تاثیر مکمل دهی حاد ال-کارنیتین بر غلظت لاکتات در دوره‌های زمانی مختلف بازگشت به حالت اولیه در مردان فعال

مجتبی کاویانی[1]، دکترمسعود معینی شبستری[2]

ص ص: ۱۲۰-۱۰۷
تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۴/۱۷
تاریخ تصویب: ۱۳۹۱/۹/۲۰

چکیده

بازگشت به حالت اولیه پس از تمرین، فرایندی پویا است که شامل ذخیره مایعات بدن و تعادل الکترولیت‌ها، جایگزینی ذخایر انرژی و ترمیم بافت‌های آسیب دیده می‌شود. ورزشکاران از میان موادی مصرفی، ال-کارنیتین(ال-تری متیل ۳-هیدروکسی آمینو بوتانوآت) را به عنوان مکمل نیروزا مصرف می‌کنند؛ زیرا در انتقال اسیدهای چرب به درون میتوکندری نقش دارند. هدف از مطالعه حاضر بررسی تاثیر مکمل دهی حاد ال-کارنیتین بر غلظت لاکتات در دوره‌های زمانی مختلف بازگشت به حالت اولیه در مردان فعال بود. پژوهش به صورت کار آزمایی بالینی دوسوکور و متقاطع انجام شد. انتخاب ۱۲ نفر از دانشجویان تربیت بدنی به طور تصادفی با میانگین سنی (۰٫۶۴ ± ۲۱٫۷۵) سال و میانگین شاخص توده بدنی (۰٫۹۴ ± ۲۳٫۷۰) کیلوگرم بر متر مربع انجام گرفت. آزمودنی‌ها به صورت تصادفی و مساوی به دو گروه مکمل (n=۶) و دارونما (n=۶) تقسیم شدند. جمع آوری نمونه‌های خونی به منظور اندازه‌گیری لاکتات از نوک انگشت سبابه پیش از مکمل دهی به پایان رسید و پس از آن، به گروه مکمل ۲ گرم ال-کارنیتین (به شکل قرص در ۲۰۰ میلی لیتر آب همراه با ۶ قطره آبلیمو) و گروه دارونما (۲۰۰ میلی لیتر محلول آبلیمو) تجویز شد. ۹۰ دقیقه بعد، آزمودنی‌ها آزمون بیشینه تعدیل یافته کانکانی را انجام دادند و بلافاصله،۲، ۵و ۸ دقیقه بعد از آزمون، نمونه‌های خونی جهت اندازه‌گیری لاکتات جمع آوری شد. برای بررسی تغییرات و تحلیل داده‌ها آزمون تحلیل واریانس یکطرفه با اندازه‌گیری تکراری و آزمون تی وابسته مورد استفاده قرار گرفت. سطح معنی داری، کمتر از ۰/۰۵ لحاظ شد. نتایج پژوهش نشان داد با وجود آنکه در میزان غلظت لاکتات استراحتی بین دو گروه اختلاف معنی داری وجود نداشت، اما بلافاصله پس از فعالیت بیشینه، میزان لاکتات کمتری در گروه مکمل نسبت به دارونما، تجمع یافت (p=۰/۰۰۲ و t=۴/۱۳). همچنین کاهش لاکتات در زمان‌های ۲،۵ و ۸ دقیقه پس از فعالیت در گروه مکمل به طور معنی داری (۳۲،۴۰ و ۳۷ درصد به ترتیب) سریع تر از گروه دارونما بود. به طور کلی نتایج نشان می‌دهد که مصرف حاد ال-کارنیتین می‌تواند دوره بازگشت به حالت اولیه را ازطریق کاهش معنی دار تجمع لاکتات، تسریع بخشد.

واژگان کلیدی: ال-کارنیتین، بازگشت به حالت اولیه، لاکتات

۱ - دانشجوی دکتری تغذیه ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه ساسکچوان، کانادا
۲ - استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

مقدمه

مربیان و متخصصان تمرین به طور مداوم در پی روش‌هایی هستند که به ورزشکاران اجازه دهد بر محدودیت‌های تمرین غلبه کنند و عملکرد خود را افزایش دهند. یکی از مهمترین مسائل، ویژه ورزشهایی است که ورزشکار ناگریز می‌شود در طول یک روز صورت پی در پی در چندین مسابقه ورزشی شرکت کند. او باید به سرعت و با انرژی کافی به حالت نخستین بازگردد و به ادامه تمرین‌ها و مسابقه‌ها بپردازد (۱۳). مربیان به ندرت افزایش فشار تمرین یا محرک شدیدتر را با مکمل‌های تغذیه ای و فعالیت‌های بازسازی مشابه پس از تمرین و مسابقه هماهنگ می‌کنند. از این رو، پژوهش‌ها در این زمینه گسترده و مهم، کمتر وجود دارد. بازگشت به حالت نخستین مناسب، بازسازی بین جلسه‌های تمرین را سرعت می‌بخشد، باعث کاهش خستگی، افزایش بیش جبرانی می‌شود و استفاده از بارهای سنگین حین تمرین‌های تناوبی را آسان می‌سازد (۱۱).

بازگشت به حالت نخستین پس از تمرین، فرایندی پویا ست که شامل ذخیره مایعات بدن و تعادل الکترولیت‌ها، جایگزینی ذخایر انرژی و ترمیم بافت‌های آسیب دیده می‌شود (۱۵). توانایی برگشت سریع به حالت نخستین پس از فعالیت‌های شدید، اغلب باعث تمایز ورزشکاران نخبه از سایر ورزشکاران می‌شود. مکمل‌های رژیمی زیادی وجود دارند که می‌توانند عملکرد ورزشی را بهبود بخشند و بیشتر ورزشکاران از آنها بی رویه استفاده می‌کنند. کارخانه‌های سازنده به طور فزاینده ای ادعا می‌کنند که محصولات‌شان عملکرد ورزشکاران را ارتقا می‌دهند و یا دوره بازگشت به حالت نخستین پس از ورزش را تسریع می‌بخشد (۶)، اما بسیاری از آنها انرژی زا هستند و طبق قوانین و مقررات بین المللی مصرفشان ممنوع است؛ بنابراین ورزشکاران و مربیان به مکمل‌هایی که عوارض جانبی نداشته باشند، توجه خاصی دارند(۱۱).

عملکرد اصلی ال–کارنیتین که در بیشتر پژوهش‌ها مورد بررسی قرار گرفته، انتقال اسیدهای چرب با زنجیره بلند به غشای درونی میتوکندری، محافظت از ترکیب غشای سلول و تثبیت

نسبت کوآنزیم آ به استیل‌کوآ در میتوکندری و کاهش تولید لاکتات است(۱۵). از طرف دیگر، فعالیت بدنی باعث کاهش ال–کارنیتین عضلات می‌شود. ال–کارنیتین از آن بسیار استقبال می‌کنند. بدون تجویز پزشک به وفور در دسترس است؛ همچنین ورزشکاران در طول

تمرین‌های با شدت بالا، غلظت کارنیتین آزاد در عضلات کاهش می‌یابد؛ زیرا این ترکیب با استیل‌کوآ واکنش نشان می‌دهد. این کاهش در کارنیتین آزاد به عنوان یکی از ساخت و کارهای دخالت کننده برای کاهش اسیدهای چرب پلاسما و اکسیداسیون تری آسیل گلیسرول درون عضلانی در طول تمرین‌های با شدت بالا پیشنهاد شده است(۱۹ و۶). ورزش قهرمانی و کسب مدال در سطوح بین المللی برای کشورها حائز اهمیت است. استفاده از مکمل‌های ورزشی مجاز به منظور بهبود عملکرد ورزشکاران در حین مسابقه ویا حتی برای برگشت سریع به حالت نخستین، به طور خیره‌کننده‌ای رو به افزایش است (۱۵). انجام دادن پژوهش‌های بیشتر در مورد سودمندی مکمل‌ها و آشنایی با آثار جانبی مصرف آنها می‌تواند به مربیان و دست اندرکاران ورزش این فرصت را بدهد تا در تجویز کردن و نکردن مکمل‌های ورزشی دقت وکنترل لازم را داشته باشند(۱۲). جاکوبس و همکاران[1] (۲۰۰۹) به بررسی تاثیر مصرف ۴/۵ گرم گلیسین پروپیونیل ال–کارنیتین بر عملکرد ورزشی و تجمع لاکتات حین فعالیت و بازگشت به حالت اولیه پرداختند. آزمودنی‌ها ۵ مرتبه پروتکل ۱۰ ثانیه‌ای وینگیت را با فاصله استراحت فعال یک دقیقه ای انجام دادند. نتایج این پژوهش از بهبود عملکرد ورزشی و کاهش ۱۵/۷ و ۱۶/۲ درصدی لاکتات در ۴ و ۱۴ دقیقه پس از فعالیت حکایت می‌کرد (۱۴).

براد و همکاران[2] (۲۰۰۸) به مدت ۳ هفته تأثیر ۲ گرم مکمل خوراکی ال– کارنیتین ال–تارتارات را بر سوخت و ساز قند، پروتئین و چربی حین تمرین بررسی کردند. در پژوهش آنها تغییر معنی داری در اکسیداسیون کربوهیدرات، دفع نیتروژن، اکسیداسیون اسیدهای آمینه شاخه

1 - Jacobs
2 - Broad

دار و اوره پلاسما حین تمرین بین دو گروه مکمل و دارونما دیده نشد(۵). ویکچیت و همکاران[1] (۱۹۹۰) در یک مطالعه بالینی دو سو کور و متقاطع اثر مکمل دهی خوراکی ال–کارنیتین را را بر روی ۱۰ مرد جوان داوطلب بررسی کردند. آزمودنی‌ها به طور تصادفی به سه گروه مکمل، دارونما و کنترل تقسیم شدند. پروتکل به کار رفته در این مطالعه یک فعالیت شدید وامانده ساز بر روی دوچرخه کارسنج بود. در همه آزمودنی‌ها تولید لاکتات و اکسیژن مصرفی پس از دریافت مکمل ال–کارنیتین به طور معنی داری کمتر از دارونما بود(۲۸). استوسی و همکاران[2] (۲۰۰۵) نیز در مطالعه ای دوسوکور و متقاطع، تأثیر ۲ گرم ال–کارنیتین را بر روی ۱۲ مرد فعال مورد بررسی قرار دادند. آزمودنی‌ها مکمل را ۲ ساعت پیش از انجام دادن آزمون روی دوچرخه کارسنج مصرف کردند. نتایج نشان داد که غلظت لاکتات در آزمون دوم نسبت به آزمون نخست بدون توجه به اینکه آزمودنی‌ها ال–کارنیتین یا دارونما مصرف کرده بودند، تمایل به کاهش داشت (۲۴).

در گذشته، بازگشت به حالت نخست به شکل ساده‌ای شامل استراحت، ابعاد فیزیکی (مانند ماساژ و آب درمانی) و برآورده کردن نیازهای اولیه غذایی از مایعات و غذاها بود. امروزه، ورزشکاران برای بازگشت سریع به حالت اولیه پس از تمرین‌های با شدت بالا گزینه‌های بسیاری را در پیش رو دارند که یکی از آنها استفاده از مکمل‌های تغذیه‌ای است (۲۵). استفاده از مکمل‌ها یا ترکیبی از آنها برای بهبود روند بازگشت به حالت اولیه ضروری به نظر می‌رسد. باید متوجه باشیم که نتایج در این زمینه، ضد و نقیض است؛ به این خاطر که هنوز پژوهشی در راستای دوره‌های زمانی گوناگون و به هنگام بازگشت به حالت اولیه صورت نگرفته است. این پژوهش در پی پاسخگویی به این پرسش هاست که آیا مکمل دهی حاد مکمل ال–کارنیتین پیش از یک فعالیت شدید و فزاینده، تاثیری بر میزان دفع یا اکسایش لاکتات در دوره‌های زمانی مختلف بازگشت به حالت اولیه دارد؟

1 - Vecchiet
2 - Stuessi

روش شناسی تحقیق

آزمودنی‌ها

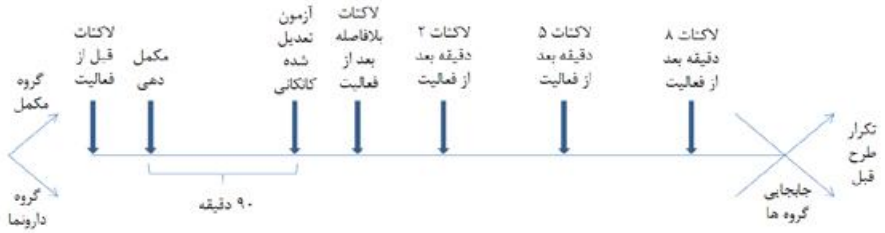
این مطالعه از نوع کارآزمایی بالینی و به روش تصادفی دوسوکور و متقاطع انجام شد. از بین داوطلبان واجد شرایط که شامل حداقل سه سال فعالیت ورزشی، مصرف نکردن سیگار، نداشتن مشکلات گوارشی و نداشتن استفاده قبلی از مکمل ال–کارنیتین بودند، ۱۲ نفر به طور تصادفی از دانشجویان مرد رشته تربیت بدنی انتخاب شدند. در جدول یک ویژگی توصیفی آزمودنی‌ها ارائه شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های آزمودنی‌های پژوهش

متغیر	$M \pm SE$
وزن (کیلوگرم)	۷۷/۱۶±۴/۰۲
قد (سانتیمتر)	۱۸۰/۰۸±۱/۷۶
سن (سال)	۲۱/۷۵±۰/۶۴
نمایه توده بدن(kg/m^2)	۲۳/۷±۰/۹۴

پروتکل پژوهش

شرح کلی پروتکل پژوهش در شکل یک آورده شده است.



شکل ۱) نمایه طرح پژوهش

همه افراد شرکت کننده در مطالعه پس از تشریح شرایط آزمون، رضایتنامه کتبی را امضا

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. پیش از آغاز اجرای آزمون از آزمودنی‌ها درخواست شد که از مصرف قهوه، مواد لبنی و تمرین‌های شدید دستکم یک روز قبل از اجرای آزمون خودداری کنند و خود را در شرایط عادی برای انجام دادن آزمون قرار دهند. در صبح روز آزمون، داده‌های مربوط به قد و وزن ورزشکاران به کمک قدسنج و ترازوی دیجیتال Seca مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. آزمودنی‌ها به صورت تصادفی به دو گروه مکمل(n=۶) و دارونما (n=۶) تقسیم شدند. پیش از اجرای پروتکل، جمع آوری نمونه خون از نوک انگشت تحقق یافت. به گروه مکمل ۲ گرم ال–کارنیتین (۲۰۰ میلی لیتر آب همراه با ۶ قطره آبلیمو) و به گروه دارونما (۲۰۰ میلی لیتر محلول آبلیمو) ۹۰ دقیقه پیش از اجرای پروتکل تعدیل یافته کانکانی تجویز شد. بلافاصله،۵،۲ و ۸ دقیقه پس از پایان آزمون در حالی که در حالت استراحت غیرفعال بودند، میزان لاکتات خون آزمودنی‌ها با استفاده از دستگاه لاکتومتر (مدل لاکتات اسکات ساخت کشور آلمان) مجدداً اندازه‌گیری و ثبت شد. یک هفته بعد، آزمودنی‌ها برای اجرای دوباره آزمون به محل اجرای آزمون دعوت شدند. پس از ۱۵ دقیقه استراحت آزمودنی‌هایی که در روز نخست مکمل ال–کارنیتین را دریافت کرده بودند، دارونما مصرف کردند و گروه مقابل به جای دارونما، مکمل ال–کارنیتین را مصرف کردند بدین ترتیب و با این روش، تمام آزمودنی‌ها مکمل ال–کارنیتین و دارونما را مصرف کردند. بقیه مراحل اجرای آزمون دقیقاً مشابه آزمون نخستین بود و داده‌های مورد نیاز مرحله دوم نیز به وسیله محقق جمع‌آوری شد.

آزمون تعدیل شده کانکانی: به این ترتیب که آزمودنی‌ها ابتدا به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۵ کیلومتر در ساعت روی نوار گردان، گرم کردن خود را آغاز کردند. پس از آن، طبق آزمون تعدیل یافته کانکانی، آزمودنی‌ها با سرعت ۶ کیلومتر در ساعت روی نوار گردان شروع به حرکت می‌کردند و به ازای هر دقیقه، ۰/۴ کیلومتر در ساعت، بر سرعت اجرای آزمون افزوده

می‌شد تا اینکه ورزشکار به مرحله خستگی در آستانه بی هوازی می‌رسید و آزمونگر، آزمون را متوقف می‌کرد (۱۳).

تحلیل آماری

ابتدا با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و لوینز، طبیعی (نرمال) بودن توزیع داده‌ها و همگنی واریانس‌ها مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که همه‌ی داده‌ها دارای توزیع طبیعی هستند و واریانس‌های همگن نیز دارند. در نتیجه برای بررسی تغییرات و تحلیل داده‌ها از آزمون تحلیل واریانس یکطرفه با اندازه‌گیری تکراری و آزمون تی وابسته استفاده شد. کلیه عملیات آماری این پژوهش با نرم افزار spss18 انجام گرفت. سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ منظور شد.

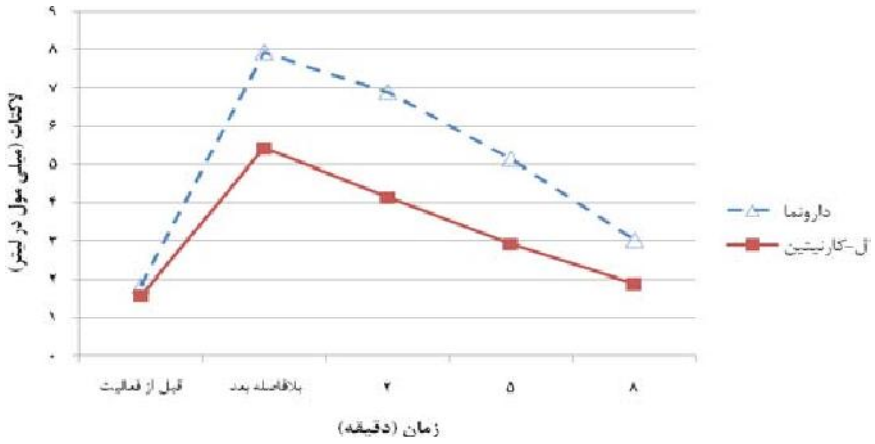
یافته‌های پژوهش

نتایج پژوهش نشان داد که در میزان تجمع لاکتات استراحتی اختلاف معنی داری وجود ندارد (p=۰/۰۷۳). همچنین میزان غلظت لاکتات در گروه مکمل نسبت به دارونما (در زمان) بلافاصله پس از فعالیت، ۴۳ درصد کاهش معنی داری یافت(p=۰/۰۰۲). در حالی که ۲ دقیقه پس از فعالیت، میزان کاهش معنی دار لاکتات ۴۰ درصد بود(p=۰/۰۰۰). این میزان کاهش معنی دار در تجمع لاکتات ۵ دقیقه پس از فعالیت، ۳۲ درصد مشاهده شد(p=۰/۰۰۰). سرانجام ۸ دقیقه پس از فعالیت، تجمع لاکتات در گروه مکمل نسبت به دارونما ۳۷ درصد کاهش یافت (p=۰/۰۰۰). میانگین غلظت لاکتات در زمان‌های مختلف در جدول ۲ و شکل ۱ آورده شده است.

جدول ۲) میانگین تجمع لاکتات در زمان‌های مختلف در گروه مکمل و دارنما

زمان / گروه	پیش از فعالیت	بلافاصله پس از فعالیت	۲ دقیقه پس از فعالیت	۵ دقیقه پس از فعالیت	۸ دقیقه پس از فعالیت
دارونما	۱,۸۴ ± ۰,۱۵	۷,۹۲ ± ۱,۳۲	۶,۹۰ ± ۱,۰۱	۵,۱۳ ± ۰,۶۴	۳,۰۲ ± ۰,۲۲
مکمل	۱,۵۶ ± ۰,۲۸	۵,۴۲ ± ۰,۳۳	۴,۱۴ ± ۰,۴۲	۲,۹۰ ± ۰,۳۱	۱,۸۸ ± ۰,۲۰

داده‌ها به شکل میانگین± انحراف استاندارد بیان شده است.



شکل ۲) مقایسه تجمع لاکتات دو گروه در زمان‌های مختلف

بحث و نتیجه گیری

بر اساس نتایج پژوهش، تجمع لاکتات در گروهی که با ال-کارنیتین مکمل دهی شده بودند نسبت به گروه دارونما در زمان‌های مختلف بازگشت به حالت اولیه (پس از فعالیت بیشینه آزمودنی‌ها) با کاهش معنی داری همراه بود. نتایج مطالعه حاضر با مطالعات برس و همکاران، سیلپراندی و همکاران، ویکچیت و همکاران و جاکوبس و همکاران که مکمل‌دهی به صورت حاد انجام شده بود، همسویی داشت(۲۲و۴). در مطالعات مروط به تاثیر مکمل‌دهی طولانی مدت ال-کارنیتین بر سطح لاکتات خون، وکوویچ و همکاران، باکورا همکاران، ساچان و همکاران کاهش

معنی‌داری را در لاکتات خون مشاهده کردند(۲۱،۳۰و۱). همچنین در مطالعاتی که واچر و همکاران، ولک و همکاران و دکمبز و همکاران انجام دادند؛ مکمل‌دهی طولانی مدت ال-کارنیتین تاثیری بر سطوح لاکتات خون نداشت(۲۹،۳۱و۱۰). مقایسه دقیق نتایج مطالعات مکمل‌دهی طولانی مدت با نتایج مطالعات مکمل‌دهی حاد، بسیار پیچیده است. از آنجایی که بیشتر مطالعات انجام شده از نظر تعداد آزمودنی‌ها، میزان آمادگی آزمودنی‌ها، دز مکمل به کار برده شده، شدت فعالیت ورزشی و نوع مکمل مورد استفاده با هم تفاوت دارند. شاید علت اصلی وجود تفاوت نتایج به دست آمده در زمینه سطوح لاکتات ناشی از تنوع پروتکل به کار رفته، مدت زمان طی شده بین مکمل دهی و اجرای فعالیت با توجه به دوره جذب ال-کارنیتین باشد (۷).

یکی از ساخت و کارهایی که در گروه مکمل باعث تجمع کمتر لاکتات بلافاصله پس از فعالیت و همچنین باعث دفع سریع تر لاکتات در زمان بازگشت به حالت اولیه بود، احتمال دارد به دلیل عملکرد ثانویه ال-کارنیتین در تاثیر آن بر نسبت استیل‌کوآ به کوآی آزاد[1] باشد. استیل‌کوآ یک ترکیب دوکربنه و «کوآ» نیز یکی از مشتقات ویتامین B است (۹). مکمل ال-کارنیتین با مقداری از استیل‌کوآهای اضافی که در طول تمرین‌های با شدت بالا تجمع پیدا کرده‌اند، از طریق تولید استیل‌کارنیتین واکنش می‌دهد و باعث پایین آمدن نسبت استیل‌کوآ به کوآی آزاد می‌شود. این کاهش نسبت، آنزیم پیروات دهیدروژناز را فعال می‌کند(۸و۲). فعال‌سازی آنزیم پیروات دهیدروژناز باعث می‌شود مقدار پیروات بیشتری در مقابل با لاکتات به استیل‌کوآ تبدیل شود. تجمع لاکتات کمتر موجب به تعویق افتادن خستگی می‌شود. علاوه بر این، هنگامی‌که ال-کارنیتین با استیل‌کوآ واکنش می‌دهد، مقداری کوآی آزاد تولید می‌شود. کوآی آزاد نیز برای عملکرد چرخه کربس ضروری است (۲۳و۱۷).

علت تفاوت نتایج این مطالعه با پژوهش‌های غیر همسو شاید به این دلیل باشد که پروتکل به کار رفته در این پژوهش به گونه ای بوده است که زمان لازم و کافی را برای فعال شدن

1- Free CoA

کمپلکس پیروات دهیدروژناز فراهم کرده است(۳).شناخت بیشتر نقش آسیل‌کارنیتین‌ها حائز اهمیت است؛ زیرا افزایش این ماده به طور مستقیم با افزایش استیل‌کوآ ارتباط دارد، در حالی که سطوح کارنیتین آزاد در عضلات اسکلتی کاهش پیدا می‌کند (۱۸). این پیامد هیچ تغییری در سطوح کارنیتین تام و حفظ نسبت استیل‌کوآ به کوآی آزاد ایجاد نمی‌کند که در همه تمرین‌های با شدت‌های مختلف رخ می‌دهد (۲۰). با این وجود، مطالعاتی که در محیط موجود زنده صورت گرفته، بیان کرده‌اند که پتانسیل فعالیت PDC[1] سریع به اوج می‌رسد و باقی می‌ماند. به علاوه با تجمع کمتر لاکتات فعالیت PDC در حد بالایی حفظ می‌شود (۲۷و۱۶).

این نتایج پیشنهاد می‌کند که مطالعات در محیط موجود زنده تصویر دقیق‌تری از سیستم پیچیده و نقش کارنیتین در سوخت و ساز می‌دهد و به تاثیرگذاری کارنیتین به عنوان یک ماده ارگوژنیک اشاره می‌کند (۲۶). پژوهش‌های بیشتری لازم است تا اثر مکمل دهی ال–کارنیتین بر مسیرهای سلولی درگیر در انتخاب سوبسترا و سازگاری با تمرین‌های (هوازی، بی هوازی و مقاومتی) را تبیین کنند.

تشکر و قدردانی

از همکاری کارکنان محترم پرسنل آکادمی ملی المپیک و پارالمپیک جمهوری اسلامی ایران جهت اجرای مراحل عملی تحقیق سپاسگذارم. در نهایت از آزمودنی‌هایی که در این تحقیق شرکت کردند تشکر می‌کنیم.

1- Pyruvate Dehydrogenase Complex

منابع

1- Bacurau R.F.P., Navarro F., Bassit R.A. (2003).Does exercise training interfere with effects of L-carnitine supplementation? Nutrition. 19: 337-341.

2- Brass E.P.(2004). Carnitine and sports medicine: use or abuse? Ann.N Y Acad. Sci.1033: 67-78..

3- Brass E.P, Hiatt W.R. (1998). The role of carnitine and carnitine supplementation during exercise in man and in individuals with special needs. J Am Coll Nutr;17:207–215.

4- Brass E.P., Hoppel C.L., Hiatt W.R.(1994). Effect of intravenous L-Carnitine on Carnitine homeostasis and fuel metabolism during exercise in humans. Clin Pharmacol Ther.55:681–92.

5- Broad EM, Maughan RJ, Galloway SD. (2008).Carbohydrate, protein, and fat metabolism during exercise after oral carnitine supplementation in humans. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 18(6):567-84.

6 - Cerretelli P., Marconi C. (1990).L-carnitine supplementation in humans. The effects on physical performance. International Journal of Sports Medicine,11:1.

7- Constantin Teodosiu D., Carlin J.I., Cederblad G., Harris R.C., Hultman E(1991). Acetyl group accumulation and pyruvate dehydrogenase activity in human muscle during incremental exercise. Acta. Physiol, Scand,143: 367-372. ~~mm~~ Cp

8- Constantin Teodosiu D., Cederblad G., Hultman.(1993). PDC activity and acetyl group accumulation in skeletal muscle during isometric contraction. J. Appl. Physiol, 74: 1712-1718.

9- Constantin Teodosiu D., Cederblad G., Hultman.(1993). PDC activity and acetyl group accumulation in skeletal muscle during prolonged exercise. J.Appl.

Physiol. 73: 2043-2047.

Decombaz J., Deriaz O., Acheson K., Gmuender B., Jequier E.(1993). Effect of L-Carnitine on submaximal exercise metabolism after depletion of muscle glycogen. Med Sci Sports Exerc. 25(6):733-40.

11- Dutkot M.J., De Garavilla L., Caretti D., Francesconi R. (1995). The effects of dichloroacetate on lactae accumulation in an exercising rat model. International Journal of Sports Medicine. 16(3):167-171.

12- Heinonen, O.J.(1992). Carnitine: Effect on palmitate oxidation, exercise capacity and nitrogen balance.An experiental study with special refrence to carnitine depletion and supplementation. Ph.D. disertation, university of turku. Finland.

13- Ignjatovic A. , Hofmann P., Radovanovic D. Non-Invasive determination of the anarrobic threshold based on the heart rate deflection point. (2008). Facta Universitatis physical education and sport. 6. 1: 1-10.

14- Jacobs P.L, Goldstein E.R, Blackburn W, Orem I, Hughes J.J.(2009) Glycine propionyl-L-carnitine produces enhanced anaerobic work capacity with reduced lactate accumulation in resistance trained males. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 6:9 doi: 10.1186-1550.

15- Karlic H., Lohninger A. (2004).Supplementation of L-Carnitine in Athletes: Does It Make15- Sense? *Nutrition*. 20:709-715.

16- Kraemer W.J, Volek J.S, Dunn-Lewis C. 2008. L-carnitine supplementation: Influence upon physiological function. Curr Sports Med Rep, 7:218-223.

17- Kraemer W.J, Volek J.S,.N. (2003). The effects of L-Carnitine L-tartrate supplementation on hormonal responses and recovery. J. Strength Cond Res, 7:455-462. 119.

18-Kraemer W.J, Volek J.S. (2000). L-Carnitine supplementation for the athlete: a new perspective. Ann Nutr Metab;44:88–89.

19- Rebouche C.J., Chenard C.A. (1991).Metabolic fate of dietary carnitine in human adults: identification and quantification of urinary and fecal metabolites. *Journal of Nutrition*.121:539.

20- Rubin M.R,Volek J.S,Gomez A.L.(2001). Safety measures of L-carnitine L-tartrate supplementation in healthy men. J Strength Cond Res;15:486–490.

21- Sachan D.S., Hongu N.(2000). Increase in VO2max and metabolic markers of fat oxidation by Caffeine, Carnitine and Coline supplementation rats. J Nutr Biochemistry.11: 521-526.

22- Siliprandi N., Benzi G., Packer L.(1996). Carnitine in physical exercise, In Biochemical aspects of physical exercise. Amesterdam: Elsevier Science. 197-206.

23- Spiering B.A, Kraemer W.J, Vingren J.L. (2007).Responses of criterion variables to different supplemental doses of L-carnitine L-tartrate. J Strength Cond Res;21:259–264.

24- Stuessi C., Hofer P., Meier C., Boutellier U. (2005). L-Carnitine and the recoveryfrom exhaustive endurance exercise:a randomaised,double blind,placebo-contorolled trial. Eur J Appl Physiol.95:431-435.

25- Stephens B.F., Constantin-Teodosiu D. , Greenhaff L.P.(2007). New insights concerning the role of Carnitine in the regulation of fuel metabolism in skeletal muscle J. Physiol. 581: 431-444.

26- Stephens F.B, Constantin-Teodosiu D, Laithwaite D, Simpson E.J, Greenhaff P.L. (2006). An acute increase in skeletal muscle carnitine content alters fuel metabolism in resting human skeletal muscle. J Clin Endo Metab, 91:5013-5018.

27- Stephens F.B, Constantin-Teodosiu D, Laithwaite D, Simpson E.J, Greenhaff P.L. (2005). Insulin stimulates L-carnitine accumulation in human skeletal muscle. FASEB J, 20:377-379

28- Vecchiet L., Di Lisa F., Pieralisi G.(1990). Influence of L-carnitine administration on maximal physical exercise. Eur. J. Appl Physiol Occup Physiol 61:486.

29- Volek J.S., Kraemer W.J., Rubin M.R., Gomez A.L., Ratamess N.A.(2002) Gaynor P. L-carnitine L-tartrate supplementation favorably affects markers of recovery from exercise stress. Am. J.Physiol Endocrinol Metab. 282:E474.

30- Vukovich M.D., Costill D.L, Fink W.J.(1994) Carnitine supplementation: effect on muscle carnitine and glycogen content during exercise. *Med. Sci Sports Exerc*. 26: 1122-1129

31- Wachter S., Voget M., Kreis R.(2002). Long-term administration of L-carnitine to humans: Efect on skeletal carnitine content and physical performance. *Clinica Chimiva Acta*. 318: 51-61.