

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

تأثیر مصرف همزمان کراتین مونوهیدرات 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 مونوهیدرات 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 شاخص‌های سلامت بویژه دستگاه قلبی-عروقی وجود دارد. از این رو، تحقیق حاضر به منظور تعیین تأثیر مصرف همزمان کراتین مونوهیدرات و هشت هفته تمرین مقاومتی بر تغییرات کراتین کیناز و ایزوزیم بافت قلبی سرم مردان غیرورزشکار انجام شد.

روش بررسی: ۱۷ مرد غیرورزشکار 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 تمرین‌های مقاومتی (سه روز در هفته و هر روز سه ست ۱۰ تکراری با شدت ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه) پرداختند. آزمودنی‌های گروه تجربی در طی پروتکل تمرینی، ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول کراتین مونوهیدرات (۰/۰۷ گرم/کیلوگرم/روز) مصرف کردند، اما گروه کنترل فقط دارونما (آرد گندم) خوردند. نمونه‌های خونی قبل و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه‌ی دوره‌ی تمرینی جمع‌آوری شده و با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر میزان فعالیت آنزیم‌های سرمی کراتین کیناز و ایزوزیم بافت قلبی اندازه‌گیری شد. داده‌ها به صورت میانگین و انحراف استاندارد بیان شده و تجزیه و تحلیل شدند.

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

نتیجه‌گیری: نتایج نشان می‌دهند که مصرف مکمل کراتین مونوهیدرات ممکن است آثار نامطلوبی بر روی شاخص‌های آسیب میوکارد داشته باشد. با وجود این، برای شناسایی عوارض جانبی حاد و فرض مصرف مکمل کراتین مونوهیدرات در آینده نیاز به انجام مطالعات بیشتر باشد.

کلید واژه‌ها: کراتین مونوهیدرات، تمرین مقاومتی، کراتین کیناز، ایزوآنزیم بافت قلبی، نسبت ایزوآنزیم بافت قلبی به کراتین کیناز

مقدمه

به طوری که اغلب به عنوان یک ماده‌ی نیروزای کمکی استفاده می‌شود (۱، ۲). در این راستا کاشی و همکاران (۱۳۸۴) عنوان

در سالهای اخیر، مصرف مکمل کراتین مونوهیدرات، در بین ورزشکاران رشته‌های 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 مونویدرات به متیل آمین و فرم آلدئید توسط آنزیم آمین اکسیداز طی فرآیند سوخت و ساز سلولی حین انجام فعالیت های ورزشی ممکن است موجبات تخریب ملکول های زیستی بدن و بروز آسیب های عروقی، مشکلات دیابتی، نفروپاتی و ... فراهم گردد (۱۳). بر خلاف یافته های قبلی، کمبر و همکاران (۱۹۹۹) با مطالعه ی ۱۰ دانشجوی تربیت بدنی دریافتند که مصرف روزانه ۲۰ گرم مکمل کراتین به مدت پنج روز همراه با فعالیت روی چرخ کارسنج نمی تواند باعث افزایش یا تغییری در سطح فعالیت آنزیم های خون شود (۱۴). به هر حال، نتایج بدست آمده از مطالعات مربوط به تأثیر مصرف مکمل کراتین بر شاخص های هماتولوژیک یا شاخص های آسیب سلولی - مولکولی ناهمسو و متناقض است و در ارتباط با تغییرات CK-MB یا CK-MB/CK متعاقب مصرف طولانی مدت مکمل کراتین مونویدرات اطلاعات چندانی در دست نیست. از این رو، با توجه به سازوکار نامشخص بروز آسیب های سلولی ناشی از مصرف مکمل کراتین مونویدرات و مطالعات انگشت شمار در رابطه با تغییرات آنزیم های سرمی میوکاردا، تحقیق حاضر قصد دارد تا تأثیر مکمل سازی کراتین مونویدرات و دو ماه تمرین مقاومتی بر تغییرات کراتین کیناز و ایزوزیم بافت قلبی سرم مردان غیرورزشکار را تعیین کند.

مواد و روش ها

مطالعه ی حاضر به صورت نیمه تجربی پیش آزمون-پس آزمون 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). آزمودنی ها پس از تکمیل فرم های مخصوص رضایت نامه و پرسشنامه های یادداری تغذیه، سوابق ورزشی و بیماری، با توجه به معیارهای سن، شاخص توده ی بدنی و مقادیر پایه ی آنزیم های 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 آزمودنی ها سابقه ی مصرف مکمل کراتین قبل از اجرای تحقیق را نداشتند، به علاوه فاقد سابقه ی بیماری های کلیوی، قلبی، کبدی، دیابت یا هر گونه آسیب یا مشکل جسمانی بودند. البته جهت حصول اطمینان از سلامت کامل آزمودنی ها (به منظور شرکت در فعالیت های ورزشی)، توسط پزشک (معاینات کلی و مخصوص دستگاه قلبی - تنفسی) از آزمودنی ها 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 کرده اند. یافته های آنها حاکی از شیوع بالا و آگاهی بسیار کم این ورزشکاران از عوارض جانبی مواد نیروزا بود (۳). مصرف مکمل کراتین مونویدرات می تواند با افزایش سطوح کراتین و فسفوکراتین کل عضله، تقویت بازسازی ATP در طی فعالیت های شدید کوتاه مدت و تأخیر در بروز خستگی عضلانی، موجبات بهبود عملکرد و موفقیت های ورزشی را فراهم نماید (۴). گزارش های موجود حاکی است مکمل سازی کراتین مونویدرات موجبات افزایش و بهبود عملکردهای ورزشی توانی را فراهم می کند. به عبارتی مکمل سازی کراتین با افزایش توده ی عضلانی بدن در کسب موفقیت های ورزشی در رقابت های مختلف مؤثر است (۴، ۵، ۶). با این حال هنوز نگرانی های زیادی در مورد اثرات نامشخص و عوارض جانبی مصرف مکمل کراتین در بین ورزشکاران رشته های مختلف وجود دارد و ابهاماتی درباره ی آثار (مثبت یا منفی) مکمل سازی کوتاه و بلندمدت کراتین بر شاخص های سلامتی و دستگاه های مختلف بدن به وجود آمده است. در این راستا دستگاه قلبی - عروقی به عنوان یکی از مهم ترین دستگاه های بدن از ارزش ویژه و خاصی برخوردار است. بررسی پاسخ های حاد و دراز مدت عوامل مختلف از جمله فعالیت های ورزشی و مکمل ها بر دستگاه قلبی - عروقی، مهم ترین بخش تحقیقاتی، جهت دستیابی به سلامت و جامعه ای پویا به شمار می رود. در این بین، تغییرات آنزیم های سرمی، شاخص مناسبی جهت تعیین صدمات و تخریب بافتی و سلولی است. با توجه به نقش سوخت و سازی و بالینی آنزیم ها و تأثیر فعالیت بدنی و مکمل های مصرفی مختلف روی آنها، استفاده از تغییرات فعالیت آنزیم ها در ارزیابی و تشخیص بیماری ها و آسیب بافت های مختلف بدن بسیار اهمیت پیدا کرده است (۷، ۸، ۹). ایزوآنزیم CK-MB از جمله ی معروف ترین و معتبرترین شاخص های بالینی است که افزایش میزان این ایزوزیم در خون به عنوان آسیب سلول های قلبی تلقی می شود (۸، ۹، ۱۰). اغلب پزشکان و محققان از ارزیابی دوره ای و متوالی این شاخص جهت تشخیص آسیب انفارکتوس میوکاردا استفاده، و از CK-MB به عنوان شاخص طلایی یاد می کنند (۹). برخی از محققین برای ارزیابی دقیق آسیب میوکاردا 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 سلول های میوکاردا به درون خون و ارزش های بالاتر از ۲۰ درصد را به عنوان منطقه ی خطر و آسیب سلول های میوکاردا تلقی می کنند (۸، ۹). در این رابطه، اغلب تحقیقات روی تأثیر فعالیت بدنی و تمرین بر شاخص های مذکور متمرکز شده و کمتر پژوهشی را می توان 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 فوتبالیست های جوان می تواند 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 معنی‌داری ($t=5/85$; $f=8/89$) بیشتر از گروه دارونما است. همچنین، میانگین و دامنه‌ی تغییرات فعالیت آنزیم CK-MB حاکی است که بین گروه دریافت‌کننده 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 معنی‌داری بیشتر از گروه دارونما است. در این راستا میزان افزایش فعالیت آنزیم CK-MB گروه دریافت‌کننده

کراتین (ساخت شرکت PNC)^۱ 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)^۲ 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 مونویدرات وجود دارد. در این راستا یو و دنگ نیز اعلام کردند که در نتیجهی تبدیل کراتین مونویدرات 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 به 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 مصرف‌کننده کراتین مونویدرات 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 نشت آنزیم‌های درون سلولی به داخل خون دخیل باشد (۱۶). به عبارتی احتمال آسیب‌پذیری غشای سلول‌های میوکارد و افزایش نشت 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)	دارونما - تمرین	قبل	۱۳۰/۳۳	۱۸/۱۶
		بعد	۱۶۲/۵	۲۰/۵۶
CK-MB (واحد بین‌المللی بر لیتر)	مکمل - تمرین	قبل	۱۰/۰۳	۱/۲۱
		بعد	۱۴/۶۳	۱/۴۸
CK-MB/CK (درصد)	دارونما - تمرین	قبل	۱۰/۷۲	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, CK-MB/CK سرمی و نسبت CK-MB/CK بعد از اجرای قرارداد تمرینی

شاخص اندازه‌گیری 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:

- Shao A, Hathcock J. Risk assessment for creatine monohydrate. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 2006; **45**: 242-251.
- Chrucsh 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.
- 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].
- 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.
- 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.
- 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.
- Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli FM. Creatin kinase monitoring in sport medicine. *British Medical Bulletin* 2007; **82**: 209-230.
- Christenson RH, Azzazy HME. Biochemistry markers of the acute coronary syndromes. *Clinical Chemistry* 1998; **44**: 1855-1864.
- 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.
- 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.
- Shenkman 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. *Ross Fiziol Zh Im I M Sechenova* 2006; **92**(1):100-112.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Hespeel 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