؛ ولی، جهت روشن شدن قطعی تأثیر تعاملی تمرین با وزنه و بارگیری کراتین بر آسیب‌های سلولی، به تحقیقات بیشتری نیاز هست. واژه های کلیدی: تمرین با وزنه، بارگیری کراتین، آنزیم‌های شاخص سرمی آسیب سلولی، مردان غیرورزشکار.

مقدمه

تمرین با وزنه یکی از ورزش‌های پرطرفدار جوانان است که در اکثر رشته‌های ورزشی نیز برای تقویت عضلانی از آن استفاده می‌شود (۱۰). تمرین با وزنه همانند هر فعالیت بدنی به سوخت و ساز خاصی در بدن نیاز داشته و در اثر انجام آن، میزان سوخت و ساز احتمالاً زیاد می‌شود. بنابراین، فعالیت آنزیم‌ها- یکی از اجزای حیاتی سوخت و ساز درون سلولی- متناسب با افزایش شدت تمرین، افزایش می‌یابد (۷). در حالت طبیعی آنزیم‌های CK و LDH (آنزیم‌های شاخص سرمی آسیب سلولی)، در درون غشاء سلول محصور هستند، ولی، ممکن است به خاطر پارگی غشاء سلول، القاء سنتز آنزیم، افزایش تکثیر سلولی و افزایش روند تخریب سلولی میزان رهایش آنها در خون افزایش پیدا کند (۱۸، ۱۷، ۵). همچنین، اکثر ورزشکاران در کنار تمرین با وزنه از مکمل‌های ورزشی، به خصوص کراتین، با هدف بهبود عملکرد، افزایش توده بدون چربی و وزن عضلانی و در نتیجه افزایش قدرت که لازمه موفقیت در اکثر رشته‌های ورزشی می‌باشد، استفاده می‌کنند (۱۰، ۲). مصرف کراتین در کنار تمرین با وزنه ممکن است تأثیرات گوناگونی بر شاخص‌های سرمی آسیب سلولی بگذارد. بدین لحاظ این موضوع مورد توجه محققین قرار گرفته است. اکثر تحقیقات قبلی تأثیر تمرین و فعالیت با وزنه بر میزان فعالیت آنزیم‌ها را افزایش معنی‌دار گزارش کرده‌اند. برای مثال، لیو^۱ و همکارانش (۲۰۰۵) تأثیر تمرین مقاومتی طولانی مدت و یک هفته تمرین مقاومتی شدید بر میزان فعالیت CK را افزایش معنی‌دار گزارش کردند (۱). همچنین، کلارکسون^۲ و همکارانش (۲۰۰۶) گزارش کردند میزان فعالیت آنزیم‌های CK و LDH بر اثر انقباض‌های برون‌نگرای تاکننده‌های آرنج، افزایش معنی‌داری داشت (۱۸) ولی، نتایج تحقیقات در رابطه با تأثیر مصرف کراتین در کنار تمرین با وزنه بر شاخص‌های سرمی آسیب سلولی همسو نمی‌باشد. برای مثال، کوک (۲۰۰۵) تأثیر تمرین مقاومتی و بارگیری و مصرف کراتین را بر میزان فعالیت آنزیم‌های CK و LDH بررسی و تأثیر مصرف و بارگیری کراتین در کنار تمرین مقاومتی بر میزان فعالیت این آنزیم‌ها را کاهش معنی‌داری گزارش کرد (۹). همچنین سانتوز و همکارانش (۲۰۰۴) گزارش کردند بارگیری کراتین همزمان با مسابقه‌ی دوچرخه سواری ۳۰ کیلومتر، میزان فعالیت CK و LDH را به طور معنی‌داری کاهش می‌دهد. بنابراین، اعلام کردند کراتین احتمالاً از افزایش میزان فعالیت CK و LDH ناشی از ورزش جلوگیری می‌کند (۱۶). در مقابل، یافته‌های برخی تحقیقات نشان می‌دهد مصرف کراتین در کنار تمرینات ورزشی احتمالاً موجب افزایش میزان فعالیت این آنزیم‌ها شود. به این معنی که کراتین نه تنها از افزایش آنزیم‌های شاخص سرمی آسیب سلولی (CK و LDH) جلوگیری نمی‌کند، بلکه مصرف آن احتمالاً موجب افزایش آنها هم می‌شود. با این حال، برخی از مطالعات اشاره داشته‌اند که افزایش توده و محتوی آب سلولی ناشی از مصرف مکمل

۱. Liu

۲. Clarkson

کراتین ممکن است در ایجاد تورم سلولی^۱ و کاهش ناپایداری غشای سلولی و نشت آنزیم‌های درون سلولی به داخل خون دخالت داشته باشد (۱). این در حالی است که راوسون و همکارانش (۲۰۰۱ و ۲۰۰۷) گزارش کردند مصرف کراتین در کنار تمرین مقاومتی بر میزان فعالیت CK و LDH تأثیر معنی‌داری ندارد. بنابراین، عنوان کردند افزایش شاخص‌های سرمی آسیب سلولی ناشی از تمرین مقاومتی است و کراتین بر شاخص‌های سرمی آسیب سلولی تأثیر معنی‌داری ندارد (۱۴،۱۳). همچنین، رایبسون و همکارانش (۲۰۰۰) و پرسکی و همکارانش (۲۰۰۷) نشان دادند کراتین هیچ‌گونه تأثیر معنی‌داری بر میزان فعالیت CK ندارد (۱۵).

به نظر می‌رسد کراتین عامل نیروزای طبیعی، سالم و مؤثر برای افزایش عملکرد فعالیت ورزشی و یا سازگاری در انواع مختلف ورزش‌ها باشد. اما، به دلیل شیوع مصرف کراتین، هنوز ابهامات و نگرانی‌هایی درباره‌ی فواید و آثار جانبی از جمله تأثیر مکمل‌سازی کوتاه و بلندمدت بر شاخص‌های سرمی آسیب سلولی وجود دارد (۱۴،۱۳). هرچند بیشتر تحقیقات سودمندی و انرژی‌زا بودن کراتین را گزارش کرده‌اند (۹،۱۶)، این بحث می‌تواند گمراه‌کننده باشد، زیرا برای روشن شدن فواید و عوارض جانبی آن به تحقیقات بیشتری نیاز است. بدین لحاظ، سئوالات بی‌جواب زیادی در مورد کراتین وجود دارد. برای مثال، آیا بارگیری کراتین بر آنزیم‌های شاخص سرمی آسیب سلولی تأثیر معنی‌داری دارد؟ آیا بارگیری کراتین در کنار تمرین با وزنه می‌تواند از تغییرات نامطلوب (افزایش) میزان شاخص‌های سرمی آسیب سلولی ناشی از ورزش جلوگیری کند؟ بنابراین، با توجه به ساز و کار نامشخص بروز آسیب‌های سلولی ناشی از بارگیری مکمل کراتین مونوهیدرات در کنار تمرین با وزنه و تناقضات موجود در یافته‌های قبلی در رابطه با تغییرات آنزیم‌های سرمی، این تحقیق قصد داشت تا تأثیر تعاملی تمرین با وزنه و بارگیری کراتین بر آنزیم‌های شاخص آسیب سلولی (CK و LDH) سرم مردان غیرورزشکار را تعیین کند.

روش تحقیق

پژوهش حاضر در قالب طرح نیمه تجربی چهار گروهی دو سویه کور با جایگزینی تصادفی انجام شد. نمونه‌های تحقیق شامل ۴۰ نفر دانشجوی مرد (با میانگین و انحراف استاندارد سنی $23/02 \pm 2/23$ سال؛ وزن $73/13 \pm 8/75$ کیلوگرم و قد $176/02 \pm 5/91$ سانتی متر) غیرورزشکار (طی سه سال گذشته به صورت منظم در فعالیت‌های ورزشی شرکت نداشته و هیچ نوع مکملی استفاده نکرده بودند) بودند که هیچ یک از آزمودنی‌ها سابقه ورزشی منظم و مصرف مکمل کراتین قبل از اجرای تحقیق را نداشته و فاقد سابقه بیماری‌های کلیوی، قلبی، کبدی، دیابت و یا هر گونه آسیب یا مشکل جسمانی بودند. چند روز قبل از شروع آزمون، آزمودنی‌ها با حضور در سالن بدنسازی از اهداف تحقیق، چگونگی مراحل مختلف تحقیق، تعداد خون‌گیری‌ها، روش تمرینی، نحوه مصرف مکمل، نحوه اجرای تمرین با وزنه، آسیب‌های احتمالی ناشی از تحقیق و ... مطلع شدند. همچنین آزمودنی‌ها رضایت نامه کتبی، پرسشنامه‌ی سوابق ورزشی و بیماری را نیز تکمیل کرده و قد، وزن، درصد چربی بدنشان به منظور همگن‌سازی گروه‌ها اندازه‌گیری شد. افراد منتخب، پس از تعیین وضعیت آمادگی جسمانی و اندازه‌گیری برخی از شاخص‌های فیزیکی، فیزیولوژیکی و مقادیر پایه‌ی فعالیت آنزیم‌ها، به

۱. Cell swelling

صورت تصادفی در چهار گروه تمرین باوزنه- کراتین (۱۰ نفر)، تمرین باوزنه- دارونما (۱۰ نفر)، کراتین (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) جایگزین شدند.

آزمودنی‌های دو گروه تمرین باوزنه- کراتین و تمرین باوزنه- دارونما به مدت پنج روز به تمرین‌های با وزنه [شامل شش ایستگاه پرس سینه با هالتر، پرس پا با دستگاه، جلو بازو با هالتر، پشت بازو با سیمکش، زیربغل با سیمکش از پشت و سرشانه با دمبل و هر حرکت در هر جلسه شامل سه نوبت (با فاصله استراحتی ۶۰-۹۰ ثانیه بین نوبت‌ها) ده تکراری با شدت ۷۵٪ یک تکرار بیشینه و با فاصله استراحتی یک تا سه دقیقه بین ایستگاه‌ها] (۳،۲) پرداختند که در کنار آن کراتین (کراتین مونوهیدرات تهیه شده از شرکت پویان^۱) و آرد گندم [۰/۳ گرم از هر کدام به ازای هر کیلوگرم وزن بدن (تقریباً ۲۰ گرم در روز در چهار وعده پنج گرمی)] به همراه ۲۵۰ سی سی آب انگور شرکت مونه نیز مصرف کردند. گروه کراتین در مدت مذکور فقط کراتین [۰/۳ گرم کراتین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن (تقریباً ۲۰ گرم در روز در چهار وعده پنج گرمی)] مصرف کرد (۹،۱۲،۱۶،۲۰). گروه کنترل بدون شرکت در تمرین با وزنه و مصرف کراتین فقط در پیش‌آزمون و پس‌آزمون شرکت کردند. برای تعیین یک تکرار بیشینه از فرمول زیر استفاده شد (۳):

وزنه جابجا شده (کیلوگرم)

$$\text{یک تکرار بیشینه} = \frac{[170278 \times 0.0278 \text{ (تعداد تکرار خستگی)} - 170278]}{}$$

همچنین، رژیم غذایی آزمودنی‌ها از طریق فرم یاد آمد خوراکی رژیم غذایی حداقل یک هفته قبل از شروع قرارداد تمرینی تا پایان پروژه تحت کنترل بوده و با اطلاع رسانی به شیوه سخنرانی و ارائه برگه راهنما در جهت مشابه‌سازی رژیم غذایی آزمودنی‌ها، با استفاده از اصول هرم غذایی همسان سازی به عمل آمد.

از همه آزمودنی‌ها خواسته شد تا یک روز (۲۴ ساعت) قبل از شروع قرارداد تحقیق، جهت انجام نمونه‌گیری خونی اولیه به منظور به دست آوردن میزان پایه فعالیت آنزیم‌های LDH و CK در سرم خون در ساعات اولیه صبح در محل آزمایشگاه حضور به هم رسانند. همچنین، کلیه آزمودنی‌ها موظف بودند تا دو روز قبل از خون‌گیری اولیه هیچ نوع مكملی مصرف نکرده و هیچ گونه فعالیت ورزشی انجام ندهند. در نهایت یک روز (۲۴ ساعت) پس از اتمام قرارداد به منظور تعیین تأثیر تمرین با وزنه و بارگیری کراتین بر شاخص‌های سرمی آسیب سلولی مورد نظر مجدداً از همه آزمودنی‌ها خون‌گیری به عمل آمد. روش خون‌گیری به این ترتیب بود، که ابتدا پس از ورود آزمودنی‌ها به محل آزمایشگاه هر یک به مدت پنج دقیقه بر روی صندلی نشسته سپس توسط شخص ماهر مقدار پنج میلی‌لیتر خون (بدون اضافه کردن ماده ضد انعقاد جهت جداسازی سرم) از محل ورید آنتی‌کوبیتال آزمودنی‌ها با استفاده از سرنگ‌های ساخت شرکت سوها گرفته شد. سپس سرم توسط دستگاه سانتریفوژ ساخت شرکت سهند جدا شد. در نهایت برای تعیین میزان فعالیت آنزیم‌های LDH و CK با استفاده از کیت‌های شرکت پارس و به کمک دستگاه اتوآنالایزر RA-۱۰۰۰ ساخت شرکت تکنیک کام^۲ آمریکا،

۱ . Pooyan Nutrition Company (PNC)

۲ . Technicon

اندازه‌گیری شد. داده‌های حاصل از تحقیق حاضر، ابتدا برای مشخص شدن توزیع طبیعی داده‌ها، توسط آزمون کلموگراف-اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفت و سپس برای تجزیه و تحلیل اطلاعات بدست آمده، از آمار توصیفی و استنباطی (آزمون تحلیل واریانس ANOVA و آزمون تعقیبی توکی) در سطح معنی‌داری $P < 0.05$ استفاده شد. کلیه محاسبات آماری و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار SPSS ۱۵ و Excel انجام گرفت.

نتایج

میانگین و انحراف استاندارد شاخص‌های اندازه گرفته شده در جدول یک ارائه شده است. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد میزان فعالیت LDH در گروه تمرین باوزنه- کراتین و تمرین باوزنه- دارونما، نسبت به گروه‌های کراتین و کنترل افزایش معنی‌داری داشت ($P=0.0001$ و $P=0.0001$). در حالی که، میزان فعالیت آنزیم LDH در گروه تمرین باوزنه- کراتین نسبت به گروه تمرین باوزنه- دارونما تفاوت (افزایش) معنی‌داری نداشت ($P=0.765$). همچنین، میزان فعالیت آنزیم LDH گروه کراتین نسبت به گروه کنترل افزایش معنی‌داری نداشت ($P=0.797$). بنابراین بین اعمال تمرین باوزنه و مصرف کراتین بر میزان فعالیت LDH هیچ گونه اثر متقابل معنی‌داری مشاهده نشد ($P=0.177$). با این حال، تمرین باوزنه به عنوان یک عامل اصلی موجب افزایش معنی‌دار میزان فعالیت LDH شد ($P=0.0001$). ولی، مصرف کراتین به عنوان عامل اصلی دیگر میزان فعالیت LDH را تغییر (افزایش) معنی‌داری نداد ($P=0.071$). در حالی که، یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد بین اعمال تمرین با وزنه و مصرف کراتین بر میزان فعالیت آنزیم CK تأثیر متقابل معنی‌داری وجود داشت ($P=0.0001$). تمرین با وزنه به عنوان یک عامل اثرگذار میزان فعالیت آنزیم CK را تغییر (افزایش) معنی‌داری داد ($P=0.0001$). همچنین، مصرف کراتین به عنوان عامل اثرگذار دیگر، میزان فعالیت CK را تغییر (افزایش) معنی‌داری داد ($P=0.0001$) (جدول دو).

جدول ۱. نتایج شاخص‌های اندازه‌گیری شده قبل و بعد از اعمال متغیرهای مستقل به تفکیک گروه‌ها

شاخصها	گروهها	تمرین- کراتین (T-Cr) n=10	تمرین- دارونما (T-Pl) n=10	کراتین (Cr) n=10	کنترل (C) n=10
LDH (واحد بین المللی در لیتر)	قبل از تمرین	۲۰۱/۲۰±۶۲/۳۸	۲۰۱/۹۰±۷۸/۵۰	۲۲۴/۱۰±۷۰/۳۷	۲۰۱/۹۰±۳۹/۷۸
	بعد از تمرین	۳۶۲/۲۰±۸۷/۶۷	۳۴۹/۳۰±۶۰/۶۶	۲۳۹/۹۰±۵۷/۹۷	۲۲۹±۲۵/۸۹
	دامنه اختلاف	۱۶۴/۹۰	۱۴۷/۴۰	۱۵/۸۰	۲۷/۱۰
CK (واحد بین المللی در لیتر)	قبل از تمرین	۱۴۳/۴۰±۸۷/۳۵	۱۳۰/۷۰±۲۵/۲۶	۱۳۲/۱۰±۳۱/۹۹	۱۳۳/۵±۳۱/۶۶
	بعد از تمرین	۴۳۰/۷۰±۲۲۵/۶۸	۱۹۶/۵۰±۴۰/۰۹	۱۳۸/۷۰±۳۳/۰۲	۱۳۷/۴۰±۳۶/۹۱
	دامنه اختلاف	۲۸۷/۳۰	۶۵/۸۰	۶/۶۰	۳/۹۰

جدول ۲. اثر تعاملی عامل‌ها بر میزان فعالیت آنزیم‌ها (واحد بین المللی در لیتر) بعد از اعمال متغیرهای مستقل با استفاده از آزمون تحلیل واریانس دوطرفه

عاملها	آماره	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	مقدار P
آنزیم LDH (واحد بین المللی در لیتر)	تمرین	۱۸۰۴۹۹/۲۲۵	۱	۱۸۰۴۹۹/۲۲۵	۸۷/۸۶۴	۰/۰۰۰۱*
	مکمل	۷۱۰۲/۲۲۵	۱	۷۱۰۲/۲۲۵	۳/۴۵۷	۰/۰۷۱
	تمرین * مکمل	۳۹۰۰/۶۲۵	۱	۳۹۰۰/۶۲۵	۱/۸۹۹	۰/۱۷۷
	خطا	۷۳۹۵۴/۹۰۰	۳۶	۲۰۵۴/۳۰۳		
آنزیم CK (واحد بین المللی در لیتر)	تمرین	۲۸۴۷۶۵/۶۲۵	۱	۲۸۴۷۶۵/۶۲۵	۴۹/۷۲۵	۰/۰۰۰۱*
	مکمل	۱۰۸۲۶۴/۰۲۵	۱	۱۰۸۲۶۴/۰۲۵	۱۸/۹۰۵	۰/۰۰۰۱*
	تمرین * مکمل	۱۰۱۷۰۷/۲۲۵	۱	۱۰۱۷۰۷/۲۲۵	۱۷/۷۶۰	۰/۰۰۰۱*
	خطا	۲۰۶۱۶۶/۱۰۰	۳۶	۵۷۲۶/۸۳۶		

* تأثیر معنی‌دار در سطح $\alpha < 0.05$

بحث و نتیجه گیری

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، بین اعمال تمرین باوزنه و مصرف کراتین بر میزان فعالیت LDH هیچ گونه تأثیر متقابل معنی داری مشاهده نشد. با این حال، تمرین با وزنه به عنوان یک عامل اصلی، تأثیر (افزایش) معنی داری بر میزان فعالیت LDH گذاشت. ولی، مصرف کراتین به عنوان عامل اصلی دیگر بر میزان فعالیت LDH تأثیر (افزایش یا کاهش) معنی داری نداشت. تحقیقات متعددی نیز بی تأثیر بودن همزمانی مصرف کراتین، تمرین و فعالیت ورزشی را بر میزان فعالیت LDH گزارش کردند (۱۰،۱۱،۱۲). برای مثال راوسون و همکارانش (۲۰۰۱ و ۲۰۰۷) افزایش معنی دار میزان فعالیت LDH را بعد از فعالیت ورزشی استریک با شدت بالا، پنج ست و ۱۵-۲۰ تکرار با ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه ناشی از فعالیت ورزشی گزارش کرده‌اند و کراتین به عنوان یک عامل اثرگذار بر میزان فعالیت LDH تأثیر (افزایش یا کاهش) معنی داری نداشت. همچنین، کراتین نتوانست از افزایش میزان فعالیت LDH ناشی از تمرین با وزنه جلوگیری کند. به علاوه، مشخص شده است که اوج فعالیت این آنزیم در سرم، هشت ساعت بعد از فعالیت ورزشی دیده شده است. در حالی که در مطالعه حاضر، خون گیری و اندازه گیری فعالیت آنزیم لاکتات دهیدروژناز ۲۴ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین با وزنه انجام شد. بنابراین، این گونه فعالیت‌ها احتمالاً موجب پارگی سارکولم، افزایش نفوذپذیری آن و یا تولید بیشتر ATP شده که در نهایت باعث رهایش بیشتر آنزیم LDH به درون خون می‌شود و احتمالاً کراتین بر تثبیت غشاء سلول عضلانی تأثیر مثبتی نداشته و نمی‌تواند از افزایش میزان فعالیت LDH در اثر انجام ورزش جلوگیری کند. در نتیجه، میزان رهایش آنزیم بدرون خون پس از ورزش کاهش پیدا نمی‌کند (۸،۱۳،۱۴،۱۹). یافته‌های این تحقیق با نتایج برخی تحقیقات که گزارش کردند کراتین می‌تواند از افزایش میزان فعالیت LDH ناشی از تمرین با وزنه جلوگیری کند، مغایرت دارد. برای مثال، کوک (۲۰۰۵) تأثیر بارگیری (۲۰ گرم در روز به مدت شش روز) قبل از تمرینات و مصرف کراتین (دو گرم در روز در کنار تمرین مقاومتی به مدت نه روز و ۱۴ روز بعد از اتمام تمرین) بر میزان فعالیت آنزیم LDH را کاهش معنی دار گزارش کرده است (۹). بر اساس یافته‌های ایشان، کراتین احتمالاً با افزایش پایداری غشاء از نشر بیشتر آنزیم‌ها به بیرون از غشاء سلول ممانعت می‌کند. به این معنی که بارگیری و مصرف کراتین قبل، زمان تمرین و دوره‌ی بازیافت احتمالاً می‌تواند از افزایش میزان فعالیت آنزیم LDH جلوگیری کند. علت این تناقض ممکن است ناشی از تفاوت قرارداد مصرف کراتین در دو تحقیق باشد. همچنین، ساتوز و همکارانش (۲۰۰۴) تأثیر بارگیری مکمل کراتین به همراه مسابقه دوی ۳۰ کیلومتر را بصورت دوسوکور در دوندگان مرد در دو گروه کراتین (۲۰ گرم در روز به مدت پنج روز به همراه کربوهیدرات) و کنترل (فقط کربوهیدرات خوردند) مطالعه و گزارش کردند بعد از مسابقه دوی ۳۰ کیلومتر، میزان فعالیت LDH در گروه کنترل نسبت به گروه کراتین افزایش بیشتری داشت. بنابراین، میزان رهایش آنزیم LDH بدرون خون کم می‌شود، به این معنی که کراتین احتمالاً از افزایش LDH جلوگیری می‌کند (۱۶). علت اختلاف این یافته‌ها با نتایج پژوهش حاضر احتمالاً به تفاوت آزمودنی‌ها و رشته ورزشی مورد استفاده در دو تحقیق مربوط باشد.

بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر بین اعمال تمرین با وزنه و مصرف کراتین بر میزان فعالیت آنزیم CK تأثیر متقابل معنی داری وجود داشت. تمرین با وزنه به عنوان یک عامل اثرگذار بر میزان فعالیت آنزیم CK تأثیر (افزایش) معنی داری داشت. همچنین، مصرف کراتین به عنوان عامل اثرگذار دیگر بر میزان فعالیت CK تأثیر (افزایش)

معنی داری داشت. در تأیید این نتایج، آتشک و همکارانش (۱۳۸۶) نیز تأثیر تمرین مقاومتی و بارگیری کراتین بر میزان فعالیت CK را معنی دار اعلام کردند. بدین معنی که هم تمرین مقاومتی و هم بارگیری کراتین موجب افزایش معنی دار میزان فعالیت CK شد (۱). بنابراین، می توان گفت کراتین احتمالاً نه تنها بر تثبیت غشاء سلول عضلانی تأثیر مثبتی نداشته و نمی تواند از نفوذپذیری بیشتر آن در اثر انجام ورزش جلوگیری کند، بلکه بارگیری کراتین خود موجب افزایش میزان فعالیت CK هم می شود. در نتیجه میزان رهائش آنزیم بدرون خون پس از ورزش افزایش می یابد و در نهایت آسیب سلولی هم زیاد می شود. در حالیکه، کوک (۲۰۰۵) گزارش کرده است بارگیری کراتین قبل از تمرینات و مصرف آن میزان فعالیت آنزیم CK را کاهش می دهد. بنابراین، کراتین احتمالاً با افزایش پایداری غشاء از نشر آنزیمها به بیرون از غشاء سلول ممانعت می کند. به این معنی که بارگیری و مصرف کراتین احتمالاً می تواند از افزایش میزان فعالیت آنزیم CK جلوگیری کند (۹). این یافته با نتایج تحقیق حاضر همخوانی ندارد. علت احتمالی آن ممکن است تفاوت قرارداد مصرف کراتین در دو تحقیق باشد. همچنین، سانتوز و همکارانش (۲۰۰۴) تأثیر بارگیری مکمل کراتین به همراه مسابقه دوی ۳۰ کیلومتر بر میزان فعالیت CK را به صورت دوسوکور در دوندتهای مرد مطالعه و گزارش کردند پس از بارگیری کراتین و مسابقه دوی ۳۰ کیلومتر میزان فعالیت CK در گروه کنترل نسبت به گروه کراتین افزایش بیشتری داشت. بر اساس این نتایج، بارگیری کراتین احتمالاً باعث تثبیت بیشتر و کاهش آسیب غشاء سلولهای عضلانی، بعد از یک مسابقه استقامتی شدید خسته کننده می شود. بنابراین، میزان رهائش آنزیم CK بدرون خون کم و در نتیجه آسیب سلولی کم می شود (۱۶). نتایج با یافتههای پژوهش حاضر متفاوت است. علت آن ممکن است به اختلاف آزمودنیها و برنامه تمرینی مورد استفادهی مربوط باشد. در هر حال، کراتین بر میزان فعالیت LDH تأثیر معنی داری نداشته ولی موجب افزایش معنی داری میزان فعالیت CK شده است. دلیل آن احتمالاً به محدودیتهای تحقیق مربوط باشد. با توجه به اینکه در تحقیق حاضر میزان فعالیت CK کل سرمی، ملاک ارزیابی بوده لذا عدم اندازه گیری ایزوآنزیمهای CK محدودیت این پژوهش می باشد. خون گیری بار دوم ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین انجام شده است، بنابراین، افزایش CK احتمالاً ناشی از آخرین جلسه تمرین با وزنه باشد نه مصرف کراتین. در نتیجه، احتمالاً بارگیری کراتین در کنار تمرین با وزنه بر میزان فعالیت LDH تأثیر معنی داری نداشت؛ در حالی که بر میزان فعالیت CK تأثیر داشت. در نتیجه می توان گفت احتمالاً بارگیری کراتین موجب تغییرات نامطلوب برخی از شاخصهای سرمی آسیب سلولی (افزایش میزان فعالیت CK) شود. با توجه به نتایج متناقض تحقیقات قبلی و محدودیتهای این تحقیق، جهت روشن شدن تأثیر همزمانی تمرین با وزنه و بارگیری کراتین بر شاخصهای سرمی آسیب سلولی، به پژوهشهای بیشتری (در شرایط متفاوت، جنسیت متفاوت، تمرینهای ورزشی گوناگون، مقادیر مختلف مصرف کراتین، خون گیریهای متعدد و ...) نیاز هست. در نهایت؛ به دلیل افزایش شیوع مصرف این مکملها در بین جوانان و نوجوانان ورزشکار و غیرورزشکار، به مربیان و ورزشکاران و متخصصان ورزشی توصیه می شود تا در خصوص عوارض احتمالی و جانبی مصرف این نوع مکملها هشدار دهند. همچنین لازم است ورزشکاران و غیرورزشکاران، قبل از مصرف این نوع مکملها، با متخصصان تغذیه مشورت نمایند.

منابع و ماخذ:

۱. آتشک، سیروان؛ جعفری، افشار؛ امیرساسان، رامین (۱۳۸۶). تأثیر بارگیری مکمل کراتین بر شاخص‌های آسیب سلولی (LDH, CK & CK-MB) در سرم فوتبالیست‌های جوان. ششمین همایش بین‌المللی تربیت بدنی و علوم ورزشی، کیش.
۲. بومپا، تودورا (۱۳۸۲). زمان بندی و طراحی تمرین قدرتی. ترجمه: حمید رحیمی، حمید آقاعلی ژاد، معرفت سیاهکوهیان، انتشارات پژوهشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران.
۳. گائینی، عباسعلی؛ رحیمی، حمید (۱۳۸۴). آمادگی جسمانی. انتشارات سمت، تهران.
۴. گائینی، عباسعلی؛ فرامرزی، محمد؛ کردی، محمدرضا؛ گودرزی، علی اصغر (۱۳۸۵). اثر فعالیت تناوبی شدید و مکمل کربوهیدرات بر تغییرات شاخص‌های بیوشیمیایی ویژه سلول‌های قلبی (CK-MB و cTnI) در بازیکنان فوتبال. چکیده مقالات هفتمین همایش ملی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، ص ۴۸.
۵. میرزائی، بهمن؛ دمیرچی، ارسلان؛ مهربانی، جواد (۱۳۸۶). اثر تعاملی مصرف مکمل ویتامین E و تمرین هوازی بر LDH, CK و لاکتات خون مردان غیرورزشکار پس از فعالیت درمانده ساز. المیک، ۲(۳۸)، صص ۱۷-۲۸.
۶. Aslan R, Sekeroglu MR, Tarakcioglu M, Bayiroglu F, Meral I. (۱۹۹۸) "Effects of acute and regular exercise on antioxidative enzymes, tissue adamage markers and membrane lipid peroxidation on erythrocytes in sedentary students". *Tr J Med Scie*. ۲۸: ۴۱۱-۴۱۴.
۷. Bizzarini E & De Angelis. (۲۰۰۴) "Is the use of oral creatine supplementation safe?". *J Sport Med Phys Fitness*. ۴۴ (۴):۴۱۱-۶.
۸. Clarkson PM, Kearns AK, Rouzier O, Rubin R, Thampson PD. (۲۰۰۶) "Serum creatine kinas levels and renal function measures in exertional muscle damage". *Med Sci Sports Exerc*. ۳۸(۴):۶۲۳-۶۲۷.
۹. Cooke M. (۲۰۰۵) "The effects of nutritional supplementation on regeneration of muscle function after damage". A dissertation submitted in total fulfillment of the requirements of the degree of Doctor of Philosophy. *Faculty of Health, Engineering and Science Victoria University Footscray Park Campus, Victoria, Australia*.
۱۰. Coombes JS, McNaughton LR. (۲۰۰۰) "Effects of branched-chain amino acid supplementation on serum creatine kinase and lactate dehydrogenase after prolonged exercise ". *J Sports Med Phys Fitn*. ۴۰(۳):۲۴۰-۲۴۶.
۱۱. Mihic S, Mac-danald JR, Mckenzie S, Tarmopolosky MA. (۲۰۰۰) "Acute creatine loading increases fat free mass, but does not effect blood pressure, plasma creatine, or CK activity in men and women". *Med sci sports Exerc*. ۳۲ (۲): ۲۹۱-۲۹۶.
۱۲. Peresky AM, & Brazeau GA. (۲۰۰۱) "Clinical pharmacology of the dietary supplement creatine. Monohydrate". *Pharmacol Rev*. ۶۳(۲): ۱۶۱-۱۷۶.
۱۳. Rawson ES, Gunn B, Clarkson PM. (۲۰۰۱) "The effectes of creatine supplementation on exercise-induced muscle damage". *J Strength Cond Res*. ۱۵(۲):۱۷۸-۱۸۴.
۱۴. Rawson ES, Persky AM. (۲۰۰۷) "Mechanisms of muscular adaptations to creatine supplementation". *Int Spor Med J*. Vo. ۸ No. ۲. pp. ۴۲-۵۳, <http://www.ismj.com>.
۱۵. Robinson TM, Sewell DA, Casey A, Steenge G, Greenhaff PL. (۲۰۰۰) "Dietary creatine supplementation does not affect some hematological indices, or indices of muscle damage and hepatic and renal function". *Br J Sports Med*. ۳۴: ۲۸۴-۲۸۸.
۱۶. Santos RS, Bassit RB, Caperut EC, Costa LF. (۲۰۰۴) "The effect of creatine supplementation upon inflammatory and muscle soreness markers after a ۳۰km race". *Life Scinces*. ۱۶:۱۹۱۷-۱۹۲۴.
۱۷. Shao, A., N.Hathcock, J. (۲۰۰۶) "Risk assessment for creatine monohydrate". *Regulatory Toxicology and Phatmacolgy*. ۴۵: ۲۴۲-۲۵۱.
۱۸. Shenkman BS, Litvinova KS, Gasnikova NM, Tarakin PP, Chistiakov IN, Lemesheva IS, et al. (۲۰۰۶) "Creatine as a metabolic controller of skeletal muscles structure and function in strength exercises in humans: The cellular mechanisms". *Ross Fiziol Zh Im I M Sechenova*. ۹۲(۱):۱۰۰-۱۱۲.
۱۹. Smith JE, Garbutt G, Lopes P, Tunstall-Pedoe D. (۲۰۰۴) "Effects of prolonged strenuous exercise (marathon running) on biochemical and hematological markers used in the investigation of patients in the emergency department". *Br J Sports Med*. ۲۹۲-۲۹۴.
۲۰. Terjung RL, Clarkson P, Eicher R, Greenhaff PL, Hespel PJ, Isreal RG, et al. (۲۰۰۲) "The physiological and health effects of oral creatine supplementation". *Med & Scie in Sport & Exer*. ۷۰:۶۷۱۵.