

تأثیر چهار هفته تمرینات اینتروال شدید همراه با مصرف مکمل کراتین بر برخی عملکردهای بی هوازی دختران شناگر

صدیقه اسلامی^{۱*}، جمشید همتی مراد آبادی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۹/۷، تاریخ تصویب: ۱۳۹۱/۱۱/۱۵

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی تأثیر چهار هفته تمرینات اینتروال شدید همراه با مصرف مکمل کراتین بر اوج توان بی هوازی، میانگین توان بی هوازی و شاخص خستگی، دانشجویان شناگر آماتور می باشد. بدین منظور ۳۰ دانشجوی شناگر آماتور دانشگاه شهید چمران اهواز با میانگین سنی $22/10 \pm 1/41$ سال و میانگین وزن $57 \pm 6/31$ انتخاب و به طور تصادفی در ۳ گروه (مکمل، شبه دارو، کنترل) قرار گرفتند. گروه مکمل و شبه دارو به ترتیب، طی دوره بارگیری به مدت ۵ روز و هرروز ۲۰ گرم (۲ وعده ۱۰ گرمی) و در ادامه روزی ۲ گرم مکمل کراتین و شبه دارو (آرد نخودچی) دریافت کردند. هر ۲ گروه مکمل و شبه دارو در یک دوره ۴ هفته ای تمرینات اینتروال شنا با شدت ۹۰-۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه شرکت کردند. آزمون وینگیت جهت تعیین اوج توان بی هوازی، میانگین توان بی هوازی و شاخص خستگی در دو مرحله قبل و بعد از ۴ هفته تمرین و مصرف مکمل اجرا شد. برای آزمون فرضیه ها، از روشهای آماری توصیفی و استنباطی از جمله آنالیز واریانس چند متغیره (MANOVA) و آزمون پی گیری توکی در سطح معنی داری ۰/۰۵ استفاده شد.

نتایج نشان داد که مصرف مکمل کراتین همراه با تمرین متغیرهای اوج توان، میانگین توان و شاخص خستگی را تحت تأثیر قرار می دهد.

بنابراین از آنجا که مصرف مکمل کراتین منجر به افزایش ذخیره کراتین عضله می شود، عملکرد دستگاه انرژی فسفاژن و در پی آن اجراهای کوتاه مدت و شدید بهبود می یابد.

واژه های کلیدی:

تمرینات اینتروال، کراتین، اوج توان، شاخص خستگی

مقدمه

همه ما به عنوان یک مصرف کننده نیازمند اطلاعاتی هستیم که ما را در تصمیم گیری در مورد مصرف یک رژیم غذایی سالم و استفاده از مکمل ها کمک کند. نقش رژیم غذایی در سلامتی افراد و جامعه تأثیر بسزایی دارد. این امر در ورزشکاران رمز پیروزی در طول سال های قهرمانی و ضامن سلامتی کامل آن ها می باشد (Cassy, 1996). تغذیه مناسب پایه و اساس عملکرد جسمانی را تشکیل می دهد، زیرا علاوه بر فراهم کردن سوخت برای اعمال زیستی، مواد شیمیایی مورد نیاز برای استخراج و استفاده از انرژی بالقوه موجود در این سوخت را نیز مهیا می کند (Javierre, 2004). در فعالیت های رقابتی جهان امروزی، به منظور بهبود اجراهای ورزشی، استفاده از پتانسیل های بدنی، روانی، تغذیه ای و دیگر موارد بسیار ضروری و حیاتی شده است. در این میان استفاده از مکمل های غذایی توسط ورزشکاران نیز شهرت ویژه ای کسب کرده است. کراتین منو هیدرات (PCr, H₂O) یکی از این مکمل ها است که در سال های اخیر بسیار مورد استفاده قرار می گیرد. از دلایل متمایز شدن کراتین نسبت به سایر مکمل ها می توان به مواردی از قبیل: قانونی بودن، در دسترس بودن، هزینه نسبتاً پایین، عدم اثبات عوارض جانبی مضر توسط پژوهش های استاندارد و کاربرد درمانی آن اشاره کرد (Hoffman, 2005). این ماده می تواند در بدن ذخیره شود و نقش مهمی را در سوخت و ساز عضلانی و تولید آدنوزین تری فسفات (ATP) در فعالیت های سرعتی و قدرتی ایفا نماید (Kutz, 2003).

غلظت کراتین فسفات در عضله در حال استراحت تقریباً ۳ تا ۴ برابر ATP (منبع فوری انرژی انقباضی عضلانی) است. مقدار ATP در سلول های عضلانی اندک است و تنها بخشی از آن را می توان به مثابه ذخیره انرژی دانست. وقتی غلظت ATP سلولی کاهش فراوانی پیدا می کند خستگی عارض می شود (Balsom, 2004). به دلیل اینکه در فعالیت های کوتاه مدت و با شدت بالا مانند تمرینات اینتروال، خستگی با کاهش غلظت داخل سلولی ATP همراه است، برای به تأخیر انداختن خستگی، بازسازی ATP با سرعتی تقریباً مشابه هیدرولیز ATP ضروری است. فسفو کراتین (PC) یکی از ذخایر عضله برای بازسازی ATP در تمرینات کوتاه مدت و شدید است، که با مصرف مکمل کراتین افزایش می یابد که در نتیجه آن، در فعالیت های کوتاه مدت زیر ۳۰ ثانیه بیشترین بهبودی حاصل می شود و دوره بازیافت بهبود می یابد (Barnet, 2008).

بنابراین مصرف مکمل کراتین ظاهراً سرعت بازسازی ATP در دوره های بازیافت را افزایش می دهد و از این طریق با تولید انرژی بیشتر و به تأخیر انداختن تجمع اسیدلاکتیک مانع از خستگی زودرس شده و باعث می شود ورزشکاران برای مدت طولانی تر و با شدت بالاتر به فعالیت ادامه دهند. یکی از این نمونه فعالیت های با شدت بالا و زمان کوتاه تمرینات اینتروال شدید می باشد. این نوع تمرینات یکی از روش های متداول

تمرین برای پیشرفت و بهبود عملکرد ورزشکاران رشته های ورزشی سرعتی می باشد مانند دوندگان سرعت، شناگران سرعتی و برخی دیگر رشته ها مانند قایقرانی و غیره (وطنی، ۱۳۸۲).

به نظر می رسد که میزان دسترسی به فسفو کراتین یکی از محتمل ترین محدود کننده های عملکرد عضلانی در طی تمرینات اینتروال شدید باشد و تخلیه آن منجر به افزایش آدنوزین دی فسفات (ADP) و در نتیجه ایجاد خستگی به دلیل جلوگیری از تشکیل پل های عرضی عضلانی می شود. این نتیجه گیری حاصل مطالعات اساسی شامل وهله های کوتاه مدت، انقباضات با حداکثر تحریک الکتریکی و تمرینات ارادی می باشد. بر این اساس می توان اظهار کرد هر مکانیسمی که قادر به افزایش کراتین در دسترس عضلانی شود می تواند تخلیه PCr (کراتین فسفات) و میزان تجمع ATP در طی تمرینات بیشینه را به تأخیر اندازد و یا سنتز مجدد PCr را در حین برگشت به حال اولیه تحریک کند (مورگان، ۱۳۸۴).

در تحقیقی که تأثیر یک دوره کوتاه مدت مصرف مکمل کراتین منوهیدرات مورد بررسی قرار گرفت ۴۰ مرد فعال به طور تصادفی در دو گروه شبه دارو و مکمل کراتین (۶ گرم در هر روز کراتین منوهیدرات مصرف می کردند) قرار گرفتند. قبل و بعد از ۶ روز مصرف مکمل از آزمودنی ها آزمون گرفته شد که در طی هر جلسه آزمون، آزمودنی ها ۳ بار آزمون توان بی هوازی را اجرا کردند. نتایج نشان داد که تغییرات میزان خستگی در گروه مکمل نسبت به گروه شبه دارو معنی دار بود. به این معنی که یک کاهش در میزان خستگی در گروه مکمل کراتین منوهیدرات در مقایسه با گروه شبه دارو با انجام کار مساوی مشاهده شد. در این تحقیق پیشنهاد شده است که اگر چه نتایج این تحقیق کاهش در میزان خستگی در خلال تمرین اینتروال شدید سرعتی را نشان داد اما تحقیقات بیشتر در این زمینه برای روشن شدن بهتر موضوعات ضروری می باشد (Hoffman, 2005).

در تحقیق دیگری که هال و همکاران (۲۰۰۴) برای مقایسه اثر مکمل کراتین منو هیدرات و سرم کراتین بر عملکرد دوچرخه سواری سرعتی انجام دادند، آزمودنی ها در دو گروه مکمل کراتین منو هیدرات (N=۵) و سرم کراتین (N=۶) قرار گرفتند. یک تست دوچرخه سواری بیشینه تکراری قبل و بعد از دوره مصرف مکمل کراتین منو هیدرات (۲۰ گرم در روز به مدت ۶ روز و سرم کراتین ۵ میلی لیتر در روز به مدت ۶ روز) اجرا کردند. نتایج نشان داد که کل کار انجام شده و اوج توان بطور معنی داری در گروه کراتین منو هیدرات بهبود یافت. این تغییرات در گروه سرم کراتین ناچیز بوده است. این تحقیق تأثیرات ارگونومیک مکمل کراتین منو هیدرات را نیز تأیید می کند.

در زمینه تأثیر مکمل کراتین بر توان بی هوازی (اوج توان) و میانگین توان و شاخص خستگی، مطالعه ای که بر روی عملکرد سرعتی شناگران انجام گرفته نشان می دهد که آزمودنی هایی که به مدت ۷ روز مکمل

روش شناسی تحقیق

تحقیق حاضر تحقیقی نیمه تجربی و کاربردی است که با سه گروه مکمل، شبه دارو و کنترل و با استفاده از پیش آزمون و پس آزمون انجام گردید. جامعه آماری این تحقیق شامل کلیه دختران شناگر ۲۳ تا ۲۰ ساله دانشگاه شهید چمران اهواز می باشد که مهارت کراول سینه را آموزش دیده اند و نمونه تحقیق شامل ۳۰ دانشجوی دختر به طور تصادفی از بین داوطلبان واجد شرایط با استناد به پرسشنامه وضعیت تندرستی انتخاب شدند و سپس به طور تصادفی به سه گروه مکمل کراتین (۱۰ نفر)، شبه دارو (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. قد و وزن آزمودنی ها با استفاده از قد سنج دیجیتالی و ترازوی آزمایشگاهی اندازه گیری شد. متغیرهای وابسته در دو مرحله قبل و بعد از ۴ هفته تمرین اندازه گیری شدند. اندازه گیری هاتوسط آزمون وینگیت که شاخص خستگی عضلانی، میانگین توان (ظرفیت بی هوازی) و اوج توان را ارزیابی می کند اجرا شد. تمرینات به مدت ۴ هفته و هر هفته ۳ جلسه و هر جلسه یک ساعت به صورت تمرینات اینتروال انجام شد. گروه مکمل کراتین مکمل خود را به میزان ۲۰ گرم در هر جلسه بصورت ۲ وعده ۱۰ گرمی ۴۵ دقیقه قبل از تمرین و بلافاصله بعد از تمرین به مدت ۵ روز (دوره بارگیری) دریافت کردند و بعد از آن هر روز تا پایان ۴ هفته به میزان ۲ گرم کراتین دریافت کردند. گروه شبه دارو، به همراه گروه مکمل کراتین به همان روش و همان میزان آرد نخود دریافت کردند. داده های به دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS و EXCEL و آزمون تحلیل واریانس عاملی مرکب مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته ها و نتایج تحقیق

۱- اوج توان بی هوازی

الف) مقایسه تاثیر تمرینات اینتروال شدید همراه با مصرف مکمل کراتین بر اوج توان بی هوازی گروه های تحقیق: با توجه به اطلاعات جدول شماره ۱ اوج توان بی هوازی در هر دو گروه تمرین با مکمل کراتین و تمرین با شبه دارو افزایش یافته و در گروه کنترل بی تغییر بوده است (جدول ۱).

به دلیل تایید فرض تحقیق از آزمون توکی برای تعیین اختلاف بین گروه ها استفاده گردید که مشاهده شد: بین گروه های تمرین با مکمل کراتین و کنترل از لحاظ میانگین اوج توان بی هوازی در پس آزمون تفاوت معنی داری وجود دارد ($P = 0/02$).

ب) مقایسه تمرین اینتروال شدید و مکمل کراتین و شبه دارو بر اوج توان بی هوازی گروه مکمل و تمرین و گروه شبه دارو با تمرین در پیش آزمون و پس آزمون نشان داد که تاثیر تمرین در گروه تمرین با مکمل معنی دار بوده است ($P = 0/006$).

کراتین (۲ بار در روز هر بار ۵ گرم) به همراه تمرینات سرعتی خود دریافت کرده اند، نسبت به گروه کنترل که مکمل مصرف کرده اند نتایج آزمون وینگیت (آزمونی که توان بی هوازی (میانگین توان و اوج توان) و شاخص خستگی را اندازه گیری می کند) بهتر بوده است. بر طبق نتایج این تحقیق در گروه تجربی (مکمل) تغییرات معنی داری در نتایج آزمون وینگیت بی هوازی ایجاد شده است. و اوج توان، میانگین توان و شاخص خستگی هر سه گروه مکمل بهبود یافته است (Anomaciry, 2004).
به منظور آزمایش تأثیر تمرین سرعتی بر متابولیسم و عملکرد تمرین در طی تمرینات سرعتی، ۱۶ مرد فعال با $vo_2 \text{ peak} = 3/8 \pm 0/1$ در دو گروه تمرین (N=۸) و کنترل (N=۸) به طور تصادفی قرار گرفتند. هر آزمودنی یک تست S ۳۰ دوچرخه سواری سرعتی و یک تست برای اندازه گیری $vo_2 \text{ peak}$ قبل و بعد از ۸ هفته تمرین سرعتی اجرا کردند. گروه تمرین یک دوره تمرین سرعتی را ۳ بار در هر هفته اجرا کردند. در نهایت تمرین منجر به یک افزایش ۷۱٪ در میانگین توان و افزایش در نسبت بازده توان متوسط به میانگین بازده توان و همچنین یک کاهش میزان ATP در طی تمرینات سرعتی و در ادامه تمرینات شد (Barnet, 2008).
در تحقیقی که به منظور بررسی تأثیرات مکمل کراتین طی یک دوره کوتاه مدت تمرینات مقاومتی انجام شد، ۱۷ مرد به طور تصادفی در دو گروه مکمل با مصرف ۰/۳ گرم به ازای یک کیلوگرم از وزن بدن کراتین در روز (n=۹) و گروه شبه دارو (n=۸) قرار گرفتند. به نحوی که آزمودنی ها یک تمرین مقاومتی (۵ روز در هفته به مدت ۴ هفته) را اجرا می کردند و در ادامه ۲ هفته با شدت کمتری به تمرین پرداختند. نتایج نشان داد که توان انفجاری در پرس سینه در ۲ هفته اول تمرین در گروه شبه دارو کاهش یافت. اما این فاکتور در گروه مکمل کراتین تا پایان دوره ۶ هفته ای در حد وسیعی افزایش یافت (Volek, 2006).

اخیراً نیز اطلاعاتی منتشر شده است که مشخص می کند مصرف مکمل کراتین اثر افزایش خود را در عملکرد ورزشی در طول تمرینات شدید بیشتر با افزایش دسترسی به PCr مخصوصاً در تارهای عضلانی تند انقباض اعمال می کند (Hall, 2004). این تحقیق در جست و جوی تاثیر تمرینات اینتروال شدید شنا همراه با مصرف مکمل کراتین بر اوج توان بی هوازی، میانگین توان بی هوازی (ظرفیت بی هوازی) و شاخص خستگی است تا مشخص کند که آیا با مصرف مکمل کراتین در حین تمرینات اینتروال شدید شنا که به منظور توسعه سرعت مورد استفاده قرار می گیرد، می توان عملکرد شاخص های بی هوازی را بهبود بخشید؟
تمرین به تنهایی یا تمرین با مصرف مکمل، کدام یک موجب توسعه بهتر عملکرد شاخص های بی هوازی عضلات ورزشکاران می شود؟

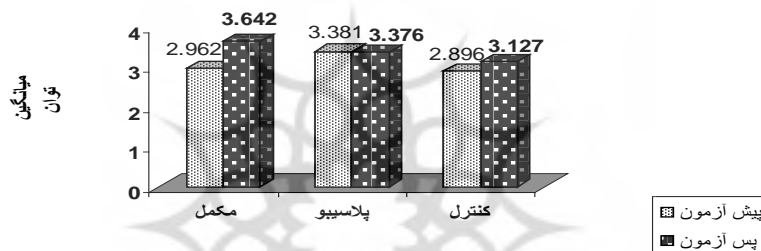
جدول (۱) آنالیز واریانس یکسویه برای بررسی اوج توان بی هوازی عضلات

P	f	میانگین مجذورات	درجه آزادی	مجموع مجذورات	شاخص آماری
					منبع تغییر
۰/۰۲	۴/۰۸	۴/۸۴	۲	۹/۶۹	بین گروه
		۱/۱۸	۲۷	۳۲/۰۰	درون گروه
			۳۰	۵۶/۱۰	کل

۲- میانگین توان بی هوازی

معنی داری مشاهده شده است ($P = ۰/۰۲$).
 (ب) مقایسه تاثیر تمرینات اینتروال شدید به همراه مصرف مکمل کراتین و شبه دارو بر میانگین توان گروه تمرین با مکمل و گروه تمرین با شبه دارو در پیش آزمون و پس آزمون نشان داد که تاثیر تمرین در گروه تمرین با مکمل معنی دار می باشد ($P = ۰/۰۱$). این نتیجه حاکی از این است که تمرین و مصرف مکمل موجب بهبود میانگین توان شده است (نمودار ۱).

الف) مقایسه تاثیر تمرینات اینتروال شدید به همراه مصرف مکمل کراتین و شبه دارو بر میانگین توان بی هوازی گروه های مختلف تحقیق:
 با توجه به داده های حاصله میانگین توان بی هوازی در گروه تمرین با مکمل کراتین و کنترل افزایش یافته و در گروه شبه دارو بی تغییر بوده است و نیز بین گروه های تمرین با مکمل کراتین و تمرین با شبه دارو از لحاظ میانگین، میانگین توان (ظرفیت بی هوازی) در پس آزمون اختلاف



نمودار (۱) مقایسه میانگین های، میانگین توان آزمودنی ها

آزمون، بیشتر از گروه کنترل کاهش یافته است (جدول ۲).
 پس از انجام آزمون توکی مشاهده شد بین گروه های تمرین با مکمل کراتین و کنترل از لحاظ میانگین شاخص خستگی اختلاف معنی داری وجود دارد ($P = ۰/۰۱$).

۳- شاخص خستگی
 الف) مقایسه تاثیر تمرینات اینتروال شدید به همراه مصرف مکمل کراتین و شبه دارو بر شاخص خستگی گروه های تحقیق.
 داده های جدول شماره ۲ نشان می دهند که شاخص خستگی در دو گروه تمرین با مکمل و تمرین با شبه دارو در پس آزمون نسبت به پیش

جدول (۲) آنالیز واریانس یکسویه برای بررسی شاخص خستگی عضلات آزمودنی ها

P	f	میانگین مجذورات	درجه آزادی	مجموع مجذورات	شاخص آماری
					منبع تغییر
۰/۰۱	۴/۹۵	۲۹۸۶/۶۴	۲	۵۹۷۳/۲۹	بین گروه
		۶۰۳/۲۴	۲۷	۱۶۲۸۷/۶۱	درون گروه
			۳۰	۳۲۶۴۷/۱۴	کل

در مقایسه پیش آزمون و پس آزمون شاخص خستگی در گروه تمرین با شبه دارو نتیجه گیری می شود که تاثیر تمرین بر شاخص خستگی در گروه تمرین با شبه دارو معنی دار می باشد به نحوی که بعد از تمرین تغییرات قابل ملاحظه ای در شاخص خستگی آزمودنی های گروه تمرین با شبه دارو نسبت به قبل از تمرین ایجاد شده است ($P=0.06$).

ب) مقایسه تاثیر تمرینات اینتروال شدید همراه با مصرف مکمل و شبه دارو بر شاخص خستگی گروه تمرین با مکمل و گروه تمرین با شبه دارو در پیش آزمون و پس آزمون نشان داد که تاثیر تمرین در گروه تمرین با مکمل معنی دار است، به نحوی که کاهش معنی داری در شاخص خستگی آزمودنی های گروه مکمل با تمرین نسبت به قبل از تمرین مشاهده شد ($P=0.01$) (جدول ۳).

جدول (۳) مقایسه میزان شاخص خستگی قبل و بعد از تمرین در گروه تمرین با مکمل

شاخص خستگی	تعداد	میانگین	انحراف معیار	اختلاف میانگین قبل و بعد	انحراف معیار اختلاف	درجه آزادی	آماره t	سطح معنی دار
قبل از تمرین	۱۰	۱۳۵/۳۹	۴۳/۰۶	۳۶/۳۴	۱۲/۵	۹	۲/۹۰	۰/۰۱
بعد از تمرین	۱۰	۹۹/۰۵	۱۴/۲۱					

و یا این بهبودی می تواند در اثر افزایش سطح فعالیت بدنی روزانه گروه کنترل باشد. از آنجایی که در فرمول محاسبه شاخص خستگی اوج توان و حداقل توان به کار برده می شود و با توجه به این که تمرین منجر به افزایش اوج توان در گروه شبه دارو شده است، همان گونه که قبلا نیز ذکر شد، تغییری در میانگین توان این گروه حاصل نشده، بهبود شاخص خستگی در گروه تمرین با شبه دارو از نظر علمی، منطقی به نظر می رسد زیرا حداقل توان در این گروه بهبود پیدا کرد.

این نتایج با یافته های هال و همکاران^۱ (۲۰۰۴)، آنوما سیری و همکاران^۲ (۲۰۰۴)، بارت و همکاران^۳ (۲۰۰۸)، ولک و همکاران^۴ (۲۰۰۶)، مندز و همکاران^۵ (۲۰۰۴) که تاثیر تمرینات توانی و قدرتی مختلف همراه با مصرف مکمل کراتین را بر اوج توان بی هوازی، میانگین توان بی هوازی و شاخص خستگی مورد بررسی قرار داده بودند، همخوانی داشت. دلیل احتمالی این همخوانی را می توان این گونه بیان کرد که مصرف مکمل کراتین موجب افزایش ذخیره کراتین عضلات (فسفو کراتین، کراتین آزاد) می شود، واز سوی دیگر تمرینات اینتروال شدید با اجرای کوتاه مدت و شدید و دوره های بازگشت به حالت اولیه بین زمان های فعالیت منجر به بهبودی عملکرد دستگاه فسفاژن می شود. در تمرینات اینتروال شدید سیستم انرژی غالب سیستم فسفاژن می باشد. ولی سیستم گلیکولیز بی هوازی نیز تا حدی درگیر می شود. پس بهبود میانگین توان که شاخصی است که در این تحقیق با آن ظرفیت گلیکولیز بی هوازی ارزیابی شده است را نیز می توان به تمرین نسبت داد. بهبودی در شاخص خستگی نشان دهنده توانایی تحمل حجم کار بیشتر تا سرحد خستگی می باشد. بنابراین تمرین و مصرف مکمل باعث می شود که دوره های بازگشت به

بحث و نتیجه گیری

مکمل کراتین از جمله مکمل هایی است که اخیرا در حد وسیعی مورد استفاده ورزشکاران قرار گرفته است. مکمل کراتین توسط این ورزشکاران اغلب جهت افزایش حجم عضله، حفظ وزن بدن، درمان برخی بیماری ها و کاهش دوره باز یافت مورد استفاده قرار می گیرد. شلینگ و همکاران (۲۰۰۴) فاکتورهای سلامتی را در رابطه با مصرف طولانی مدت کراتین مورد ارزیابی قرار دادند. در نتایج حاصل از این تحقیق هیچگونه آسیب، گرفتگی و یا عارضه جانبی دیگری در عضلات مشاهده نشد.

با بررسی نتایج به دست آمده مشاهده شد که تمرینات اینتروال و مصرف مکمل کراتین بر اوج توان بی هوازی، میانگین توان بی هوازی و شاخص خستگی موثر بوده است. همچنین در مقایسه پیش آزمون و پس آزمون گروه تمرین با شبه دارو شاخص خستگی در سطح معنی داری بهبود یافته است، اما تغییرات در اوج توان بی هوازی و میانگین توان بی هوازی در این گروه معنی دار نبوده است. بنابراین تمرین نیز به تنهایی و بدون اثر مکمل کراتین منجر به بهبودی شاخص خستگی آزمودنی های این گروه شده است. در مقایسه پیش آزمون و پس آزمون گروه تمرین با مکمل تغییرات هر سه فاکتور مورد اندازه گیری از لحاظ آماری معنی دار بوده است. همان گونه که مشاهده شد در پس آزمون هر سه گروه کاهش در شاخص خستگی ایجاد شد به نحوی که این کاهش در گروه تمرین با مکمل و تمرین با شبه دارو هر دو در مقایسه پیش آزمون و پس آزمون معنی دار بوده است. پس از اجرای آزمون توکی در این زمینه مشخص شد که فقط بین گروه های تمرین با مکمل و گروه کنترل از لحاظ شاخص خستگی در پس آزمون اختلاف معنی داری وجود دارد. کاهش در درصد شاخص خستگی که نشان دهنده بهبودی آن است در گروه کنترل بسیار کم و از لحاظ آماری معنی دار نشده است. این کاهش

1- Hall

2- Anomaciry

3- Barnet

4- Volek

5- Mendse

5. Balsom, P.D., Soderlund, K. and Ekblom, B. (2004). Creatine in humans with Special Reference to creatine supplement, *Sport Medicine*. Vol 18, no 4, pp.268-280.
6. Barnett C, et al. (2008). Muscle metabolism during sprint exercise in man: influence of sprint training. *Journal of science and medicine in sports*. Sep; Vol 7, no. 3, pp.314-22.
۷. شیخ الاسلامی، وطنی (۱۳۸۲). تاثیر مکمل کراتین بر عملکرد مسافتهای کوتاه شنا و ترشح برخی هورمونها دانشجویان دانشگاه کردستان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس.
۸. موگان، رونالدجی. (۱۳۸۴). راهنمای تغذیه ورزش نوین، جلد اول (مبانی علمی)، ترجمه علیجانی، عیدی؛ نوربخش، مهوش انتشارات کمیته المپیک جمهوری اسلامی ایران، تهران.
9. Hall RD, Blazevich AJ. (2004). Creatine serum is not as effective as creatine powder for improving cycle sprint performance in competitive male team sport athletes. *Journal of strength cond Research*. Vol. 18, No. 2, pp 272-9.
10. Anomaciry. (2004). Effects low dose of creatine supplementation enhances sprint phase of 400 meters swimming per for mince. *Journal Medicine Associated Thui*. Vol. 87. no 2, pp. 228-32.
11. Volek JS, et al. (2006). The effect of Creatine supplementation on muscular performance and body composition responses to short term resistance training overreaching. *European Journal Applied physiology*. May; Vol. 91, No 5-6, pp 628-37.
12. Schilling.B.K. et al. (2004). Effects of oral Creatine Supplementation on respiratory gas exchange and blood lactate accumulation during steady-state incremental treadmill exercise and recovery. *Clinical science*. Vol.87, no.2, pp.707-710.
13. Mendes RR, Pives I, Olivera A. (2004). Effects of creatine supplementation on performance and body composition of competitive swimmers. *Journal of Nutrition Biochemical*. Aug; Vol. 15, No.8, pp. 473- 8
14. Ahmun RP, Tong RJ, Grimshaw PN. J.(2008). Creatine serum is not as effective as creatine powder for improving cycle sprint performance in competitive male team sport athletes. *Strength Cond Res*. Feb; vol. 19, no. 1, pp.92-7.

حالت اولیه بدون به تاخیر افتادن آثار خستگی کوتاه شود. این نتایج با تحقیقات آهمون و همکاران (۲۰۰۸)، هافمن و همکاران (۲۰۰۵) همخوانی نداشته است. دلیل این مغایرت را می توان میزان و نوع فعالیت آزمودنی ها و میزان و دوره مصرف مکمل کراتین و نوع تمرین ذکر کرد. زیرا در این دو تحقیق آزمودنی ها افراد فعال و تمرین کرده حرفه ای بوده اند، در حالی که آزمودنی های این تحقیق افراد شناگر آماتور بوده اند. همچنین تحقیقات فوق الذکر بر روی مردان انجام گرفته و پروتکل تمرینی آنها نیز دوچرخه سواری سرعتی بوده است و عامل دیگر آنکه هر دو تحقیق دوره کوتاه مصرف مکمل را مورد بررسی قرار داده ند. این عوامل می تواند منجر به ایجاد نتایج متفاوتی شود. به طور کلی می توان چنین بیان کرد که، از آنجا که مصرف مکمل کراتین منجر به افزایش ذخیره کراتین عضله می شود، عملکرد دستگاه انرژی فسفاژن ودر پی آن اجراهای کوتاه مدت و شدید بهبود می یابد. همچنین در تمرینات متناوب دوره های بازیافت کوتاه شده و حجم کار بیشتر با شدت بالا برای ورزشکار قابل تحمل می شود. اما با توجه به بررسی تحقیقات در این زمینه، مصرف مکمل کراتین زمانی ضروری به نظر می رسد که ورزشکار رشته سرعتی و یا قدرتی، روزی چند جلسه تمرین داشته باشد و ذخایر کراتین عضله وی برای این حجم تمرین کافی نباشد. در واقع مصرف مکمل کراتین در این ورزشکاران منجر به تحمل حجم بیشتر تمرین می شود، پس این حجم بالای تمرین و سازگاری های فیزیولوژیکی باعث بهبود در عملکرد ورزشی این ورزشکاران می شود و مصرف مکمل کراتین به طور مستقیم بر عملکرد ورزشی تاثیر ندارد.

منابع

1. Cassy A, et al. (1996). Creatin ingestion favorably affect performance and muscle metabolism during maximal exercise in human. *Am J Physiol*, Jul. vol.271, no.1. pp.31-7.
2. Javierre C, et al.(2004). Creatin Supplementation and performance in 6 consecutive 60 meter sprints, *Journal of Physiological and Biochemical*. Dec; Vol. 60, No. 4, pp 265-7
3. Hoffman JR. (2005). Effect of low -dose, short -duration Creatine supplementation on anaerobic exercise performance. *Journal of strength cond Research*. May. Vol. 19, No. 2, pp. 260-4.
4. Kutz MR, Gunter MJ. (2003). Cratine monohydrate supplementation on body weight and percent body fat. *J strength cond Res*. Nov; vol.14, no.4, pp. 817-21.