

مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش

سال هفتم، شماره اول؛

بهار و تابستان ۱۳۹۹؛ صفحات ۳۷-۲۹

مقاله پژوهشی

تاثیر مکمل یاری حاد ال-کارنیتین بر عملکرد استقامت در توان و شاخص خستگی مردان جوان ورزشکار

سولماز صمدی کیا^۱، معرفت سیاه کوهیان^{۲*}، امید یوسفی بیله سوار^۳، محمدابراهیم بهرام^۱

تاریخ دریافت: ۲۰ اردیبهشت ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: ۲ شهریور ۱۳۹۹



با اسکن QR فوق می‌توانید جزئیات مقاله حاضر را در سایت www.jahssp.azaruniv.ac.ir/ مشاهده کنید

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۲. استاد فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. (نویسنده مسئول): ایمیل m_siahkohian@uma.ac.ir

۳. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

چکیده

هدف: ال-کارنیتین با افزایش اکسیداسیون چربی‌ها، احتمالاً می‌تواند موجب بهبود عملکرد و کاهش خستگی در ورزشکاران شود. هدف از مطالعه حاضر، بررسی اثر مصرف حاد مکمل ال-کارنیتین بر عملکرد استقامت در توان و شاخص خستگی در مردان جوان ورزشکار بود. روش شناسی: این مطالعه به صورت دو سوکور، متقاطع و به روش نیمه تجربی انجام شد. آزمودنی‌های تحقیق، شامل ۱۲ نفر از ورزشکاران شاغل در رشته والیبال بودند که به دو گروه تجربی (مصرف ۴/۵ گرم ال-کارنیتین همراه با ۶ قطره ابلیمو در ۲۵۰ میلی‌گرم آب) و کنترل (۶ قطره ابلیمو در ۲۵۰ میلی‌گرم آب به صورت دارونما) تقسیم شدند. هر یک از آزمودنی‌ها در دو جلسه مجزا، آزمون رست (RAST) را سه نوبت با فاصله‌ی یک ساعت از هم اجرا کردند و حداکثر توان، حداقل توان، میانگین توان و شاخص خستگی اندازه‌گیری شد. تحلیل داده‌ها، با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر و تی‌مستقل انجام شد ($P > 0.05$). **یافته‌ها:** نتایج نشان داد در گروه تجربی اختلاف معنی‌داری بین مراحل اول و دوم متغیرهای حداکثر توان ($p = 0.07$)، حداقل توان ($p = 0.28$) و میانگین توان ($p = 0.02$) وجود داشت، اما بین مراحل دیگر این تفاوت معناداری مشاهده نشد ($p > 0.05$). همچنین تفاوتی بین مراحل مختلف متغیر شاخص خستگی در گروه تجربی نبود ($p > 0.05$). به علاوه، در هیچ یک از مراحل آزمون اختلاف معنی‌داری بین گروه‌ها وجود نداشت ($P > 0.05$). **نتیجه‌گیری:** به نظر می‌رسد مصرف حاد مکمل ال-کارنیتین طی یک جلسه فعالیت بدنی شدید، بر استقامت در توان و شاخص خستگی تاثیر معناداری ندارد.

واژه‌های کلیدی: ال-کارنیتین، استقامت در توان، شاخص خستگی، ورزشکار

نحوه ارجاع: سولماز صمدی کیا، معرفت سیاه کوهیان، امید یوسفی بیله سوار، محمدابراهیم بهرام. تاثیر مکمل یاری حاد ال-کارنیتین بر عملکرد استقامت در توان و شاخص خستگی مردان جوان ورزشکار. مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش ۱۳۹۹؛ ۷(۱): ۳۷-۲۹.

Original Article

The Effect of Acute L-Carnitine Supplementation on Endurance Performance and Fatigue Index in Young Male Athletes

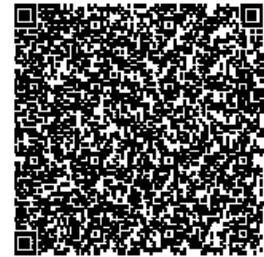
Solmaz Samadikia¹, Marefat Siahkoughian^{2*}, Omid Yousefi Bilehsavar³, Mohammad Ebrahim Bahram¹

Received 9 May 2020 ; Accepted 23 August 2020

Abstract

Aim: L-carnitine may improve performance and decrease fatigue in athletes by increasing lipid oxidation. The purpose of this study was to investigate the effect of acute L-carnitine supplementation on endurance performance and fatigue index in athlete young men. **Method:** This study was a double blind, cross over and quasi experimental study. Subjects included 12 athlete young men athletes working in volleyball who were divided into two groups: experimental (consumption of 4.5 g L-carnitine with 6 drops of lemon juice in 250 mg) and control (6 drops of lemon juice in 250 mg of water as a placebo). Each of the subjects in two separate sessions performed the RAST test three times with an hour rest intervals and were measured maximum power, minimum power, average power and fatigue index. The statistical tests used for data analysis were the analysis of variance with repeated measures and independent t-test ($P > 0.05$). **Results:** The results showed that in the experimental group there was a significant difference between the first and second stages of the variables maximum power ($p = 0.007$), minimum power ($p = 0.028$) and average power ($p = 0.002$), But there was no significant difference between the other steps ($p < 0.05$). Also, there was no difference between different stages of fatigue index in experimental group ($p < 0.05$). In addition, comparing the experimental and control groups in the above variables showed that there was no significant difference between the groups at any of the test stages ($P < 0.05$). **Conclusion:** It seems that acute consumption of L-carnitine supplement during one session of vigorous physical activity does not have significant effect on endurance and fatigue index.

Keywords: L-carnitine, Continuity of power, Fatigue Index, Athlete.



Scan this QR code to see the accompanying video, or visit jahssp.azaruniv.ac.ir

1. Msc of Sport Physiology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

2. Professor, Department of Sport Science, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
Email: m_siahkohian@uma.ac.ir

3. PhD Student of Sport Physiology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Cite as: Solmaz Samadikia, Marefat Siahkoughian, Omid Yousefi Bilehsavar, Mohammad Ebrahim Bahram. The effect of acute L-carnitine supplementation on endurance performance and fatigue index in young male athletes. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2020; 7(1): 29-37.

مقدمه

موفقیت ورزشکار از یک سو وابسته به ویژگی‌هایی مانند ویژگی‌های ژنتیکی، فیزیولوژیکی، ریخت‌شناسی، روان‌شناسی و تغذیه بوده و از سوی دیگر وابسته به برنامه‌ریزی‌های هدفمند و علمی در چارچوب تمرینات و تغذیه منظم و سازمان یافته می‌باشد (۱). از این رو ورزشکاران به دنبال حمایت‌های ارگونومیک هستند که عملکردشان را بهبود بخشند. مکمل‌های غذایی ارگونومیک^۱ یکی از این گزینه‌ها می‌باشد که در تحقیقات مختلف آثار سودمند آن‌ها در بهبود عملکرد ورزشی به اثبات رسیده است (۲). اما این مکمل‌ها زمانی موثر واقع می‌شوند که به درستی مصرف شوند و با آگاهی‌های علمی توسط متخصصان و مربیان در جهت نحوه صحیح استفاده از این مواد، اثرات مثبت و زیان‌بار آن‌ها در عملکرد و سلامت بدنی ورزشکاران بیش از پیش ارائه شود و در چارچوب قوانین و مقررات کمیته‌ی بین‌المللی المپیک باشد (۳).

یکی از این مکمل‌هایی که در سالیان اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است، ال-کارتینین می‌باشد. کارتینین^۲ واژه‌ای عام است که برای تعدادی از ترکیبات، شامل ال-کارتینین، استیل ال-کارتینین و پروپیونیل ال-کارتینین^۳ - به کار می‌رود. کارتینین (ال-۳-هیدروکسی تری متیل آمینوبوتانات) یک ترکیب آمونوم چهارتایی است که از اسید آمینه‌های لیزین و متیونین بیوسنتز می‌شود و برای سنتز کارتینین، ویتامین C، ویتامین B6، نیاسین و آهن ضروری است (۴، ۵). به طور متوسط ۲۵-۲۰ گرم ال-کارتینین در بدن انسان وجود دارد که بیش از ۹۵ درصد آن در عضلات اسکلتی ذخیره شده است (۶). نیمه عمر کارتینین در بدن ۲ تا ۳ ساعت بیان شده است. عملکرد اصلی ال-کارتینین که در اکثر تحقیقات مورد بررسی قرار گرفته است، انتقال اسیدهای چرب با زنجیره بلند از غشای میتوکندری به درون آن می‌باشد. در نتیجه منجر به افزایش اکسیداسیون چربی و ذخیره‌سازی گلیکوژن می‌شود (۷، ۸). از این رو، ورزشکاران برای افزایش انتقال اسیدهای چرب آزاد به درون میتوکندری از ال-کارتینین به‌عنوان یک ماده نیروزا و کمکی بهره می‌گیرند (۹، ۱۰). ال-کارتینین ترکیب نیتروژنی است (۴)، که عملکرد بیولوژیک آن، انتقال اسیدهای چرب آزاد با زنجیره طولانی به درون ماتریکس میتوکندری به‌منظور تولید انرژی در فرآیند بتا اکسیداسیون است، از این جهت، ورزشکاران برای افزایش انتقال اسید چرب آزاد به درون میتوکندری از ال-کارتینین به‌عنوان یک ماده نیروزا در فعالیت‌های ورزشی بهره می‌گیرند (۱۱).

همچنین ال-کارتینین مهارکننده آنزیم کلیدی بی‌هوازی فسفوفروکتوکیناز است و سبب کاهش سرعت گلیکولیز می‌شود. مکمل‌سازی کارتینین، تجمع اسیدلاکتیک پلاسما هنگام ورزش را نیز کاهش می‌دهد (۱۱). پژوهش‌های مختلفی به بررسی اثر مکمل ال-کارتینین در فعالیت‌های ورزشی پرداخته‌اند. اسکندری‌پور و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای روی آزمودنی‌های جوان فعال نتیجه گرفتند که مکمل‌دهی حاد ال-کارتینین موجب به‌تعویق انداختن خستگی و نیز بهبود عملکرد ورزشی دوندگان می‌شود (۱۲). مطالعه عزیزی ماسوله و همکاران (۱۳۹۴) نشان داد که مصرف مکمل ال-کارتینین قبل از ورزش بر عملکرد شنای ۴۰۰ متر کراال سینه شناگران تاثیر معناداری نداشت، همچنین؛ نتایج نشان داد که بین میزان تجمع اسیدلاکتیک در دقیقه اول بازگشت به حالت اولیه در سطوح مختلف مصرف مکمل با دارونما اختلاف معناداری بدست آمد (۱۳). مظلوم و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای نتیجه گرفتند که شاخص‌های عملکرد بی‌هوازی در دو گروه دریافت‌کننده کراتین و کراتین-ال-کارتینین پس از مداخله نسبت به پیش از مداخله به طور معناداری

بیشتر بود (۱۴). کاشف و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای نشان دادند که مکمل ال-کارتینین موجب بهبود توان هوازی و افزایش زمان واماندگی و کاهش مقادیر لاکتات استراحتی شد، هر چند بر مقدار لاکتات فعالیت اثر معناداری نداشت (۱۵). بنابراین برای بهبود عملکرد ورزشی و افزایش توان هوازی، می‌توان از مکمل ال-کارتینین به همراه تمرینات ورزشی استفاده کرد (۱۵). نورشاهی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند زمان رسیدن به خستگی بعد از مصرف حاد مکمل ال-کارتینین در مرحله فولیکول افزایش معنادار و در انباشت لاکتات خون در فاز فولیکول و لوتال کاهش معناداری می‌یابد (۱۶). همچنین گزارش شده است که مصرف یک دوز مکمل ال-کارتینین نتوانسته است بر سطح اسیدلاکتیک خون اثر معناداری ایجاد نماید (۱۷). همچنین گزارش شده است مصرف مکمل ال-کارتینین در زمان رسیدن به آستانه بی‌هوازی و بهبود عملکرد ورزشی تأثیری ندارد (۱۸). در چند مطالعه بر روی حیوانات آزمایشگاهی تجویز دوز بالای کارتینین و ایجاد غلظت زیاد این ماده خستگی عضلانی را به تعویق انداخته و باعث افزایش در ماندگاری قابلیت انقباض شده است (۱۸). اما این مکانیسم در انسان به طور کامل مشخص شده نشده است. با توجه به اینکه نتایج مطالعات در مورد فواید مکمل‌ها و آشنایی با عوارض مصرف آنها می‌تواند به مربیان و دست‌اندرکاران ورزشی این امکان را فراهم نماید که در تجویز یا عدم تجویز مکمل‌های ورزشی آگاهی و دقت لازم را داشته باشند و با توجه به اینکه نتایج تحقیقات انجام گرفته تاکنون، متناقض گزارش شده است و از طرفی، نظر به اینکه نوع استفاده از سیستم تولید انرژی در والیبال، عمدتاً به‌صورت بی‌هوازی است و اینگونه آزمون‌ها می‌تواند در ارزیابی و توسعه قابلیت‌های توان بی‌هوازی برای مربیان و ورزشکاران والیبالیست مورد توجه واقع شود و از طرفی، مطالعه‌ای بدین شکل به بررسی اثر مکمل‌یاری حاد ال-کارتینین بر عملکرد استقامت در توان و خستگی ورزشکاران والیبالیست با استفاده از آزمون بی‌هوازی میان‌مدت رست (RAST)^۴ نپرداخته است و در برخی موارد حتی، از مکمل ال-کارتینین بدون تمرینات ورزشی نیز استفاده شده و با توجه به اینکه حفظ توان در ورزش توسط ورزشکار برای ادامه‌ی فعالیت و رقابت به‌صورت کارآمد، در بسیاری از رشته‌های ورزشی مهم و حائز اهمیت بوده و در ترویج و توسعه دانش علم تمرین موثر است. محققین، به‌دنبال پاسخ به این سوال هستند که آیا مکمل‌دهی حاد ال-کارتینین می‌تواند تأثیری بر عملکرد استقامت در توان و شاخص خستگی در افراد ورزشکار داشته باشد؟

روش پژوهش

روش تحقیق حاضر در قالب طرح نیمه‌تجربی در دو گروه تجربی و کنترل به روش متقاطع (Cross over) انجام شد. جامعه‌ی آماری این پژوهش را والیبالیست‌های جوان شهر اردبیل با دامنه‌ی سنی ۲۱ تا ۲۵ سال تشکیل دادند، که به‌صورت داوطلبانه تمایل به شرکت در تحقیق را داشتند. نمونه تحقیق شامل ۱۲ نفر از این جامعه آماری بود که به شیوه تصادفی به دو گروه تجربی (ال-کارتینین) و کنترل (دارونما) تقسیم شدند. مطالعه حاضر با رعایت کامل مفاد کمیته اخلاق در پژوهش و رعایت اصول اعلامیه هلسینکی انجام گردید. لازم به ذکر است که انتخاب این تعداد آزمودنی بر اساس امکانات تیم تحقیق بود. معیارهای ورود به مطالعه دارا بودن شرایطی مانند: دانشجوی پسر فعال، غیرسیگاری، عدم بیماری‌های متابولیکی نظیر دیابت یا آسم، عدم بیماری‌های قلبی عروقی و ارتوپدی، عدم مصرف داروهای اثرگذار روی متابولیسم

۳. Propionyl-L-Carnitine

۴. Running-based Anaerobic Sprint Test

۱. Ergogenic

۲. L-Carnitine



حداکثر و حداقل توان، بالاترین و پایین‌ترین برون‌ده توانی بود که از ۶ مرحله دوی سرعت به دست آمد. قدرت و بیشینه‌ی سرعت در بین ۶ مرحله از حداکثر توان مشخص شد. میانگین توان بر اساس معادله‌ی ذیل محاسبه گردید (۲۲):

$6 \div$ مجموع توان‌های به دست آمده از ۶ مرحله دوی سرعت = میانگین توان شاخص خستگی طبق معادله‌ی ذیل برآورد شد (۲۲):

کل زمان طی شده در ۶ مرحله دوی سرعت \div (حداقل توان - حداکثر توان) = شاخص خستگی

روشن‌های آماری

پس از جمع‌آوری داده‌ها از آمار توصیفی و استنباطی استفاده شد، در آمار استنباطی از آزمون شاپیروویلک جهت بررسی توزیع طبیعی داده‌ها، از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری برای بررسی تغییرات درون‌گروهی و از t مستقل برای مقایسه‌ی تفاوت بین‌گروهی متغیرها استفاده شد. عملیات‌ها و تحلیل‌های آماری در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ انجام شد.

یافته‌ها

در جدول ۱ میانگین و انحراف معیار مشخصات فردی آزمودنی‌ها ارائه شده است. همه‌ی داده‌های بدست آمده از ویژگی‌های فردی و شاخص‌های مورد اندازه‌گیری دو گروه در شروع مطالعه، به صورت همگن بودند و از توزیع طبیعی پیروی می‌کردند (جدول ۱).

جدول ۱- مشخصات میانگین توصیفی آزمودنی‌های تحقیق

متغیرها	میانگین \pm انحراف استاندارد
سن (سال)	۲۲ \pm ۰/۹۶
قد (سانتی متر)	۱۷۳ \pm ۴/۳۴
وزن (کیلو گرم)	۶۵/۸۷ \pm ۰/۴۰
چربی بدن (درصد)	۱۰/۶۱ \pm ۱/۵۸
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۱/۷۱ \pm ۲/۴۱
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه)	۵۲ \pm ۲/۱۳

نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌های تکراری نشان داد در گروه تجربی اختلاف معنی‌داری بین مراحل اول و دوم متغیرهای حداکثر توان ($p=0/007$)، حداقل توان ($p=0/028$) و میانگین توان ($p=0/002$) وجود داشت، اما بین مراحل دیگر، این تفاوت مشاهده نشد ($p>0/05$). همچنین تفاوتی بین مراحل مختلف متغیر شاخص خستگی در گروه تجربی مشاهده نشد ($p>0/05$). نتایج آزمون تی مستقل برای مقایسه دو گروه تجربی و کنترل در تغییرات حداکثر توان، حداقل توان، توان و شاخص خستگی نشان داد که در هیچ یک از مراحل اول، دوم و سوم اختلاف معنی‌داری بین دو گروه تجربی و کنترل وجود نداشت ($P>0/05$) (جدول ۳، شکل ۱).

کربوهیدرات و چربی و عدم مصرف سایر داروهای نیروزا بود. شرایط خروج از مطالعه شامل: بروز هر نوع بیماری که فرد را از شرکت در بیش از ۳۰٪ جلسات تمرین باز دارد، بروز هر نوع بیماری و مصرف هر نوع دارویی که بر فاکتورهای اندازه‌گیری شده موثر باشد و نداشتن حداقل دو جلسه فعالیت بدنی منظم در هفته بود. قبل از شروع تحقیق، همه‌ی آزمودنی‌ها برگه‌ی رضایت‌نامه‌ی فردی و پرسشنامه‌ی پزشکی را تکمیل کردند و نسبت به شرکت در جلسات آزمون متعهد شدند.

پروتکل تمرینی و مکمل‌دهی

در ابتدای کار به منظور آگاهی از وضعیت عملکرد آزمودنی‌ها و آشنایی با آزمون اصلی، آزمون‌های مدنظر یک هفته قبل از آزمون اصلی انجام شد. قبل از اجرای آزمون، فشارخون، ضربان قلب و سلامت عمومی همه آزمودنی‌ها توسط پزشک مورد بررسی و معاینه قرار گرفت. گروه تجربی و کنترل در دو جلسه‌ی مجزا، ۲ ساعت قبل از اجرای آزمون ورزشی به ترتیب ال-کارنیتین را به میزان ۴/۵ گرم همراه با ۶ قطره آلبیمو در ۲۵۰ میلی‌گرم آب و گروه کنترل نیز ۶ قطره آلبیمو در ۲۵۰ میلی‌گرم آب به صورت دارونما مصرف کردند (۱۹). پروتکل ورزشی به کار رفته در این تحقیق شامل ۳ مرحله آزمون RAST به منظور برآورد تداوم توان بود، که این ۳ مرحله آزمون با فواصل استراحت ۱ ساعت از هم انجام شد. هدف از اجرای آزمون RAST طی ۳ مرحله و ۳ ساعت استراحت بین هر مرحله شبیه‌سازی پروتکل تمرینی نسبت به رشته‌های ورزشی مانند بدمینتون و کشتی بود که رقابت در آن‌ها به صورت پشت سر هم و فشرده برگزار می‌شود (۲۰).

روش اندازه‌گیری متغیرها

مشخصات عمومی و اطلاعات مربوط به متغیرهای تن‌سنجی کلیه آزمودنی‌ها، ۷۲ ساعت قبل از شروع اولین جلسه پروتکل تمرینی اندازه‌گیری شد. در مرحله اول، وزن (کیلوگرم) و قد (سانتی متر) آزمودنی‌ها با استفاده از ترازو و قدسنج مدل SECA ساخت کشور آلمان، به ترتیب با دقت ۰/۱ کیلوگرم و ۰/۱ میلی متر، شاخص توده بدن (BMI) بر حسب وزن تقسیم بر مجذور قد (کیلوگرم بر مترمربع) اندازه‌گیری شد. قبل از شروع برنامه تمرینی، هدف از اجرای تحقیق برای آزمودنی‌ها شرح داده شد و رضایت‌نامه کتبی دریافت گردید. از آزمون کوپر به منظور برآورد آمادگی استقامت قلبی تنفسی آزمودنی‌ها استفاده شد. در پژوهشی با هدف اعتبار سنجی آزمون کوپر، ضریب همبستگی آزمون کوپر با نوار گردان ۹۲/۰ بود. پژوهشگران یادشده نتیجه گرفتند که برای ارزیابی آمادگی هوازی افراد، آزمون ۱۲ دقیقه راه رفتن - دویدن کوپر، بهترین برآورد کننده VO_{2max} است (۲۱). به منظور برآورد شاخص استقامت در توان آزمودنی‌ها از آزمون رست (RAST) استفاده شد. در آزمون RAST، با فرمان شروع، آزمودنی فواصل ۳۵ متری را که توسط مخروط مشخص شده بود را با حداکثر سرعت می‌دوید و بین هر فاصله ۱۰ ثانیه فرصت تغییر موضع داشت. زمان طی نمودن هر ۳۵ متر، توسط دستیاران محاسبه و ثبت گردید. برون‌ده توان برای هر یک از دوهای سرعت توسط معادلات ذیل محاسبه گردید:

زمان \div مسافت = سرعت

زمان \div سرعت = شتاب

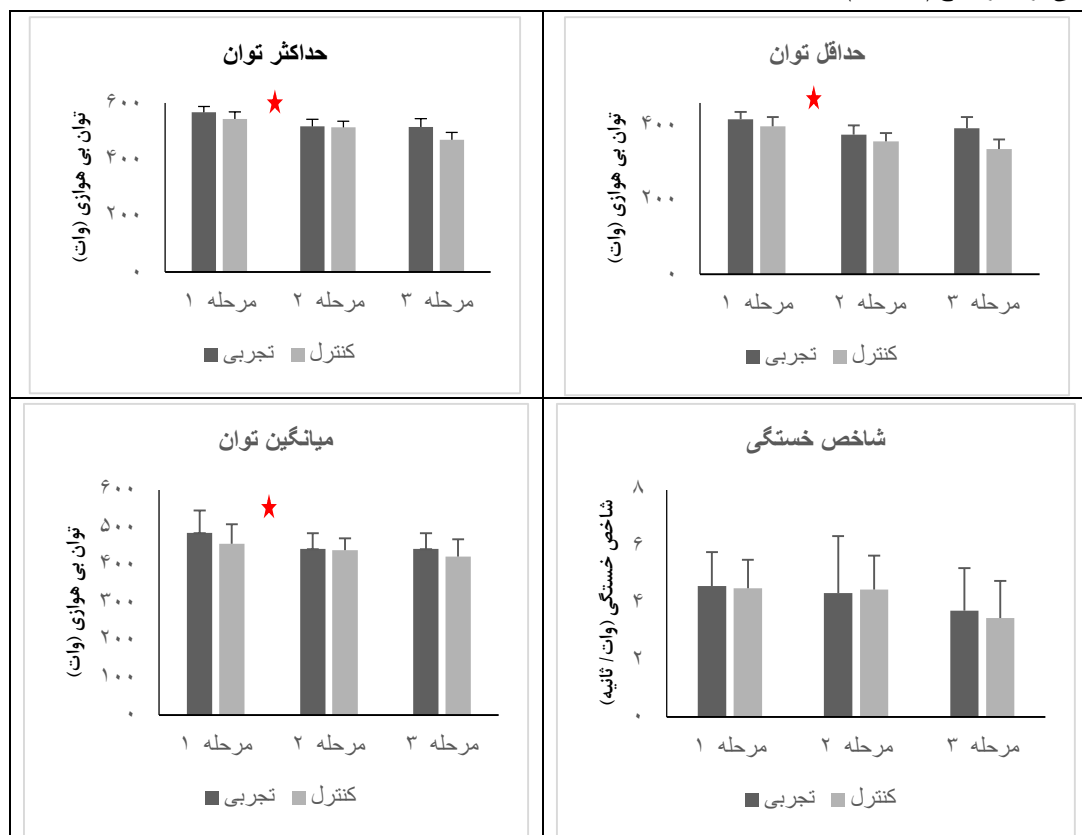
شتاب \times وزن = نیرو

سرعت \times نیرو = توان

زمان به توان \div (مسافت به توان \times وزن) = توان

جدول ۲- مقایسه اختلاف میانگین‌های حداکثر و حداقل توان، میانگین توان و شاخص خستگی آزمودنی‌ها در سه مرحله آزمون

سطح معنی داری	خطای معیار	تفاوت میانگین	مراحل		
.۰/۰۰۷*	۱۲/۶۷۲	۵۰/۰۸۳	۲	۱	حداکثر توان (وات)
	۲۰/۵۱۲	۵۳/۱۶۷	۳		
	۱۳/۷۳۰	۳/۰۸	۳		
.۰/۰۲۸*	۱۳/۰۵	۴۰/۹۱	۲	۱	حداقل توان (وات)
	۲۱/۸۲	۲۳/۵۰	۳		
	۲۱/۵۶	-۱۷/۴۱۷	۳		
.۰/۰۰۳*	۸/۸۲۴	۴۲/۸۳۳	۲	۱	میانگین توان (وات)
	۱۷/۴۲۹	۴۲/۶۶۷	۳		
	۱۳/۸۱۶	-۰/۱۶۷	۳		
.۰/۰۹۷	۰/۴۲۳	۰/۲۴۲	۲	۱	شاخص خستگی (وات/ ثانیه)
	۰/۴۴۳	۰/۱۸۶۶	۳		
	۰/۵۱۹	۰/۶۲۴	۳		

* نشانه معنی داری در سطح ($P < 0.05$)

شکل ۱- میانگین و انحراف معیار حداکثر توان، حداقل توان، میانگین توان و شاخص خستگی در دو گروه تجربی و کنترل بحث و نتیجه گیری

هدف از مطالعه حاضر، بررسی اثر مصرف حاد مکمل ال-کارنیتین بر فاکتور استقامت در توان و شاخص خستگی در مردان جوان ورزشکار بود. یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد در گروه تجربی اختلاف معنی‌داری بین مراحل اول و دوم متغیرهای حداکثر توان، حداقل توان و میانگین توان وجود داشت، اما بین مراحل دیگر، این تفاوت مشاهده نشد. همچنین تفاوتی بین مراحل مختلف متغیر شاخص خستگی در گروه تجربی بدست نیامد. همچنین در هیچ یک از

جدول ۳: مقایسه اختلاف میانگین‌های آزمودنی‌های تحقیق در حداکثر و حداقل توان، توان و شاخص خستگی آزمودنی‌ها در سه مرحله آزمون

سطح معنی داری در آزمون تی مستقل			مرحله
سوم	دوم	اول	
۰/۱۱۰	۰/۹۰۴	۰/۵۱۲	حداکثر توان (وات)
۰/۷۴۰	۰/۵۷۹	۰/۵۱۷	حداقل توان (وات)
۰/۳۸۸	۰/۱۸۹۵	۰/۲۵۸	میانگین توان (وات)
۰/۶۵۱	۰/۱۸۸۵	۰/۹۲۷	شاخص خستگی (وات/ ثانیه)

بر عملکرد شنای ۴۰۰ متر کراال سینه شناگران موثر نبود (۱۳). به نظر می‌رسد مدت‌زمان پروتکل تمرین و شدت آن نقش مهمی در افزایش زمان آستانه لاکتات و رسیدن به خستگی داشته باشد. تا زمانی که سازگاری‌های مرتبط با سیستم‌های تولید انرژی در افراد ایجاد نشود، به طور کامل نمی‌توان بهبود توسعه عملکرد در مهارت‌های ورزشی و افزایش در زمان رسیدن به خستگی را متصور شد (۲۰). همچنین این احتمال وجود دارد که نوع برنامه مورد نظر و نوع مکمل بکارگرفته شده در توان بی‌هوازی به مرحله‌ای نرسیده است که بتواند سیستم انرژی‌زایی گلیکولیتیک بی‌هوازی را درگیر نماید (۶). چنانچه برنامه اجرا شده در این مطالعه، از نوع RAST بود و آزمودنی‌ها هم ورزشکار بودند. اما در مقابل، در مطالعه نورشاهی و همکاران (۱۳۸۸) از پروتکل تعدیل یافته‌ی کانکانی به عنوان فعالیت حاد استفاده شده بود و آزمودنی‌ها هم ورزشکار بودند (۱۶). در همین راستا، مظلوم و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهش خود روی عملکرد بی‌هوازی ورزشکاران، از مکمل کراتین به‌همراه ال-کارنیتین استفاده کرده بودند (۱۴). در حالی که در مطالعه حاضر صرفاً از ال-کارنیتین استفاده شد. همچنین، زمان مکمل‌دهی ال-کارنیتین در مطالعه مورد نظر در ۲ ساعت قبل از تمرین و در مطالعه حاضر ۹۰ دقیقه قبل از تمرین اختیار آزمودنی‌ها قرار گرفت. در مقابل یافته‌های مطالعه با نتایج مطالعات اسکندری و همکاران (۱۲) و نورشاهی و همکاران (۱۳۸۸) ناهمسو است (۱۶). اراضی و همکاران (۱۳۹۲) نشان دادند که مصرف ۳ گرم مکمل ال-کارنیتین ۹۰ دقیقه قبل از فعالیت باعث شده است گروه مکمل از توان بیشینه و توان متوسط بالاتری نسبت به گروه دارونما برخوردار باشند، همچنین گروه مکمل در مقایسه با گروه دارونما از سطوح لاکتات کمتر و گلوکز خون بالاتری داشتند (۶). کاویانی و همکاران (۱۳۹۱)، طی یک مطالعه‌ای به این نتیجه دست یافتند که ۹۰ دقیقه قبل از آزمون بیشینه‌ی تعدیل یافته کانکانی، مصرف ۲ گرم ال-کارنیتین در گروه تجربی باعث شده سطوح لاکتاتی که در ۳ دوره‌ی زمانی پس از فعالیت که به ترتیب در دقایق ۲، ۳ و ۸ اندازه‌گیری شد، نسبت به گروه کنترل به‌طور معناداری کاهش یابد. نتایج به دست آمده نشان داد که مصرف حاد ال-کارنیتین می‌تواند دوره بازگشت به حالت اولیه را از طریق کاهش معنی‌دار تجمع لاکتات، تسریع بخشد (۲۵). توان بی‌هوازی یکی از عوامل موفقیت در رشته‌های کوتاه مدت و سرعتی محسوب می‌شود. اسید لاکتیک، عامل خستگی در فعالیت‌های بی‌هوازی گلیکولیتیک به شمار می‌آید. در یک مطالعه‌ی ناهمسو با تحقیق حاضر، کاشف و همکاران (۱۳۹۳) گزارش کردند مکمل ال-کارنیتین موجب بهبود توان هوازی و افزایش زمان واماندگی و کاهش مقدار اسیدلاکتیک استراحتی می‌شود (۱۵). از دلایل ناهمسو بودن نتایج مطالعه‌ی کاشف و همکاران (۱۳۹۳) می‌توان به پروتکل استفاده شده در تحقیق اشاره کرد. به طوری که در تحقیق آن‌ها پروتکلی از نوع استقامتی

مراحل اول، دوم و سوم اختلاف معنی‌داری در متغیرهای مورد مطالعه بین دو گروه تجربی و کنترل وجود نداشت. نتایج حاصل از مطالعه حاضر، همسو با یافته‌های تحقیق ماسوله و همکاران (۱۳۹۴) و موراند و همکاران (۲۰۱۴) و ناهمسو با تحقیق کاشف و همکاران (۱۳۹۳) و اسکندی‌پور و همکاران (۲۰۱۹) می‌باشد (۱۲، ۱۳، ۱۵). در این مطالعه توان بی‌هوازی آزمودنی‌ها در مرحله دوم نسبت به مرحله اول در گروه تجربی که مکمل ال-کارنیتین را دریافت کرده بودند، بهبود عملکرد را به همراه داشت. اسکندری‌پور و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای، تأثیر مکمل‌دهی حاد ال-کارنیتین بر آستانه بی‌هوازی طی فعالیت بیشینه در ورزشکاران را مورد بررسی قرار داده و گزارش نمودند که مکمل‌دهی ال-کارنیتین، سبب بهبود آستانه بی‌هوازی در گروه مکمل شد (۱۲). به نظر می‌رسد، عملکرد کارنیتین به‌ویژه در هنگام فعالیت ورزشی بیشینه و فوق بیشینه که سیستم غالب تولید انرژی از نوع بی‌هوازی گلیکولیتیک می‌باشد، مهم و قابل‌توجه است. اگر مکمل‌سازی کارنیتین، غلظت کارنیتین عضله و در نتیجه دسترسی به کوآ در این شرایط را افزایش دهد، جریان ریزش اسیدهای چرب زنجیره بلند در پایان فرآیند گلیکولیز از راه شکل‌گیری کمپلکس پیروات دهیدروژناز (PDH) می‌تواند افزایش‌یافته و در نتیجه با کاهش تولید اسیدلاکتیک، خستگی به تاخیر افتاده و عملکرد ورزشی بهبود یابد (۲۳). از طرف دیگر، مکمل‌سازی کارنیتین، فعالیت آنزیم لاکتات دهیدروژناز، که پیروات را به لاکتات تبدیل می‌کند، کاهش داده و در نتیجه تولید اسیدلاکتیک هنگام فعالیت ورزشی را کاهش می‌دهد (۲۰). استدلال دیگر این است که به دلیل فاصله زمانی بسیار کم بین نوبت اول و دوم و شدت بالای تمرین، انرژی مورد نظر از سوپسترای کراتین فسفات تامین شده باشد و فرآیند گلیکولیزی در تولید ATP نقش چندانی نداشته است (۱۱).

در این پژوهش مصرف حاد مکمل ال-کارنیتین طی یک جلسه فعالیت بدنی بر تداوم حداقل، حداکثر و میانگین توان بی‌هوازی و کاهش خستگی اثر معناداری نداشت. همسو با مطالعه حاضر، موراند و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای نشان دادند مصرف مکمل ال-کارنیتین تأثیری در زمان رسیدن به توان بی‌هوازی و بهبود عملکرد ورزشی ندارد (۱۷). همچنین، باراکو و همکاران (۲۰۰۳) نیز گزارش دادند مکمل‌دهی ال-کارنیتین تأثیری بر سطح لاکتات، گلوکز و اسیدهای چرب آزاد پلاسما نداشت (۲۴).

گزارش شده است، از آنجا که تمرین موجب کاهش کارنیتین و به دنبال آن، سازوکارهای تطبیقی، مثل افزایش تعداد گیرنده‌های ال-کارنیتین در غشای سلول عضلانی و در نتیجه افزایش جذب آن می‌شود، ممکن است که جذب ال-کارنیتین و غلظت آن در عضلات آزمودنی‌های مورد بررسی، به مقدار مورد نیاز برای اعمال اثر نرسیده باشد (۶). همسو با مطالعه حاضر، عزیز و همکاران (۱۳۹۴) ادعان کردند که مصرف مکمل ال-کارنیتین قبل از ورزش

اثر حاد مکمل ال-کارتنتین روی توان بی‌هوازی همراه با اندازه‌گیری لاکتات خون و با تاکید بر بررسی سیستم‌های تولید انرژی صورت گیرد.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی مصوب معاونت محترم پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی می‌باشد. محققین این پژوهش، از کلیه آزمودنی‌هایی که در این پژوهش شرکت نموده‌اند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایند.

تعارض منافع: نویسندگان مقاله هیچ نفع مقابلی از انتشار آن ندارند.

منابع

- Hakimi M, Sheikholeslami-Vatani D, Ali-Mohamadi M. Effect of concurrent training with ingested of l-carnitine supplementation on hormonal changes, lipid profile and body composition in obese men. *The Journal of Urmia University of Medical Sciences*. 2015;26(3):185-93.
- Robergs RA, Roberts S. *Fundamental principles of exercise physiology: for fitness, performance, and health*; McGraw-Hill College; 2000.
- Kraemer WJ, Fleck SJ, Deschenes MR. *Exercise physiology: integrating theory and application*; Lippincott Williams & Wilkins; 2011.
- Arazi Hamid, Rahmaninia Farhad, Azali Alamdar Karim, Mehrtash Mohammad. The effect of acute L-Carnitine supplementation on the blood lactate, glucose, VO₂max and power in trained men: a brief report. *Tehran Univ Med J*. 2013; 71 (1) :59-64
- Izadi M, Aghdami A, Khorshidi D, Ahmadi S, Doali H, Kyani F. The effect of chronic L-Carnitine supplementation on plasma glucose and lactate during exercise. *Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences*. 2009;13(4):16-22.
- Galloway SD, Broad EM. Oral L-carnitine supplementation and exercise metabolism. *Monatshefte für Chemie/Chemical Monthly*. 2005;136(8):1391-410.
- Steiber A, Kerner J, Hoppel CL. Carnitine: a nutritional, biosynthetic, and functional perspective. *Molecular aspects of medicine*. 2004;25(5-6):455-73.
- Hovanloo F, Karimnia Saheb V, Bassami M, Mirmiran P, Kolahdozi S. The Effects of L-Carnitine Supplementation on Carbohydrate and Fat Metabolism after Resistance Exercise. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*. 2012; 14 (4) :392-400

هوازی به همراه مصرف مکمل ال-کارتنتین استفاده شد. همچنین از دیگر دلایل ناهمسویی می‌توان به مدت زمان تحقیق و نوع آزمودنی‌ها اشاره کرد. تحقیق کاشف و همکاران (۱۳۹۳) روی مردان جوان غیرورزشکار و به مدت چهار هفته ۶۰ دقیقه‌ای با شدت ۶۵ تا ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب انجام گردید (۱۵). در حالی که مطالعه حاضر در پاسخ به یک جلسه فعالیت بی‌هوازی RAST صورت گرفت. به نظر می‌رسد، در پاسخ به تمرین هوازی و مصرف مکمل ال-کارتنتین، اسیدچرب در میتوکندری طی بتا اکسیداسیون به استیل کوانزیم A تبدیل می‌شوند و کارتنتین نقش قاطعی در حفظ نسبت استیل کوانزیم A به کوآ در سلول ایفا می‌نماید (۱۶).

برخی مطالعات پژوهشی بیان می‌کنند که مکمل‌سازی کارتنتین با افزایش انتقال اسید چرب آزاد به میتوکندری، کاهش اکسیداسیون کربوهیدرات و تأخیر در شروع خستگی هنگام فعالیت ورزشی همراه است (۱۵). به طور نظری در دسترس نبودن ال-کارتنتین ممکن است عامل محدودکننده‌ای برای اکسیداسیون اسیدچرب یا برداشت اسیل کوآ طی تمرین باشد، اگر این فرض درست باشد، افزایش کارتنتین در عضلات باید به افزایش اکسیداسیون درون سلولی اسیدچرب و تری‌گلیسریدها طی تمرین منجر شود، در نتیجه موجب کاهش تجزیه گلیکوژن عضله و به تأخیر انداختن خستگی و افزایش مدت زمان فعالیت و در نتیجه افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی می‌شود (۲۳). همچنین، این پژوهش از محدودیت‌ها و کاستی‌هایی برخوردار بود، که می‌توان به عدم اندازه‌گیری لاکتات خون، اکسیداسیون چربی، انتخاب حجم نمونه، عدم کنترل کامل تغذیه و نبود امکان کنترل شرایط روحی-روانی و استرس آزمودنی‌ها در طول اجرای پژوهش اشاره نمود. اگرچه در این تحقیق سطح سرمی کارتنتین اندازه‌گیری نگردید (یکی از محدودیت‌های تحقیق حاضر)، ولی در سال ۱۹۹۴ انجمن بیماری‌های کلیه در آمریکا اشاره نمود که سطح کارتنتین پلاسما نمی‌تواند شاخص مناسبی از میزان موثر کارتنتین در شرایط بالینی مختلف باشد. به علاوه طبیعی بودن سطح کارتنتین سرم و یا بالا بودن آن ممکن است نشان دهنده نرمال بودن ذخایر کارتنتین بافتی نباشد و زمان طولانی‌تر با میزان بالاتر ممکن است لازم باشد که بتوانیم ذخایر بافتی کارتنتین را افزایش دهیم و پاسخ بالینی مناسب را دریافت نماییم (۲۵).

نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد مصرف حاد مکمل ال-کارتنتین طی یک جلسه فعالیت بدنی کوتاه‌مدت با شدت بالا بر استقامت در توان و شاخص خستگی تاثیر معناداری ندارد. با توجه به اینکه مطالعاتی در زمینه‌ی تاثیر ال-کارتنتین بر عملکرد استقامت در توان انجام نگرفته است، برای اظهار نظر قطعی در این رابطه نیاز به مطالعات بیشتر روی نمونه‌ها و گروه‌های مختلف وجود دارد. پیشنهاد می‌شود

19. Gaeini AA, Tabarsa H. A studing of validity and reliability of one-mile track-jog test for estimating the vo2max for boy students in university of Tehran. *Research on sport science*. 2005;3(6):95-106.
20. Adamczyk J. The estimation of the RAST test usefulness in monitoring the anaerobic capacity of sprinters in athletics. *Polish Journal of Sport and Tourism*. 2011;18(3):214-8.
21. Smith WA, Fry AC, Tschume LC, Bloomer RJ. Effect of glycine propionyl-L-carnitine on aerobic and anaerobic exercise performance. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2008;18(1):19-36.
22. Bacurau RF, Navarro F, Bassit RA, Meneguello MO, Santos RV, Almeida AL. Does exercise training interfere with the effects of l-carnitine supplementation? *Nutrition*. 2003;19(4):337-41.
23. Kaviani M, Nourshahi M, Shokoohi F. The effects of acute L-carnitine administration on ventilatory breakpoint and exercise performance during incremental exercise. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*. 2009;19(73):42-50.
9. Novakova K, Kummer O, Bouitbir J, Stoffel SD, Hoerler-Koerner U, Bodmer M, et al. Effect of l-carnitine supplementation on the body carnitine pool, skeletal muscle energy metabolism and physical performance in male vegetarians. *European journal of nutrition*. 2016;55(1):207-17.
10. Koozehchian MS, Daneshfar A, Fallah E, Agha-Alinejad H, Samadi M, Kaviani M, Kaveh B M, Jung YP, Sablouei MH, Moradi N, Earnest CP, Chandler TJ, Kreider RB. Effects of nine weeks L-Carnitine supplementation on exercise performance, anaerobic power, and exercise-induced oxidative stress in resistance-trained males. *Journal of Exercise Nutrition and Biochemistry*. 2018;22(4):7-19.
11. Azizimasouleh M, Sharifi K, Ahmadi P, Hedayati M. Effects of caffeine, L-carnitine and their combination on 400 m freestyle performance in adolescent female swimmers. *Razi Journal of Medical Sciences*. 2015;22(133):16-26.
12. Mazloom Z, Panahandeh B, Salesi M, Abbas Torki S. The effects of creatine and L-carnitine supplementation on anaerobic performance in athletes. *jsmt*. 2015;12(7):55-62.
13. Kashef, M., Ramezani, A., Mohammadi, M. The effect of L-carnitine and aerobic exercise on aerobic power and blood lactate in young male. *Journal of Sport Biosciences*, 2014; 6(1): 57-68.
14. Nourshahi M, Rajaeyan A, Kimiagar M, Ebrahim K. The effects of L-carnitine supplementation in different phases of menstrual cycle on the metabolic responses after exhausted exercise in active women. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*. 2011;6(1):23-32.
15. Morand R, Bouitbir J, Felser A, Hench J, Handschin C, Frank S, et al. Effect of carnitine, acetyl-, and propionylcarnitine supplementation on the body carnitine pool, skeletal muscle composition, and physical performance in mice. *European journal of nutrition*. 2014;53(6):1313-25.
16. Brass EP, Hiatt WR. The role of carnitine and carnitine supplementation during exercise in man and in individuals with special needs. *Journal of the American College of Nutrition*. 1998;17(3):207-15.
17. Ahmad S, Brass E, Hoppel C, Kopple J, Lasagna L, Lundin A, et al. Role of L-carnitine in treating renal dialysis patients. *Dialysis & Transplantation*. 1994;23(4):177-8.
18. Orer GE, Guzel NA. The effects of acute L-carnitine supplementation on endurance performance of athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2014;28(2):514-9.