مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی کردستان/ دوره دهم/ پائیز ۱۳۸۴/ ۵۲-۴۳

بررسی اثر مکمل دهی حاد با ال-کارنیتین بر سطح اسید لاکتیک خون و مسافت طی شده روی نوار متحرک تا رسیدن به آستانه بی هوازی

مهرداد شعاع کاظمی[۱]، دکتر مسعود کیمیاگر[۲]، دکتر رضا راست منش[۳]، مهران سررشته[۴]، دکتر فروغ اعظم طالبان[۵]

۱- مربی گروه علوم تغذیه، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی (مؤلف مسئول) mehrdad_shk@hotmail.com

۲- استاد گروه علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

۳- استادیار گروه علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

۴- مربی گروه تربیت بدنی دانشگاه صنعتی خواجه نصیر

۵- استاد گروه علوم تغذیه و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

چکیده

زمینه و هدف: نتایج مطالعات گذشته در مورد اثر ال-کارنیتین بر سطح اسید لاکتیک و عملکرد فیزیکی ضد و نقیض است. پژوهش حاضر با هدف تعیین اثر مصرف یک دوز ۲ گرمی ال-کارنیتین دو ساعت قبل از ورزش، بر تغییرات سطح اسید لاکتیک خون حین و پس از ورزش و مسافت طی شده بدنبال انجام تمرین روی نوار متحرک تا آستانه بی‌هوازی انجام شد.

روش بررسی: مطالعه بصورت کارآزمایی بالینی یک سوکور و متقاطع روی ۱۲ مرد تکواندوکار سالم با میانگین سنی ۱۹/۹±۲/۰ سال، وزن ۷۱/۳±۶/۴ کیلوگرم، قد ۱۷۹±۴/۵ سانتیمتر و نمایه توده بدن ۲۲/۰±۱/۲ انجام شد. نمونه‌ها بصورت مستمر وارد شده و نصف افراد به طور تصادفی به گروه مکمل (۶ نفر) و نصف دیگر به گروه دارونما (۶ نفر) تقسیم شدند. به گروه مکمل ۲ گرم ال کارنیتین در ۲۰۰ میلی لیتر از یک محلول ترش (آب همراه با ۶ قطره آب لیمو) و به گروه دارونما فقط ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول ترش داده شد. پس از یک دوره شستشوی ۷۲ ساعته جای دو گروه تغییرکرد. سه نمونه خون در زمانهای دو ساعت قبل از ورزش، بلافاصله پس از ورزش و سی دقیقه پس از ورزش گرفته شد. روش مورد استفاده برای آزمون ورزش، پروتکل کانکانی روی نوار متحرک بود. از آزمونهای فریدین، ویلکاکسون جهت تحلیل داده‌ها استفاده گردید.

یافته‌ها: با مصرف ال-کارنیتین سطح اسید لاکتیک خون به ازاء هر متر مسافت طی شده در فاصله نقطه شروع تا پایان ورزش و نقطه شروع تا سی دقیقه پس از پایان آن در گروه مکمل، به طور معنی‌داری از افزایش کمتری نسبت به گروه دارونما برخوردار بود ($p<۰/۰۵$)، ولی در فاصله بین پایان ورزش و سی دقیقه پس از پایان آن تحت تأثیر ال-کارنیتین قرار نگرفت. مسافت طی شده روی نوار متحرک در گروه ال-کارنیتین بطور معنی‌داری بالاتر از دارونما بود (۱۲۳۰/۸±۴۰۸/۵ و ۱۰۴۵/۸±۴۲۱/۹ متر به ترتیب در گروه مکمل و دارونما، $p<۰/۰۱$). بین BMI و مسافت طی شده، همبستگی معکوس معنی‌داری در هر دو گروه مشاهده شد ($r=-۰/۶۸۰$، $p<۰/۰۱$ و $r=-۰/۶۷۳$، $p<۰/۰۵$، به ترتیب در دارونما و مکمل).

نتیجه‌گیری: یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که مصرف یک دوز ۲ گرمی خوراکی ال-کارنیتین، دو ساعت قبل از آغاز ورزش، می‌تواند از طریق ممانعت از افزایش سطح اسید لاکتیک خون طی ورزش، باعث بهبود رکورد ورزشکار شود.

کلید واژه‌ها: سطح اسید لاکتیک، ال-کارنیتین، مکمل‌دهی حاد، مسافت طی شده

وصول مقاله: ۸۴/۵/۵ اصلاح نهایی: ۸۴/۹/۷ پذیرش مقاله: ۸۴/۹/۱۰

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2025-12-12]

مقدمه

اسید لاکتیک از اوایل قرن بیستم به عنوان محصول نهایی گلیکولیز در شرایط کمبود اکسیژن شناخته شده و آنرا عامل اصلی خستگی عضلانی می‌دانند (۲و۱). همچنین تولید اسید لاکتیک از طریق کاهش pH خون، منجر به کاهش رها سازی Ca^{++} و میل ترکیبی آن با تروپونین می شود (۳). در نتیجه، افزایش میزان اسیدلاکتیک باعث اختلال در عملکرد عضلات و محدود کردن ظرفیت استقامتی ورزشکار می‌شود (۴). ال-کارنیتین (۳-هیدروکسی-۴-N-تری متیل آمونیو بوتانوئات) با وزن مولکولی ۱۶۱ گرم که اولین بار از عصاره گوشت استخراج شد، در انتقال اسیدهای چرب به میتوکندری نقش دارد (۵).

کمبود کارنیتین باعث اختلال در متابولیسم لیپیدها می‌گردد (۸-۶). از طرفی، فعالیت بدنی باعث کاهش کارنیتین عضلات می‌شود (۱۰و۹). همچنین در مطالعه Fitts و همکاران در سال ۱۹۷۶ بین افزایش اسیدلاکتیک و میزان نیروی انقباضی عضلات، همبستگی معکوس و معنی‌داری مشاهده شد (۱۱). برخی از مطالعات نشان داده‌اند که مصرف ال-کارنیتین در یک دوز موجب کاهش تولید اسید لاکتیک حین ورزش و به تبع آن، بهبود عملکرد ورزشکار می‌شود (۱۳و۱۲). اما مطالعات دیگری نیز وجود دارند که نشان می‌دهند مصرف یک دوز ال-کارنیتین نتوانسته است بر سطح اسید لاکتیک خون اثر معنی‌دار ایجاد کند (۱۷-۱۴). در مطالعات با مکمل دهی طولانی مدت نیز نتایج متناقض است. در مطالعه Dragan G.I و همکاران در سال ۱۹۸۷ مکمل یاری طولانی مدت با ال-کارنیتین باعث کاهش معنی‌دار اسید لاکتیک خون شد (۱۸).

اما در مطالعات دیگر مکمل یاری طولانی مدت با ال-کارنیتین نتوانست اثر معنی‌داری در سطح اسیدلاکتیک تولیدی حین ورزش ایجاد کند (۲۱-۱۹). در مطالعه حاضر، ما برای اولین بار اثر مکمل دهی ال-کارنیتین را در نقطه رسیدن به آستانه بی هوازی مورد بررسی قرار دادیم؛ همچنین شرکت‌کنندگان مطالعه ما ورزشکاران حرفه‌ای هستند، از اینرو تعمیم نتایج حاصل از این مطالعه به ورزشکاران حرفه‌ای، به دلیل تفاوتهای موجود در توان فیزیکی، سطح تمرینات و تغذیه آنان با ورزشکاران آماتور، از اعتبار بیشتری برخوردار است. هدف از انجام این مطالعه، تعیین اثر ال-کارنیتین بر تغییرات سطح اسید لاکتیک خون حین و پس از ورزش و مسافت طی شده بدنبال انجام تمرین روی نوار متحرک تا آستانه بی‌هوازی بود، تا به این سؤال پاسخ داده شود که آیا مصرف ۲ گرم ال-کارنیتین، دو ساعت قبل از ورزش، می‌تواند موجب مهار افزایش اسید لاکتیک خون حین ورزش شده و از این طریق منجر به طی مسافت بیشتر توسط ورزشکار گردد یا خیر.

روش بررسی

این تحقیق بصورت کارآزمایی بالینی یک سوکور و متقاطع روی تکواندوکاران مرد، در محل آکادمی کمیتهٔ ملی المپیک واقع در مجموعهٔ ورزشی انقلاب انجام شد. تکواندوکارانی که از معیارهای زیر برخوردار بودند، وارد مطالعه شدند:

عدم مصرف ال-کارنیتین، سلامت کامل و عدم مشکل پزشکی یا بیماریهای متابولیکی، عضو تیمهای ملی ایران در یکی از رده‌های سنی جوانان، بزرگسالان و یا لیگ تکواندوی کشور، دارا بودن عنوان آسیایی یا

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2025-12-12]

جهانی، عدم استعمال سیگار و قهوه در روز قبل از آزمون و روز آزمون.

در مجموع، ۱۲ نفر وارد مطالعه شدند. ازکلیه افراد حاضر در این مطالعه پس از تشریح شرایط آزمون و امضاء برگه رضایتنامه شرکت در آزمون، درخواست شد که در روز آزمون از پوشش سبک استفاده نمایند.

همچنین از افراد خواسته شد که ۱۲ ساعت قبل از شروع آزمون ناشتا باشند. به منظور حذف تأثیر عوامل مداخله‌گر بر نتایج مطالعه، این تحقیق به صورت متقاطع و در یک روز و یک مکان یکسان و در همان فصل و ساعت مشخصی از روز انجام شد. آزمایشات همیشگی روزمره مصرف مواد نیروزا در آکادمی کمیته ملی المپیک، حاکی از عدم مصرف مواد نیروزا و تداخل آن با نتایج مطالعه بود. نمونه‌ها بصورت مستمر وارد مطالعه شده و بطور تصادفی نصف افراد به گروه مکمل و نصف دیگر به گروه دارونما تقسیم شدند و پس از یک دوره شستشوی ۷۲ ساعته جای دو گروه تغییرکرد.

مشخصات عمومی و اطلاعات مربوط به متغیرهای تن سنجی (قد و وزن) کلیه ورزشکاران ثبت شد. سن و تاریخچه پزشکی افراد با استفاده از پرسشنامه تکمیل شد. در روز اول آزمون، پس از ۱۲ ساعت ناشتایی، اولین نمونه خون با استفاده از لانست مخصوص از نوک انگشت هر یک از افراد گرفته شد. سپس میزان اسید لاکتیک نمونه‌های خون بلافاصله با دستگاه لاکتومتر (accutrend lactate, Roche Diagnostics, Germany) اندازه‌گیری گردید. گروه مکمل (۶ نفر) ۸ قرص ۲۵۰ میلی‌گرمی ال-کارنیتین (ساخت کارخانه داروسازی شهر دارو)، مجموعاً معادل ۲ گرم ال-کارنیتین که در ۲۰۰ میلی‌لیتر آب حل شده و شش قطره آب لیمو به آن اضافه شده بود، دریافت کردند (۱۳).

افراد گروه دارونما (۶ نفر) فقط ۲۰۰ میلی‌لیتر آب و شش قطره آب لیمو دریافت کردند. سپس از نمونه‌ها خواسته شد که به مدت ۱۲۰ دقیقه هیچگونه فعالیتی انجام ندهند. پس از ۱۲۰ دقیقه استراحت، کلیهٔ افراد پروتکل ورزش را آغاز کردند. با توجه به نوع فعالیت این ورزشکاران و در نظر گرفتن خطرات پروتکل‌های دیگر مانند پروتکل بروس، از پروتکل کانکانی برای این مطالعه، همچنین از نوار متحرک RunRace (TechnoGym, Italy, HC 1400) برای انجام پروتکل کانکانی استفاده شد. سرعت اولیه در شروع آزمون ۸ کیلومتر در ساعت بود که پس از طی هر ۲۰۰ متر مسافت روی نوار متحرک، ۰/۵ کیلومتر در ساعت، بر سرعت حرکت آن اضافه می‌شد. این پروتکل تا هنگام رسیدن ورزشکار به آستانهٔ بی‌هوازی ادامه یافت. در هنگام رسیدن به آستانه بی‌هوازی، که توسط دستگاه مشخص می‌شد، مسافت طی شده توسط ورزشکار بر حسب متر ثبت شد. بلافاصله پس از پایان ورزش، خون‌گیری دوم از نوک انگشت انجام شد و سریعاً توسط دستگاه لاکتومتر، غلظت اسید لاکتیک آن مورد آنالیز قرار گرفت. سپس به هر فرد به مدت ۳۰ دقیقه پس از اتمام ورزش استراحت مطلق داده شد. پس از این زمان، خون‌گیری سوم هم از نوک انگشت انجام شد و توسط دستگاه لاکتومتر، اسید لاکتیک آن اندازه‌گیری گردید. پس از یک دوره شستشوی ۷۲ ساعته جای گروه مکمل با دارونما عوض شد و آزمون ورزشی و دریافت مکمل بطور مشابه در همان ساعت و همان مکان و با استفاده از همان دستگاهها انجام گرفت و مقادیر سنجیده شده، همانند روز اول آزمون ثبت شدند. تغییرات سطح اسید لاکتیک در فاصله بین نقطه آغاز تا پایان ورزش، فاصله بین نقطه آغاز ورزش تا سی

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2025-12-12]

دقیقه پس از پایان آن و فاصله بین پایان ورزش تا سی دقیقه پس از پایان آن محاسبه گردید و برای مقایسه بین دو گروه، این مقادیر بر مسافت طی شده، تقسیم شد تا افزایش سطح اسید لاکتیک به ازاء هر متر مسافت طی شده بدست آید. کلیهٔ خونگیریها توسط کارشناس علوم آزمایشگاهی و زیر نظر پزشک تیم انجام شد تا از آسیب دیدن احتمالی ورزشکاران نخبه پیشگیری به عمل آید.

نرم افزار SPSS نسخهٔ 11.5 برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت. با رسم منحنی هیستوگرام و انجام آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و Levene's Test، نرمال بودن توزیع میانگین متغیرها و واریانسها مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که هیچ یک از متغیرها دارای توزیع نرمال نیستند، در نتیجه، برای بررسی تغییرات درون گروهی متغیر اسید لاکتیک از آزمون آنالیز واریانس اندازه‌های تکراری ناپارامتریک Friedman استفاده شد. برای بررسی وجود اختلاف آماری معنی‌دار بین سه مقدار اسید لاکتیک درون هر دو گروه مکمل و دارونما از آزمون Wilcoxon استفاده شد. مقایسه تغییرات سطح اسید لاکتیک به ازاء هر متر مسافت طی شده بین دو گروه مکمل و دارونما در فواصل زمانی مختلف، با آزمون Wilcoxon مورد آنالیز قرار گرفت. برای بررسی همبستگی بین متغیرها از آزمون Pearson استفاده شد. P-Value کمتر از ۰/۰۵ به عنوان معنی‌دار بودن رابطه در نظر گرفته شد.

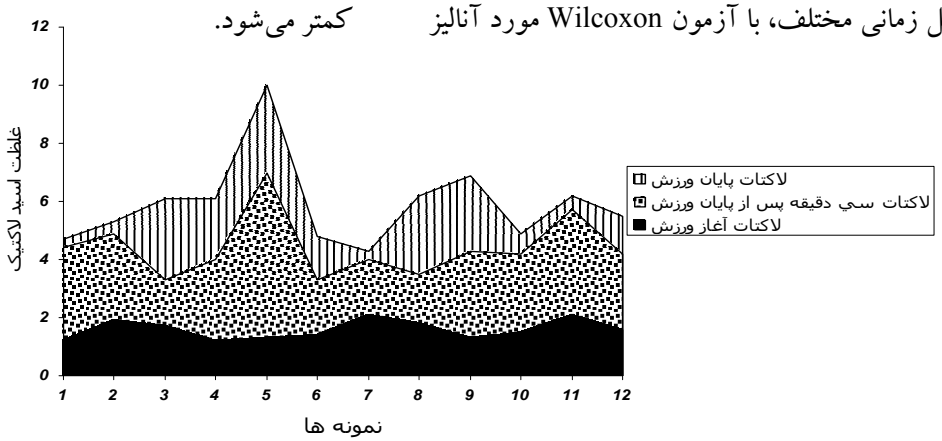
یافته‌ها

مشخصات عمومی افراد مورد مطالعه در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱: مشخصات عمومی افراد

مشخصات	Mean±SD	دامنه تغییرات
سن (سال)	۱۹/۹±۲/۰	۱۷-۲۳
وزن (کیلوگرم)	۷۱/۳±۶/۴	۶۱/۰-۸۵/۰
قد (سانتیمتر)	۱۷۹±۴/۵	۱۷۲/۰-۱۸۶/۰
نمایه توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع	۲۲/۰±۱/۲	۲۰/۴-۲۴/۶

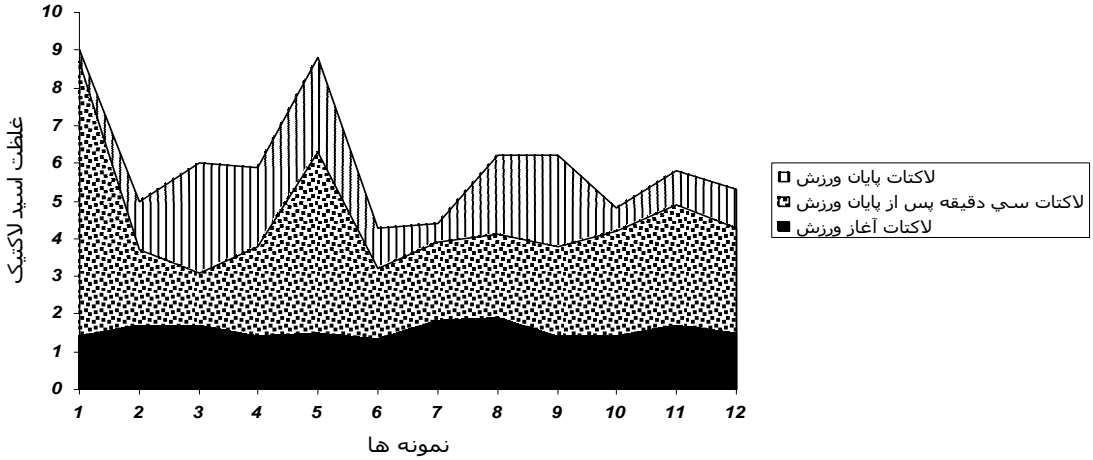
سطح اسید لاکتیک در آغاز ورزش در دو گروه تفاوت معنی‌داری نداشت. مقادیر غلظت اسید لاکتیک خون در زمانهای مختلف طی ورزش در گروه های دارونما و ال-کارنیتین به ترتیب در نمودارهای ۱ و۲ آمده است. همانطور که از نمودار ۱ بر می‌آید، سطح اسید لاکتیک خون در اثر ورزش در گروه دارونما افزایش می‌یابد و همچنین با سی دقیقه استراحت، سطح اسید لاکتیک خون از مقادیر بلافاصله پس از ورزش کمتر می‌شود.



نمودار ۱: تغییرات غلظت اسید لاکتیک طی ورزش در گروه دارونما

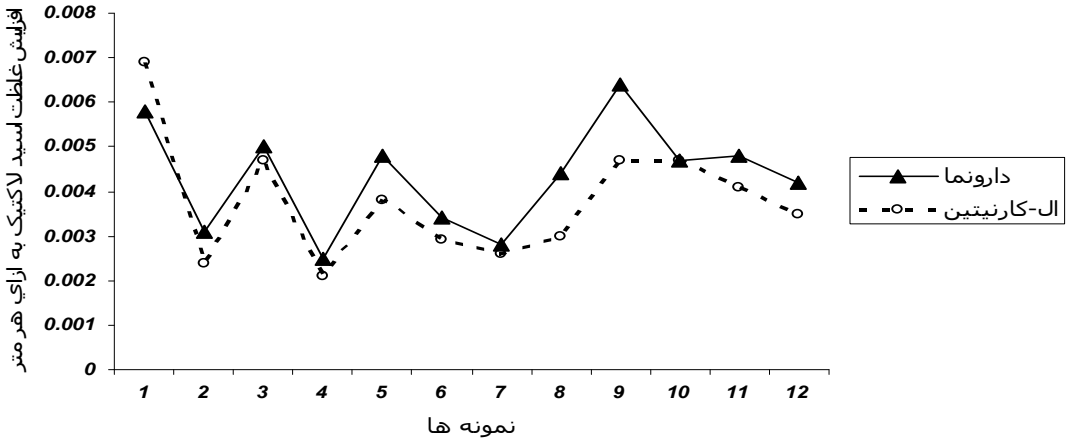
[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2025-12-12]

نمودار ۲ نشان می‌دهد که سطح اسید لاکتیک خون در اثر ورزش در گروه مکمل نیز با ورزش کردن افزایش و با استراحت کردن به مدت سی دقیقه پس از ورزش کاهش می‌یابد. آنالیز نتایج نشان می‌دهد که انجام ورزش تا رسیدن به آستانه بی‌هوازی در هر دو گروه، منجر به افزایش معنی‌دار اسید لاکتیک خون در پایان ورزش می‌شود (p<۰/۰۰۲). همچنین ۳۰ دقیقه استراحت پس از انجام ورزش باعث شد که سطح اسید لاکتیک نسبت به پایان ورزش بطور معنی‌داری در هر دو گروه کاهش یابد (p<۰/۰۰۲)، ولی سطح اسید لاکتیک همچنان از مقادیر آغاز ورزش بالاتر بود (p<۰/۰۰۲).



نمودار ۲: تغییرات غلظت اسید لاکتیک طی ورزش در گروه مکمل

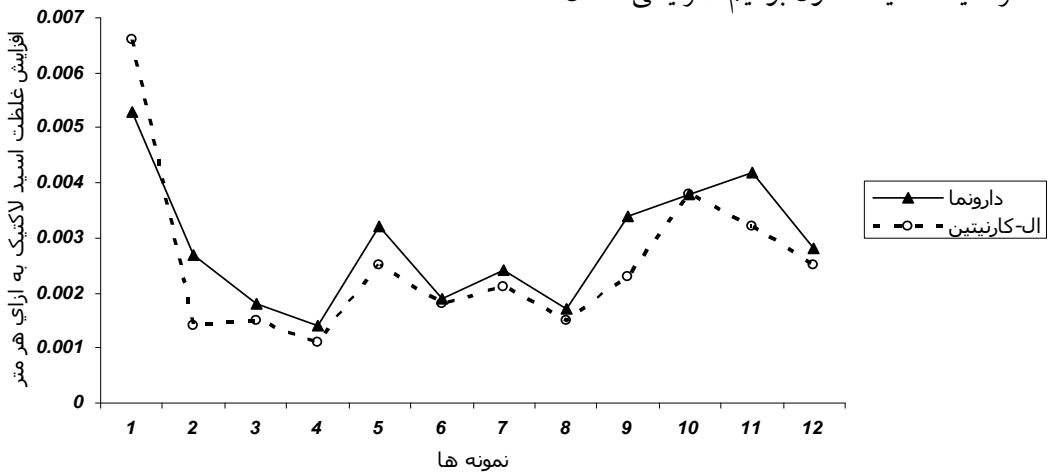
نتایج حاصل از اثر ال-کارنیتین بر مهار افزایش اسید لاکتیک حین و پس از ورزش در نمودارهای ۳ تا ۵ نشان داده شده است. با دقت در نمودار ۳ مشخص می‌شود که افزایش سطح اسید لاکتیک در گروه مکمل کمتر از دارونما بوده است.



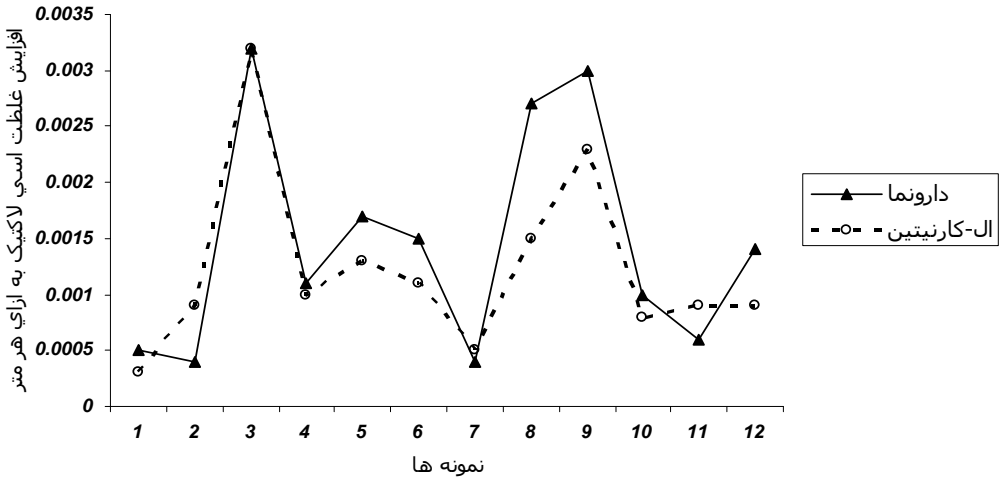
نمودار ۳: مقایسه میزان افزایش غلظت اسید لاکتیک گروه دارونما با مکمل، از آغاز ورزش تا پایان آن

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2025-12-12]

سطح اسید لاکتیک خون به ازاء هر متر مسافت طی شده در فاصله نقطه شروع تا پایان ورزش در گروه مکمل، به طور معنی‌داری از افزایش کمتری نسبت به گروه دارونما برخوردار بود (افزایشی معادل ۰/۰۰۱۱±۰/۰۰۴۳ و ۰/۰۰۱۳±۰/۰۰۳۷ میلی‌مول بر لیتر در هر متر به ترتیب در گروه دارونما و مکمل، p<۰/۰۵)، (نمودار ۳). همینطور در فاصله نقطه شروع تا سی دقیقه پس از پایان آن، در گروه مکمل شاهد افزایش کمتر اسید لاکتیک خون بودیم (افزایشی معادل ۰/۰۰۱۱±۰/۰۰۲۸ و ۰/۰۰۱۵±۰/۰۰۲۵ میلی مول بر لیتر در هر متر به ترتیب در گروه دارونما و مکمل، p<۰/۰۵) (نمودار ۴). ولی میزان کاهش اسید لاکتیک به ازاء هر متر مسافت طی شده طی سی دقیقه استراحت پس از ورزش تفاوت معنی‌داری بین مکمل و دارونما نشان نداد (کاهشی معادل ۰/۰۰۱۰±۰/۰۰۱۴ و ۰/۰۰۰۷±۰/۰۰۱۲ میلی‌مول بر لیتر در هر متر به ترتیب در گروه دارونما و مکمل)، (نمودار ۵).



نمودار ۴: مقایسه میزان افزایش غلظت اسید لاکتیک گروه دارونما با مکمل، از آغاز ورزش تا سی دقیقه پس از پایان



نمودار ۵: مقایسه میزان کاهش غلظت اسید لاکتیک در گروه دارونما با مکمل، از پایان تا سی دقیقه پس از پایان ورزش

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2025-12-12]

مسافت طی شده توسط ورزشکاران در گروه مکمل بطور معنی‌داری بالاتر از دارونما بود (۱۰۴۵/۸±۴۲۱/۹ و ۱۲۳۰/۸±۴۰۸/۵ متر، به ترتیب در گروه دارونما و ال-کارنیتین، p<۰/۰۱). با بررسی همبستگی بین متغیرها مشخص شد که در هر دو گروه مکمل و دارونما، بین سن و BMI با هیچ کدام از متغیرهای اسید لاکتیک همبستگی معنی‌داری وجود ندارد. هم در گروه دارونما و هم مکمل، بین BMI و مسافت طی شده همبستگی معکوسی وجود داشت (r=-۰/۶۸۰ ، p<۰/۰۱ و r=-۰/۶۷۳، p<۰/۰۵ به ترتیب در دارونما و مکمل). بین سن و مسافت طی شده در هر دو گروه، همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد.

بحث

ما در این مطالعه اثر قرص ال-کارنیتین به میزان ۲ گرم و دارونمای آن را در یک دوز واحد دو ساعت قبل از ورزش، بر تغییرات سطح اسید لاکتیک خون حین و پس از ورزش و مسافت طی شده بدنبال انجام تمرین روی نوار متحرک تا آستانه بی‌هوازی، مورد بررسی قرار دادیم.

تفاوت مطالعه ما با سایر مطالعات در استفاده از ورزشکاران حرفه‌ای و انتخاب آستانه بی‌هوازی برای پایان آزمون ورزش به جای آستانه واماندگی بود، در نتیجه از قابلیت تعمیم پذیری به ورزشکاران حرفه‌ای برخوردار است، زیرا در مطالعاتی که از آستانه واماندگی به عنوان نقطه پایان آزمون ورزش استفاده می‌کنند، این احتمال وجود دارد که ورزشکار برای رهایی از فشار زیاد ورزش، اعلام واماندگی کاذب کند و نتایج مطالعه تحت تأثیر قرار گیرد. علاوه بر این، مطالعهٔ حاضر بصورت متقاطع (cross-over) انجام شد، و به این علت نتایج آن از اطمینان زیادی برخوردار است.

در مطالعهٔ ما، انجام ورزش تا آستانه بی‌هوازی موجب افزایش سطح اسید لاکتیک خون شد. نتایج ما در زمینه اثر ورزش در افزایش سطح اسید لاکتیک خون مشابه نتایج مطالعات Volek، Vecchiet و Soop بود (۲۳-۲۱). همچنین سطح اسید لاکتیک در هر دو گروه پس از سی دقیقه استراحت، کاهش یافت. افزایش اسید لاکتیک طی ورزش و کاهش تدریجی آن پس از ورزش با این مکانیسم توجیه می‌شود که در خلال ورزش نیاز عضلات به اکسیژن افزایش می‌یابد، تا جاییکه بدن دچارکمبود اکسیژن می‌شود، در نتیجه اکسیداسیون مجدد NADH حاصل از NAD^+ طی گلیکولیز مختل می‌شود. در این شرایط NADH از طریق جفت شدن با واکنش احیاء پیرووات به لاکتات، مجدداً اکسید می‌شود و NAD^+ حاصل از آن امکان پیشرفت بیشتر گلیکولیز را فراهم می‌کند، در نتیجه در شرایط بی‌هوازی، پیرووات بجای وارد شدن به کمپلکس PDH (پیرووات دهیدروژناز) و تبدیل شدن به استیل CoA، تبدیل به اسید لاکتیک شده و غلظت آن در عضلات و خون زیاد می‌شود. در زمان استراحت پس از ورزش، اسید لاکتیک تولید شده بتدریج از طریق چرخه کوری (چرخه اسید لاکتیک) وارد کبد شده و به گلوکز تبدیل می‌گردد (۲۴).

نتایج مطالعه ما در زمینه اثر دریافت ال-کارنیتین بر تغییرات سطح اسید لاکتیک حین و پس از ورزش، مشابه مطالعات Siliprandi و Dragan A.M. است (۱۳و۱۲). در مطالعه Siliprandi و همکارانش در سال ۱۹۹۰، مکمل دهی حاد با ال-کارنیتین به میزان ۲ گرم دو ساعت قبل از شروع ورزش سطح اسید لاکتیک خون

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2025-12-12]

را بطور معنی‌داری کاهش داد، همچنین در مطالعه Dragan A.M، تزریق ۱ گرم ال-کارنیتین بصورت وریدی در ورزشکاران حرفه‌ای موجب کاهش معنی‌داری در سطح اسید لاکتیک خون شد. بر خلاف نتایج ما، در مطالعه Bach و Colombani سطح اسید لاکتیک خون تحت تأثیر ال-کارنیتین قرار نگرفت (۱۷و۱۵). نمونه‌های مورد مطالعه Bach افرادی غیر حرفه‌ای بودند؛ ازآنجا که ورزش کردن، بویژه بصورت حرفه‌ای و مداوم، با کاهش کارنیتین (۲۵و۱۰) و احتمالا مکانیسمهای تطابقی همچون افزایش تعداد گیرنده‌های ال-کارنیتین در غشاء سلولی عضلات به منظور افزایش جذب آن، افزایش تعداد میتوکندری و آنزیمهای میتوکندریایی و افزایش بافتهای خونرسان، همراه است، در نتیجه ممکن است که جذب کارنیتین و غلظت آن در عضلات افراد مورد مطالعه Bach به میزان مورد نیاز برای ایجاد اثراتش نرسیده باشد. در مطالعه Colombani نیز دوره شستشوی طولانی آن (۴ ماه) ممکن است علت تفاوت نتایج این مطالعه با نتایج ما باشد. در مطالعات طولانی مدت نیز اثر ال-کارنیتین بر سطح اسید لاکتیک خون متنوع بود. در مطالعه Dragan G.I مکمل یاری طولانی مدت باعث کاهش معنی‌دار اسید لاکتیک خون شد (۱۸)، ولی در مطالعات Kiens، Wachter، Trappe و Decombaz نتوانست سطح اسید لاکتیک خون را کاهش دهد (۲۷و۲۶و۲۰و۱۹). در مطالعه ما بدنبال مصرف ال-کارنیتین، مسافت طی شده تا آستانه بی‌هوازی ۱۷/۶٪ افزایش یافت. در مطالعات Lancha و Vecchiet نیز مکمل یاری حاد با ال-کارنیتین منجر به بهبود عملکرد ورزشی شد (۲۸و۲۲)، ولی در مطالعات Wachter و Colombani نتوانست بر عملکرد ورزشی اثری داشته باشد (۲۰و۱۵). همسوئی نتایج کاهش اسیدلاکتیک و افزایش عملکرد در مطالعات فوق بیانگر این واقعیت است که با کاهش اسید لاکتیک، همزمان افزایشی را در عملکرد ورزشی مشاهده خواهیم کرد. مطالعات انجام شده در زمینه اثر ال-کارنیتین بر سطح اسید لاکتیک خون، از نظر تعداد افراد، کیفیت آمادگی بدنی و نیازهای فیزیولوژیکی نمونه‌ها، میزان مکمل، طول مدت مطالعه و نوع ورزش با هم تفاوت دارند وممکن است علت اصلی تفاوت نتایج حاصل از این مطالعات، تنوع در طرح مطالعه باشد.

نتیجه‌گیری

مصرف یک دوز ۲ گرمی خوراکی ال-کارنیتین دو ساعت قبل از آغاز ورزش می‌تواند با افزایش کمتر اسید لاکتیک خون حین ورزش همراه باشد و از این طریق موجب بهبود عملکرد ورزشی شود. با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان به ورزشکاران رشته‌های ورزشی با ماهیت هوازی، مشابه تکواندو (همچون کاراته، کشتی، ژیمناستیک) توصیه کرد که برای مهار افزایش اسید لاکتیک خون حین ورزش و ارتقاء رکورد خود، دو گرم ال-کارنیتین را دو ساعت پیش از شروع ورزش مصرف کنند. پیشنهاد می‌شود که در مطالعات آتی، تهیه بیوپسی از عضلات و اندازه‌گیری ذخایر گلیکوژنی آن و اندازه‌گیری غلظت فراسنج‌های ال-کارنیتین در خون و عضلات نیز انجام شود تا نتایج با اطمینان بیشتری مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2025-12-12]

References

1. Gladden LB. Lactate metabolism-a new paradigm for the third millennium. J Physiol. 2004; Jul 1; 558(pt 1): 5-30.
2. Sahlin K. Metabolic factors in fatigue. Sports Med. 1992; 13(2), 99-107.
3. Hultman E, Spriet LL, Soderlund K. Biochemistry of muscle fatigue. Biomed Biochem Acta. 1986; 45(1-2): 97-106.
4. Durkot MJ, De Garavilla L, Caretti D, Francesconi R. The effects of dichloroacetate on lactate accumulation and endurance in an exercising rat model. Int J Sports Med. 1995; 16(3): 167-171.
5. Karlic H, Lohninger A. Supplementation of L-Carnitine in Athletes: Does it make sense? Nutrition. 2004; 20: 709-715.
6. Heinonen OJ. Carnitine and physical exercise. Sport Med. 1996; 22(2): 109-132.
7. Brass EP. Carnitine and sports medicine: use or abuse? Ann N Y Acad Sci. 2004; 1033: 67-78.
8. Zeyner A, Harmeyer J. Metabolic functions of L-carnitine and its effects as feed additive in horses. A Review Arch Tierernahr. 1999; 52(2): 115-138.
9. Brass EP. Supplemental carnitine and exercise. Am J Clin Nutr. 2000; 72(Suppl): 618-623.
10. Vukovich MD, Costill DL, Fink WJ. Carnitine supplementation: effect on muscle carnitine and glycogen content during exercise. Med Sci Sport Exerc.1994; 26: 1122-1129.
11. Fitts RH, Holloszy JO. Lactate and contractile force in frog muscle during development of fatigue and recovery. Am J Physiol. 1976; 231(2): 430- 433.
12. Dragan AM, Vasiliu D, Valente R. Studies concerning some acute biological changes after endovenous administration of 1 g L-carnitine, in elite athletes. Physiology. 1987; 24: 231.
13. Siliprandi N, Dilisa F, Pieralisi G. Metabolic changes induced by maximal exercise in human subjects following L-Carnitine administration. Biochem Biophys Acta. 1990; 1034: 17-21.
14. Iben C. Effects of L-Carnitine administration on treadmill test performance of untrained dogs. J Anim. Physiol Nutr. 1999; 82: 66-79.
15. Colombani P, Wenk C, Kunz I. Effect of L-Carnitine supplementation on physical performance and energy metabolism of endurance-trained athletes: a double-blind crossover field study. Eur J Appl Physiol. 1996; 73: 434-439.
16. Brass EP, Hoppel CL, Hiatt WR, Hiatt WR. Effect of intravenous L-carnitine on carnitine homeostasis and fuel metabolism during exercise in humans. Clin Pharmacol Ther. 1994; 55: 681-692.
17. Bach AC, Schirardin H, Sihr M-O, Storck D. Free and total carnitine in human serum after oral ingestion of L-Carnintine. Diabete & Metabolism Paris. 1983; 9: 121-129.
18. Dragan GI, Vasiliu A, Georgescu E. Studies concerning chronic and acute effects of L-carnitine on some biological parameters in elite athletes. Physiology. 1987; 24: 23-28.
19. Kiens B, Roepstorff C. Utilization of long-chain fatty acids in human skeletal muscle during exercise. Acta Physiol Scan. 2003; 178: 391-396.
20. Wachter S, Vogt M, Kreis R. Long-term administration of L-Carnitine to humans: Effect on skeletal muscle carnitine content and physical performance. Clinica Chemica Acta. 2002; 318: 51-61.
21. Volek JS, Kraemer WJ, Rubin MR. L-Carnitine L-tartrate supplementation favorably affects markers of recovery from exercise stress. Am J Endocrinol Metab. 2001; 282: E474-E482.
22. Vecchiet L, Di Lisa F, Pieralisi G. Influence of L-Carnitine administration on maximal physical exercise. Eur J Appl Physiol. 1990; 61: 486-490.
23. Soop M, Bjorkman O, Cederblad B. Influence of carnitine supplementation on muscle substrate and carnitine metabolism during exercise. J Appl Physiol. 1988; 64(4): 2394-2399.
24. Harvey RA, Champe PC, Ferrier DR. Biochemistry. 3rd ed. Baltimore: Lippincott's Williams & Wilkins. 2005; 101.
25. Sahlin K. Muscle carnitine metabolism during incremental dynamic exercise in humans. Acta Physiol Scand. 1990; 138: 259-262.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2025-12-12]

26. Trappe SW, Costill DL, Goodpaster B. The effects of L-Carnitine supplementation on performance during interval swimming. Int J Sports Med. 1994; 15(4): 181-185.
27. Decombaz J, Deriaz O, Acheson K. Effect of L-carnitine on submaximal exercise metabolism after depletion of muscle glycogen. Med Sci Sports Exerc. 1993; 25: 733-740.
28. Lancha AH, Recco MB, Abdalla DSP, Curi R. Effect of aspartate, asparagine and carnitine supplementation in the diet on metabolism of skeletal muscle during a moderate exercise. Physiology & Behavior. 1995; 57(2): 367-371.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2025-12-12]