

بررسی اثر مکمل یاری هم‌زمان کراتین و ال- کارنیتین بر عملکرد بی‌هوازی ورزشکاران

زهرا مظلوم^{*}، بهمن پناهانده^{۱*}، محسن ثالثی^{***}، صاحب عباس ترکی^{****}

^{*}دانشیار، گروه علوم تغذیه، دانشکده بهداشت و تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی شیراز

^{**}کارشناس ارشد، کمیته تحقیقات دانشجویی/گروه علوم تغذیه، دانشکده بهداشت و تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی شیراز

^{***}استادیار، بخش تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز

^{****}دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم تغذیه، دانشکده بهداشت و تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی شیراز

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۳/۱۴

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۱۱/۱۲

چکیده

مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر مکمل یاری هم‌زمان کراتین و ال-کارنیتین بر عملکرد بی‌هوازی و تغییرات وزن بدن در ورزشکاران انجام شد. در این کارآزمایی بالینی تصادفی شده یک سوکور ۴۵ و ورزشکار رزمی کار ۱۸ تا ۳۰ مرد وارد مطالعه و به طور تصادفی به چهار گروه دریافت‌کننده الف) کراتین، ب) ال-کارنیتین، ج) کراتین-ال-کارنیتین و د) دارونما تقسیم شدند و به مدت ۲۸ روز مکمل یاری شدند. عملکرد بی‌هوازی ورزشکاران با آزمون وینگت و تغییرات وزن طی دو مرحله قبل و بعد از مداخله اندازه‌گیری شد. برای مقایسه قبل و بعد متغیرها در هر گروه از آزمون تی مزدوج و برای مقایسه میانگین متغیرها میان چند گروه از آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه استفاده شد. شاخص‌های عملکرد بی‌هوازی در دو گروه دریافت‌کننده کراتین و کراتین-ال-کارنیتین پس از مداخله نسبت به پیش از مداخله به طور معنی‌داری بیشتر بود. وزن بدن نیز در گروه‌های دریافت‌کننده مکمل افزایش معنی‌داری داشت، اما در مقایسه بین گروهی تفاوت‌ها معنی‌دار نبود. براساس دوز مصرفی و مدت مکمل یاری در این مطالعه، مصرف هم‌زمان کراتین و ال-کارنیتین اثر مثبتی بر عملکرد بی‌هوازی دارد. از طرفی، کارنیتین عامل کاهش وزن شناخته شده است، درحالی‌که طبق یافته‌های این مطالعه این مکمل موجب افزایش وزن نیز می‌شود. کلیدواژه‌ها: مکمل یاری تغذیه‌ای، کراتین، ال- کارنیتین، عملکرد بی‌هوازی.

The effects of creatine and L-carnitine supplementation on anaerobic performance in athletes

Mazloom, Z^{*}., Panahandeh, B^{**}., Salesi, M^{***}., Abbas Torkei, S^{****}

^{*} Associated professor, Department of Nutrition, School of Health and Nutrition, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran,

^{**} MS.c, Research Committee Shiraz University of Medical Sciences/ Department of Nutrition, School of Health and Nutrition, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran,

^{***} Assistant Professor, Department of Physical Education, School of Education and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran,

^{****} MS.c Student, Department of Nutrition, School of Health and Nutrition, Shiraz University of Medical

Abstract

Aims: This study investigated the effects of creatine and L-carnitine supplementation on anaerobic performance and body weight changes in athletes. **Methods:** In this single-blind randomized clinical trial, 45 athletes were selected and randomly divided into four groups supplemented with: a) Creatine, b) L-carnitine, c) Creatine- L- carnitine and d) placebo. The supplementation period was 28 days. Wingate anaerobic test was done for assessing athletes' anaerobic performance and their weights were measured before and after the supplementation period. To compare the variables before and after each test, paired t-test and anova are used compare within and between variables respectively. **Results:** The anaerobic performance indices in the groups receiving creatine and creatine- L-carnitine were significantly increased after intervention. Body weights were also significantly increased in the supplemented groups. **Conclusions:** Based on the dosage and duration of supplementation in this study, concurrent creatine and L-carnitine supplementation has positive effects on anaerobic performance. Despite L-carnitine is a weight loss agent, the findings of this study showed weight gain in the supplemented groups.

Keywords: Dietary Supplementation, Creatine, L - Carnitine, Anaerobic Performance, Athletes

مقدمه

امروزه مصرف مکمل‌های تغذیه‌ای در میان ورزشکاران با هدف افزایش عملکرد ورزشی، بهبود تمرین، ریکاوری بهتر و سلامتی بسیار رواج یافته است (۱، ۲). از آنجاکه رسیدن به حداکثر توان ورزشی هدف اصلی بسیاری از ورزشکاران است، رسیدن به عملکرد ورزشی بالاتر انگیزه‌ای قوی در ورزشکار برای مصرف مکمل‌ها و مواد نیروزا ایجاد می‌کند (۳). مصرف مواد مختلف نیروزا نه تنها در میان ورزشکاران حرفه‌ای بلکه در میان ورزشکاران مبتدی و افراد غیرورزشکار نیز مشاهده می‌شود. مطالعات متعدد نشان داده‌اند که مصرف مواد نیروزا و مکمل‌ها در ایران از شیوع بالایی برخوردار است (۴) به گونه‌ای که ۷۴ تا ۹۱ درصد ورزشکاران از مکمل‌های غذایی استفاده می‌کنند (۱، ۵). هم‌اکنون بیشتر از ۶۰۰ مکمل غذایی در بازار یافت می‌شود که از جمله آنها می‌توان به ال-کارنیتین و کراتین اشاره کرد (۶).

کراتین به دلیل افزایش توده بدون چربی، بهبود عملکرد ورزشی، قدرت و توان عضلانی و به تأخیر انداختن خستگی، یکی از محبوب‌ترین مکمل‌های نیروزا در میان ورزشکاران شناخته شده است، به گونه‌ای که فروش آن در سال بیش از ۴۰۰ میلیون دلار گزارش شده است (۵-۸). از علت‌های احتمالی بهبود عملکرد ورزشی با استفاده از مکمل یاری کراتین می‌توان به سازگاری متابولیکی (افزایش میزان کراتین، افزایش میزان بازسازی فسفوکراتین و افزایش گلیکوژن عضلانی)، افزایش توده عضلات، افزایش قدرت، افزایش احتمالی عملکرد آنزیم **ATPase** وابسته به یون کلسیم عضلانی، خاصیت بافری کراتین به دلیل جلوگیری از کاهش **PH** و به دنبال آن مقاومت در برابر خستگی اشاره کرد (۹). افزایش حداکثر نیرو، قدرت و مقاومت در برابر خستگی، افزایش معنی‌دار وزن بدن، قدرت بی‌هوازی و توده کل بدن به دنبال مکمل یاری با کراتین در مطالعات متعددی گزارش شده است (۵، ۹، ۱۰).

ال-کارنیتین (ال-۳، هیدروکسی تری‌متیل آمینوبوتانوات) به مقدار اندک و ناچیز در بدن از دو اسید آمینه ضروری لیزین و متیونین در کبد و کلیه سنتز می‌شود (۱۱، ۱۲). از آنجاکه انتقال اسیدهای چرب آزاد به درون میتوکندری اهمیت درخور توجهی در میزان انرژی‌زایی، اکسیداسیون چربی‌ها و به دنبال آن کاهش اکسیداسیون کربوهیدرات‌ها و در نتیجه حفظ ذخایر کربوهیدرات جهت ادامه فعالیت استقامتی و تأخیر در آستانه خستگی دارد، ورزشکاران از ال-کارنیتین به‌عنوان ماده‌ای نیروزا در فعالیت‌های استقامتی بهره می‌گیرند (۱۳-۱۷). از طرفی استفاده بهینه از سوسترای سوخت برای تولید **ATP** به‌وسیله عضلات اسکلتی در طول ورزش به کفایت ذخایر کارنیتین بستگی دارد و از طرفی کمبود ال-کارنیتین در عضلات باعث اختلال در اکسیداسیون چربی و عملکرد ماهیچه‌ای می‌شود (۱۴، ۱۸). همچنین برخی مطالعات کاهش تولید لاکتات را به‌وسیله مکمل یاری ال-کارنیتین گزارش کرده‌اند، اما مطالعات دیگر چنین مشاهداتی نشان نداده‌اند (۱۹-۲۱). با توجه به نتایج ضد و نقیضی که درباره تأثیر مصرف جداگانه کراتین و کارنیتین بر عملکرد بی‌هوازی و تغییرات وزن در مطالعات گوناگون گزارش شده است و با توجه به اینکه تاکنون مطالعه‌ای در باب تأثیر مکمل یاری هم‌زمان این دو ماده، تا آنجاکه مؤلفان اطلاع دارند، صورت نگرفته است و مشخص نیست که آیا مصرف هم‌زمان این دو

مکمل نسبت به مصرف هرکدام از آنها به تنهایی برتری دارد یا خیر، مطالعه حاضر با این اهداف طراحی و اجرا شد: ۱) آیا مکمل یاری هم‌زمان این دو ماده تأثیری متفاوت با آنچه به تنهایی بر عملکرد بی‌هوازی و تغییرات وزن اعمال می‌کند، دارد؟ ۲) آیا مکمل یاری هم‌زمان این دو ماده می‌تواند راهکار مناسبی برای برآوردن نیاز ورزشکاران به یک مکمل معرفی شود که در عین افزایش قدرت بی‌هوازی سبب افزایش وزن هم‌زمان نشود؟

روش‌شناسی

مطالعه حاضر به صورت کارآزمایی بالینی تصادفی شده یک‌سوکور و با طرح قبل و بعد از مداخله در سه گروه دریافت‌کننده مکمل و یک گروه دریافت‌کننده دارونما انجام شد. ۴۸ نفر رزمی‌کار (شامل ۲۵ نفر کاراته‌کار و ۲۳ نفر تکواندوکار) از میان ۵۴ داوطلب پژوهش از میان ورزشکاران رزمی‌کار مجموعه ولایت‌شهر شیراز انتخاب و وارد مطالعه شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل سن بین ۱۸ تا ۳۰ سال، دست‌کم سابقه یک‌ماه فعالیت در ورزش فعلی، دریافت نکردن هرگونه مکمل طی ۶ ماه گذشته و نداشتن سابقه بیماری‌های کبدی، کلیوی، قلبی، ریوی و اسکلتی - عضلانی بوده است. برای تمام مشارکت‌کنندگان در مطالعه پرسش‌نامه‌ای درباره مشخصات دموگرافیک و پرسش‌هایی در مورد سابقه‌ی بیماری‌های کبدی، کلیوی، قلبی، ریوی و اسکلتی - عضلانی به صورت چهره به چهره تکمیل شد. ورزشکاران به طور تصادفی به ۴ گروه ۱۲ نفری تقسیم شدند: گروه اول ورزشکاران دریافت‌کننده مکمل کراتین به مدت ۷ روز با دوز روزانه ۰/۳ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن (دوز بارگیری) و به دنبال آن به میزان ۰/۰۳ گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن (دوز حفظی) به مدت ۲۱ روز (۷، ۸). گروه دوم: ورزشکاران دریافت‌کننده مکمل کارنیتین (روزانه ۲ گرم برای هر فرد به مدت ۲۸ روز). گروه سوم: ورزشکاران دریافت‌کننده مکمل کراتین (همانند گروه اول) و کارنیتین (همانند گروه دوم) و گروه چهارم: ورزشکاران دریافت‌کننده دارونما روزانه به میزان ۸ گرم. ورزشکاران هر گروه شامل ۶ نفر کاراته‌کار و ۶ نفر تکواندوکار بودند که بطور میانگین یک ماه در رشته مورد نظر فعالیت کرده بودند، تنها در گروه دریافت‌کننده دارونما این نسبت بصورت ۷ کاراته‌کار در مقابل ۵ تکواندوکار با میانگین یک ماه فعالیت در رشته مورد نظر اجرا شد. معیارهای خروج از مطالعه شامل: آسیب دیدگی که فرد نتواند به ورزش ادامه دهد، کشیدن سیگار و سرما خوردگی بود. از نمونه‌ها خواسته شد تا در صورت بروز هر یک از این موارد اطلاع دهند.

این مطالعه پس از تایید کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی شیراز و اخذ رضایت نامه‌ی آگاهانه شرکت در مطالعه انجام گردید. قد و وزن آنها با استفاده از ترازوی مجهز به قدسنج ثبت شد. به منظور اندازه‌گیری اسید لاکتیک استراحت ۵ میلی لیتر خون به صورت ناشتا از ورید بازویی در آزمایشگاه تشخیص طبی از ورزشکاران گرفته شد. سپس آزمون وینگیت جهت اندازه‌گیری عملکرد بی‌هوازی و شاخص خستگی با استفاده از دوچرخه منارک (Monark E 894) انجام شد (۱۰). مکمل کراتین و کارنیتین از شرکت سیگمای آلمان (کراتین منوهیدرات ۹۹ درصد به صورت پودر کریستالی، کارنیتین به صورت پودر) خریداری شد و دارونما (مخلوط سلولز به همراه آویسل) تهیه شد. پس از انجام آزمون وینگیت، مکمل‌ها و دارونما به صورت روزانه

در میان ورزشکاران توزیع می‌شد. همچنین از آنان خواسته شد در تمام مدت مداخله با همان برنامه سابق ورزشی (۳ جلسه ۲ ساعته در هر هفته، مجموعاً ۱۲ جلسه تمرین) به ورزش خود ادامه داده، مکمل را به همراه آب میوه (حدود یک لیوان آب سیب یا آب انگور، در هر بار) مصرف نمایند و از دریافت مواد غذایی کافئین دار تا حد ممکن خودداری نمایند. پس از اتمام دوره مکمل یاری، جمع‌آوری نمونه خون به صورت ناشتا و آزمون وینگیست دوباره تکرار شد. میزان لاکتات خون با استفاده از روش‌های آنزیمی به وسیله دستگاه اتوآنالایزر (مدل "Cobas Mira s") اندازه‌گیری شد.

این مطالعه براساس تفاوت ARC^۱ در مطالعه Fukuda D.H و همکارانش (۲۲) که برابر ۰/۴ گزارش شده بود، انحراف معیار برابر ۰/۳، خطای نوع ۱ برابر ۵٪ و قدرت مطالعه برابر ۹۰ درصد در نظر گرفته شد. برای مقایسه متغیرهای تحت مطالعه قبل و بعد از مداخله در هر گروه از آزمون تی زوجی (Paired t-test) و برای مقایسه میانگین تغییرات بین گروهی از تحلیل واریانس یک‌طرفه استفاده شد (One Way ANOVA) و از پس‌آزمون دانکن (Duncan) برای ارزیابی مقایسه‌ها به کار رفت. در تمام آزمون‌ها سطح اطمینان ۹۵٪ در نظر گرفته شد. اندازه اثر (ES) برای تعیین بزرگی اثر مکمل یاری محاسبه و به همراه نتایج معنی‌دار آماری به‌عنوان مقیاسی از معنی‌داری کاربردی گزارش شد.

یافته‌های پژوهش

از ۴۸ ورزشکار مشارکت‌کننده در این پژوهش، ۲ نفر از ادامه حضور در مطالعه انصراف دادند و یک نفر به علت شکستگی پا از مطالعه خارج شد. ویژگی‌های دموگرافیک ورزشکاران در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار و مشخصات فردی ورزشکاران مشارکت‌کننده در پژوهش

گروه	تعداد	سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (متر)
کراتین	۱۲	۲۲±۱/۲	۶۵±۹/۱	۱/۷۶±۰/۰۹
کارتینین	۱۲	۲۱±۱/۱	۶۷±۹/۲	۱/۷۷±۰/۰۸
کراتین-کارتینین	۱۱	۲۲±۱/۴	۷۴±۹/۳	۱/۷۶±۰/۰۲
دارونما	۱۰	۲۲±۲/۴	۶۹±۹/۸	۱/۷۶±۰/۰۷

شاخص‌های عملکرد بی‌هوازی، شامل توان بی‌هوازی حداکثر (PP^۲)، توان بی‌هوازی حداقل (MP^۳)، توان بی‌هوازی میانگین (AP^۴) و شاخص خستگی (AF^۵)، لاکتات (LA) استراحت و وزن (Wt)، در دو گروه دریافت‌کننده کراتین و کارتینین قبل و بعد از مداخله در جدول ۲ نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، در گروه دریافت‌کننده کراتین مقادیر MP، AP، PP و وزن پس از مداخله افزایش معنی‌دار و AF کاهش معنی‌داری نشان داد. در گروه دریافت‌کننده کارتینین فقط میزان لاکتات و وزن ورزشکاران افزایش معنی‌داری نشان داد (P < ۰/۰۵).

1. Anaerobic Running Capacity
2. Peak Power Output

3. Minimum Power Output
4. Average Power Output

5. Anaerobic Fatigue Index

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار و مقایسه شاخص‌های عملکرد بی‌هوازی، خستگی و وزن در گروه دریافت‌کننده مکمل کراتین و کارنیتین قبل و بعد از مداخله

متغیر	گروه دریافت‌کننده کراتین (n=12)			گروه دریافت‌کننده کارنیتین (n=12)		
	پیش از مداخله	پس از مداخله	P-value*	پیش از مداخله	پس از مداخله	P-value*
↑ PP	۹/۲±۱/۸	۱۰/۶±۱/۷	۰/۰۰۱*	۹/۷±۱/۱	۹/۵±۱/۳	۰/۰۵
↑ AP	۷/۱±۱	۷/۹±۰/۷	۰/۰۰۵*	۷/۵±۰/۷	۷/۳±۰/۸	۰/۰۹
↑ MP	۴/۴±۱/۱	۵/۲±۰/۷	۰/۰۰۸*	۴/۶±۰/۷	۴/۶±۰/۶	۰/۹۷
↑↑ AF	۳۵±۹	۳۲/۷±۸	۰/۰۰۲*	۳۸±۹	۳۶/۵±۷	۰/۰۶
↑↑↑ LA	۱/۴±۰/۵	۱/۸±۰/۵	۰/۶۳	۱/۷±۰/۴	۱/۵±۰/۵	۰/۰۴*
↑Wt	۶۵±۹	۶۷/۷±۱۰	<۰/۰۰۱*	۶۷±۹	۶۸/۹±۹	۰/۰۲*

↑ وات بر کیلوگرم وزن بدن، ↑↑ درصد توان حداکثر (%)، ↑↑↑ میلی‌مول بر لیتر، † کیلوگرم. * تفاوت مقادیر پس از مداخله نسبت به پیش از مداخله معنی‌دار است (آزمون Paired T-test, P < 0.05)

شاخص‌های عملکرد بی‌هوازی، اسید لاکتیک و وزن در دو گروه دریافت‌کننده مکمل کراتین-کارنیتین و دارونما قبل و بعد از مداخله در جدول ۳ نشان داده شده است. در گروه دریافت‌کننده کراتین-کارنیتین شاهد افزایش معنی‌دار PP، AP، MP، Wt و کاهش معنی‌دار AF و LA پس از مداخله هستیم. گروه دریافت‌کننده دارونما در هیچ‌یک از فاکتورهای تحت بررسی پس از مکمل‌یاری تغییر معنی‌داری مشاهده نشد.

جدول ۳. میانگین و انحراف معیار و مقایسه شاخص‌های عملکرد بی‌هوازی، خستگی و وزن در گروه دریافت‌کننده مکمل کراتین-کارنیتین و دارونما قبل و بعد از مداخله

متغیر	گروه دریافت‌کننده کراتین-کارنیتین (n=11)			گروه دریافت‌کننده دارونما (n=10)		
	پیش از مداخله	پس از مداخله	P-value*	پیش از مداخله	پس از مداخله	P-value*
↑ PP	۹/۲±۱/۲	۱۰/۴±۱/۱	<۰/۰۰۱*	۹±۱	۹/۰±۰/۸	۰/۹۱
↑ AP	۶/۸±۰/۷	۷/۶±۰/۶	<۰/۰۰۱*	۷±۰/۶	۷/۱±۰/۴	۰/۴۰
↑ MP	۴/۳±۰/۸	۴/۹±۰/۸	۰/۰۰۵*	۴/۴±۰/۹	۴/۲±۱	۰/۴۲
↑↑ AF	۴۰±۱۰	۳۶/۴±۹	۰/۰۰۱*	۳۲±۹	۳۵/۵±۶	۰/۴۶
↑↑↑ LA	۱/۸±۰/۵	۱/۶±۰/۵	۰/۰۴۸*	۱/۹±۰/۴	۱/۸±۰/۴	۰/۶۸
↑Wt	۷۳/۱±۹	۷۵/۸±۹	<۰/۰۰۱*	۷۴±۹	۷۵/۲±۸	۰/۰۹

↑ وات بر کیلوگرم وزن بدن، ↑↑ درصد توان حداکثر (%)، ↑↑↑ میلی‌مول بر لیتر، † کیلوگرم. * تفاوت مقادیر پس از مداخله نسبت به پیش از مداخله معنی‌دار است (آزمون Paired T-test, P < 0.05)

همان‌گونه که نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌عامله (ANOVA) در جدول ۴ نشان می‌دهد، که میانگین پارامترهای PP و MP در گروه دریافت‌کننده دارونما در مقایسه با دو گروه دریافت‌کننده کراتین و گروه دریافت‌کننده کراتین-کارنیتین به طور معناداری (≤ 0005) کمتر بود. از طرفی، میانگین پارامتر AP در گروه دریافت‌کننده دارونما نسبت به گروه دریافت‌کننده کراتین به طور معناداری (≤ 0005) کمتر بود. هرچند پارامترهای دیگر در گروه‌های مورد نظر از لحاظ آماری تفاوت معناداری نشان ندادند، میزان لاکتات (LA) در

هر سه گروه دریافت‌کننده مکمل نسبت به گروه دریافت‌کننده دارونما مقادیر کمتری داشت که بیشترین کاهش مربوط به گروه دریافت‌کننده کارنیتین بود.

جدول ۴. میانگین و انحراف معیار و مقایسه شاخص‌های عملکرد بی‌هوایی، خستگی و وزن در گروه‌های دریافت‌کننده مکمل و دارونما پس از ۴ هفته مداخله

↑Wt	↑↑↑LA	↑↑AF	↑MP	↑AP	↑PP	
a _{67/75} ± 10/12	a _{1/77} ± 0/52	a _{32/67} ± 8/35	b _{5/17} ± 0/70	b _{7/92} ± 0/74	b _{10/59} ± 1/69	کراتین (n=12)
a _{68/91} ± 9/92	a _{1/53} ± 0/51	a _{36/46} ± 7/94	a,b _{4/62} ± 0/55	a,b _{7/33} ± 0/78	a,b _{9/50} ± 1/27	کارنیتین (n=12)
a _{75/81} ± 9/94	a _{1/56} ± 0/49	a _{36/43} ± 9/50	b _{4/89} ± 0/76	a,b _{7/57} ± 0/61	b _{10/43} ± 1/12	کراتین-کارنیتین (n=11)
a _{75/20} ± 8/96	a _{1/81} ± 0/39	a _{35/49} ± 6/34	a _{4/16} ± 0/97	a _{7/14} ± 0/44	a _{8/96} ± 0/80	دارونما (n=10)

حروف متفاوت (a & b) معنادار بودن نتایج را در سطح $P < 0.05$ نشان می‌دهد (آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (One Way ANOVA) با استفاده از پس‌آزمون دانکن)، وات بر کیلوگرم وزن بدن، ↑↑ درصد توان حداکثر (%), ↑↑ میلی‌مول بر لیتر، † کیلوگرم، اندازه اثر (ES) برای PP=0.45, AP=0.14, MP=0.39 محاسبه شد.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که توان بی‌هوایی میانگین، حداکثر و حداقل در گروه‌های مکمل یاری شده با کراتین و کراتین-کارنیتین پس از دوره مکمل یاری نسبت به قبل از آن به طور معنی‌داری بیشتر است، درحالی‌که در گروه مکمل یاری شده با کارنیتین و گروه دریافت‌کننده دارونما تفاوت معنی‌داری در میزان این پارامترها مشاهده نشد. از این رو شاید بتوان این افزایش عملکرد بی‌هوایی را به کراتین نسبت داد که با یافته‌های پژوهشگران دیگر نیز هخوانی دارد (۵, ۹, ۱۰)، درحالی‌که میشل و همکارانش با مکمل یاری کراتین تفاوت معنی‌داری در توان بی‌هوایی حداکثر گزارش نکردند (۲۳). نتایج مطالعه جیکوب نشان داد که مکمل یاری ال-کارنیتین باعث افزایش غیرمعنی‌دار توان بی‌هوایی حداکثر و حداقل می‌شود (۱۷)، درحالی‌که بورگن نتیجه‌گیری می‌کند که کارنیتین اگرچه عنصری ضروری در مسیر اکسیداسیون است و فقدان آن موجب بروز اختلالات شدید عضلانی می‌شود مکمل یاری آن در افراد سالم اثر ویژه‌ای بر عملکرد عضلانی ندارد (۲۴). عوامل احتمالی این گزارش‌های متفاوت را می‌توان به تفاوت میان نوع آزمون (شدت و مدت آزمون)، ورزشکاران (جنسیت و ویژگی‌های فردی)، دوره و میزان تجویز مکمل نسبت داد.

هرچند شاخص خستگی در گروه‌های دریافت‌کننده مکمل کراتین و کراتین-کارنیتین پس از دوره مکمل یاری کاهش معنی‌داری نشان داد، تغییرات شاخص خستگی بین گروه‌های چهارگانه پس از مداخله تفاوت معنی‌داری نداشت. همان‌گونه که افزایش محتوای کراتین عضلات در طول ورزش عملکرد بی‌هوایی را افزایش می‌دهد، خستگی را نیز کاهش می‌دهد. نتایج مطالعه حاضر از لحاظ تأثیر بر کاهش میزان خستگی با مطالعه هافمن (۲۰۰۶) و برک (۲۰۰۰) هم‌جهت است (۵, ۹). یافته‌های این مطالعه کاهش معنی‌داری در میزان لاکتات استراحت پس از مداخله در گروه‌های مکمل یاری شده با کارنیتین و کراتین-کارنیتین نسبت به پیش از مداخله نشان داد؛ درحالی‌که تفاوت معنی‌داری در گروه مکمل یاری شده با کراتین و گروه دریافت‌کننده دارونما مشاهده

نشد. در مقایسه بین گروهی سطح لاکتات خون استراحت نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. جیکوب نیز در مطالعه خود کاهش معنی‌دار اسید لاکتیک را گزارش می‌کند و نتیجه می‌گیرد که افزایش کارنیتین به‌عنوان بافر بی‌هوازی به کاهش تولید لاکتات و مقاومت بیشتر به خستگی منجر می‌شود (۱۷). در مطالعه ویش و همکارانش و همین‌طور مطالعه ماترا و همکارانش نیز کاهش معنی‌دار لاکتات با مکمل یاری کارنیتین گزارش شده است (۲۵، ۲۶). علت احتمالی این نتایج متفاوت را می‌توان به نقش دوگانه کراتین بر لاکتات خون، شدت و مدت تمرین و ویژگی‌های فردی مشارکت‌کنندگان نسبت داد.

یافته‌های این مطالعه افزایش معنی‌داری در وزن ورزشکاران پس از مداخله در گروه‌های دریافت‌کننده مکمل کراتین، کارنیتین و کراتین-کارنیتین نسبت به پیش از مداخله نشان داد. این نتایج با نتایج حاصل از مطالعاتی که افزایش وزن با مکمل یاری کراتین را به دلیل افزایش آب درون‌سلولی یا احتباس آب در سلول‌های عضله اسکلتی، سنتز پروتئین‌ها یا کاهش تجزیه پروتئین‌ها (آثار آنابولیکی کراتین) می‌دانند، هم‌خوانی دارد (۵، ۱۰، ۲۷-۲۹). این اعتقاد که مکمل یاری کارنیتین به کاهش وزن کمک می‌کند از این فرضیه ناشی می‌شود که مکمل یاری کارنیتین باعث افزایش غلظت درون‌سلولی کارنیتین و به دنبال آن افزایش اکسیداسیون چربی‌ها، کاهش آهسته وزن و ذخایر چربی بدن می‌شود (۱۶)، درحالی‌که مطالعات دقیق نشان داده‌اند که مکمل یاری با کارنیتین (با دوز بیشتر از ۶ گرم در روز به مدت ۱۴ روز) باعث افزایش غلظت درون‌سلولی کارنیتین نمی‌شود (۳۰، ۳۱). مطالعه دیگری نیز نشان داد که عضله انسان وضعیت استراحت بیشتر از اندازه کافی کارنیتین آزاد دارد که اجازه دهد آنزیم کارنیتین پالمیتیل ترانسفراز I (CPT I) به حداکثر فعالیت خود دست یابد (۳۲). در نتیجه، این ادعا که کارنیتین باعث کاهش وزن می‌شود نه تنها بی‌اساس است، بلکه به‌لحاظ نظری نیز غیرممکن است. در مطالعه حاضر با مکمل یاری کارنیتین نه تنها کاهش وزن مشاهده نشد، بلکه افزایش وزن نیز در پی داشت که این افزایش وزن را می‌توان به افزایش توده پروتئین بدن و افزایش اشتها نیز نسبت داد، زیرا کارنیتین باعث تحریک فعالیت و انتقال کارنیتین پالمیتوئیل ترانسفراز می‌شود که می‌تواند سازوکار توجیه‌کننده افزایش اشتها و افزایش وزن در افراد مصرف‌کننده این مکمل باشد (۳۳-۳۵).

نتیجه‌گیری

یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که مکمل یاری کراتین و کارنیتین براساس پروتکل مشروح در این مطالعه، اثر مثبتی بر عملکرد بی‌هوازی داشته و طبق یافته‌های این مطالعه می‌توان ادعا کرد که مکمل یاری هم‌زمان این دو مکمل بر شاخص‌های تحت بررسی در این مطالعه، به مکمل یاری تنهای هرکدام از آنها ارجح است. از طرفی، کارنیتین در میان اکثر ورزشکاران عامل کاهش وزن شناخته شده، درحالی‌که طبق مشاهدات ما و چند مطالعه دیگر این مکمل حتی موجب افزایش وزن نیز می‌شود که ضرورت مطالعات بیشتر در زمینه تأثیر مکمل یاری کارنیتین بر وزن و ترکیب بدن را نشان می‌دهد.

منابع

1. McDowall, J.A. (2007). "Supplement use by young athletes". *JSSM*. 6 (3): 337-342.
2. Maughan, R.J. (1999). "Nutritional ergogenic aids and exercise performance". *Nutr Res Rev*. 12 (02): 255-280.
۳. وطنی، داریوش، گائینی، عباسعلی. ۱۳۸۴. «تأثیر مصرف کوتاه مدت مکمل کراتین بر عملکرد سرعتی شناگران غیرحرفه‌ای». فصل‌نامه المپیک. شماره ۱ (پیاپی ۲۹). صفحه ۱۹-۲۹.
۴. کارگر فرد، مهدی، کاشی، علی، سرلک، زهرا. ۱۳۸۸. «شیوع مصرف مواد نیروزا و سطح آگاهی از اثرات و عوارض جانبی آنها در ورزش کاران استان لرستان». مجله علمی پژوهشی اصول بهداشت روانی. سال یازدهم. شماره ۲ (پیاپی ۴۲). صفحه ۱۳۳-۱۳۴.
5. Hoffman, J; Ratamess, N; Kang, J. (2006). "Effect of creatine and β -alanine supplementation on performance and endocrine responses in strength/power athletes". *Int J Sport Nutr Exercise Metab*. 16: 430-446.
- ۶- گائینی، عباسعلی. ۹۳۹۰. «راهبردهای تغذیه در فعالیت‌های ورزشی و کنترل وزن». چاپ پنجم. تهران: بامداد کتاب. صفحه ۳۰۴-۳۴۴.
7. Gotshalk, L.A; Kraemer, W.J; Mendonca, M.A; Vingren, J.L; Kenny, A.M; Spiering, B.A. (2008). "Creatine supplementation improves muscular performance in older women". *Eur J Appl Physiol*. 102 (2): 223-31.
8. Pline, K.A; Smith, C.L. (2005). "The effect of creatine intake on renal function". *Ann Pharmacother*. 39 (6): 1093-1096.
9. Burke, D.G; Silver, S; Holt, L.E; Smith-Palmer, T; Culligan, C.J; Chilibeck P. D. (2000). "The effect of continuous low dose creatine supplementation on force, power and total work". *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 10 (3): 235-244.
۱۰. قراخانو، رضا، آقا علی نژاد، حمید، خازنی، علی، نیکویی، روح‌الله، رضائیان، جعفر. تابستان ۱۳۸۸. «تأثیر مصرف کوتاه مدت ۲۰ و ۳۰ گرم مکمل کراتین منویدرات بر لاجرای بی‌هوای و لاکتات خون کشتی‌گیران». فصلنامه المپیک. سال هفدهم. شماره ۲ (پیاپی ۴۶). صفحه ۲۷-۴۱.
11. Le Borgne, F; Demarquo, J. (2003). "Carnitine and athletic performance". *Science & Sports*. 18 (3): 125-133.
12. Demirdag, K; Bahcecioglu, I.H; Ozercan, I.H; Özden, M; Yilmaz, S; Kalkan, A. (2004). "Role of Lcarnitine in the prevention of acute liver damage induced by carbon tetrachloride in rats". *JGHF*. 19 (3): 333-338.
13. Kraemer, W.J; volek, J.S; Dunn-Lewis C. (2008). "L-carnitine supplementation: influence upon physiological function". *Curr Sports Med Rep*. 7 (4): 218-223.
14. Stephens, F.B; Constantin-Teodosiu, D; Greenhaff, P.L. (2007). "New insights concerning the role of carnitine in the regulation of fuel metabolism in skeletal muscle". *J Physiol*. 581 (2): 431-44±
۱۵. اکبری، حمزه، ترتیبیان، بختیار، امیرساسان، رامین. ۱۳۸۸. «تأثیر مکمل ال کارنیتین بر CRP و IL-6 طی یک دوره تمرینات شنا در شناگران مرد». فصل‌نامه المپیک. سال هفدهم. شماره ۴ (پیاپی ۴۸). صفحه ۱۰۲-۹۳.
16. Jeukendrup, A.E; Randell, R. (2011). "Fat burners: nutrition supplements that increase fat metabolism". *Obes Rev*. 12 (10): 841-51.
17. Jacobs, P.L; Goldstein, E.R. (2010). "Long-term glycine propionyl-L-carnitine supplementation and paradoxical effects on repeated anaerobic sprint performance". *JISSN*. 7 (35): 1-8.
18. Brass, E. (2004). "Carnitine and sports medicine: use or abuse?". *Ann N Y Acad Sci*. 1033: 67-78.
19. Lee, J.K; Lee, J.S; Park, H; Cha Y.S; Yoon, C.S; Kim, C.K. (2007). "Effect of L-carnitine supplementation and aerobic training on FABPc content and beta-HAD activity in human skeletal muscle". *Eur J Appl Physiol*. 99 (2): 193-9.
20. Stuessi, C; Hofer, P; Meier, C; Boutellier, U. (2005). "L-Carnitine and the recovery from exhaustive endurance exercise: a randomised, double-blind, placebo-controlled trial". *Eur J Appl Physiol*. 95 (5-6): 431-5.
21. Broad, E.M; Maughan, R.J; Galloway, S.D. (2008). "Carbohydrate, protein, and fat metabolism during exercise after oral carnitine supplementation in humans". *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 18 (6): 567-84.
22. Fukuda, D.H; Smith, A.E; Kendall, K.L; Stout, J.R. (2010). "The possible combinatory effects of acute consumption of caffeine, creatine, and amino acids on the improvement of anaerobic running performance in humans". *Nutr Res*. 30 (0): 607-14.
23. McKenna, M.J; Morton, J; Selig, S.E; Snow, R.J. (1999). "Creatine supplementation increases muscle total creatine but not maximal intermittent exercise performance". *J Appl Physiol*. 87 (6): 2244-52.
24. Le Borgne, F; Demarquo, J. (2003). "Carnitine and athletic performance". *Science & Sports*. 18: 125-133.
25. Matera, M; Bellinghieri, G; Costantino, G; Santoro, D; Calvani, M; Savica, V. (2003). "History of Lcarnitine: implications for renal disease". *J Ren Nutr*. 13 (1): 2-14.
26. Vecchiet, L; Di Lisa, F; Pieralisi, G; Ripari, P; Menabo, R; Giamberardino, M. A; Siliprandi, N. (1990). "Influence of L-carnitine administration on maximal physical exercise". *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 61 (5-6): 486-490.
27. Bassit, R.A; Curi, R; Costa Rosa, L.C. (2008). "Creatine supplementation reduces plasma levels of pro-inflammatory cytokines and PGE2 after a half-ironman competition". *Amino Acids*. 35 (2): 425-431.
28. Groeneveld, G.J; Beijer, C; Veldink, J.H; Kalmijn, S; Wokke, J.H.J; Van den Berg, L.H. (2005). "Few adverse effects of longterm creatine supplementation in a placebo-controlled trial". *Int J Sports Med*. 26 (4): 307-313.
29. Mihic, S; macdonald, J.R; mckenzie, S; Tamopolsky, M.A. (2000). "Acute creatine loading increases fat-free mass, but does not affect blood pressure, plasma creatinine, or CK activity in men and women". *Med Sci Sports Exerc*. 32 (2): 291-296.
30. Barnett, C; Costill, D.L; Vukovich, M.D; Cole, K.J; Goodpaster, B.H; Trappe, S.W; Fink, W.J. (1994). "Effect of L-carnitine supplementation on muscle and blood carnitine content and lactate accumulation during high-intensity sprint cycling". *Int J Sport Nutr*. 4 (3): 280-8.
31. Vukovich, M.D; Costill, D.L; Fink, W.J. (1994). "Carnitine supplementation: effect on muscle carnitine and glycogen content during exercise". *J Appl Physiol*. 26 (9): 1122-1129.
32. Wagenmakers, A. J. M. (1999). Nutritional supplements: effects on exercise performance and metabolism. *Perspectives in Exercise Science and Sports Medicine*, 12, 207-259.
33. Karlic, H; Lohninger, A. (2004). "Supplementation of L-Carnitine in Athletes: Does It Make Sense?". *Nutrition*. 20 (7): 709-715.
34. Duranay, M; Akay, H; Yilmaz, F.M; Senes, M; Tekeli, N; Yucel, D. (2006). "Effects of L-carnitine infusions on inflammatory and nutritional markers in haemodialysis patients". *Nephrol Dial Transplant*. 21 (11): 3211-14.
35. Wutzke, K.D; Lorenz, H. (2004). "The Effect of L-Carnitine on Fat Oxidation, Protein Turnover, and Body Composition in Slightly Overweight Subjects". *Metabolism*. 53 (8): 1002-1006.