ORIGINAL ARTICLE

The effects of acute L-carnitine administration on ventilatory breakpoint and exercise performance during incremental exercise

Mojtaba Kaviani[1], Maryam Nourshahi[1], Farhad Shokoohi[2]

[1] Department of Sport Physiology, Faculty of Physical Education & Sport Science, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
[2] Department of Statistics, Faculty of Mathematical Science, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

(Received 31 October, 2009 ; Accepted 10 March, 2010)

Abstract

Background and purpose: Many athletes adopt nutritional manipulations to improve their performance. Among the substances generally consumed is carnitine (L-trimethyl-3-hydroxy-ammoniobutanoate) which has been used by athletes as an ergogenic aid, due to its role in the transport of long-chain fatty acids across mitochondrial membranes. Nutritional supplements containing carbohydrates, proteins, vitamins, and minerals have been widely used in various sporting fields to provide a boost to the recommended daily allowance. The aim of this study is to investigate the effects of acute L-carnitine administration on ventilatory breakpoint, an exercise performance during incremental exercise.

Materials and methods: This study was double-blind, randomized and crossover in design. The subjects were 12 randomly selected active male physical education students, 21.75±0.64 years old, with a mean body mass index (BMI) of 23.7±0.94kg/m^2, divided into 2 groups. They received orally either 2g of L-carnitine dissolved in 200 ml of water, plus 6 drops of lemon juice or a placebo (6 ml lemon juice dissolved in 200 ml of water) 90 minutes before they began to exercise on a treadmill. They performed a modified protocol of Conconi test to exhaustion. One-way analysis of variance with repeated measurements was used for data analysis.

Results: The results showed that exercise performance improved in LC group (2980±155 meter) compared with placebo group (2331±51 meter). Furthermore, no significant difference was found in ventilatory breakpoint between the two groups.

Conclusion: This finding indicates that administration of L- Carnitine, 90 minutes prior to exercise may improve performance; despite the ventilatory breakpoint as one of the anaerobic system indices that had no effect.

Key words: Exercise; carnitine; anaerobic threshod

J Mazand Univ Med Sci 2009; 19(73): 43-50 (Persian).

Archive of SID

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-06]

www.SID.ir

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره نوزدهم شماره ۷۳ آذر و دی سال ۱۳۸۸ (۵۰-۴۳)

تاثیر مصرف حاد ال-کارنیتین بر نقطه شکست تهویه ای و عملکرد ورزشی طی فعالیت فزاینده

مجتبی کاویانی [۱] مریم نورشاهی [۱] فرهاد شکوهی [۲]

چکیده

سابقه و هدف : مکمل‌های تغذیه‌ای شامل کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی در حد مجاز توصیه شده به طور گسترده‌ای در زمینه‌های ورزشی گوناگون بعنوان منبع کمکی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در میان مواد مصرف شده، ال-کارنیتین(ال-تری متیل ۳- هیدروکسی آمینو بوتانوآت) به عنوان مکمل نیروزا به وسیله ورزشکاران مصرف می‌شود زیرا در انتقال اسیدهای چرب به درون میتوکندری نقش ایفا می‌کند. هدف از مطالعه حاضر بررسی تاثیر مصرف حاد ال-کارنیتین بر نقطه شکست تهویه‌ای و عملکرد ورزشی طی فعالیت فزاینده بود.

مواد و روش ها : این تحقیق به صورت کار آزمایی بالینی دوسوکور و متقاطع انجام شد. ۱۲ نفر از دانشجویان پسر رشته تربیت بدنی با میانگین سنی (۰/۶۴ ± ۲۱/۷۵) سال و میانگین شاخص توده بدنی (۰/۹۴ ± ۲۳/۷۰)کیلوگرم بر مترمربع به طور تصادفی در این تحقیق شرکت کردند. آزمودنی ها به صورت تصادفی به دو گروه مکمل (n=۶) و دارونما (n=۶) تقسیم شدند. نود دقیقه قبل از اجرای پروتکل تعدیل یافته کانکانی به گروه مکمل ۲ گرم ال-کارنیتین به شکل قرص در ۲۰۰ میلی‌لیتر آب همراه با ۶ قطره آبلیمو و به گروه دارونما فقط ۲۰۰ میلی لیتر محلول آبلیمو تجویز شد از دستگاه گاز آنالیزور برای جمع‌آوری داده های مربوط به گازهای تنفسی آزمودنی‌ها حین اجرای آزمون کانکانی تعدیل شده استفاده شد. برای بررسی تغییرات و تحلیل داده‌ها از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه با اندازه گیری تکراری استفاده شد.

یافته ها : نتایج نشان داد که مسافت طی شده تا آستانه بی‌هوازی در گروه مکمل ال-کارنیتین (۱۵۵±۲۹۸۰ متر) در مقایسه با گروه دارونما (۵۱ ± ۲۳۳۱ متر) افزایش معنی‌داری(p=۰/۰۰۰) داشت. میزان سرعت در نقطه شکست تهویه‌ای در گروه مکمل(۱۳/۴ کیلومتر در ساعت) و گروه دارونما (۱۳/۲۵ کیلومتر در ساعت) تفاوت معنی‌داری(p=۰/۹۲۱) را نشان نداد.

استنتاج : نتایج این پژوهش نشان داد که مصرف ال-کارنیتین ۹۰ دقیقه قبل از فعالیت باعث بهبود عملکرد ورزشی شد، علیرغم اینکه بر نقطه شکست تهویه‌ای به عنوان یکی از شاخص‌های سیستم بی‌هوازی تاثیری نداشت.

واژه‌های کلیدی: ورزش، کارنیتین، آستانه بی هوازی

مقدمه

در حالی که شرکت‌کنندگان در یک مسابقه به لحاظ استعداد، تمرین، انگیزش و تاکتیک‌ها از یکدیگر متفاوت هستند، اما تغذیه عامل بسیار مهمی در کسب نتیجه به شمار می‌آید. با این همه، مصرف مکمل‌های

مولف مسئول: مجتبی کاویانی- تهران، اوین، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی E-mail: kaviani.mojtaba@gmail.com
۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی
۲. گروه آمار، دانشگاه شهید بهشتی
تاریخ دریافت : ۸۸/۸/۹ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۸۸/۹/۴ تاریخ تصویب : ۸۸/۱۲/۱۹

www.SID.ir
[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-06]

غذایی در ورزش گسترده بوده و کمتر ورزشکاری را می‌توان دید که لااقل در برخی از مراحل دوره ورزشی خود یک یا چند مکمل غذایی را مصرف نکرده باشد(۱). ال-کارنیتین به طور گسترده‌ای بدون تجویز پزشک در دسترس بوده و در میان ورزشکاران از مقبولیت بالایی برخوردار می‌باشد. عملکرد اصلی ال-کارنیتین که در اکثر تحقیقات مورد بررسی قرار گرفته است، انتقال اسیدهای چرب با زنجیره بلند به غشای درونی میتوکندری، محافظت از ترکیب غشای سلول و تثبیت نسبت کوآنزیم آ به استیل کوآ در میتوکندری و کاهش تولید لاکتات می‌باشد. از طرف دیگر فعالیت بدنی باعث کاهش ال-کارنیتین عضلات می‌شود. در طول تمرینات با شدت بالا، غلظت کارنیتین آزاد در عضلات کاهش می‌یابد؛ زیرا این ترکیب با استیل کوآ واکنش نشان می‌دهد. این کاهش در کارنیتین آزاد به عنوان یکی از مکانیسم‌های دخالت کننده برای کاهش اسیدهای چرب پلاسما و اکسیداسیون تری آسیل گلیسرول درون عضلانی در طول تمرینات با شدت بالا پیشنهاد شده است(۳،۲).

نسبت بین حجم هوای تهویه‌ای(VE) و مقدار اکسیژن مصرفی توسط بافت‌ها (VO_2) نشانه میزان کارایی تنفس می‌باشد. این نسبت را معادل تهویه‌ای اکسیژن یا VE/VO_2 می‌نامند. این نسبت معمولا بر حسب مقدار لیتر هوای تنفسی به هر لیتر اکسیژن مصرفی اندازه‌گیری می‌شود. در حالت استراحت، VE/VO_2 ممکن است بین ۲۳ تا ۲۸ لیتر هوا به ازای هر لیتر اکسیژن مصرفی باشد. این مقدار هنگام اجرای ورزش‌های سبک نظیر پیاده روی تغییر بسیار کمی می‌کند. ولی هنگام که شدت کار به حداکثر خود نزدیک می‌شود، ممکن است VE/VO_2 به بیش از ۳۰ لیتر هوا به ازای هر لیتر اکسیژن مصرفی برسد. با وجود این، معمولا VE/VO_2 در دامنه وسیعی از شدت فعالیت، نسبتا ثابت باقی می‌ماند(۴).

هنگامی که افزایش شدت ورزشی به سوی حداکثر پیش می‌رود، در نقطه‌ای، تهویه نامتناسب با مصرف اکسیژن افزایش می‌یابد که به نام نقطه شکست نامیده می‌شود. هنگامی که شدت فعالیت از ۵۵ تا ۷۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی تجاوز کند،اکسیژن تحویلی به عضلات برای نیازهای اکسایشی کافی نخواهد بود. برای جبران این حالت، انرژی بیشتر از روند، گلیکولیز تامین می‌شود. این روند، تولید و تجمع اسید لاکتیک را افزایش می‌دهد. اسید لاکتیک با بی کربنات سدیم ترکیب شده و تشکیل لاکتات سدیم، آب و دی اکسید کربن می‌دهد. افزایش دی اکسید کربن گیرنده‌هایی شیمیایی را تحریک می‌کند و این گیرنده‌ها پیام‌هایی به مرکز دمی ارسال می‌کنند، تا تهویه افزایش یابد. بنابراین نقطه شکست تهویه‌ای بازتابی از واکنش تنفسی نسبت به افزایش مقدار دی‌اکسید کربن است، که تهویه ریوی به طور قابل توجهی پس از نقطه شکست تهویه‌ای افزایش می‌یابد(۵).

Vecchiet و همکاران (۱۹۹۰) اثر مکمل خوراکی ال-کارنیتین را در یک مطالعه بالینی دو سو کور و متقاطع، بر روی ۱۰ مرد جوان داوطلب بررسی کردند. در همه آزمودنی‌ها تولید لاکتات و اکسیژن مصرفی پس از دریافت مکمل ال-کارنیتین بطور معنی‌داری کمتر از دارونما بود. حداکثر برون ده کاری همه آزمودنی‌ها بجز یک مورد، پس از مصرف مکمل ال-کارنیتین در مقایسه با دارونما به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد. سایر فاکتورهای اندازه‌گیری شده نظیر میزان تهویه ریوی و VCO_2 تفاوت معنی‌داری نداشتند(۶).

همچنین Smith و همکاران (۲۰۰۸) تاثیر مصرف یک و سه گرم گلایسین پروپیونیل ال-کارنیتین را بر عملکرد هوازی و بی‌هوازی متعاقب ۸ هفته تمرین استقامتی مورد مطالعه قرار دادند. کارنیتین عضله، حداکثر VO_2، زمان فعالیت تا وقوع خستگی، آستانه بی‌هوازی، توان بی‌هوازی و کل فعالیت انجام شده قبل و بعد از مکمل‌دهی اندازه‌گیری شد. تفاوت معنی‌داری بین هیچ یک از متغیرها در گروه‌ها مشاهده نشد(۷).

Archive of SID

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-06]

www.SID.ir

Wayss و همکاران (۱۹۹۰) تاثیر مکمل ال-کارنیتین بر حداکثر VO_2 را در شرایط کاهش فشار اکسیژن (هایپوکسی) و فشار طبیعی اکسیژن (نورموکسی) در مطالعه‌ای دوسوکور و متقاطع مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که مکمل ال-کارنیتین تاثیر معنی‌داری بر VO_2 مصرفی، ضربان قلب، غلظت لاکتات خون، فشار خون، گلوکز، گلیسرول و نسبت تبادل تنفسی نداشت. اگرچه مدت زمان رسیدن به واماندگی، انرژی مصرفی و حداکثر VO_2 در اثر مصرف ال-کارنیتین افزایش یافت اما از لحاظ آماری معنی‌دار نبود(۸). Soop و همکاران (۱۹۸۸) تاثیر مکمل کارنیتین روی VO_2، VCO_2، لاکتات و گلوکز خون یا انتقال اسید چرب آزاد را دریک بار فعالیت ثابت مورد بررسی قرار دادند. در هر دو مطالعه از آزمودنی‌های بی‌تمرین با سطح آمادگی متوسط استفاده شده بود. نتایج نشان داد که مکمل‌دهی کارنیتین در آزمودنی‌های سالم، تاثیری روی مصرف چربی، لاکتات و VO_2 نداشت(۹).

نتایج تحقیقات در مورد تاثیر مکمل ال-کارنیتین بر شاخص‌های عملکردی و فیزیولوژیکی متناقض بوده است. اما در اکثر مطالعات بهبود عملکرد تمرین و اکسیژن مصرفی بیشینه در ورزشکاران حرفه‌ای و حتی غیر حرفه‌ای، به ویژه هنگامی که مکمل‌دهی با دوزهای بالای ال-کارنیتین برای یک دوره طولانی مدت انجام شده بود، را گزارش کردند ولی در مورد تاثیرات احتمالی مصرف حاد ال-کارنیتین تحقیقات اندکی صورت گرفته است. همچنین در تعداد محدودی از مطالعات، روش‌های تجزیه و تحلیل گازهای شیمیایی دمی بازدمی برای برآورد شاخص‌های سیستم بی‌هوازی به کار رفته است. بنابراین هدف از تحقیق حاضر بررسی تاثیر مصرف حاد ال-کارنیتین قبل از یک فعالیت فزاینده روی نقطه شکست تهویه‌ای و عملکرد ورزشی با تکیه بر تجزیه و تحلیل گازهای شیمیایی دمی- بازدمی بود.

مواد و روش ها

این مطالعه از نوع کارآزمایی بالینی و به روش تصادفی دوسوکور و متقاطع انجام شد. از بین داوطلبان واجد شرایط که شامل حداقل سه سال فعالیت ورزشی، عدم مصرف سیگار، نداشتن مشکلات گوارشی و عدم استفاده قبلی از مکمل ال-کارنیتین بودند، ۱۲ نفر به طور تصادفی از دانشجویان مذکر دانشکده تربیت بدنی دانشگاه شهید بهشتی انتخاب شدند. کلیه افراد شرکت کننده در مطالعه پس از تشریح شرایط آزمون، رضایت‌نامه کتبی را امضاء کردند.

آزمودنی‌ها پس از امضای رضایت‌نامه و پرسش‌نامه پزشکی، نسبت به تداوم شرکت در برنامه و دقت در اجرای موارد توصیه شده متعهد شدند. آزمودنی‌ها ساکن خوابگاه بودند و رژیم غذایی یکسانی داشتند. قبل از شروع اجرای آزمون از آزمودنی‌ها درخواست شد که از مصرف قهوه، مواد لبنی و تمرینات شدید حداقل یک روز قبل از اجرای آزمون امتناع کنند و خود را در شرایط عادی برای انجام آزمون قرار دهند. در صبح روز آزمون، داده‌های مربوط به قد و وزن ورزشکاران به وسیله قدسنج و ترازوی دیجیتال Seca اندازه‌گیری شد. سپس به‌طور تصادفی به دو گروه مکمل(n=۶) و دارونما (n=۶) تقسیم شدند. در جدول شماره ۱ مشخصات عمومی آزمودنی‌ها آورده شده است(۱).

جدول شماره ۱: مشخصات عمومی آزمودنی‌ها

متغیر	میانگین	انحراف استاندارد میانگین
وزن (کیلوگرم)	۷۷/۱۶	۴/۰۲
قد (سانتی‌متر)	۱۸۰/۰۸	۱/۷۶
سن (سال)	۲۱/۷۵	۰/۶۴

در آغاز مطالعه، فشارخون، ضربان قلب و سلامت عمومی همه آزمودنی ها مورد بررسی و معاینه قرار گرفت تا از بروز مشکل طی آزمون پیشگیری به عمل آید. مکمل شامل ۸ قرص ۲۵۰ میلی‌گرمی ال-کارنیتین

Archive of SID
[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-06]
www.SID.ir

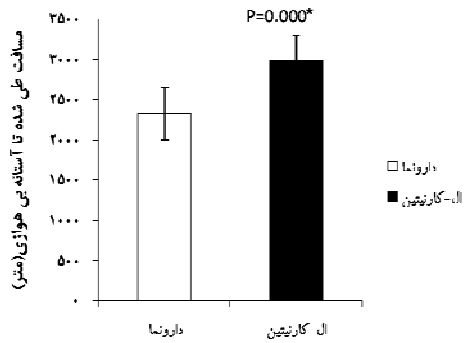
(ساخت کارخانه داروسازی شهر دارو) بود که در ۲۰۰ میلی‌لیتر آب حل شده بود و مقداری آب‌لیمو به آن افزوده شده بود. دارونما نیز شامل ۲۰۰ میلی‌لیتر آب همراه با مقداری آب‌لیمو بود. مکمل و دارونما ۹۰ دقیقه قبل از اجرای آزمون ورزشی به آزمودنی‌ها تجویز شد. پس از ۹۰ دقیقه، آزمودنی‌ها آماده اجرای پروتکل ورزشی شدند. پروتکل ورزشی به کار رفته در این تحقیق آزمون تعدیل یافته کانکانی بود، که بدین ترتیب، آزمودنی‌ها ابتدا به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۵ کیلومتر بر ساعت روی نوار گردان شروع به گرم کردن کردند. سپس به سینه آزمودنی‌ها کمربند مخصوص دستگاه متصل شد تا اطلاعات مربوط به تعداد ضربان قلب را از طریق امواج مغناطیسی به دستگاه منتقل کند. پس از آن بر طبق آزمون تعدیل یافته کانکانی، آزمودنی با سرعت ۶ کیلومتر بر ساعت روی نوار گردان شروع به حرکت کردند که به ازاء هر دقیقه ۰/۴ کیلومتر بر ساعت، به سرعت اجرای آزمون افزوده شد تا اینکه ورزشکار به مرحله واماندگی می‌رسید و آزمون توسط محقق متوقف می‌شد. در حین اجرای آزمون دستگاه تجزیه و تحلیل گازهای تنفسی به آزمودنی‌ها متصل بود تا داده‌های مربوط به گازهای تنفسی جمع‌آوری شود. داده‌های مورد نیاز بوسیله دستگاه در حین اجرای آزمون ثبت شد(۱۰).

پس از یک دوره شستشوی ۷ روزه، آزمودنی‌ها برای اجرای دوباره آزمون به محل اجرای آزمون دعوت شدند. پس از ۱۵ دقیقه استراحت آزمودنی‌هایی که در مرحله اول مکمل ال-کارنیتین دریافت کرده بودند، دارونما مصرف کردند و گروه مقابل بجای دارونما، مکمل ال-کارنیتین مصرف کردند. بدین ترتیب با این روش، تمام آزمودنی‌ها مکمل ال-کارنیتین و دارونما را مصرف کردند. بقیه مراحل اجرای آزمون دقیقا مشابه آزمون اولیه بود و داده‌های مورد نیاز مرحله دوم نیز به وسیله محقق جمع‌آوری شد. شرایط آب و هوایی از نظر دما (۳۷ درجه) سانتی گراد و فشار بارومتریک (۶۳۱ میلی‌متر جیوه) طی روزهای آزمون برای همه آزمودنی‌ها یکسان بود. تمامی مراحل اجرای تحقیق در محل آکادمی ملی المپیک و پارالمپیک جمهوری اسلامی ایران انجام گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم افزار SPSS16 صورت گرفت. ابتدا از آزمون Kolmogrov-Smirnov و Levine's test، نرمال بودن توزیع داده‌ها و همگنی واریانس‌ها مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که همه داده‌ها دارای توزیع نرمال می‌باشند. در نتیجه برای بررسی تغییرات و تحلیل داده‌ها از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه با اندازه‌گیری تکراری استفاده شد. سطح معنی‌داری ۰/۰۵ منظور گردید.

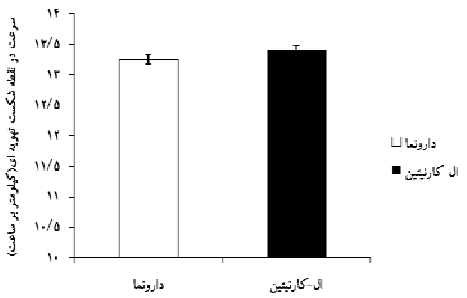
یافته ها

نتایج نشان داد که مسافت طی شده تا آستانه بی هوازی در گروه مکمل ال-کارنیتین(۱۵۵±۲۹۸۰ متر) در مقایسه با گروه دارونما (۵۱ ± ۲۳۳۱متر) افزایش معنی داری(p=۰/۰۰۰) نشان داد. در میزان سرعت در نقطه شکست تهویه ای بین گروه مکمل (۰/۴±۱۳/۴ کیلومتر در ساعت) و گروه دارونما (۰/۳۲± ۱۳/۲۵ کیلومتر در ساعت) تفاوت معنی‌داری (p=۰/۹۲۱) مشاهده نشد(نمودار شماره ۱ و ۲).



نمودار شماره ۱ : مقایسه مسافت طی شده تا آستانه بی‌هوازی در گروه مکمل و دارونما

www.SID.ir
Archive of SID
[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-06]



نمودار شماره ۲ : مقایسه سرعت در نقطه شکست تهویه ای در گروه مکمل و دارونما

بحث

در ارتباط با تاثیر مصرف حاد مکمل ال-کارنیتین در تغییر مسافت طی شده تا آستانه بی‌هوازی، نتایج نشان داد که مکمل‌دهی حاد ال-کارنیتین باعث افزایش مسافت طی شده تا آستانه بی‌هوازی در مقاسیه با گروه دارونما شد. نتایج مطالعه حاضر با یافته‌های مطالعات Siliprandi و همکاران (۱۹۹۰) وVecchiet وهمکاران (۱۹۹۰) همسویی داشت(۱۲،۱۱). علت همسویی این بود که در این مطالعات مکمل‌دهی به صورت حاد و در فاصله زمانی ۲ ساعت قبل از اجرای فعالیت مورد نظر انجام شده بود. از طرفی نتایج مطالعات Wyss و همکاران (۱۹۹۰) با نتایج مطالعه حاضر همسویی نداشت(۸). با توجه به این که در این مطالعات از آزمودنی‌های غیرفعال استفاده کرده بودند و آزمودنی‌ها تحت شرایط تمرین بیشینه قرار داشتند، قابل استنتاج است که این آزمودنی‌ها نمی‌توانستند بازده عملکردی بالایی حین اجرای پروتکل داشته باشند. همچنین افراد غیرفعال به نسبت افراد فعال نمی‌توانند ال-کارنیتین را جذب و ذخیره کنند، زیرا که محل اصلی ذخیره ال-کارنیتین در انسان در عضلات اسکلتی می‌باشد و افراد فعال از توده عضلانی بیشتری برخوردارند، در حالی که افراد غیر فعال از لحاظ توده عضلانی و توانایی تمرین در شدت‌های بالا نسبت به افراد فعال در سطح پایین‌تری هستند.

با توجه به اینکه نقطه شکست تهویه‌ای برآوردی از آستانه بی‌هوازی می‌باشد، هر گونه تاخیر در وقوع این نقطه، آزمودنی را قادر می‌سازد در شدت‌های بالاتر فعالیت خود را ادامه دهد. در ارتباط تاثیر مصرف حاد مکمل ال-کارنیتین در تغییر سرعت در نقطه شکست تهویه‌ای، نتایج نشان داد که مکمل‌دهی حاد ال-کارنیتین تاثیر معنی‌داری بر نقطه شکست تهویه ای در دو گروه مکمل و دارونما ندارد. با توجه به اینکه اکثر مطالعات از شاخص نسبت تبادل تنفسی جهت تعیین میزان سوبسترای مصرفی استفاده کرده‌اند می‌توان نتایج حاصل را با این شاخص مقایسه کرد. نتایج تحقیق Marconi و همکاران (۱۹۸۵)، Brass و همکاران (۱۹۹۴) و Colombani و همکاران (۱۹۹۶) با نتایج مطالعه حاضر از نظر عدم تغییر در نسبت تبادل تنفسی همسویی داشت(۱۵-۱۳). از آنجایی که نسبت تبادل تنفسی تا حدودی بیانگر نوع سوبسترای مصرفی در بدن انسان است، احتمالاً عواملی مانند سابقه ورزشی آزمودنی‌ها در رشته‌های مختلف ورزشی با توجه به نوع غالب سیستم انرژی درگیر و کاهش جذب ال-کارنیتین و ورود آن به خون باعث عدم معنی‌داری شده است. اما برخی مطالعات کاهش نسبت تبادل تنفسی را گزارش کرده‌اند و نشان دادند ال-کارنیتین بر مصرف سوبسترا تاثیر دارد. در حمایت از این فرضیه Muller و همکاران (۲۰۰۲)، Wyss و همکاران (۱۹۹۰) و Grostiga و همکاران (۱۹۸۹) افزایش در مصرف چربی‌ها را گزارش کردند، که پیامد آن صرفه‌جویی کربوهیدرات‌ها در تمرین بود که با نتایج مطالعه حاضر همسویی نداشت(۸،۱۷،۱۶). علت این تفاوت در مدت زمان مکمل‌دهی و نوع پروتکل به کار رفته در حین آزمون بود، که معمولاً از پروتکل‌های طولانی مدت استفاده کرده بودند. نسبت تبادل تنفسی در تحقیقاتی که از پروتکل‌های با شدت فعالیت یکسان استفاده کرده بودند کاهش یافت و یا بدون تغییر ماند، زیرا میزان تولید متابولیت‌های نظیر لاکتات چندان افزایش نمی‌یابد که

Archive of SID
[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-06]
www.SID.ir

برای بافری کردن آن بدن وادار شود دی‌اکسید کربن بیشتری دفع کند و متعاقب آن نسبت تبادل تنفسی افزایش یابد(۱۸). تمرینات استقامتی باعث افزایش نقش چربی‌ها در تولید انرژی حین تمرینات زیر بیشینه طولانی مدت می‌شود. از این‌رو انتخاب آزمودنی‌های حرفه ای، می‌تواند تاثیرات مکمل‌دهی ال-کارنیتین را در سوخت و ساز چربی به شکل بهتری نشان دهد و یا اینکه در ورزشکاران حرفه ای استقامتی احتمال کمبود نسبی ذخایر ال-کارنیتین وجود دارد(۱۹). در ورزش‌های زیر بیشینه طولانی مدت که وجود اسیدهای چرب آزاد در دسترس عضله زیاد است، مصرف ال-کارنیتین موجب افزایش سوخت و ساز اسیدهای چرب می‌شود اما در ورزش‌های بیشینه که نیاز عضله بیشتر به منابع در دسترس‌تر برای سوخت و ساز است، ال-کارنیتین از طریق فعال سازی آنزیم پیروات دهیدروژناز موجب سوخت کامل کربوهیدرات‌ها (گلوکز و گلیکوژن) می‌شود. بنابراین در ورزش‌های با فعالیت بیشینه، مصرف ال-کارنیتین موجب تسهیل فرآیند سوخت و سازی از طریق چرخه کربس می‌شود. با این وجود در اکثر تحقیقات صورت گرفته، مکمل‌دهی ال-کارنیتین تاثیری بر نسبت تبادل تنفسی افراد غیرفعال نداشته است. یکی از جنبه‌های مهم مطالعه تاثیر مکمل‌دهی بر مصرف سوبسترا، کنترل رژیم تغذیه آزمودنی‌هاست. مطالعاتی که تاثیر ال-کارنیتین را بر نسبت تبادل تنفسی را مورد بررسی قرار داده‌اند، تاثیر رژیم غذایی قبل از مکمل‌دهی را به عنوان عامل موثر بر نسبت تبادل تنفسی پذیرفته‌اند(۲۰). با این وجود در اکثر مطالعات صورت گرفته، کنترل دقیقی بر رژیم غذایی وجود نداشته است و یا اینکه فقط تغذیه شب قبل از آزمون کنترل شده است(۲۲،۲۱). اگر رژیم غذایی آزمودنی‌ها به طور دقیقی در روزهای قبل از آزمون کنترل شود، می‌توان تاثیرات مکمل‌دهی ال-کارنیتین را بر مصرف سوبسترا با استفاده از روش‌های کالری‌متری غیرمستقیم اندازه‌گیری کرد. با این وجود، استفاده از نشان‌گرهای ردیاب برای اندازه‌گیری مصرف سوبسترا ترجیح داده می‌شود. برخی مطالعات صورت گرفته به این روش، افزایش اکسیداسیون پالیمتات نشان‌دار شده متعاقب مکمل دهی ال-کارنیتین را گزارش کرده‌اند(۲۵-۲۳).

یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که مکمل ال-کارنیتین قادر به بهبود عملکرد ورزشی خواهد شد. با توجه به نتایج این مطالعه، می‌توان برای بهبود عملکرد ورزشکاران با مشورت متخصص تغذیه ورزشی، از مکمل ال-کارنیتین در دوز ۲ گرم، نود دقیقه قبل از فعالیت سود جست.برای مطالعات تکمیلی، می‌توان از انجام بیوپسی عضلانی جهت اندازه‌گیری غلظت ال-کارنیتین و ذخایر گلیکوژن در زمان‌های مختلف قبل، حین و بعد از آزمون استفاده کرد و یا تاثیر مکمل‌دهی حاد ال-کارنیتین را بر سازگاری‌های فیزیولوژیکی، در پی فعالیت‌های مقاومتی را مورد بررسی قرار داد.

سپاسگزاری

از زحمات بی دریغ سرکار خانم ثریا صفری که در انجام و بهبود این مطالعه ما را یاری کردند کمال قدردانی به عمل می آید. همچنین بدینوسیله از همکاری کارکنان محترم پرسنل آکادمی ملی المپیک و پارالمپیک جمهوری اسلامی ایران جهت اجرای مراحل عملی طرح به خصوص آقایان دکتر مرتضی بهرامی نژاد، دانیال تیماجی و پیمان فخری سپاسگزاری می گردد.

References

1. Karlic H, Lohninger A. Supplementation of L-Carnitine in Athletes: Does It Make Sense? Nutrition 2004; 20: 709-715.
2. Bremer J. Carnitine: metabolism and function. Physiol Rev 1983; 63: 1420-1480.
3. Cox RA, Hoppel CL. Biosynthesis of carnitine

Archive of SID
[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-06]
www.SID.ir

and 4-N-trimethylaminobutyrate from lysine. Biophys J 1973; 136: 1083-1090.

4. Ignjatovic A, Hofmann P, Radovanovic D. Non-Invasive determination of the anarrobic threshold based on the heart rate deflection point. Facta Universitatis Physical Education and Sport 2008; 6: 1-10.
5. Elik G, Kosar N, Korkusuz F, Bozkurt M. Reliability and Validity of the Modified Conconi Test on Concept II Rowing Ergometers. J Strength Cond Res 2005; 19(4): 871-877.
6. Vecchiet L, Di Lisa F. Pieralisi GInfluence of L-carnitine administration on maximal physical exercise. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1990; 61: 486.
7. Smith AW, Fry A, Lesley, Tschume C, Bloomer J. Effect of Glycine Propionyl-L-Carnitine on Aerobic and Anaerobic Exercise Performance. IJSNEM 2008; 18(1): 19-36.
8. Wyss V, Ganzit GP, Rienzi A. Effects of L-carnitine administration on VO2max and the aerobic-anaerobic threshold in normoxia and acute hypoxia. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1990; 60(3): 1-8.
9. Soop M, Bjorkman O, Cederblad G, Hagenfeldt L, Wahren J. Influence of carnitine supplementation on muscle substrate and carnitine metabolism during exercise. J Appl Physiol 1988; 64: 2394.
10. Spiering B, Kreamer WJ, Vingren J, Hatfield DL, Fragala MS, Jen-Yu Ho, et al. Responses of criterion variables to different supplemental doses of L-carnitine L-tartarate. J Strength Cond Res 2007; 21(1): 259-264.
11. Siliprandi N, Benzi G, Packer L, siliprandi N. Carnitine in physical exercise, in biochemical Aspects of Physical exercise. Eds, Elsevier Science Publishers: Amesterdam; 1996. P 197-206.
12. Decombaz J, Deriaz O, Acheson K, Gmuender B, Jequier E. Effect of L-carnitine on submaximal exercise metabolism after depletion of muscle glycogen. Med Sci Sports Exerc 1993; 25: 733-740.
13. Marconi C, Sassi G, Carpinelli A, Cerretelli P. Effects of L-carnitine loading on the aerobic and anaerobic performance of endurance athletes. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1985; 54: 131.
14. Brass EP, Hoppel CL, Hiatt WR. Effect of intravenous L-carnitine on carnitine homeostasis and fuel metabolism during exercise in humans. Clin Pharmacol Ther 1994; 55: 681-692.
15. Colombani P, Wenk C, Kunz I. Effects of L-carnitine supplementation on physical performance and energy metabolism of endurance-trained athletes: a double-blind crossover field study. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 1996; 73: 43414.
16. Muller DM, Seim H, Kiess W, Loster H, Richter T. Effects of oral L-carnitine supplementation on in vivo long-chain fatty acid oxidation in healthy adults. Metabolism 2002; 5: 11389.
17. Gorostiaga EM, Maurer CA, Eclache JP. Decrease in respiratory quotient during exercise following L-carnitine supplementation. Int J Sports Med 1989; 10: 169.
18. Natali A, Santoro D, Brandi LS, Farragiana D, Ciociaro D, Pecori N, et al. Effects of acute hypercarnitinemia during increased fatty substrate oxidation in man. Metabolism 1993; 42: 594-600.
19. Giamberardino MA, Dragani L, Valente R, Di Lisa F, Saggini R, Vecchiet L. Effects of prolonged L-carnitine administration on delayed muscle pain and CK release after eccentric effort. Int. J Sports Med 1996; 17: 203.

Archive of SID

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-06]

www.SID.ir

20. Simonson DC, Defronzo RA. Indirect calorimetry-methodological and interpretative problems." Am J Physiol 1990; 258: 399-412.
21. Wutzke K, Lorenz H. The effect of -carnitine on fat oxidation, protein turnover, and body composition in slightly overweight subjects Metabolism 2003; 53(8): 1002-1006.
22. Barry AS, Kreamer WJ, Jakob L. Vingren, Disa L. Hatfield. Responses of criterion variables to different supplemental doses of L-carnitine L-tartarate JSCR 2007; 21(1): 259-264.
23. Hultman E, Spriet LL, Souderland K. Biochemistry of muscle fatigue. Biomed Biochem Acta 1992; 45(1-2): 97-106.
24. Arenas J, Huertas R, Campos Y, Diaz AE, Villalon JM, Vilas E. Effects of L-carnitine on the pyruvate dehydrogenase complex and carnitine palmitoyl Transferase activities in muscle of endurance athletes. FEBS Let 1994; 341: 91.
25. Hiatt WR, Regensteiner JG, Wolfel EE, Ruff L, Brass EP. Carnitine and acylcarnitine metabolism during exercise in humans. J Clin Invest 1989; 84: 1167-1173.

Archive of SID

[Downloaded from jmums.mazums.ac.ir on 2026-11-06]

www.SID.ir