Original Article

Relationship of serum lactate and glucose with oxygen saturation, heart rate and VO_2max in response to L-carnitine during exhaustive exercise in active young men

Kashef M, Shabani M*

Department of Exercise Physiology, Faculty of Sports Sciences, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, I. R. Iran.

Received July 16, 2016; Accepted March 18, 2017

Abstract:

Background: The aim of this study was to investigate the relationship between the serum level of lactate and glucose with oxygen saturation, maximal heart rate and VO_2max in response to L-carnitine during exhaustive exercise in young active men.

Materials and Methods: In this study, 10 young men (age: 26.4±0.96 years, height: 173.9±9.45 cm and weight: 71.8±5.36 kg) were participated. The subjects performed two sessions of the Bruce test. Serum levels of lactate, glucose, oxygen saturation (%SO_2), VO_2max, HRmax were recorded before, immediately and 4min after the exhaustive exercise.

Results: The results showed that in the supplement group there was a significant relationship between the serum levels of lactate and VO_2max 4min after the termination of the exercise. Also, there was a significant relationship between the serum levels of glucose and %SO_2 immediately after the exercise (P<0.05). There was no significant relationship between the other factors.

Conclusions: According to the results of this study, the L-carnitine supplementation has positive effects on the relationship between serum levels of lactate with VO_2max and serum levels of glucose and %SO_2 immediately after the exhaustive exercise. So, the L-carnitine supplementation through increasing the exhaustion threshold has a significant effect on aerobic power in performing the intensive exhausting activities.

Keyword: L-carnitine, Lactate, Glucose, Oxygen saturation, VO_2max, Exhaustive exercise

* **Corresponding Author.**
Email: m.shabani1986@gmail.com
Tel: 0098 933 185 6877
Fax: 0098 21 22970051

IRCT Registration No. IRCT2017051533979N1 Conflict of Interests: ***No***

Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences, October, 2017; Vol. 21, No 4, Pages 345-351

Please cite this article as: Kashef M, Shabani M. Relationship of serum lactate and glucose with oxygen saturation, heart rate and VO_2max in response to L-carnitine during exhaustive exercise in active young men. ***Feyz*** 2017; 21(4): 345-51.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2025-08-24]

رابطه لاکتات و گلوکز سرم با میزان اشباع اکسیژن، ضربان قلب و VO_2max در پاسخ به مصرف ال-کارنیتین حین فعالیت شدید درمانده‌ساز در مردان جوان فعال

مجید کاشف [۱]، محسن شعبانی [۲*]

خلاصه:

سابقه و هدف: هدف از این پژوهش بررسی و تبیین رابطه لاکتات و گلوکز سرم با میزان اشباع اکسیژن خون، ضربان قلب و VO_2max در پاسخ به مصرف ال-کارنیتین حین فعالیت شدید درمانده‌ساز در بلافاصله و دوره بازیافت، در مردان جوان فعال است.

مواد و روش‌ها: تعداد ۱۰ مرد جوان فعال (۰/۹۶±۲۶/۴ سال، قد ۹/۴۵±۱۷۳/۹۰ سانتی‌متر و وزن ۵/۶۳±۷۱/۸۰ کیلوگرم) در این پژوهش شرکت داشتند. آزمودنی‌ها طی دو جلسه آزمون بروس را تا سرحد واماندگی انجام دادند. به‌منظور بررسی ارتباط گلوکز و لاکتات با اکسیژن اشباع (SO_2%)، ضربان قلب بیشینه و VO_2max در سه نوبت قبل، بلافاصله و ۴ دقیقه پس از فعالیت، فاکتورهای مورد نظر اندازه‌گیری شدند.

نتایج: نتایج تحقیق نشان داد که در گروه مکمل، ارتباط مثبت معنی‌داری میان سطوح لاکتات سرم در ۴ دقیقه پس از فعالیت و میزان VO_2max، و هم‌چنین میان سطوح گلوکز سرم و SO_2% بلافاصله پس از فعالیت، وجود دارد ($P<0/05$). بین سایر فاکتورها ارتباط معنی‌داری مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج این تحقیق به‌نظر می‌رسد که مکمل‌دهی ال-کارنیتین می‌تواند بر ارتباط میان لاکتات موجود در سرم و توان هوازی (VO_2max) و نیز ارتباط گلوکز سرم و SO_2% در فعالیت شدید تأثیر مثبتی اعمال کند؛ بنابراین، احتمالاً مصرف ال-کارنیتین به‌واسطه اعمال تأثیر مثبت بر توان هوازی باعث افزایش توانایی افراد در انجام فعالیت‌های شدید درمانده‌ساز از طریق افزایش آستانه واماندگی می‌شود.

واژگان کلیدی: ال-کارنیتین، لاکتات، گلوکز، اشباع اکسیژن، VO_2max، فعالیت درمانده‌ساز

دو ماه‌نامه علمی- پژوهشی فیض، دوره بیست و یکم، شماره ۳، مرداد و شهریور ۱۳۹۶، صفحات ۳۵۱-۳۴۵

مقدمه

با توجه به اهمیت پیشرفت و بهبود رکوردها، تکنیک‌ها و تاکتیک‌های ورزشی در چند دهه اخیر دانشمندان علوم ورزشی راه‌کارها و ابزارهای مختلف را مورد بررسی قرار داده‌اند. بدون شک یکی از مهم‌ترین و چالش‌برانگیزترین این راه‌کارها، بحث مکمل‌های ورزشی است. در همین راستا، تحقیقات مختلف مکمل‌های متفاوتی را به‌منظور افزایش کارایی و بهبود اجرای ورزشکاران و افراد با سطوح مختلف آمادگی جسمانی در رشته‌های متفاوت ورزشی معرفی کرده‌اند، به‌طوری‌که در فعالیت‌ها و رشته‌های مختلف ورزشی مکمل‌های ویژه و متفاوتی به‌منظور بهبود کارایی و افزایش عملکرد افراد معرفی شده‌اند.

یکی از به‌روزترین و مؤثرترین مکمل‌های ورزشی که در چند سال اخیر توجه فیزیولوژیست‌ها و مربیان رشته‌های مختلف ورزشی را به خود جلب کرده است، ال-کارنیتین است. کارنیتین یا ال-کارنیتین ترکیب نیتروژنی است که از اسیدهای آمینه لیزین و متیونین ساخته شده و به‌طور طبیعی در عضله اسکلتی و بافت‌های قلب، کبد، کلیه و پلاسما وجود دارد و موجب آزادسازی انرژی از سلول‌های چربی می‌شود [۱]. این ماده با انتقال اسیدهای چرب با زنجیره طولانی به درون ماتریکس میتوکندری به‌منظور تولید انرژی در فرآیند بتااکسیداسیون، نقش مهمی در متابولیسم اسید چرب بازی می‌کند [۲]. به‌نظر می‌رسد مصرف ال-کارنیتین در غالب مکمل ورزشی می‌تواند بر اجرای ورزشکاران رشته‌های مختلف ورزشی تأثیرگذار باشد. بااین‌وجود، هنوز نقش این مکمل ورزشی در برخی از فعالیت‌ها همچون فعالیت‌های شدید درمانده‌ساز کاملاً روشن نیست. مطالعات نشان داده‌اند که فاکتورها و بیومارکرهای مختلفی در نحوه و میزان تأثیر این مکمل ورزشی در فعالیت‌های شدید درمانده‌ساز تأثیر می‌گذارند. از مهم‌ترین این عوامل می‌توان حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_2max)، ضربان قلب بیشینه (Maximum heart rate; HRmax)، میزان لاکتات خون، سطح گلوکز خون و درصد اشباع اکسیژن (Oxygen satura-

[۱] استاد، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی

[۲] دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی

* نشانی نویسنده مسئول:
تهران، لویزان، خیابان شهید شعبانلو، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، دانشکده علوم ورزشی

تلفن: ۰۹۳۳۱۸۵۶۸۷۷ دورنویس: ۰۲۱ ۲۲۹۷۰۰۵۱

پست الکترونیک: m.shabani1986@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۴/۲۶ تاریخ پذیرش نهایی: ۹۵/۱۲/۲۸

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2025-08-24]

tion; %SO2) را نام برد [۳]. در همین راستا مطالعات نشان داده‌اند که ال-کارنیتین می‌تواند از طریق ایجاد تغییر در زیر-فاکتورهای مؤثر در VO_2max مثل درصد تارهای کندانقباض و قدرت عضله قلبی، آستانه لاکتات (تجمع یون هیدروژن و ظرفیت تامپونی)، میزان گلوکز خون (جریان خون و GLUT-4) و $\%SO_2$ (فشار سهمی اکسیژن) در حین و پس از فعالیت ورزشی درمانده‌ساز با شدت بالا، در شروع و یا تعویق خستگی و در نهایت ابراز واماندگی تأثیر داشته باشد، به‌طوری‌که نشان داده شده است افزایش دریافت ال-کارنیتین می‌تواند اکسیداسیون اسیدهای چرب را افزایش داده و گلوکز و گلیکوژن را به‌عنوان ذخایر انرژی حفظ کند [۴]. هم‌چنین، ال-کارنیتین می‌تواند تبدیل پیرووات به استیل‌کوآ را افزایش داده که این فرآیند سبب کاهش تولید اسید لاکتیک خواهد شد [۵]. در همین راستا Giamberardino و همکاران [۶] و نیز Siliprandi و همکاران [۷] اثر مکمل ال-کارنیتین (۲ گرم، به ترتیب ۶۰ و ۹۰ دقیقه پیش از فعالیت) بر تجمع لاکتات خون در حین فعالیت ورزشی بیشینه را مورد بررسی قرار داده‌اند. Siliprandi و همکاران کاهش معنی‌داری در لاکتات خون پس از فعالیت ورزشی را گزارش کردند، درحالی‌که Giamberardino و همکاران کاهش لاکتات خون در حجم کار زیر بیشینه را گزارش نمودند. از سوی دیگر، Matera و همکاران نشان داده‌اند که کاهش تولید لاکتات هنگام فعالیت ورزشی از کارکردهای دیگر ال-کارنیتین است [۸]. هم‌چنین، Stephens و همکاران نشان داده‌اند که افزایش محتوای کارنیتین عضلانی به دنبال مکمل‌سازی آن به حفظ ذخایر گلیکوژن، افزایش اکسیداسیون چربی و افزایش ظرفیت تحمل تمرین منجر می‌گردد [۹]، اما Eroğlu و همکاران نشان داده‌اند که مکمل‌سازی آنی ال-کارنیتین هیچ‌گونه تأثیری در غلظت لاکتات خون، آستانه بی‌هوازی، VO_2max و هم‌چنین سایر فاکتورهای متابولیکی هنگام فعالیت بدنی ندارد [۱۰]. هم‌چنین بیان شده است که هیچ تغییری در تهویه دقیقه‌ای، جذب اکسیژن، دفع دی‌اکسید کربن، ضربان قلب، فشارخون سیستولیک، لاکتات، گلیسرول و گلوکز پلاسمایی هنگام تمرین متعاقب مکمل‌سازی ال-کارنیتین مشاهده نمی‌شود [۱۱]. با وجود پژوهش‌های صورت گرفته هنوز میزان و نحوه تأثیر مصرف مکمل ال-کارنیتین بر میزان ارتباط فاکتورهای دخیل در تأثیرگذاری این مکمل در فعالیت‌های شدید درمانده‌ساز (VO_2max، ضربان قلب بیشینه (HRmax)، میزان لاکتات خون، سطوح گلوکز خون و $\%SO_2$) کاملاً روشن نیست؛ بنابراین، هدف از انجام این پژوهش بررسی و تبیین رابطه لاکتات و گلوکز سرم با $\%SO_2$، HRmax و VO_2max در پاسخ به مصرف ال-کارنیتین حین فعالیت شدید درمانده‌ساز در بازه‌های زمانی بلافاصله و ۴ دقیقه پس از فعالیت در مردان جوان فعال است.

مواد و روش‌ها

جامعه آماری این مطالعه دوسوکور را دانشجویان پسر فعال دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تشکیل دادند. نمونه آماری این تحقیق شامل ۱۰ دانشجو بود. پس از آشنایی آزمودنی‌ها با اهداف و مراحل اجرائی تحقیق، آزمودنی‌ها فرم شرکت در تحقیق را به‌طور دقیق مطالعه کرده و فرم رضایت‌نامه شرکت در این پژوهش را امضا نمودند. به‌منظور حذف عوامل مداخله‌گر بر نتایج مطالعه، این تحقیق به‌صورت متقاطع و در یک روز و مکان یکسان و در همان فصل و ساعت مشخص از روز انجام شد. نمونه‌ها به-طور مستمر وارد مطالعه شده و به‌طور تصادفی نیمی از افراد به گروه مکمل و نیمی دیگر به گروه دارونما تقسیم شدند و پس از یک دوره شستشوی یک‌هفته‌ای جای دو گروه تغییر کرد. در ادامه قد آزمودنی‌ها با قدسنج (Seca، با دقت ۰/۰۱ سانتی‌متر، آلمان) اندازه‌گیری شد. به‌منظور اندازه‌گیری سایر متغیرهای مربوط به ترکیب بدنی افراد از دستگاه ارزیابی ترکیب بدن (In-Body S10, Biospace CO. Ltd، کره جنوبی) استفاده شد. به‌منظور افزایش دقت و جلوگیری از بروز خطا در اندازه‌گیری‌های این دستگاه، به آزمودنی‌ها توصیه شده بود که ۲ ساعت پیش از اندازه‌گیری از خوردن و نوشیدن، ۱۲ ساعت پیش از اندازه‌گیری از فعالیت بدنی شدید، و ۷ روز پیش از اندازه‌گیری از مصرف دارو-های مدر خودداری نمایند و در حین اجرای آزمون هیچ نوع قطعه فلزی به همراه نداشته باشند. هم‌چنین، به آن‌ها توصیه شده بود که ۳۰ دقیقه پیش از اندازه‌گیری، در صورت لزوم، دفع ادرار نمایند. در جدول شماره ۱ اطلاعات توصیفی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها نشان داده شده است.

جدول شماره ۱- اطلاعات توصیفی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها ($\overline{X} \pm SD$)

سن (سال)	۲۶/۴±۰/۹۶
قد (cm)	۱۷۳/۹۰±۹/۴۵
وزن (kg)	۷۱/۸۰±۵/۶۳
شاخص توده بدن (BMI) (kg/m^2)	۲۳/۸۹±۰/۷۵
حجم توده چربی بدن (FM) (kg)	۱۳/۷۰±۳/۲۲
حجم توده بدون چربی بدن (FFM) (kg)	۵۷/۱۲±۲/۴۸
نسبت دور کمر به دور باسن (cm)	۸۱/۰۱±۱/۶۳

یک روز پس از اندازه‌گیری ویژگی‌های توصیفی، آزمودنی‌ها در ارزیابی اول (به‌عنوان گروه دارونما) ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول آب‌لیمو

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2025-08-24]

و در آزمون دوم (به‌عنوان گروه مکمل) ۳ گرم ال-کارنیتین را در ۲۰۰ میلی‌لیتر آب همراه با چند قطره آب‌لیمو، ۹۰ دقیقه قبل از اجرای آزمون مصرف کردند [۱۲]. ازآنجایی‌که دوره پاک شوندگی مکمل ۷ روز است، آزمون‌ها به فاصله یک هفته از یکدیگر انجام شدند [۱۳]. آزمون ورزشی مورد استفاده در پژوهش حاضر آزمون فزاینده بروس روی نوارگردان (SportArt، انگلیس) بود. در این آزمون هم‌زمان با افزایش تدریجی سرعت، شیب نیز از میزان اولیه ۱۰ درصد، هر سه دقیقه ۲ درصد افزایش پیدا می‌کرد و آزمودنی‌ها تا زمان رسیدن به واماندگی به فعالیت ادامه می‌دادند. اندازه‌گیری‌های اولیه ۱۵ دقیقه قبل از اجرای آزمون بروس و به دنبال ۱۵ دقیقه نشستن در محیط آزمایشگاه و در نهایت ۴ ساعت پس از وعده غذایی از آزمودنی‌ها به عمل آمد. مقادیر لاکتات، گلوکز، HRmax و SO_2% بلافاصله و ۴ دقیقه بعد از اتمام آزمون اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری لاکتات با خون‌گیری از نوک انگشت اشاره با استفاده از لانست و به‌وسیله دستگاه لاکتومتر (Lacto Scout-FDA، آلمان) و استریپ‌های دارای کد ۳۷ صورت گرفت. برای اندازه‌گیری گلوکز خون نیز از دستگاه گلوکومتر (Mini Arkray-01، ژاپن) استفاده شد. HRmax و SO_2% نیز با دستگاه اکسی‌متر (Riester، آلمان) اندازه‌گیری شد. پس از کسب اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده‌ها، با استفاده از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۲۰ از طریق آزمون شاپیرو-ویلک، به روش همبستگی پیرسون ارتباط میان داده‌ها در سه نوبت اندازه‌گیری، در دو مرحله اجرای پژوهش (دارونما و مکمل) مورد آنالیز آماری قرار گرفت. در مرحله بعد در صورت وجود ارتباط معنی‌دار میان دو فاکتور، جهت بررسی خطی بودن رابطه متغیرها، نمودار پراکنش هریک از متغیرها ترسیم شد و پس از مشهود بودن رابطه خطی، نمودار خط رگرسیون با استفاده از نرم‌افزار Excel 2013 ترسیم شد. در ضمن جهت آزمودن نرمال بودن باقیمانده‌های رگرسیون از آزمون معتبر شاپیرو-ویلک استفاده شد. سطح معنی‌داری فرض‌های آماری $P<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

نتایج

نتایج آنالیز آماری به‌دست‌آمده در دو بخش مجزا گزارش شده است. در بخش اول ارتباط سطح لاکتات با SO_2%، HRmax و VO_2max و در بخش دوم ارتباط سطوح گلوکز با سه فاکتور مذکور در سه نوبت اندازه‌گیری در دو گروه مکمل و دارونما ارایه شده است که به شرح ذیل است:

بررسی ارتباط سطوح لاکتات با فاکتورهای SO_2%، HRmax و VO_2max

نتایج آنالیز آماری نشان داد که در گروه مکمل ارتباط مثبت معنی‌داری میان سطح لاکتات سرم در ۴ دقیقه پس از فعالیت و میزان VO_2max وجود دارد (r=۰/۷۵۳، P=۰/۰۱۲). به‌علاوه، رابطه رگرسیون خطی بین لاکتات سرم و VO_2max برقرار بوده (نمودار شماره ۱) و فرمول زیر استخراج شد:

VO_2max= ۲/۲۶۲×لاکتات+۱۸/۷۴۸

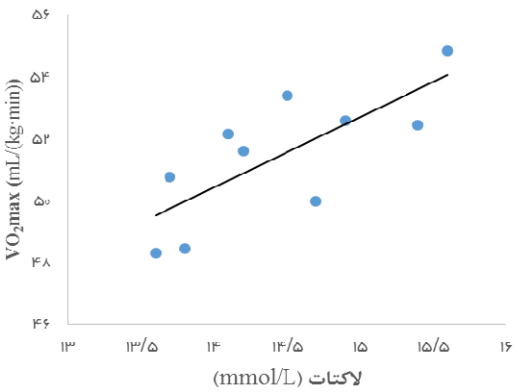
هم‌چنین، نتایج نشان داد که ارتباط معنی‌داری میان لاکتات سرم با SO_2% و HRmax وجود ندارد (P>۰/۰۵). در گروه دارونما ارتباط معنی‌داری میان سطح لاکتات سرم و SO_2%، VO_2max، HRmax مشاهده نشد (P>۰/۰۵) (جدول شماره ۲). هم‌چنین، برای آزمودن نرمال بودن باقیمانده‌های رگرسیون از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد و مقدار P محاسبه شده ۰/۳۲۲ به دست آمد که نشان‌دهنده معنی‌داری باقیمانده‌های رگرسیون است (P>۰/۰۵).

جدول شماره ۲- ارتباط سطح لاکتات با SO_2%، HRmax و VO_2max در دو گروه مکمل و دارونما

گروه مکمل	VO_2max		HRmax		SO_2%	
لاکتات قبل از فعالیت	P=۰/۵۵۹	r=-۰/۲۱۱	P=۰/۹۱۲	r=۰/۴۰	P=۰/۸۰۲	r=-۰/۰۹۱
لاکتات بلافاصله پس از فعالیت	P=۰/۲۲۹	r=۰/۴۱۸	P=۰/۹۲۸	r=-۰/۰۳۳	P=۰/۳۰۹	r=۰/۳۵۸
لاکتات ۴ دقیقه پس از فعالیت	P=۰/۰۱۲*	r=۰/۷۵۳*	P=۰/۴۲۹	r=-۰/۲۸۳	P=۰/۷۴۳	r=-۰/۱۱۳
گروه دارونما	VO_2max		HRmax		SO_2%	
لاکتات قبل از فعالیت	P=۰/۶۲۹	r=۰/۱۷۵	P=۰/۴۰۲	r=۰/۲۹۹	P=۰/۵۵۳	r=-۰/۲۱۴
لاکتات بلافاصله پس از فعالیت	P=۰/۷۳۸	r=۰/۱۲۲	P=۰/۲۷۸	r=-۰/۳۸۱	P=۰/۰۹۲	r=۰/۵۶۰
لاکتات ۴ دقیقه پس از فعالیت	P=۰/۰۹۲	r=-۰/۵۶۰	P=۰/۰۷۴	r=۰/۵۸۷	P=۰/۴۶۳	r=-۰/۲۶۳

* نشانه ارتباط معنی‌دار در سطح P<۰/۰۵

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2025-08-24]



نمودار شماره ۱- نمودار رگرسیون خطی بین لاکتات و VO_2max، ۴ دقیقه پس از فعالیت (R^2 خطی= ۰/۵۶۷).

بررسی ارتباط سطح گلوکز با فاکتورهای SO_2%، HRmax و VO_2max

نتایج آنالیز آماری نشان داد که در گروه مکمل ارتباط مثبت معنی‌داری در بلافاصله پس از فعالیت بین سطح گلوکز سرم و SO_2% وجود دارد (r=۰/۶۴۰، P=۰/۰۴۷)؛ بنابراین، رابطه رگرسیون خطی بین گلوکز و اشباع اکسیژن بلافاصله پس از فعالیت برقرار بوده (نمودار شماره ۲) و فرمول زیر استخراج شد:

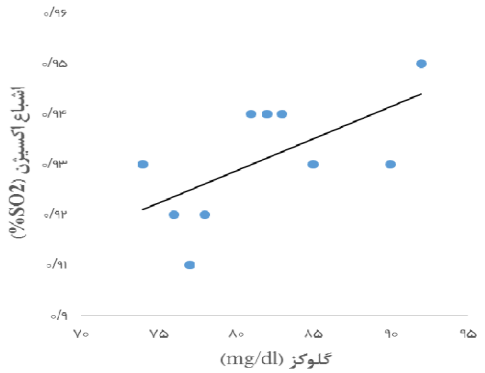
SO_2%=۰/۰۸۲+گلوکز×۰/۰۰۱

هم‌چنین، نتایج نشان داد که ارتباط معنی‌داری میان گلوکز سرم و VO_2max، HRmax وجود ندارد (P>۰/۰۵). در گروه دارونما ارتباط معنی‌داری میان گلوکز و SO_2%، VO_2max، HRmax نشان داده نشد (P>۰/۰۵) (جدول شماره ۳). هم‌چنین، برای آزمودن نرمال بودن باقیمانده‌های رگرسیون از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد و مقدار P محاسبه شده ۰/۱۱۹ به‌دست آمد که نشان‌دهنده معنی‌داری باقیمانده‌های رگرسیون است (P>۰/۰۵).

جدول شماره ۳- ارتباط سطوح گلوکز با SO_2%، ضربان قلب و VO_2max در دو گروه مکمل و دارونما

گروه مکمل	VO_2max		HRmax		SO_2%	
گلوکز قبل از فعالیت	P=۰/۳۵۳	r=۰/۳۲۹	P=۰/۹۸۸	r=۰/۰۵۰	P=۰/۶۱۷	r=۰/۱۸۱
گلوکز بلافاصله پس از فعالیت	P=۰/۱۴۹	r=۰/۴۹۲	P=۰/۱۷۵	r=۰/۴۶۶	P=۰/۰۴۷*	r=۰/۶۴۰*
گلوکز ۴ دقیقه پس از فعالیت	P=۰/۸۶۲	r=-۰/۰۶۳	P=۰/۲۳۱	r=-۰/۴۱۷	P=۰/۱۰۹	r=۰/۵۳۷
گروه دارونما	VO_2max		HRmax		SO_2%	
گلوکز قبل از فعالیت	P=۰/۶۲۹	r=۰/۱۷۵	P=۰/۴۰۲	r=۰/۲۹۹	P=۰/۵۵۳	r=-۰/۲۱۴
گلوکز بلافاصله پس از فعالیت	P=۰/۷۳۸	r=۰/۱۲۲	P=۰/۲۷۸	r=-۰/۳۸۱	P=۰/۸۰۷	r=۰/۰۸۹
گلوکز ۴ دقیقه پس از فعالیت	P=۰/۰۹۲	r=-۰/۵۶۰	P=۰/۰۷۴	r=۰/۵۸۷	P=۰/۴۶۳	r=-۰/۲۶۳

* نشانه ارتباط معنی‌دار در سطح P<۰/۰۵



نمودار شماره ۲- نمودار رگرسیون خطی بین گلوکز و اشباع اکسیژن بلافاصله پس از فعالیت (R^2 خطی= ۰/۳۹۷).

بحث

نتایج این پژوهش نشان داد که در پاسخ به مصرف حاد مکمل ال-کارنیتین ارتباط مثبت معنی‌داری میان سطح لاکتات سرم در دوره بازیافت (۴ دقیقه پس از فعالیت) و میزان VO_2max وجود دارد. از طرف دیگر در گروه دارونما چنین ارتباطی مشاهده نشد. این مسئله احتمالاً ناشی از بالا بودن تحمل لاکتات در خون و برخی از تغییرات و رخدادهای بیوشیمیایی درون‌سلولی در گروهی از آزمودنی‌های این پژوهش است که مکمل ال-کارنیتین را مصرف نموده‌اند؛ بدین‌صورت که احتمالاً در فعالیت شدید درمانده‌ساز در افراد سالم و ورزشکار، ظرفیت تامپونی و خونی به‌منظور تحمل سطوح بالای لاکتات به دلایلی همچون بالا بودن سرعت پاک شوندگی اسید لاکتیک از سرعت تولید درون خونی و درون‌سلولی آن است. هم‌چنین، به‌نظر می‌رسد که هم‌سو با این تغییرات، افزایش مدت‌زمان رسیدن به VO_2max (Vmax)، افزایش مدت‌زمان قرارگیری در فلات VO_2max (Tmax) و برخی از تغییرات

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2025-08-24]

درون‌سلولی همچون افزایش فراخوانی تارهای اکسیداتیو و افزایش ظرفیت گلیکولیز هوازی سلول‌های عضلانی، منجر به ایجاد تغییرات خطی مثبت در توان و عملکرد هوازی افراد در فعالیت‌های شدید درمانده‌ساز گردد [۱۵،۱۴]، هرچند که تبیین دقیق این ارتباط نیازمند انجام پژوهش‌های بیشتر است. نتایج بخشی دیگر از قسمت اول آنالیز آماری در این پژوهش نشان داد که در پاسخ به مکمل-دهی ال-کارنیتین ارتباط معنی‌داری میان لاکتات سرم و SO_2% در بازه‌های زمانی قبل، بلافاصله و ۴ دقیقه بعد از فعالیت، VO_2max و HRmax در بازه‌های زمانی بلافاصله و ۴ دقیقه بعد از فعالیت، وجود ندارد. این مسئله احتمالاً مبین این موضوع است که در افراد فعال و ورزشکار رخدادهای مولکولی و بیوشیمیایی درون‌سلولی همچون نحوه و میزان فراخوانی انواع تارها، ناشی از مصرف ال-کارنیتین در حین و بعد از فعالیت شدید درمانده‌ساز، نسبت به عوامل خونی (SO_2 درصد) و قلبی- عروقی (VO_2max و HRmax)، تبیین‌کننده‌های قوی‌تری برای لاکتات موجود در خون هستند [۱۶،۱۴]، هرچند که تبیین دقیق این مسئله نیازمند استفاده از روش‌های دقیق‌تر آزمایشگاهی مثل ایمونوهیستوشیمی و PCR است. هم‌چنین، نتایج آنالیز آماری نشان داد که در گروه مکمل در بلافاصله پس از فعالیت شدید درمانده‌ساز ارتباط مثبت معنی‌داری بین سطح گلوکز سرم و SO_2% وجود دارد. به‌نظر می‌رسد که این ارتباط به دلیل سطح آمادگی افراد مورد مطالعه در این پژوهش باشد؛ بدین‌صورت که در افراد ورزشکار فشار سهمی اکسیژن و متعاقب آن SO_2 درصد حتی در فعالیت‌هایی که محیط خون را شدیدا اسیدی می‌کنند، مثل فعالیت‌های شدید درمانده‌ساز، اغلب در محدوده طبیعی حفظ می‌شود [۱۶]. از سوی دیگر، مصرف ال-کارنیتین نیز می‌تواند موجب افزایش وابستگی سلول‌های عضلانی به فرایندهای هوازی (بتا اکسیداسیون و اکسیداسیون اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه و طولانی) و کاهش وابستگی به مصرف گلوکز سرم و گلوکز درون‌سلولی، حتی هنگام فعالیت‌های شدید درمانده‌ساز گردد [۱۷]. این سازگاری‌ها و رخدادهای بیوشیمیایی هم‌سو باهم می‌توانند موجب بالابود سطح گلوکز خون به‌عنوان سوخت اصلی در فعالیت‌های شدید درمانده‌ساز گردد؛ بدین‌صورت که افراد ورزشکار و سالم حتی در فعالیت‌های شدید درمانده‌ساز از منبع غنی از گلوکز خون اطمینان خاطر دارند. هم‌چنین، در این پژوهش ارتباط معنی‌داری میان گلوکز سرم با VO_2max و HRmax در پاسخ به مصرف ال-کارنیتین به دست نیامد. این یافته احتمالاً مبین این مسئله است که رخدادهای درون‌سلولی مثل نسبت مانولیل کوآ به استیل کوآ و ظرفیت دستگاه واردات پروتئین (PIM) میتوکندری و نه عوامل و فاکتورهای بیولوژیکی در تعیین میزان تغییرات گلوکز سرم در فعالیت‌های شدید درمانده‌ساز در پاسخ به مصرف حاد ال-کارنیتین تأثیر دارند [۱۷]. البته، بررسی و تشریح دقیق‌تر این مسئله نیازمند بررسی و اندازه‌گیری فاکتورهای مربوط به سوخت‌وساز درون‌سلولی است.

نتیجه‌گیری

به‌نظر می‌رسد که مکمل‌دهی ال-کارنیتین می‌تواند بر ارتباط میان لاکتات موجود در سرم و توان هوازی (VO_2max) و ارتباط گلوکز سرم و SO_2% در فعالیت شدید تأثیر مثبت بگذارد؛ بنابراین، احتمالا مصرف ال-کارنیتین می‌تواند از طریق تأثیر مثبت بر توان هوازی موجب افزایش توانایی افراد در انجام فعالیت‌های شدید درمانده‌ساز شده و در نهایت موجب بهبود اجرای این نوع از فعالیت از طریق افزایش آستانه واماندگی افراد گردد.

تشکر و قدردانی

از کلیه افرادی که در تحقیق مشارکت داشته‌اند، به‌ویژه مسئولین سالن ورزشی و آزمایشگاه که در انجام هرچه بهتر این پژوهش همکاری نمودند، سپاسگزاریم.

References:

[1] Benvenga S. Effects of L-carnitine on thyroid hormone metabolism and on physical exercise tolerance. ***Horm Metab Res*** 2005; 37(9): 566-71.
[2] 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. ***Eur J Nutr*** 2016; 55(1): 207-17.
[3] Rafraf M, Karimi M, Jafari A. Effect of L-carnitine supplementation in comparison with moderate aerobic training on serum inflammatory parameters in healthy obese women. ***J Sports Med Phys Fitness*** 2015; 55(11): 1363-70.
[4] Brass EP. Supplemental carnitine and exercise. ***Am J Clin Nutrition*** 2000; 72(2 Suppl): 618S-23S.
[5] 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.
[6] Giamberardino MA, Dragani L, Valente R, Di Lisa F, Saggini R, Vecchiet L. Effects of prolonged

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2025-08-24]

L-carnitine administration on delayed muscle pain and CK release after eccentric effort. ***Int J Sports Med*** 1996; 17(5): 320-4.
[7] Siliprandi N, Di Lisa F, Pieralisi G, Ripari P, Maccari F, Menabo R, et al. Metabolic changes induced by maximal exercise in human subjects following L-carnitine administration. ***Biochim Biophys Acta*** 1990; 1034(1): 17-21.
[8] 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.
[9] 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.
[10] Eroglu H, Senel O, Guzel 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.
[11] 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*** 1990; 60(1): 1-6.
[12] Nourshahi M, Kaviani M, Kimiagar M, Ebrahim K. The effects of acute L-carnitine supplementation on anaerobic threshold and lactate accumulation during an incremental exercise. ***Iran J Nutr Sci & Food Technol*** 2009; 4(2): 45-52.
[13] Galloway SD, Craig TP, Cleland SJ. Effects of oral L-carnitine supplementation on insulin sensitivity indices in response to glucose feeding in lean and overweight/obese males. ***Amino Acids*** 2011; 41(2): 507-15.
[14] Orer GE, Guzel NA. The effects of acute L-carnitine supplementation on endurance performance of athletes. ***J Strength Cond Res*** 2014; 28(2): 514-9.
[15] Parandak K, Arazi H, Khoshkhahesh F, Nakhostin-Roohi B. The effect of two-week L-carnitine supplementation on exercise-induced oxidative stress and muscle damage. ***Asian J Sports Med*** 2014; 5(2): 123-8.
[16] Gamze EO, Nevin AG. The Effects of Acute L-Carnitine Supplementation on Endurance Performance of Athletes. ***J Strength Cond Res*** 2013.
[17] Keller J, Ringseis R, Koc A, Lukas I, Kluge H, Eder K. Supplementation with l-carnitine downregulates genes of the ubiquitin proteasome system in the skeletal muscle and liver of piglets. ***Animal*** 2012; 6(1): 70-8.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2025-08-24]