

مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز  
دوره ۳۲ شماره ۱ فروردین و اردیبهشت ۱۳۸۹ صفحات ۲۰-۱۶

## تأثیر مصرف همزمان کراتین مونو هیدرات و هشت هفته تمرین مقاومتی بر تغییرات کراتین کیناز و ایزوزیم بافت قلبی سرم مردان غیر ورزشکار

جبار بشیری: گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز: نویسنده رابط

E-mail: bashiri.jabbar@gmail.com

عباسعلی گائینی: دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران  
علی اکبر ابوالفتحی: گروه بیوشیمی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز  
افشار جعفری: گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه تبریز  
حسن پوررضی: گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه تبریز  
مهدی بشیری: گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

دریافت: ۸۷/۰۶/۲۴، پذیرش: ۸۸/۰۲/۰۲

### چکیده

**زمینه و اهداف:** مصرف کراتین مونو هیدرات به دلیل اثرات ارگوژنیک جهت افزایش توده عضلانی و بهبود عملکرد ورزشی، در بین ورزشکاران جوان بسیار متداول است. در حالی که ابهامات زیادی درباره اثرات جانبی این مکمل بر شاخص های سلامت بویژه دستگاه قلبی-عروقی وجود دارد. از این رو، تحقیق حاضر به منظور تعیین تأثیر مصرف همزمان کراتین مونو هیدرات و هشت هفته تمرین مقاومتی بر تغییرات کراتین کیناز و ایزوزیم بافت قلبی سرم مردان غیر ورزشکار انجام شد.

**روش بررسی:** ۱۷ مرد غیر ورزشکار به صورت تصادفی به دو گروه تجربی: تمرین+کراتین (تعداد: ۹) و کنترل: تمرین+ دارونما (تعداد: ۸) تقسیم و به روش دوسویه کور مطالعه شدند. هر دو گروه به مدت هشت هفته (۲۴ جلسه) به تمرین های مقاومتی (سه روز در هفته و هر روز سه ست ۱۰ تکراری با شدت ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه) پرداختند. آزمودنی های گروه تجربی در طی پروتکل تمرینی، ۲۵۰ میلی لیتر محلول کراتین مونو هیدرات (۰/۰۷ گرم/کیلوگرم/روز) مصرف کردند، اما گروه کنترل فقط دارونما (آرد گندم) خوردند. نمونه های خونی قبل و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه دوری تمرینی جمع آوری شده و با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر میزان فعالیت آنزیم های سرمی کراتین کیناز و ایزوزیم بافت قلبی اندازه گیری شد. داده ها به صورت میانگین و انحراف استاندارد بیان شده و تجزیه و تحلیل شدند.

**یافته ها:** نتایج نشان داد افزایش فعالیت کراتین کیناز و ایزوزیم بافت قلبی روش های آماری در گروه تجربی معنی دار بود ( $CK_{pre}=146/12 \pm 14/61$ ،  $CK_{post}=253/66 \pm 21/32$ ،  $P<0/001$ ،  $CK-MB_{pre}=10/02 \pm 1/21$ ،  $CK-MB_{post}=14/63 \pm 1/48$ ،  $P=0/007$ ) اما در گروه کنترل معنی دار نبود ( $CK-MB_{pre}=10/72 \pm 1/35$ ،  $CK-MB_{post}=11/69 \pm 2/03$ ،  $P=0/91$ ).

**نتیجه گیری:** نتایج نشان می دهند که مصرف مکمل کراتین مونو هیدرات ممکن است آثار نامطلوبی بر روی شاخص های آسیب میوکارد داشته باشد. با وجود این، برای شناسایی عوارض جانبی حاد و فرض مصرف مکمل کراتین مونو هیدرات در آینده نیاز به انجام مطالعات بیشتر باشد.

**کلید واژه ها:** کراتین مونو هیدرات، تمرین مقاومتی، کراتین کیناز، ایزوآنزیم بافت قلبی، نسبت ایزوآنزیم بافت قلبی به کراتین کیناز

### مقدمه

به طوری که اغلب به عنوان یک ماده ی نیروزای کمکی استفاده می شود (۱، ۲). در این راستا کاشی و همکاران (۱۳۸۴) عنوان

در سالهای اخیر، مصرف مکمل کراتین مونو هیدرات، در بین ورزشکاران رشته های مختلف ورزشی بسیار متداول شده است؛

همراه دو هفته تمرین مقاومتی را بر میزان فعالیت آنزیم CK سرمی مطالعه و عنوان کردند میزان CK سرمی پس از تمرین مقاومتی و مصرف مکمل کراتین افزایش معنی داری پیدا کرد (۱۲). یو پی اچ و دنگ یو (۲۰۰۰) نیز اعلام کردند که در نتیجه‌ی تبدیل کراتین مونوهیدرات به متیل آمین و فرم آلدئید توسط آنزیم آمین اکسیداز طی فرآیند سوخت و ساز سلولی حین انجام فعالیت‌های ورزشی ممکن است موجبات تخریب ملکول‌های زیستی بدن و بروز آسیب‌های عروقی، مشکلات دیابتی، نفروپاتی و ... فراهم گردد (۱۳). بر خلاف یافته‌های قبلی، کمبر و همکاران (۱۹۹۹) با مطالعه‌ی ۱۰ دانشجوی تربیت بدنی دریافتند که مصرف روزانه ۲۰ گرم مکمل کراتین به مدت پنج روز همراه با فعالیت روی چرخ کارسینج نمی‌تواند باعث افزایش یا تغییری در سطح فعالیت آنزیم‌های خون شود (۱۴). به هر حال، نتایج بدست آمده از مطالعات مربوط به تأثیر مصرف مکمل کراتین بر شاخص‌های هماتولوژیک یا شاخص‌های آسیب سلولی - مولکولی ناهمسو و متناقض است و در ارتباط با تغییرات CK-MB/CK یا CK-MB متعاقب مصرف طولانی مدت مکمل کراتین مونوهیدرات اطلاعات چندانی در دست نیست. از این رو، با توجه به سازوکار نامشخص بروز آسیب‌های سلولی ناشی از مصرف مکمل کراتین مونوهیدرات و مطالعات انگشت شمار در رابطه با تغییرات آنزیم‌های سرمی میوکارد، تحقیق حاضر قصد دارد تا تأثیر مکمل سازی کراتین مونوهیدرات و دو ماه تمرین مقاومتی بر تغییرات کراتین کیناز و ایزوزیم بافت قلبی سرم مردان غیرورزشکار را تعیین کند.

## مواد و روش‌ها

مطالعه‌ی حاضر به صورت نیمه تجربی پیش‌آزمون-پس‌آزمون و دوسویه کور روی ۱۷ مرد سالم غیرورزشکار داوطلب (دانشجویان دانشگاه آزاد اسلامی تبریز) انجام شد (میانگین و انحراف استاندارد سنی  $22/25 \pm 2/07$  سال، قد  $171/92 \pm 6/08$  سانتی متر، وزن  $71/55 \pm 4/8$  کیلوگرم). آزمودنی‌ها پس از تکمیل فرم‌های مخصوص رضایت نامه و پرسشنامه‌های یادداری تغذیه، سوابق ورزشی و بیماری، با توجه به معیارهای سن، شاخص توده‌ی بدنی و مقادیر پایه‌ی آنزیم‌های سرمی از بین ۵۰ نفر داوطلب، به صورت تصادفی در دو گروه جداگانه و همسان [گروه یک: تمرین - کراتین ( $n=9$ ); گروه دو: تمرین - دارونما ( $n=8$ )] جایگزین شدند. هیچ کدام از آزمودنی‌ها سابقه‌ی مصرف مکمل کراتین قبل از اجرای تحقیق را نداشتند، به‌علاوه فاقد سابقه‌ی بیماری‌های کلیوی، قلبی، کبدی، دیابت یا هر گونه آسیب یا مشکل جسمانی بودند. البته جهت حصول اطمینان از سلامت کامل آزمودنی‌ها (به منظور شرکت در فعالیت‌های ورزشی)، توسط پزشک (معاینات کلی و مخصوص دستگاه قلبی - تنفسی) از آزمودنی‌ها به عمل آمد. افراد گروه تمرین - مکمل همراه با شرکت در تمرین مقاومتی فزاینده در هر روز تمرین،  $0/07$  گرم

کردند  $63/3$  درصد از ورزشکاران مورد مطالعه حداقل یک بار از مواد نیروزا استفاده کرده‌اند. یافته‌های آنها حاکی از شیوع بالا و آگاهی بسیار کم این ورزشکاران از عوارض جانبی مواد نیروزا بود (۳). مصرف مکمل کراتین مونوهیدرات می‌تواند با افزایش سطوح کراتین و فسفوکراتین کل عضله، تقویت بازسازی ATP در طی فعالیت‌های شدید کوتاه مدت و تأخیر در بروز خستگی عضلانی، موجبات بهبود عملکرد و موفقیت‌های ورزشی را فراهم نماید (۴). گزارش‌های موجود حاکی است مکمل سازی کراتین مونوهیدرات موجبات افزایش و بهبود عملکردهای ورزشی توانی را فراهم می‌کند. به عبارتی مکمل سازی کراتین با افزایش توده‌ی عضلانی بدن در کسب موفقیت‌های ورزشی در رقابت‌های مختلف مؤثر است (۴، ۵، ۶). با این حال هنوز نگرانی‌های زیادی در مورد اثرات نامشخص و عوارض جانبی مصرف مکمل کراتین در بین ورزشکاران رشته‌های مختلف وجود دارد و ابهاماتی درباره‌ی آثار (مثبت یا منفی) مکمل سازی کوتاه و بلندمدت کراتین بر شاخص‌های سلامتی و دستگاه‌های مختلف بدن به وجود آمده است. در این راستا دستگاه قلبی - عروقی به عنوان یکی از مهم‌ترین دستگاه‌های بدن از ارزش ویژه و خاصی برخوردار است. بررسی پاسخ‌های حاد و دراز مدت عوامل مختلف از جمله فعالیت‌های ورزشی و مکمل‌ها بر دستگاه قلبی - عروقی، مهم‌ترین بخش تحقیقاتی، جهت دستیابی به سلامت و جامعه‌ای پویا به‌شمار می‌رود. در این بین، تغییرات آنزیم‌های سرمی، شاخص مناسبی جهت تعیین صدمات و تخریب بافتی و سلولی است. با توجه به نقش سوخت و سازی و بالینی آنزیم‌ها و تأثیر فعالیت بدنی و مکمل‌های مصرفی مختلف روی آنها، استفاده از تغییرات فعالیت آنزیم‌ها در ارزیابی و تشخیص بیماری‌ها و آسیب بافت‌های مختلف بدن بسیار اهمیت پیدا کرده است (۷، ۸، ۹). ایزوآنزیم CK-MB از جمله‌ی معروف‌ترین و معتبرترین شاخص‌های بالینی است که افزایش میزان این ایزوزیم در خون به عنوان آسیب سلول‌های قلبی تلقی می‌شود (۸، ۹، ۱۰). اغلب پزشکان و محققان از ارزیابی دوره‌ای و متوالی این شاخص جهت تشخیص آسیب انفارکتوس میوکارد استفاده، و از CK-MB به عنوان شاخص طلایی یاد می‌کنند (۹). برخی از محققین برای ارزیابی دقیق آسیب میوکارد از نسبت CK-MB به CK تام سرم استفاده و مقادیر بالاتر از ۳-۵ درصدی این نسبت را به عنوان نشئت CK-MB از سلول‌های میوکارد به درون خون و ارزش‌های بالاتر از ۲۰ درصد را به عنوان منطقه‌ی خطر و آسیب سلول‌های میوکارد تلقی می‌کنند (۸، ۹). در این رابطه، اغلب تحقیقات روی تأثیر فعالیت بدنی و تمرین بر شاخص‌های مذکور متمرکز شده و کمتر پژوهشی را می‌توان یافت که تأثیر تمرین همراه مکمل کراتین را بر CK-MB یا CK-MB/CK بررسی کند. در این راستا آتشک و همکاران (۱۳۸۵) عنوان کردند بارگیری مکمل کراتین در فوتبالیست‌های جوان می‌تواند باعث افزایش CK و CK-MB سرم شود (۱۱). شنکمن و همکاران (۲۰۰۶) نیز تأثیر مصرف مکمل کراتین به

اما نسبت CK-MB/CK، ۲۰ درصد کاهش نشان داد (جدول یک). به علاوه، نتایج پس از مصرف مکمل حاکی است میانگین و دامنه‌ی تغییرات فعالیت آنزیم CK گروه دریافت‌کننده مکمل کراتین پس از اجرای قرارداد به طور معنی‌دار ( $t=5/85$ ;  $f=8/89$ ) بیشتر از گروه دارونما است. همچنین، میانگین و دامنه‌ی تغییرات فعالیت آنزیم CK-MB حاکی است که بین گروه دریافت‌کننده‌ی مکمل کراتین و دارونما تفاوت معنی‌داری ( $t=3/38$ ;  $f=4/29$ ) به چشم می‌خورد. با این حال، میانگین و دامنه‌ی تغییرات CK-MB/CK گروه‌های مورد مطالعه پس از اجرای قرارداد هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۲).

### بحث

نتایج بدست آمده تحقیق حاضر بیانگر آن است که مصرف مکمل کراتین تأثیر معنی‌داری بر فعالیت آنزیم کراتین کیناز داشته است؛ به طوری که میانگین فعالیت CK گروه کراتین قبل از مصرف ۱۴۶۳۳ واحد بین المللی بر لیتر بوده که بعد از بارگیری به ۲۵۳۶۶ واحد بین المللی بر لیتر رسید، در حالی که میانگین گروه دارونما به ترتیب در ابتدا و پایان دوره ۱۳۰۳۳ واحد بین المللی بر لیتر و ۱۶۲۰۵ واحد بین المللی بر لیتر بود. لذا بین میانگین و دامنه‌ی تغییرات فعالیت آنزیم CK گروه مصرف‌کننده مکمل کراتین مونوهیدرات و گروه کنترل پس از اجرای قرارداد تفاوت معنی‌داری به چشم می‌خورد. این یافته با نتایج مطالعه‌ی شنکمن و آتشک هم‌خوانی دارد (۱۱، ۱۲). در تأیید این یافته‌ها، راوسون و همکاران افزایش معنی‌داری را در میزان فعالیت CK متعاقب فعالیت استریک بیشینه به همراه مصرف کراتین گزارش کردند. به این معنی که کراتین نتوانست از افزایش میزان فعالیت CK جلوگیری کند (۱۵). این در حالی است که نتایج برخی از مطالعات گذشته با یافته‌ی مطالعه‌ی حاضر در تضاد است (۱۶، ۱۷). در این راستا کوک تأثیر بارگیری قبل از تمرینات و مصرف کراتین را بر میزان فعالیت آنزیم CK مثبت گزارش کرده است (۱۸). یکی از دلایل این اختلاف می‌تواند ناشی از نوع آزمودنی مورد استفاده باشد به طوری که در مطالعه‌ی حاضر افراد غیرورزشکار مورد استفاده قرار گرفته بودند، اما آزمودنی‌های تحقیق کوک، ورزشکار بودند. در این راستا در مطالعه‌ی که اسکوردور و همکاران روی بسکتبالیست‌ها انجام داده بودند به این نتیجه رسیدند که کراتین و کراتین کیناز ورزشکاران نسبت به افراد غیرورزشکار افزایش کمتری را متعاقب دوره‌ی تمرینی نشان داد (۱۹). این مسأله می‌تواند به دلیل سازگاری‌های ناشی از انجام تمرینات طولانی مدت در افراد ورزشکار باشد که باعث کاهش آسیب و ورود آنزیم کراتین کیناز به درون خون می‌شود.

به علاوه، میانگین و دامنه‌ی تغییرات قبل و بعد آنزیم CK-MB در گروه دریافت‌کننده مکمل کراتین پس از دوره‌ی تمرینی به طور معنی‌دار بیشتر از گروه دارونما است. در این راستا میزان افزایش فعالیت آنزیم CK-MB گروه دریافت‌کننده

کراتین (ساخت شرکت PNC)<sup>۱</sup> به ازای هر کیلوگرم وزن بدن به همراه ۲۵۰ سی‌سی آب انگور بلافاصله قبل از شروع قرارداد تمرینی دریافت کرد. گروه تمرین-دارونما نیز، همراه با شرکت در تمرین مقاومتی فزاینده، در هر روز تمرین، ۰/۰۷ گرم دارونما (آرد گندم) به ازای هر کیلوگرم وزن بدن به همراه ۲۵۰ سی‌سی آب انگور دریافت نمود. هر دو گروه تمرین-کراتین و تمرین-دارونما به مدت دو ماه (سه جلسه در هفته) در تمرین باوزنه (تمرین مقاومتی فزاینده) شرکت کردند. برنامه‌ی تمرین شامل شش ایستگاه تمرین 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 بود. میزان یک تکرار بیشینه (IRM)<sup>۲</sup> هر یک آزمودنی‌ها قبل از شروع دوره با استفاده از وزنه‌های آزاد مشخص شد. آزمودنی‌ها قبل از هر جلسه تمرین، ۱۵ دقیقه به گرم کردن پرداخته و سپس با استفاده از وزنه‌های آزاد به تمرین مقاومتی پرداختند. هر حرکت تمرینی شامل سه دوری (با فاصله‌ی استراحتی ۱/۵ دقیقه‌ای بین دوره‌ها) ۱۰ تکراری با شدت ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه و با فاصله‌ی استراحتی دو الی سه دقیقه بین ایستگاه‌ها انجام شد. آزمودنی‌ها یک روز قبل از شروع دوره‌ی تمرینی دو ماهه‌ی تحقیق، جهت انجام نمونه‌گیری خونی در ساعات اولیه صبح در محل آزمایشگاه حضور به هم رساندند. لازم به ذکر است که این نمونه‌گیری خونی اولیه به منظور بدست آوردن سطوح پایه‌ی فعالیت آنزیم‌های CK و CK-MB در سرم خون آزمودنی‌ها انجام گرفت. به علاوه، به کلیه‌ی آزمودنی‌ها گوشزد شد تا دو روز قبل از خون‌گیری از انجام هرگونه فعالیت ورزشی شدید پرهیز نمایند. در نهایت یک روز پس از آخرین جلسه‌ی دوره‌ی تمرینی به منظور تعیین تأثیر مصرف کراتین بر شاخص‌های آسیب سلولی میوکارد، مجدداً از همه‌ی آزمودنی‌ها خون‌گیری به عمل آمد. میزان فعالیت آنزیم‌ها به روش آنزیمی و با استفاده از کیت‌های ساخت شرکت پارس آزمون مشخص شد. همگنی داده‌های جمع‌آوری شده توسط آزمون کلموگراف-اسمیرنوف مشخص شد. سپس میانگین قبل و بعد تغییرات هر شاخص، با استفاده از آزمون t همبسته تحلیل شد تا تغییرات قبل و بعد شاخص‌ها در هر گروه مشخص گردد. در ادامه میانگین و دامنه‌ی اختلاف بین دو گروه بعد از تمرین با استفاده از آزمون t مستقل در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ تجزیه و تحلیل شدند. کلیه‌ی محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS-15 انجام گرفت.

### یافته‌ها

با توجه به تغییرات مشاهده شده، در گروه تمرین-مکمل، میزان فعالیت آنزیم‌های CK و CK-MB سرم به ترتیب به میزان ۷۳ درصد و ۴۴ درصد افزایش پیدا کرد؛ اما نسبت CK-MB/CK با ۱۶ درصد کاهش مواجه شد.

در گروه تمرین-دارونما نیز میزان فعالیت آنزیم‌های CK و CK-MB سرم به ترتیب به میزان ۲۵ درصد و ۹ درصد افزایش،

درون جریان خون متعاقب مصرف طولانی مدت کراتین مونوهیدرات وجود دارد. در این راستا یو و دنگ نیز اعلام کردند که در نتیجهی تبدیل کراتین مونوهیدرات به متیل آمین و فرم آلدیدید توسط آنزیم آمین اکسیداز طی فرآیند سوخت و ساز سلولی حین انجام فعالیت‌های ورزشی، امکان تخریب بیوملکول‌های بدن و بروز آسیب افزایش می‌یابد (۱۳). با توجه به تغییرات CK-MB/CK در هر دو گروه مکمل و دارونما این نسبت به ترتیب ۱۶ و ۲۰ درصد کاهش متعاقب دوره‌ی تمرینی نشان داد. به عبارتی، علی‌رغم افزایش CK و CK-MB در هر دو گروه مورد مطالعه، نسبت فوق از حالت پایه نیز سقوط کرد. کاهش نسبت CK-MB به CK متعاقب دوره‌ی تمرینی می‌تواند به دلیل افزایش نسبی CK در مقایسه با ایزوزیم CK-MB باشد. بنابراین استفاده از نسبت مذکور جهت تعیین تغییرات و آسیب‌های سلولی میوکارد متعاقب فعالیت‌های بدنی و تمرینات مختلف جای اشکال بوده و تنها در حالت استراحت و پایه می‌توان از شاخص CK-MB/CK استفاده کرد.

مکمل در حدود پنج برابر بیشتر بود. از این رو می‌توان گفت که تفاوت معنی‌داری در میزان تغییرات فعالیت ایزوزیم CK-MB بین گروه مصرف کننده‌ی کراتین مونوهیدرات و گروه دارونما وجود دارد. در این رابطه، اغلب تحقیقات روی تأثیر فعالیت‌های بدنی مختلف بر شاخص مذکور تأکید داشته و کمتر پژوهشی را می‌توان یافت که تأثیر تمرین همراه مصرف طولانی مدت مکمل کراتین را بر CK-MB مطالعه کند. با این حال، آتشک و همکاران عنوان کردند یک دوره بارگیری مکمل کراتین همراه با تمرینات مقاومتی می‌تواند باعث افزایش CK و CK-MB سرم فوتبالیست‌های جوان شود (۱۱). به علاوه، نتایج مطالعه هسپل و همکاران نشان دادند مصرف دهانی کراتین از طریق افزایش محتوی کراتین درون سلولی می‌تواند باعث تحریک فعالیت کراتین کیناز شود (۲۰). سانتوز و همکاران نیز عنوان داشتند افزایش توده و محتوی آب سلولی ناشی از مصرف مکمل کراتین ممکن است در ایجاد تورم سلولی و ناپایداری غشای سلولی و نشست آنزیم‌های درون سلولی به داخل خون دخیل باشد (۱۶). به عبارتی احتمال آسیب‌پذیری غشای سلول‌های میوکارد و افزایش نشست ایزوزیم CK-MB به

جدول ۱: میانگین تغییرات آنزیم‌های CK و CK-MB سرمی

شاخص	گروه	وضعیت	میانگین	انحراف معیار
CK (واحد بین‌المللی بر لیتر)	مکمل - تمرین	قبل	۱۴۶/۱۲	۱۴/۶۱
		بعد	۲۵۳/۶۶	۲۱/۳۲
CK-MB (واحد بین‌المللی بر لیتر)	مکمل - تمرین	قبل	۱۳۰/۳۳	۱۸/۱۶
		بعد	۱۶۲/۵	۲۰/۵۶
CK-MB/CK	مکمل - تمرین	قبل	۱۰/۰۳	۱/۲۱
		بعد	۱۴/۶۳	۱/۴۸
CK-MB/CK (درصد)	دارونما - تمرین	قبل	۱۰/۸۲	۱/۳۵
		بعد	۱۱/۶۹	۲/۰۳

جدول ۲: میانگین تغییرات آنزیم‌های CK و CK-MB سرمی و نسبت CK-MB/CK (t همبسته)

شاخص	گروه	P	df	t
CK (واحد بین‌المللی بر لیتر)	مکمل - تمرین	<۰/۰۰۱	۸	۱۰/۴۵
	دارونما - تمرین	۰/۰۰۹	۷	۴/۱۸
CK-MB (واحد بین‌المللی بر لیتر)	مکمل - تمرین	۰/۰۰۷	۸	۴/۳۵
	دارونما - تمرین	۰/۹۱	۷	۰/۱۱
CK-MB/CK (درصد)	مکمل - تمرین	۰/۱۷	۸	۱/۵۹
	دارونما - تمرین	۰/۱۲	۷	۱/۸۴

جدول ۳: میانگین و دامنه‌ی تغییرات آنزیم‌های CK, CK-MB سرمی و نسبت CK-MB/CK بعد از اجرای قرارداد تمرینی

شاخص اندازه گیری شده	P	df	t
میزان فعالیت CK بعد	<۰/۰۰۱	۱۵	۸/۸۹
دامنه‌ی تغییرات CK	<۰/۰۰۱	۱۵	۵/۸۵
میزان فعالیت CK-MB بعد	۰/۰۰۲	۱۵	۴/۲۹
دامنه‌ی تغییرات CK-MB	۰/۰۰۷	۱۵	۳/۳۸
میزان CK-MB/CK بعد	۰/۵۷	۱۵	۰/۵۷
دامنه‌ی تغییرات CK-MB/CK	۰/۶۸	۱۵	۰/۴۱

## نتیجه گیری

در کل با توجه به نتایج تحقیق حاضر و مطالعات قبلی می توان گفت که در اثر مصرف طولانی مدت مکمل کراتین مونوهیدرات احتمال افزایش نامطلوب آنزیم کراتین کیناز و ایزوزیم بافت قلبی آن به عنوان شاخص آسیب سلولی میوکارد وجود دارد. اما به دلیل نامشخص بودن سازوکار اصلی مرتبط با آسیب سلولی ناشی از مصرف کراتین مونوهیدرات و مطالعات بسیار اندکی که در رابطه با آسیب های قلبی ناشی از مصرف این مکمل انجام شده است،

احتمال آسیب قطعی میوکارد در حاله ای از ابهام قرار دارد. با این حال، اظهار نظر قطعی منوط به انجام تحقیقات و مطالعات بیشتر در این زمینه بوده و پیشنهاد می گردد تا روشن شدن تأثیر واقعی مصرف طولانی مدت کراتین مونوهیدرات بر آسیب های سلولی میوکارد با احتیاط بیشتری عمل کرد.

## References:

1. Shao A, Hathcock J. Risk assessment for creatine monohydrate. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 2006; **45**: 242-251.
2. Chrusch MJ, Chilibeck PD, Chad KE, Davison KS, Burke DG. Creatine supplementation combined with resistance training in older men. *Med Sci Sports Exerc* 2001; **33**(12): 2111-2117.
3. Kashi A, Kargarfard M, Molavi H. Prevalence of ergogenic substance and the amount of awareness of body building athletes about their side effects. *The 5th international congress on physical education and sport sciences. Iran-Tehran. Shahid Beheshti University* 2006; 104. [Persian].
4. Mujika I, Padilla S, Ibañez J, Izquierdo M, Gorostiaga E. Creatine supplementation and sprint performance in soccer players. *Med Sci Sports Exerc* 2000; **32**(2): 518-525.
5. Zoellar RF, Staut JR, O'kroy JA, Torok DJ, Mielke M. Effect of 28 day's of beta-alanine and creatine monohydrate supplementation on aerobic power, ventilatory and lactate threshold, and time to exhaustion. *J Amino Acids* 2006; **40**(6): 438-442.
6. Rossouw F, Kruger PE, Rossouw J. The effect of creatine monohydrate loading on maximal intermittent exercise and sport-specific strength in well trained power-lifters. *Nutrition Research* 2000; **20**(4): 505-514.
7. Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli FM. Creatin kinase monitoring in sport medicine. *British Medical Bulletin* 2007; **82**: 209-230.
8. Christenson RH, Azzazy HME. Biochemistry markers of the acute coronary syndromes. *Clinical Chemistry* 1998; **44**: 1855-1864.
9. Souza CA, Garcez-Leme LE. Evaluation of myocardial alterations using the enzymatic profile of elderly long-distance runners. *Eur Rev Aging Phys Act* 2006; **3**(2): 91-94.
10. Chanoit GP, Concordet D, Lefebvre HP, Orcel K, Braun JP. Exercise does not induce major changes in plasma muscle enzymes, creatinine, glucose and total proteins concentrations in untrained beagle dogs. *J Vet Med* 2002; **49**(1): 222-224.
11. Shinkman BS, Litvinova KS, Gasnikova NM, Tarakin PP, Chistiakov IN, Lemesheva IuS. Creatine as a metabolic controller of skeletal muscles structure and function in strength exercises in humans. The cellular mechanisms. *Russ Fiziol Zh Im I M Sechenova* 2006; **92**(1):100-112.
12. Yu PH, Deng Y. Potential cytotoxic effect of chronic administration of creatine, a nutrition supplement to augment athletic performance. *Med Hypotheses* 2000; **54**(5): 726-728.
13. Kamber M, Koster M, Kreis R, Walker G, Boesch C, Oppeler H. Creatine supplementation –part: performance, clinical chemistry, and muscle volume. *Medicine & Science in Sport & Exercise* 1999; **31**(12): 23-26.
14. Rawson ES, Gunn B, Clarkson PM. The effects of creatine supplementation on exercise-induced muscle damage. *J Strength Cond Res* 2001; **15**(2): 178-184.
15. Santos RS, Bassit RB, Caperut EC, Costa LF. The effect of creatine supplementation upon inflammatory and muscle soreness markers after a 30km race. *Life Sciences* 2004; **16**: 1917-1924.
16. Robinson TM, Sewell DA, Casey A, Steenge G, Greenhaff PL. Dietary creatine supplementation does not affect some hematological indices, or indices of muscle damage and hepatic and renal function. *Br J Sports Med* 2000; **34**: 284-288.
17. Cooke M. 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* 2005; **7**: 3-8.
18. Schroder H, Terrados N, Tramullas A. Risk assessment of the potential side effects of long-term creatine supplementation in team sport athletes. *European Journal of Nutrition* 2004; **44**(4): 255-261.
19. Hespel P, Eijnde BO, Derave W, Richter EA. Creatine supplementation: exploring the role of the creatine kinase/phosphocreatine system in human muscle. *J Appl Physiology* 2001; **26**: 79-102