

تأثیر مکمل سازی ال - کارنیتین بر غلظت‌های گلوکز و لاکتات پلاسما و ظرفیت هوازی حین فعالیت زیربیشینه بر روی دوچرخه کارسنج

مجتبی ایزدی^{1*}، دکتر فرزاد ناظم²، دکتر اصغر ظریفیان³، انوش اقدامی⁴، حسین دوعلی¹

- 1- مربی، کارشناس ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه، ساوه، ایران
- 2- دانشیار، دکترای فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا همدان، همدان، ایران
- 3- دکترای حرفه‌ای علوم آزمایشگاهی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه، ساوه، ایران
- 4- مربی، کارشناس ارشد بیوشیمی، گروه بیوشیمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه، ساوه، ایران

تاریخ دریافت 88/5/11، تاریخ پذیرش 88/8/6

چکیده

زمینه و هدف: این پژوهش با هدف تعیین اثر مکمل سازی ال - کارنیتین بر غلظت‌های گلوکز و لاکتات و ظرفیت هوازی هنگام فعالیت ارگومتری زیربیشینه انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه کارآزمایی بالینی دو سوکور 34 مرد سالم غیر ورزش کار دانشگاه ساوه یک نوبت فعالیت پدال زنی روی چرخ کارسنج (PWC₁₇₀) را در قالب دو گروه تجربی (مصرف ال - کارنیتین) و دارونما (مصرف لاکتوز) در دو مرحله جداگانه اجرای آزمون ورزشی بدون مصرف ال - کارنیتین یا دارونما و اجرای آزمون ورزشی حدوداً 90 دقیقه بعد از مصرف 3 گرم ال - کارنیتین و لاکتوز به ترتیب در گروه تجربی و کنترل اجرا نمودند. بلافاصله پس از آزمون نمونه‌گیری خون به منظور تعیین غلظت‌های گلوکز، لاکتات و فعالیت لاکتات دهیدروژناز به عمل آمد. ضربان قلب استراحت و پایانی آزمون توسط ضربان نگار پولار و همچنین حداکثر اکسیژن مصرفی اندازه‌گیری شدند.

یافته‌ها: مکمل سازی آنی ال - کارنیتین تأثیری روی غلظت‌های لاکتات و گلوکز پلاسما ندارد. میزان فعالیت لاکتات دهیدروژناز، ضربان‌های استراحت و زیربیشینه و حداکثر اکسیژن مصرفی نیز در آزمون‌های مرحله اول و دوم مشابه بودند. همه متغیرها در گروه کنترل نیز بدون تغییر بودند.

نتیجه‌گیری: در خصوص اثر مصرف ال - کارنیتین روی عملکرد فعالیت‌های استقامتی نتایج موجود بحث برانگیز و مبهم است. یافته‌های ما نشان داد که مصرف 3 گرم ال - کارنیتین، 90 دقیقه قبل از اجرای آزمون، متغیرهای وابسته را متأثر نمی‌کند. مطالعات بیشتری جهت تعیین اثر مستقیم این نوع مکمل سازی‌ها روی مصرف سوستر، متابولیسم چربی - کربوهیدرات و عملکرد ورزشی مورد نیاز است.

واژگان کلیدی: متابولیسم کربوهیدرات، ورزش، گلوکز، ال - کارنیتین

*نویسنده مسئول: ساوه، میدان فلسطین، دانشگاه آزاد اسلامی، دبیرخانه مرکزی

مقدمه

انتقال اسید چرب آزاد به درون میتوکنندری اهمیت قابل توجهی در میزان انرژی زایی و اکسیداسیون چربی ها دارد (1). ال - کارنیتین ترکیب نیتروژنی است که به طور طبیعی در عضله اسکلتی و بافت های قلب، کبد، کلیه و پلاسما وجود دارد (2). عملکرد بیولوژیک آن، انتقال اسیدهای چرب آزاد با زنجیره طولانی به درون ماتریکس میتوکنندری به منظور تولید انرژی در فرآیند بتا اکسیداسیون است. از این جهت، ورزشکاران برای افزایش دادن انتقال اسید چرب آزاد به درون میتوکنندری از ال - کارنیتین به عنوان یک ماده نیروزا در فعالیت های استقامتی بهره می گیرند (3). دلیل اصلی مکمل سازی این ترکیب آمینی افزایش اکسیداسیون چربی و کاهش اکسیداسیون کربوهیدرات و سرانجام حفظ ذخایر کربوهیدرات جهت ادامه فعالیت استقامتی و تاخیر آستانه خستگی است. شواهد علمی در خصوص مزایای انرژی زایی ال - کارنیتین هنگام فعالیت های ورزشی اغلب ناهمگون است. برخی یافته از اثرات سودمند مکمل سازی آن به ویژه هنگام فعالیت های استقامتی حکایت می کنند و برخی دیگر اثر نیروزایی آن را انکار می کنند (3-7).

در این زمینه، مطالعه باکورا در سال 2003 بیان می کند که مکمل سازی ال - کارنیتین به افزایش زمان استقامت، کاهش سرعت اکسیداسیون کربوهیدرات و افزایش روند اکسیداسیون چربی هنگام فعالیت بدنی خرگوش ها منجر می شود (4). از سوی دیگر، ماترا در سال 2003 اظهار می دارد که کاهش تولید لاکتات هنگام فعالیت ورزشی از کارکردهای دیگر ال - کارنیتین است (5). هم چنین استفنز در سال 2007 با استناد به یافته های خود بیان می کند که افزایش محتوای کارنیتین عضلانی به دنبال مکمل سازی آن به حفظ ذخایر گلیکوژن، کاهش مصرف گلوکز، افزایش اکسیداسیون چربی و افزایش ظرفیت تمرین منجر می شود (3). اما برخلاف این یافته ها مطالعه ارگلو در سال 2008 نشان داد که مکمل سازی آنی ال - کارنیتین هیچ گونه تاثیری در غلظت لاکتات خون، آستانه

بی هوازی، VO_{2max} (ظرفیت هوازی یا حداکثر اکسیژن مصرفی) که به مفهوم توانایی بدن در جذب بیشترین مقدار اکسیژن هنگام فعالیت ورزشی است، به صورت لیترا در دقیقه یا میلی لیترا بر دقیقه در هر کیلوگرم از وزن بدن بیان می شود و بالاتر بودن آن از علائم افزایش عملکرد استقامتی و آمادگی قلبی - عروقی است و همچنین سایر فاکتورهای متابولیکی هنگام فعالیت بدنی ندارد (6). هم چنین مطالعه ویز در سال 1990 خاطرنشان می کند که هیچ تغییری در تهویه دقیقه ای، جذب اکسیژن، دفع دی اکسید کربن، ضربان قلب، فشارخون سیستولیک، لاکتات، گلیسرول و گلوکز پلاسمایی هنگام تمرین متعاقب مکمل سازی ال - کارنیتین مشاهده نمی شود (7).

در این زمینه شواهد پژوهشی نشان می دهد که یافته ها در زمینه اثر مکمل سازی آنی ال - کارنیتین روی فاکتورهای متابولیکی و عملکرد ورزشی در جمعیت های ورزشکار و غیر ورزشکار اغلب ناهمگون و نتایج متناقض هستند، طوری که برخی از اثرات سودمند و برخی دیگر از عدم تاثیر این مکمل روی عملکرد استقامتی حکایت می کنند. از این رو هدف از اجرای این مطالعه، ارزیابی اثر مکمل سازی آنی 3 گرم ال کارنیتین روی فاکتورهای متابولیکی موثر در عملکرد هوازی دانشجویان غیرورزشکار هنگام فعالیت ارگومتری زیربیشینه است تا امکان ارایه نتایج جدید در کنار سایر یافته های پژوهشی فراهم گردد.

مواد و روش ها

جامعه آماری این مطالعه کارآزمایی بالینی دو سو کور را دانشجویان پسر غیر ورزشکار دانشگاه ساوه تشکیل دادند. نمونه آماری شامل 34 دانشجو پسر بود که پس از تعیین حجم نمونه با رضایت کامل و امضای فرم رضایت نامه به شیوه تصادفی ساده در دو گروه تجربی (مکمل سازی ال - کارنیتین) و کنترل (دارونما: لاکتوز) تقسیم شدند. اندازه حجم نمونه بر اساس یافته های برخی مطالعات انجام شده در خصوص میزان تاثیر ال - کارنیتین یا هپارین و بر اساس برآورد حجم نمونه برای مقایسه دو نسبت، با خطای نوع اول

آزمون‌ها بعد از 12 تا 14 ساعت گرسنگی (ناشتا) انجام شد و افراد از فعالیت ورزشی و مصرف داروهای اثر گذار روی متابولیسم کربوهیدرات و چربی در فاصله زمانی 7 روز بین دو آزمون منع شدند. کیت‌های آزمایشگاهی از شرکت پارس آزمون تهیه شده و برای اندازه‌گیری گلوکز از روش آنزیمی گلوکز اکسیداز و برای اندازه‌گیری لاکتات و لاکتات دهیدروژناز از روش‌های آنزیماتیک توسط دستگاه اتوآنالایزر "کوباس میرا" ساخت آلمان استفاده گردید. ضربان قلب استراحت در حدود یک ساعت قبل از آزمون در حالت درازکش توسط گوشی پزشکی اندازه‌گیری شد. ضربان قلب تمرین هنگام آزمون نیز توسط ضربان نگار پولار (تله متری) اندازه‌گیری شد. VO2max نیز توسط روش محاسبه در آزمون PWC170 محاسبه شد (8). متغیرهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیک (ضربان قلب استراحت و زیربیشینه و ظرفیت هوازی) در محیط نرم افزاری SPSS نسخه 13 به روش آنالیز استنباطی آنوا (MANOVA) مقایسه شدند. از آزمون غیرپارامتریک کولموگروف اسمیرونوف برای بررسی توزیع طبیعی متغیرهای اصلی طرح و نیز برای مطالعه همگنی واریانس‌ها از آزمون لون استفاده گردید. سطح پذیرش فرض‌های آماری ($p < 0/05$) منظور شد.

یافته‌ها

نخست آن که مصرف خوراکی ال - کارنیتین هیچ گونه عارضه جانبی نظیر معده درد، تهوع یا اسهال که برخی از مکمل‌های دیگر به همراه دارند را در پی نداشت. آزمودنی‌ها توانستند مراحل اجرای آزمون را با موفقیت به اتمام برسانند. جدول 1 شاخص آنروپومتریکی، تغییرات فیزیولوژیک و فاکتورهای متابولیک گروه‌های مورد مطالعه را در آزمون ورزشی نشان می‌دهد. آنالیز واریانس متغیرها نشان داد که عوامل بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی گلوکز پلاسما، لاکتات، لاکتات دهیدروژناز، ضربان قلب تمرین و VO2max در وضعیت پیش آزمون بین دو گروه کنترل و تجربی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ($p > 0/05$) که

5 درصد تعیین شد. حدود اطمینان مطالعه برای برآورد حجم نمونه 95 درصد بود. معیارهای ورود افراد مورد مطالعه عبارتند از: دانشجوی پسر تندرست، غیرورزشکار (عدم فعالیت در هر یک از تیم‌های ورزشی دانشگاه یا باشگاه‌های خارج از دانشگاه)، غیر سیگاری، عدم بیماری‌های متابولیکی نظیر دیابت یا آسم، عدم بیماری‌های قلبی عروقی و ارتوپدی، عدم مصرف داروهای اثر گذار روی متابولیسم کربوهیدرات و چربی و عدم مصرف سایر داروهای نیروزا. افراد دو گروه کنترل و تجربی از اجرای فعالیت ورزشی در فاصله زمانی 48 ساعت قبل از اجرای آزمون‌های ورزشی منع شدند. افراد مورد مطالعه که از دانشجویان ساکن در خوابگاه دانشجویی دانشگاه بودند از رژیم غذایی یکسانی برخوردار بودند. ال - کارنیتین از شرکت سیگماتا (Sigmatou) کشور ایتالیا توسط شرکت شهر دارو تهیه شد. پس از آشنایی با مراحل اجرای آزمون، ابتدا هر دو گروه آزمون ارگومتری زیربیشینه (Power work capacity: PWC170) را به مدت 18 دقیقه مداوم با نواخت آهنگ پدال زنی (50-RPM Repeated per minute) (60 در دمای محیط 21-19 درجه سانتی‌گراد روی چرخ کارسنج (مدل تنوری F90) اجرا نمودند (8). بلافاصله پس از اتمام آزمون، نمونه‌گیری خون 5 سی‌سی از ورید بازویی آنها در محیط آزمایشگاه توسط پزشک آزمایشگاه به عمل آمد و سپس برای جداسازی سرم از خون با دور 2000rpm سانتریفوژ شد و متغیرهای گلوکز، لاکتات و لاکتات دهیدروژناز آنالیز شدند (مرحله اول). بعد از گذشت 7 روز، مجدداً افراد در آزمایشگاه فیزیولوژی حضور یافته و پس از 90 دقیقه از مصرف 3 گرم ال - کارنیتین و پلاسبو (لاکتوز) به شکل کپسول‌های متحدالشکل به ترتیب توسط گروه‌های تجربی و کنترل، آزمون زیربیشینه ارگومتری اجرا گردید و نمونه‌گیری خون مشابه شرایط پیش آزمون تکرار گردید و متغیرهای مذکور آنالیز شدند (مرحله دوم). در این زمینه اثر مکمل سازی 2 (9)، 4 (10) و 5 (11) ال - کارنیتین در زمان‌های یک (12) تا دو (13) ساعت قبل از آزمون ورزشی در مطالعات پیشین مورد بررسی قرار گرفته است. کلیه

یافته‌ها عدم تغییر ظرفیت هوایی، ضربان قلب استراحت و ضربان قلب نهایی در آزمون‌های مرحله دوم نسبت به مرحله اول گروه تجربی را نیز نشان می‌دهند ($p > 0/05$). در گروه کنترل نیز مصرف لاکتوز (دارونما) در آزمون مرحله دوم به تغییر معنی‌دار در یک از متغیرهای مورد مطالعه نسبت به آزمون مرحله اول (بدون مصرف لاکتوز) منجر نشد ($p > 0/05$).

از همسان بودن متغیرهای وابسته در وضعیت مرحله اول دو گروه حکایت دارد. هم‌چنین یافته‌ها نشان داد که مکمل سازی ال - کارنیتین در گروه تجربی به تغییر معنی‌دار غلظت گلوکز پلاسما در آزمون مرحله دوم نسبت به آزمون مرحله اول منجر نشد ($p > 0/05$). هم‌چنین تغییرات غلظت لاکتات پلاسما و فعالیت لاکتات دهیدروژناز نیز متعاقب مصرف 3 گرم ال - کارنیتین در گروه تجربی معنی‌دار نبود ($p > 0/05$).

جدول 1. مقایسه ویژگی‌های آنترپومتریک، متغیرهای بیوشیمیایی و پارامترهای فیزیولوژیکی در دو گروه تجربی (مکمل سازی ال - کارنیتین) و کنترل (دارونما: لاکتوز)

کنترل (مرحله اول) میانگین (انحراف استاندارد)	کنترل (مرحله دوم) میانگین (انحراف معیار)	تجربی (مرحله اول) میانگین (انحراف استاندارد)	تجربی (مرحله دوم) میانگین (انحراف استاندارد)
سن (سال)	(3)21	(3)21	—
قد (سانتی متر)	(11)173	(10)174	—
وزن (کیلوگرم)	(6/33)73	(7/23)75	—
گلوکز (میلی گرم بر دسی لیتر)	(12/21)98	(13/27)97	(18/09)83
لاکتات (میلی مول بر لیتر)	(0/83)5/62	(0/76)4/94	(0/77)4/73
لاکتات دهیدروژناز (واحد بر لیتر)	(57/14)307	(84/07)348	(43/57)351
VO2max (لیتر بر دقیقه)	(0/49)2/38	(0/63)2/31	(0/77)2/45
ضربان قلب استراحت (ضربه به دقیقه)	(7)74	(7)73	(6)74
ضربان قلب تمرین (ضربه در دقیقه)	(14)167	(12)164	(15)160

بحث

کارنیتین به دلیل اثر ذخیره سازی و صرفه جویی در مصرف گلیکوژن عضلانی به دلیل تولید بیشتر انرژی از فرآیند بتا اکسیداسیون، به عنوان عامل ضد کاتابولیکی گلیکوژن عمل می‌کند که به طور موثری نیاز به سوختن گلیکوژن را کاهش می‌دهد (15، 16). اما مطالعه پانچوانی در سال 2007 نشان داد که مکمل سازی ال - کارنیتین هیچ اثری روی غلظت گلوکز پلاسما هنگام فعالیت ورزشی ندارد (17). مطالعات دیگری نیز از عدم تاثیر ال - کارنیتین روی سطوح گلوکز خون حمایت می‌کنند (7). وجه تمایز مطالعه حاضر با مطالعات مذکور در میزان مصرف و زمان مصرف ال - کارنیتین است. یافته‌های تحقیق حاضر نیز به عدم تاثیر مکمل سازی آنی 3 گرم ال - کارنیتین روی غلظت گلوکز خون اشاره دارد. لازم به ذکر است که یکی از محدودیت‌های مطالعه حاضر عدم اندازه گیری میزان غلظت پلاسمایی کارنیتین قبل و بعد از مکمل سازی آن در نمونه‌های مذکور است.

ورزشکاران اغلب در برابر وسوسه مصرف انواع مکمل‌ها جهت پیشرفت و بهبود عملکرد ورزشی ضعیف هستند و از روش‌های تغذیه‌ای متفاوت مانند بارگیری کربوهیدرات و مصرف مکمل‌های دارویی استفاده می‌کنند (14). اگرچه کارنیتین در بدن سنتز و از مسیر رژیم غذایی نیز وارد بدن می‌شود، لیکن در برخی شرایط مکمل سازی ال - کارنیتین در ورزشکاران رقابتی و فعالیت‌های شدید استقامتی که امکان کمبود احتمالی کارنیتین عضلانی وجود دارد سودمند است (15).

نقش اصلی کارنیتین روی متابولیسم چربی‌ها متمرکز است، با این حال شواهد علمی نقش دیگر آن را در متابولیسم کربوهیدرات تایید می‌کند. در واقع، همبستگی قوی بین کارنیتین عضلانی و چرخه کربس وجود دارد. اکسیداسیون چربی متعاقب مصرف ال - کارنیتین توسط خرگوش‌ها تحریک می‌شود (4). غلظت کارنیتین عضله مستقیماً با ذخایر گلیکوژن عضلانی متناسب است (15، 16).

فعالیت بدنی شدید یا فزاینده ورزشی به تجمع لاکتات همراه با کاهش pH سرم می‌انجامد. سطوح بالای اسید لاکتیک، اسیدیته را در خون و بافت‌ها افزایش داده که خستگی و کاهش تولید ATP را به دنبال دارد. ال - کارنیتین مهارکننده آنزیم کلیدی بی‌هوازی فسفوفروکتوکیناز (Phosphofruktokinase) است و سبب کاهش سرعت گلیکولیز می‌شود. یک پژوهشگر ایتالیایی در سال 1990 اشاره می‌کند که مکمل سازی کارنیتین، تجمع اسید لاکتیک پلاسما هنگام ورزش را کاهش می‌دهد (15). ال - کارنیتین نسبت استیل کوآ به کوآ را کاهش می‌دهد که این عامل فعالیت پیروات دهیدروژناز را تحریک می‌کند. تصور بر این است که تبدیل پیروات به اسیل کوآ و سنتز استیل کارنیتین به دلیل فعالیت بیشتر پیروات دهیدروژناز پس از بارگیری ال - کارنیتین افزایش می‌یابد. از طرف دیگر، مکمل سازی کارنیتین فعالیت لاکتات دهیدروژناز که پیروات را به لاکتات برمی‌گرداند کاهش داده که در نتیجه تولید اسید لاکتیک هنگام فعالیت ورزشی را کاهش می‌دهد (18). مصرف 2 گرم ال - کارنیتین درست یک ساعت قبل از فعالیت پیشرونده ارگومتری تا رسیدن به واماندگی به کاهش معنی‌دار تجمع لاکتات منجر شده است (9). مکمل سازی ال - کارنیتین به بهبود تحمل ورزش و بهبود قدرت عضلات تنفسی بیماران انسداد ریوی مزمن و کاهش لاکتات خون نیز منجر می‌شود (19). اما در مطالعه بارنت در سال 1994، مصرف ال - کارنیتین تغییری را در تجمع لاکتات هنگام فعالیت بیشینه کوتاه مدت ایجاد نکرد (20). هم‌چنین مطالعه استوسی در سال 2005 نشان داد که غلظت لاکتات خون و اجرای تست ورزش متعاقب مکمل سازی 2 گرم ال - کارنیتین و دارونما مشابه بود (13). به هر حال یافته‌های مطالعه ما نشان داد که مکمل سازی آنی ال - کارنیتین تاثیری روی غلظت لاکتات خون و میزان فعالیت لاکتات دهیدروژناز هنگام فعالیت هوازی زیربیشینه ندارد.

افزایش سطح VO_{2max} از نشانه‌های ارتقاء آمادگی قلبی - عروقی افراد ورزشکار و غیرورزشکار یا بیمار به شمار می‌آید (1). به علاوه کاهش تواتر ضربان قلب

هنگام استراحت یا فعالیت ورزشی نیز از علایم برجسته فیزیولوژیک دیگر افزایش سطح آمادگی هوازی است. در زمینه اثر بارگیری کارنیتین روی حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) ورزشکاران و غیر ورزشکاران مطالعات زیادی انجام شده است. اغلب تحقیقات کم و بیش بهبود VO_{2max} و عملکرد بهینه ورزشی در ورزشکاران نخبه و غیر حرفه‌ای را به دنبال مکمل سازی ال - کارنیتین به خصوص پس از مصرف دوزهای بالا در مدت طولانی‌تر گزارش کرده‌اند (21). (22). مصرف روزانه 2 گرم کارنیتین به افزایش‌های قابل توجهی در حداکثر اکسیژن مصرفی و بازده کار همراه با کاهش تهویه ریوی، تولید لاکتات و CO_2 منجر شده است (21). اما براس در سال 2001 اشاره می‌کند که مصرف ال - کارنیتین در بیماران کلیوی، علیرغم افزایش غلظت پلاسمایی کارنیتین تاثیری روی مقدار VO_{2max} آنها ندارد (23). این یافته‌ها توسط ارگلو در سال 2008 نیز تایید شده است (6).

مطالعه ناتالی در سال 1993 نشان داد که مکمل خوراکی کارنیتین به کاهش اندک ضربان قلب ورزش با شدت 50 درصد VO_{2max} می‌انجامد که از بهبود کارکرد دستگاه گردش خون تحت فعالیت زیربیشینه حکایت می‌کند (24). اما برخی یافته عدم تغییر ضربان قلب ورزش بواسطه مکمل سازی ال - کارنیتین را گزارش نموده‌اند (13). مطالعه ما در تایید برخی از یافته‌ها که خاطر نشان می‌کنند مکمل سازی ال - کارنیتین به تغییرات معنی‌داری در سطوح VO_{2max} و تعداد ضربان قلب هنگام فعالیت منجر نمی‌شود، همسویی دارد. این احتمال نیز وجود دارد که مکمل سازی ال - کارنیتین به نوعی به افزایش اکسیداسیون گلوکز ختم شود، طوری که این پدیده در یافته‌های مدل‌های حیوانی گزارش شده است (25)؛ در واقع این نظریه افزایش مصرف گلوکز بیان را نمی‌کند، بلکه مکانیسم اثر افزایش کارنیتین روی اکسیداسیون گلوکز بدین معنی است که مکمل سازی ال - کارنیتین با افزایش فعالیت پیروات دهیدروژناز از یک طرف تبدیل پیروات به استیل کوآ را افزایش داده و به افزایش اکسیداسیون کربوهیدرات منجر می‌شود و از طرف

منابع

1. Ron Maughan, Michael Gleeson, Paul L. Biochemistry of exercise & Training. USA: Oxford Medical Publications; 1997.
2. Benvenga S. Effects of L-carnitine on thyroid hormone metabolism and on physical exercise tolerance. *Horm Metab Res* 2005; 37(9):566-71.
3. Stephens FB, Constantin-Teodosiu D, Greenhaff PL. New insights concerning the role of carnitine in the regulation of fuel metabolism in skeletal muscle. *J Physiol* 2007; 581(Pt 2):431-44.
4. Bacurau RF, Navarro F, Bassit RA, Meneguello MO, Santos RV, Almeida AL, et al. Does exercise training interfere with the effects of L-carnitine supplementation?. *Nutrition* 2003; 19(4):337-41.
5. Matera M, Bellinghieri G, Costantino G, Santoro D, Calvani M, Savica V. History of L-carnitine: implications for renal disease. *J Ren Nutr* 2003; 13(1):2-14.
6. Eroğlu H, Senel O, Güzel NA. Effects of acute L-carnitine intake on metabolic and blood Lactate levels of elite badminton players. *Neuro Endocrinol Lett* 2008; 29(2):261-6.
7. Wyss V, Ganzit GP, Rienzi A. Effect of L-carnitine administration on VO₂max and aerobic-anaerobic threshold in normoxia and acute hypoxia. *Eur J Appl Physiol Occup physiol* 1990; 60(1): 1-6.
8. American College of Sports Medicine. ACSM's health-related physical fitness assessment manual. USA: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.
9. Spiering BA, Kraemer WJ, Hatfield DL, Vingren JL, Fragala MS, Ho JY, et al. Effects of L-carnitine L-tartrate supplementation on muscle oxygenation responses to resistance exercise. *J Strength Cond Res* 2008; 22(4):1130-5.
10. Wachter S, Vogt M, Kreis R, Boesch C, Bigler P, Hoppeler H, et al. Long-term administration of L-carnitine to humans: effect on skeletal muscle carnitine content and physical performance. *Clin Chim Acta* 2002; 318(1-2):51-61.
11. Soop M, Björkman O, Cederblad G, Hagenfeldt L, Wahren J. Influence of carnitine supplementation on muscle substrate and

دیگر از تبدیل پیرووات به لاکتات و تجمع آن می‌کاهد (26)، (27).

با توجه به نقش ال - کارنیتین در انتقال میتوکندریایی اسیدهای چرب آزاد به خصوص هنگام فعالیت‌های ورزشی، انتظار می‌رود که افزایش غلظت پلاسمایی آن بواسطه مکمل سازی با افزایش ورود اسید چرب آزاد به درون میتوکندری همراه باشد که مهم‌ترین دستاورد آن حفظ ذخایر گلیکوژن عضلانی و کبد جهت تداوم اکسیداسیون کربوهیدرات به ویژه در مراحل انتهایی فعالیت‌های استقامتی و تاخیر در شروع خستگی می‌باشد. این فواید توسط بسیاری از شواهد علمی تایید شده است. اما یافته‌های مطالعه ما در کنار اغلب مطالعات جدید این مزایای نیروزایی ال - کارنیتین را تایید نمی‌کند. در این خصوص متین در سال 2003 با استناد به یافته‌های خود بیان می‌کند که اگرچه فعالیت ورزشی شدید یا طولانی مدت با کاهش مقادیر کارنیتین پلاسما همراه است اما این کاهش به اثر منفی روی عملکرد ورزشی آنان منجر نمی‌شود (28).

نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر فیروزیایی ال - کارنیتین را مورد تأیید قرار نمی‌دهد. به هر حال اندازه مصرف کارنیتین، شدت کار یا حجم و زمان فعالیت از مولفه‌های اثرگذار بر پاسخ کارنیتین می‌باشند. این احتمال نیز می‌رود که علیرغم عدم تغییر در سطوح فاکتورهای متابولیکی یا VO₂max، مزایای کارنیتین مربوط به مراحل پایانی فعالیت‌های استقامتی طولانی مدت باشد که نیازمند مطالعات آتی با آزمون‌های ورزشی طولانی‌تر می‌باشد.

تشکر و قدر دانی

نویسندگان مقاله از معاونت پژوهش دانشگاه آزاد ساوه، اداره بهداشت و آزمایشگاه هماتولوژی دانش این شهرستان که در طول مراحل اجرای طرح همکاری داشته‌اند تشکر و قدردانی می‌نمایند.

- carnitine metabolism during exercise. *J Appl Physiol* 1988; 64(6):2394-9.
12. Vecchiet L, Di Lisa F, Pierlisi G, Ripari P, Menabo R, Giamberardino MA, et al. Influence of L-carnitine administration on maximal physical exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physical* 1990; 61(5-6): 486-90.
 13. Stuessi C, Hofer P, Meier C, Boutellier U. L-carnitine and the recovery from exhaustive endurance exercise: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Eur J Appl Physiol* 2005; 95(5-6):431-5.
 14. Sherman WM, Costill DL, Fink WJ, Miller JM. The effect of exercise and diet manipulation on muscle glycogen and its subsequent use during performance. *Int J Sport Med* 1981; 2(2): 114-8.
 15. Horleys. L-carnitine. A division of naturalac nutrition. Level 2. [Cited on 2003]. Available from: <http://horleys.com>.
 16. Angelini A, Imperato L, Landi C, Porfido FA, Ciarimboli M, Marro A. Variation in levels of glycaemia and insulin after infusion of glucose solutions with or without added L-carnitine. *Drugs Exp Clin Res* 1993; 19(5): 219-22.
 17. Panjwani U, Thakur L, Anand JP, Singh SN, Amitabh , Singh SB, et al. Effect of L-carnitine supplementation on endurance exercise in normobaric/ normoxic and hypobaric/ hypoxic conditions. *Wilderness Environ Med* 2007; 18(3):169-76.
 18. Heinonen OJ. L-carnitine supplementation. Turku, Finland: Department of physiology; 1992.
 19. Borghi-Silva A, Baldissera V, Sampaio LM, Pires-DiLorenzo VA, Jamami M, Demonte A, et al. L-carnitine as an ergogenic aid for patients with chronic obstructive pulmonary disease submitted to whole-body and respiratory muscle training programs. *Braz J Med Biol Res* 2006; 39(4):465-74.
 20. Barnett C, Costil DL, Vukovich MD, Cole KJ, Goodpaster BH, Trappe SW, et al. Effect of L-carnitine supplementation on muscle and blood carnitine muscle content and lactate accumulation during high-intensity sprint cycling. *Int J Sport Nutr* 1994; 4(3):280-8.
 21. Karlic H, Lohninger A. Supplementation of L- carnitine in athletes: does it make sense. *Nutrition* 2004; 20(7-8): 709-15.
 22. Arenas J, Rubio JC, Martín MA, Campos Y. Biological roles of L-carnitine in perinatal metabolism. *Early Hum Dev* 1998; 53(Suppl): S43-50.
 23. Brass EP, Adler S, Sietsema KE, Hiatt WR, Orlando AM, Amato A; Intravenous L-carnitine increases plasma carnitine, reduces fatigue, and may preserve exercise capacity in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis* 2001; 37(5):1018-28.
 24. Natali A, Santoro D, Brandi LS, Faraggiana D, Ciociaro D, Pecori N, et al. Effects of acute hypercarnitinemia during increased fatty substrate oxidation in man. *Metabolism* 1993; 42(5): 594-600.
 25. Broderick TL, Quinney HA, Lopaschuk GD. Carnitine stimulation of glucose oxidation in the fatty acid perfused isolated working rat heart. *J Biol Chem* 1992; 267(6): 3758-63.
 26. Uziel G, Garavaglia B, Di Donato S. Carnitine stimulation of pyruvate dehydrogenase complex (PDHC) in isolated human skeletal muscle mitochondria. *Muscle Nerve* 1988; 11(7): 720-4.
 27. Berthon P, Van Der Veer M, Denis C, Freyssenet D. L-carnitine stimulation of mitochondrial oxidative phosphorylation rate in isolated rat skeletal muscle mitochondria. *Comp Biochem Physiol A Physiol* 1997; 117(1): 141-5.
 28. Metin G, Gümüştas MK, Uslu E, Belce A, Kayserilioglu A. Effect of regular training on plasma thiols, malondialdehyde and carnitine concentrations in young soccer players. *Chin J Physiol* 2003; 46(1): 35-9.

The effect of L-carnitine supplementation on plasma glucose and lactate concentrations, and aerobic capacity during submaximal exercise on ergometry cycle

Eizadi M^{1*}, Nazem F², Zarifyan A³, Eghdami A⁴, Dooali H¹

1-Instructor, MS in Physical Education and Sport Sciences, Islamic Azad University of Saveh, Saveh, Iran

2-Associate Professor, PhD in Sport Physiology, Department of Physical Education and Sport Sciences, Buali Sina University of Hamedan, Hamedan, Iran

3- DCLS, Islamic Azad University of Saveh, Saveh, Iran

4- Instructor, MS in Biochemistry, Department of Biochemistry, Islamic Azad University of Saveh, Saveh, Iran

Received 2 Aug, 2009 Accepted 28 Oct, 2009

Abstract

Background: The purpose of this study was to determine the effect of L-carnitine supplementation on glucose and lactate concentrations, and aerobic capacity during sub-maximal exercise on ergometry cycle.

Materials and Methods: In this double-blind clinical trial, 34 healthy noathlete male students at Saveh University were divided into experimental (L-carnitine usage) and placebo (lactose usage) groups and had one trial of cycling on ergometer (PWC₁₇₀). This trial was done in two stages: 1) Exercise protocol without L-carnitine or placebo supplementation, 2) Exercise protocol with 3g L-carnitine (90 minute before exercise) and placebo supplementation in the experimental and placebo groups, respectively. Immediately after the physical exercise, blood sampling was taken for determining plasma glucose and lactate concentrations, and lactate dehydrogenase activity (LDH). Through polar telemetry rest and sub-maximal heart rate, and also, VO₂max were measured.

Results: L-carnitine supplementation had no influence on plasma glucose and lactate concentrations. Otherwise, rest and sub-maximal heart rate, VO₂max and LDH activity were equal in pretest and posttests. All variables remained with no change in control group.

Conclusion: Regarding the effect of L-carnitine usage on performance of endurance exercises, the findings are still vague and controversial. Our findings indicated that ingestion of 3g L-carnitine 90 minutes before exercise did not affect the dependent variables. Further investigation is required to determine the direct effect of such supplementations on substrate utilization, fat-carbohydrate metabolism and performance on exercise.

Keywords: Carbohydrate metabolism, exercise, glucose, L-carnitine

*Corresponding author:

Email: izadimojtaba2006@yahoo.com

Address: Central Office, Islamic Azad University, Palestine Sq., Saveh, Iran