

## مقایسه مکمل سازی حاد کربوهیدرات و ال کارنیتین بر زمان واماندگی فعالیت فزاینده و تغییرات ضربان قلب دوره ریکاوری مردان ورزشکار دانشگاه

وحید ساری صراف<sup>۱\*</sup>، رامین امیرساسان<sup>۱</sup>، عسگر ایران پور<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>دانشیار دانشگاه تبریز، <sup>۲</sup>دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۱/۲۹

تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۱۵

### چکیده

**هدف:** امروزه استفاده از مکمل‌های ورزشی، روشی مرسوم برای جلوگیری از کم‌آبی و تخلیه ذخایر انرژی بدن، در فعالیت طولانی‌مدت فزاینده به شمار می‌رود. مکمل سازی حاد کربوهیدرات و ال کارنیتین احتمالاً بر زمان رسیدن به واماندگی و تغییرات ضربان قلب دوره ریکاوری ناشی از فعالیت فزاینده مردان ورزشکار دانشگاهی مؤثر است.

**روش پژوهش:** چهل ورزشکار مرد دانشگاهی به صورت تصادفی هدف‌دار به عنوان نمونه در این پژوهش مشارکت و در ۴ گروه ( دارونما، مکمل سازی کربوهیدرات، مکمل سازی ال کارنیتین و مکمل سازی ترکیبی کربوهیدرات و ال کارنیتین) تقسیم شده، با مکمل سازی ۳ ساعت قبل از فعالیت، با حجم مکمل ۵۰۰ سی‌سی، به اجرای فعالیت ورزشی وامانده ساز پرداختند. زمان رسیدن به واماندگی، تغییرات ضربان قلب دوره ریکاوری و میزان درک فشار ثبت و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. به منظور محاسبه میانگین و انحراف استاندارد تمامی پارامترها و آنالیز معنی‌داری تفاوت در بین گروه-ها ( تغییرات ضربان قلب دوره ریکاوری) به وسیله تحلیل واریانس (۲×۴) با آزمون تعقیبی بونفرونی و تفاوت در زمان خستگی از تحلیل واریانس یک طرفه، از SPSS 19 استفاده گردید.

**یافته‌ها:** مکمل سازی حاد کربوهیدرات پاسخ معنی‌داری در بهبود زمان رسیدن به واماندگی داشت ( $P \leq 0/05$ ) درحالی که مکمل سازی حاد ال کارنیتین پاسخ معنی‌داری بر اجرای فعالیت ورزشی وامانده ساز نداشت. با این وجود، مکمل سازی حاد ترکیبی کربوهیدرات و ال کارنیتین پاسخ معنی‌داری بهتری بر زمان رسیدن به واماندگی داشت ( $P \leq 0/05$ ). درحالی که مکمل سازی جداگانه و ترکیبی کربوهیدرات و ال کارنیتین پاسخ معنی‌داری در بازگشت بهتر ضربان قلب دوره ریکاوری و میزان درک فشار نداشت.

**نتیجه‌گیری:** در فعالیت ورزشی فزاینده، استفاده از مکمل سازی ترکیبی کربوهیدرات و ال کارنیتین بهتر از مکمل سازی کربوهیدرات یا ال کارنیتین به صورت جداگانه است.

**واژگان کلیدی:** مکمل سازی، ال کارنیتین، واماندگی، ضربان قلب، ریکاوری

## مقدمه

هنگام اجرای فعالیت طولانی مدت فزاینده، میزان کاهش ذخایر گلوکز خون و گلیکوژن عضلانی و کبد با پدیده‌ی خستگی هنگام این گونه فعالیت‌ها، همراه است (۸، ۱۲، ۱۹ و ۲۰). افزایش ذخایر کربوهیدرات قبل از اجرای ورزش به طرق مختلف نظیر رژیم غذایی پرکربوهیدرات یا بارگیری گلیکوژن، روند کاهش این ذخایر هنگام اجرای ورزش‌های استقامتی طولانی مدت را به تأخیر می‌اندازد و با اجرای کار بیشتر قبل از شروع خستگی که هدف اصلی ورزشکاران استقامتی است، همراه می‌شود (۲، ۸ و ۱۸).

واماندگی در طول فعالیت‌های ورزشی فزاینده استقامتی با غلظت کم گلیکوژن عضلانی و کم‌آبی بدن همراه است (۱ و ۷). درحالی که غلظت کم گلیکوژن عضلانی با میزان درک فشار ناشی از فعالیت استقامتی ارتباط دارد (۶). از طرفی شدت فعالیت ورزشی عامل تعیین‌کننده در بازگشت ضربان قلب به حالت اولیه به شمار می‌رود (۱۸). طبق گزارش کارتر در سال ۲۰۰۵، بازگشت ضربان قلب به حالت اولیه در دوره ریکاوری با کم‌آبی بدن مرتبط است (۱۹). امروزه استفاده از مکمل‌های ورزشی به‌منظور بهبود عملکرد ورزشکاران به سرعت رو به افزایش است. با پیشرفت‌های علمی اخیر در ورزش، برای بالا بردن سطح عملکرد ورزشکاران از شاخص‌های متفاوتی استفاده می‌شود. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که مکمل‌سازی با ال کارنیتین، حداکثر اکسیژن مصرفی را افزایش می‌دهد (۱۶ و ۲۳). در این بین مکمل‌سازی کربوهیدرات نیز باعث کاهش تخلیه ذخایر گلیکوژن می‌شود (۱۱).

شدت فعالیت ورزشی و کم‌آبی بدن در بازگشت ضربان قلب دوره ریکاوری مؤثر می‌باشند، سؤال اصلی در این زمینه این است که با کنترل کم‌آبی بدن توسط مکمل‌ها، قبل از فعالیت استقامتی فزاینده و در شدت فعالیت بالاتر از ۷۰٪ حداکثر اکسیژن مصرفی، تغییرات ضربان قلب دوره ریکاوری به چه صورت است؟ یافته‌ی گومز<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۰) نشان می‌دهد که مکمل‌سازی کارنیتین با تحریک اکسیداسیون چربی، ظرفیت هوازی<sup>۲</sup> را هنگام فعالیت طولانی مدت افزایش می‌دهد (۲۵). هم‌چنین استفنز<sup>۳</sup> در سال ۲۰۰۷، با استناد به یافته‌های خود بیان می‌کند که افزایش محتوای کارنیتین عضلانی به دنبال مکمل‌سازی کارنیتین به حفظ ذخایر گلیکوژن، کاهش مصرف گلوکز، افزایش اکسیداسیون چربی و افزایش ظرفیت تمرین منجر می‌شود (۲۱). در حالی که یافته‌های برودو گالوی<sup>۴</sup> (۲۰۰۸) نشان داد که مکمل‌سازی ۳ گرم ال کارنیتین به تغییری در عملکرد استقامتی و اکسیداسیون کربوهیدرات و چربی هنگام فعالیت ورزشی زیر بیشینه منجر نمی‌شود (۱۰). هم‌چنین مطالعه ارگلو<sup>۵</sup> در سال ۲۰۰۸ نشان داد که مکمل‌سازی آنی ال کارنیتین هیچ گونه تأثیری در غلظت لاکتات خون، آستانه بی‌هوازی و حداکثر اکسیژن مصرفی ندارد (۱۳). از این رو، شاید با مکمل‌سازی ترکیبی کربوهیدرات و ال کارنیتین سوخت چربی با ریتم منظم و حفظ ذخایر گلیکوژن به‌منظور سوخت گلیکوژن در انتهای فعالیت صورت می‌گیرد. لذا در این پژوهش به دنبال پاسخی برای این سؤال هستیم که آیا مکمل‌سازی حاد ترکیبی کربوهیدرات و ال-

<sup>1</sup> Gomes

<sup>2</sup> Aerobic capacity

<sup>3</sup> Stephens

<sup>4</sup> Broad and Galloway

<sup>5</sup> Eroglu

کارنیتین قبل از فعالیت ورزشی وامانده‌ساز در مقایسه با هر یک از مکمل‌هایی که پیش از این نیز به‌صورت جداگانه مصرف می‌شد؛ امتیاز مثبتی برای ورزشکار استقامتی در اجرای فعالیت ورزشی وامانده-ساز دارد؟ آیا مکمل‌سازی حاد کربوهیدرات و ال-کارنیتین باعث بازگشت بهتر ضربان قلب دوره ریکاوری می‌شود؟

## روش پژوهش

### آزمودنی‌ها

چهل دانشجوی ورزشکار استقامتی در سطح دانشگاهی به عنوان آزمودنی، پس از دریافت مجوز پزشکی و تأیید فرم رضایت‌نامه شرکت در آزمون و تأیید کمیته اخلاقی دانشگاه علوم پزشکی تبریز، در یک کلاس توجیهی مربوط به آزمون شرکت کرده و تمامی موارد مهم در طی آزمون را آموزش دیدند. آزمودنی‌های این پژوهش ۴۵ نفر بود که بعد از تکمیل پرسشنامه سابقه پزشکی و پرسشنامه «PAR-Q and You»<sup>۱</sup> تعداد ۵ نفر از آزمودنی‌ها، از پژوهش حاضر خارج شدند. روش انتخاب آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی هدف‌دار از بین جامعه آماری دانشجویان ورزشکار دانشگاه تبریز بود. به‌منظور همگن‌سازی نمونه‌های انتخاب‌شده، از حداکثر اکسیژن مصرفی و درصد چربی بدن آزمودنی‌ها استفاده شد. آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی در ۴ گروه (گروه اول؛ مکمل‌سازی کربوهیدرات ۷٪-، گروه دوم؛ مکمل‌سازی ال‌کارنیتین ۲ گرم (قرص‌های ۲۵۰ میلی‌گرمی شرکت پورسینا) - گروه سوم؛ بدون مکمل‌سازی (گروه دارونما-مصرف همان حجم نوشیدنی (آب) بدون مکمل) و گروه چهارم؛ مکمل‌سازی ترکیبی کربوهیدرات و ال-کارنیتین) تقسیم شدند. در مرحله بعد طی یک جلسه آشنایی و توجیهی، آزمودنی‌ها با پروتکل اجرایی آشنا شده، و تمامی موارد مربوط به مکمل‌سازی و اجرای پروتکل فزاینده برای تمامی آزمودنی‌ها تشریح گردید. سپس در یک جلسه جداگانه‌ای شاخص‌های آنترپومتریک و حداکثر اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها با استفاده از آزمون بروس اندازه‌گیری شد. در مرحله اصلی پژوهش بعد از مکمل‌سازی ۳ ساعت قبل از فعالیت به میزان ۵۰۰ سی‌سی و کنترل آب‌رسانی قبل از فعالیت برای هر یک از آزمودنی‌ها، آزمون فزاینده<sup>۲</sup> (GXT) تا مرز واماندگی برای هر یک از آزمودنی‌ها در آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه تبریز در شرایط دما (۲۲OC±۱) و رطوبت (۵۵±۵٪) مطلوب، اجرا شد. همچنین ضربان قلب پیشینه، تغییرات ضربان قلب در دقایق ۱ و ۵ دوره ریکاوری و میزان درک فشار (در انتهای فعالیت) برای هر یک از آزمودنی‌ها اندازه‌گیری و ثبت شد.

<sup>۱</sup> Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q) and You

<sup>۲</sup> Graded exercise test

جدول ۱. مشخصات توصیفی آزمودنی‌ها در گروه‌های مختلف پژوهش به صورت میانگین (انحراف معیار)

سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	درصد چربی (/)	توده چربی (kg)	توده بدون چربی (kg)	شاخص توده بدن (kg/m <sup>2</sup> )	حداکثر اکسیژن مصرفی (ml.kg/min)	نسبت دور کمر به باسن	ضربان قلب پایه (ضربه در دقیقه)
۲۱/۷ (۱/۷)	۱۷۷/۲ (۵/۳)	۷۱/۵ (۶/۹)	۸/۹ (۳/۲)	۶/۴ (۲/۳)	۶۵/۱ (۶/۸)	۲۲/۶ (۱/۵)	۵۳/۱ (۲/۰)	۰/۸۲ (۰/۰۳)	۵۷/۴ (۰/۸)
۲۳/۲ (۰/۹)	۱۷۴/۰ (۳/۸)	۷۰/۲ (۲/۰)	۹/۱ (۱/۹)	۶/۳ (۱/۴)	۶۳/۸ (۱/۸)	۲۱/۲ (۲/۴)	۵۳/۱ (۱/۰)	۰/۸۲ (۰/۰۴)	۵۷/۴ (۲/۸)
۲۳/۹ (۱/۵)	۱۷۴/۰ (۳/۲)	۷۲/۵ (۴/۳)	۹/۲ (۲/۷)	۶/۷ (۲/۱)	۶۵/۸ (۳/۷)	۲۳/۱ (۲/۷)	۵۵/۱ (۲/۱)	۰/۸۴ (۰/۰۴)	۵۷/۲ (۲/۱)
۲۳/۱ (۱/۹)	۱۷۴/۹ (۴/۵)	۶۸/۸ (۵/۵)	۹/۱ (۳/۲)	۶/۳ (۲/۵)	۶۲/۴ (۳/۹)	۲۱/۸ (۱/۹)	۵۴/۲ (۱/۱)	۰/۸۲ (۰/۰۳)	۵۵/۷ (۱/۱)

### مکمل‌ها

در این پژوهش دو نوع مکمل، کربوهیدرات (کربومس-۱-ساخت شرکت PNC) به صورت ۷٪ و ال-کارنتین (شرکت پورسینا-کشور ایران) به میزان ۲ گرم به‌ازاء هر کیلوگرم وزن بدن (در قالب قرص‌های ۲۵۰ میلی‌گرمی) با حجم مایع ۵۰۰ سی‌سی به‌صورت مایع تجویز شد. هر آزمودنی ۳ ساعت قبل از اجرای فعالیت ورزشی وامانده‌ساز، با توجه به زمان و نوبت از پیش تعیین‌شده، از مکمل استفاده می‌نمود. لازم به ذکر است که، نیم ساعت قبل از فعالیت ورزشی وامانده‌ساز می‌بایست استفاده از مکمل ورزشی متوقف شده و حجم موردنظر به اتمام می‌رسید.

### آزمون فزاینده GXT

جهت اجرای فعالیت ورزشی وامانده‌ساز در این پژوهش، از آزمون فزاینده (مدرج) GXT استفاده شد. زیرا این آزمون نسبت به سایر آزمون‌های فزاینده در ارتباط بین اکسیژن مصرفی و عملکرد قلبی-عروقی و بیان نبض اکسیژن از قابلیت بالایی برخوردار است (۳). روش اجرای این پژوهش به این صورت بود که ابتدا آزمودنی‌ها با حداقل سرعت یعنی ۲ کیلومتر در ساعت روی نوار گردان (تکنوجیم، ساخت کشور ایتالیا، مدل T940) به مدت ۳ دقیقه راه رفتند. در سه دقیقه بعدی سرعت افزایش یافت و آزمودنی‌ها با سرعت بین ۷ الی ۱۲ کیلومتر در ساعت در شیب حداقل روی نوار گردان شروع به دویدن کردند. بعد از این مرحله سرعت ثابت و شیب هر یک دقیقه ۲/۵ درصد افزایش یافت (۳)، تا زمانی که آزمودنی‌ها به اوج اجرا واماندگی در اجرای فعالیت ورزشی فزاینده رسیدند. در این مرحله زمان رسیدن به واماندگی و ضربان قلب بیشینه برای هر یک از آزمودنی‌ها ثبت شد.

## ریکاوری

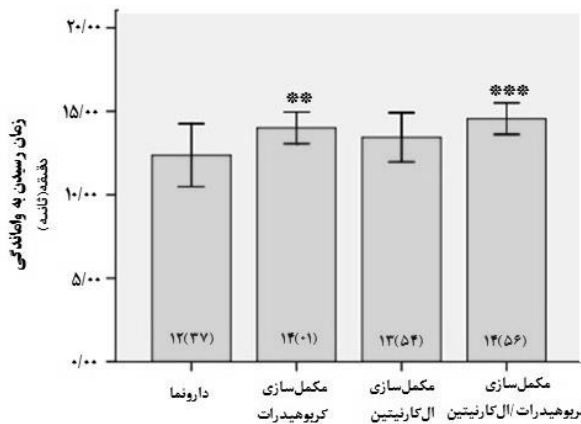
بعد از اجرای آزمون فزاینده ورزشی، در دوره ریکاوری، ضربان قلب (با استفاده از ضربان سنج پولار ساخت کشور فنلاند) زمان‌های یک (اوج تغییرات) و پنج (بیشترین تغییرات) دقیقه بعد از فعالیت برای هر یک از آزمودنی‌ها بر روی نوار گردان و در حالت سرد کردن (ریکاوری فعال) به ثبت رسید.

## روش‌های آماری

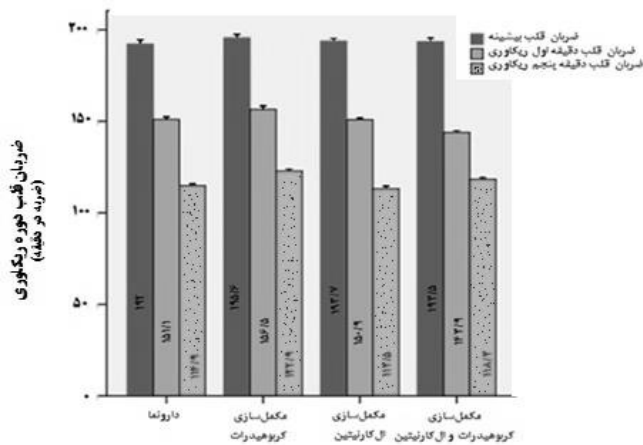
به‌منظور گزارش اطلاعات توصیفی آزمودنی‌ها از شاخص گرایش به مرکزی میانگین و شاخص پراکندگی انحراف معیار استفاده شد. اطلاعات توصیفی شامل: سن، قد، وزن، درصد چربی بدن و حداکثر اکسیژن مصرفی به‌صورت میانگین (انحراف معیار) گزارش شدند. از تحلیل واریانس یک‌طرفه به‌منظور تجزیه تحلیل زمان رسیدن به واماندگی و تحلیل واریانس تکراری  $2 \times 4$  به‌منظور تجزیه و تحلیل تغییرات ضربان قلب دوره ریکاوری در نرم‌افزارهای Excel 2013 و SPSS ۱۹ استفاده شد.

## یافته‌ها

نتایج پژوهش نشان داد که مکمل‌سازی ترکیبی کربوهیدرات و ال‌کارنتین ( $P \leq 0/05$ ) بهتر از مکمل‌سازی جداگانه کربوهیدرات ( $P \leq 0/05$ ) و ال‌کارنتین نسبت به گروه دارونما در فعالیت ورزشی فزاینده وامانده‌ساز است.

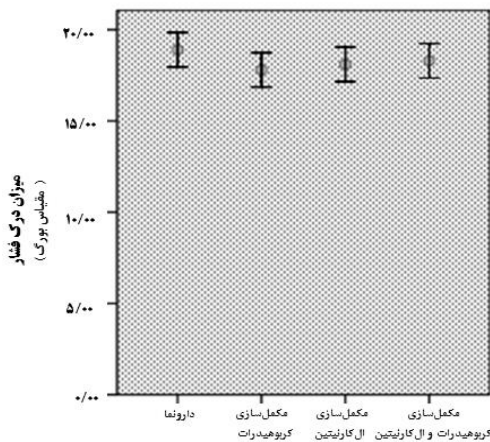


شکل ۱. زمان رسیدن به واماندگی در گروه‌های مختلف پژوهش، \*\* نشان دهنده اختلاف معنی‌دار نسبت به گروه دارونما در سطح  $P \leq 0/05$ ؛ \*\*\* نشان دهنده اختلاف معنی‌دار نسبت به گروه دارونما در سطح  $P \leq 0/01$



شکل ۲. مقایسه ضربان قلب بیشینه، دقیقه اول و پنجم دوره ریکاوری بین گروه دارونما، کربوهیدرات، ال کارنیتین و کربوهیدرات و ال کارنیتین

بررسی تغییرات ضربان قلب دوره ریکاوری نشان داد که مکمل‌سازی کربوهیدرات و ال کارنیتین به صورت ترکیبی و جداگانه تأثیری بر بازگشت بهتر ضربان قلب دوره ریکاوری نسبت به گروه دارونما نداشت (شکل ۲).



شکل ۳. میزان درک فشار در زمان رسیدن به واماندگی در گروه‌های پژوهش

میانگین میزان درک فشار در زمان رسیدن به واماندگی به ترتیب در گروه‌های دارونما، کربوهیدرات، ال کارنیتین، کربوهیدرات و ال کارنیتین ترکیبی ۱۸/۹ - ۱۷/۸ - ۱۸/۱ - ۱۸/۳ است. همچنین بین مقادیر مربوط به درک فشار ناشی از فعالیت ورزشی وامانده‌ساز بین گروه‌های پژوهش اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

### بحث و نتیجه‌گیری

با مکمل‌سازی کربوهیدرات از کامل بودن ذخایر گلیکوژن بدن و با مکمل‌سازی ال‌کارنتین (نقش شاتل و بافرینگ استیل‌کوآ و حفظ ذخایر گلیکوژن بدن) از انتقال بهتر اسیدهای چرب اطمینان حاصل می‌کنیم. ضرورت مکمل‌سازی ترکیبی کربوهیدرات و ال-کارنتین با ارائه این دلایل واضح‌تر می‌شود (۴). در این پژوهش مکمل کربوهیدرات به صورت ۷ درصد به علت جذب بهتر مکمل کربوهیدرات تا درصدهای ۷ و ۸ و مکمل ال‌کارنتین ۲ گرم (به صورت قرص‌های ۲۵۰ میلی‌گرمی) به علت نرمال‌ترین دوز مصرفی توصیه شده توسط متخصصین تغذیه و استفاده سایر محققین خارجی و داخلی مصرف شد. جهت اجرای فعالیت ورزشی وامانده‌ساز از آزمون فزاینده (مدرج) GXT استفاده شد. زیرا این آزمون نسبت به سایر آزمون‌های فزاینده در ارتباط بین اکسیژن مصرفی و عملکرد قلبی عروقی و بیان نبض اکسیژن از قابلیت بالایی برخوردار است (۳).

آبرامویچ و گالوی<sup>۱</sup> در سال ۲۰۰۵ عنوان نمودند که مکمل‌سازی ال‌کارنتین باعث بهبودی در اکسایش کربوهیدرات و در نتیجه بهبودی اجرا در ورزشکاران استقامتی می‌شود (۵). یافته‌های گومز و همکاران در سال ۲۰۰۵ نشان داد که مکمل‌سازی کارنتین با تحریک اکسیداسیون چربی‌ها، ظرفیت هوازی را هنگام فعالیت طولانی‌مدت افزایش می‌دهد (۲۵). در حالی که یافته‌های برود و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که مکمل‌سازی ال‌کارنتین به تغییری در عملکرد استقامتی و اکسیداسیون کربوهیدرات و چربی هنگام فعالیت ورزشی زیر بیشینه، منجر نمی‌شود (۱۰). وال و همکاران<sup>۲</sup> در سال ۲۰۱۰ مکمل‌سازی ترکیبی کربوهیدرات و ال-کارنتین را به منظور رفع شبهات مربوط به تأثیر اندک مکمل‌سازی ال-کارنتین ارائه دادند و مسیری برای افزایش محتوای کارنتین بدن معرفی کردند (۲۴). با این وجود در سال ۲۰۱۱ وال و همکاران با عنوان اینکه مکمل ال‌کارنتین با افزایش ۱۵ درصدی در محتوای کارنتین بدن، باعث کاهش جریان گلیکولیتی با واسطه انسولین و کاهش فعالیت آنزیم کمپلکس پیروات دهیدروژناز و در نتیجه ذخیره گلیکوژن بدن در ابتدای فعالیت استقامتی می‌نماید، مسیر جدیدی در رابطه با مطالعه مکمل‌سازی ال-کارنتین در اختیار سایر محققین قرار دادند (۲۴).

با گذر از نتایج پژوهش‌ها، شاید بهتر بتوانیم دلیل اصرار بر بحث مکمل‌سازی را توضیح دهیم. تفاوت‌هایی از جمله نوع رشته ورزشی آزمودنی‌ها نیز در این نتایج مؤثر است. در این پژوهش با همگن کردن آزمودنی‌ها از لحاظ حداکثر اکسیژن مصرفی تأثیر این عامل را کاهش دادیم. سازگاری با نوع فعالیت نیز به احتمال زیاد در زمان رسیدن به واماندگی می‌تواند مؤثر باشد، مطالعات مقطعی زیادی نشان می‌دهند که بین آمادگی قلبی تنفسی (زمان استقامت و یا حداکثر اکسیژن مصرفی) و غلظت تری‌اسیل‌گلیسرول پلاسما یا سرم ناشتا، رابطه‌ی معکوسی وجود دارد. یا به عبارت دیگر، افراد تمرین کرده استقامتی از میزان پالایش (پاک‌شدگی) تری‌اسیل‌گلیسرول پلاسمایی بیشتری برخوردارند. این پالایش بیشتر ممکن است به افزایش فعالیت آنزیم لیپوپروتئین لیپاز عضله و چگالی مویرگی عضله که حاصل تمرین است، وابسته باشد. با وجود این محدودیت‌ها، مکمل‌سازی ترکیبی کربوهیدرات و ال‌کارنتین بهتر از مکمل‌سازی جداگانه

<sup>1</sup> Abramowicz and Galloway

<sup>2</sup> Wall and et al

کربوهیدرات و ال کارنیتین است. این تأثیر مثبت احتمالاً به این دلیل است که، در مکمل سازی ترکیبی هم ذخایر گلیکوژن بدن کامل می شود و هم ال کارنیتین در دسترس بوده و سه نقش کلیدی (انتقال اسیدهای چرب، بافر استیل کوا و جلوگیری از تولید اجسام کتون و حفظ ذخایر گلیکوژن بدن) خود را ایفا می کند. از سوی دیگر، مکمل سازی کربوهیدرات همراه با ال کارنیتین در حضور به موقع اگزوالاستات حاصله از پیروات (البته در این زمینه نقش اصلی را اسید آمینه هیستیدین بازی می کند)، جهت به راه انداختن موتور تولید انرژی چرخه کربس، نقش خود را ایفا می کند (۴).

پینیا کیکنن و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهشی، تغییرات ضربان قلب دوره ریکاوری را در دقایق ۱ و ۳۰ دوره ریکاوری بعد از فعالیت ورزشی استقامتی با شدت بالا مورد بررسی قرار دادند، که به صورت کلی به این نتیجه رسیدند که در شدت بالای ۷۴ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی بازگشت ضربان قلب در دقیقه ۳۰ دوره ریکاوری بهتر از بازگشت های ضربان قلب در دقیقه اول دوره ریکاوری و شدت های فعالیت پایین تر بود (۱۸). یعنی هر چه شدت فعالیت ورزشی بالاتر باشد انتظار بازگشت سریع ضربان قلب نسبت به فعالیت ورزشی با شدت پایین، کاهش می یابد. به همین دلیل و با توجه به این که شدت فعالیت ورزشی پژوهش حاضر به صورت فزاینده افزایش می یافت علاوه بر دقیقه اول دوره ریکاوری، ضربان قلب دقیقه پنجم ریکاوری را نیز برای بررسی بهتر بازگشت ضربان قلب انتخاب کردیم. در این پژوهش با مکمل سازی کربوهیدرات و ال کارنیتین به صورت جداگانه و ترکیبی تأثیر معنی داری در تغییرات ضربان قلب دوره ریکاوری در دقایق اول و پنجم ریکاوری دیده نشد. این مطلب قابل تأمل است که شاید اگر شدت فعالیت ورزشی پژوهش حاضر، متوسط بود تغییرات ضربان قلب دقایق اول و پنجم دوره ریکاوری شاید محسوس بود.

به صورت کلی، نتیجه گیری می شود که مکمل سازی ترکیبی کربوهیدرات و ال کارنیتین اگرچه ممکن است نسبت به مکمل سازی جداگانه، تأثیر بیشتری در بهبودی عملکرد ورزشی داشته باشد ولی پیرامون اثر بر بازگشت ضربان قلب در دوره ریکاوری مستلزم مطالعات بیشتری است.

### تقدیر و تشکر

شایسته است از زحمات تمامی آزمودنی ها تشکر و قدردانی گردد.

### منابع

۱. دریانوش فرهاد، فاطمی مقدم محسن، و گل بهار آزاد، (۱۳۹۰)، مطالعه تغییرات سطوح برخی شاخص های التهابی به دنبال اجرای یک فعالیت ورزشی تا حد واماندگی در محیط گرم و معمولی در مردان کوهنورد، نشریه فیزیولوژی ورزشی، شماره ۱۴: ۴۵-۵۸.
۲. طهماسبی وریا، غلامپور محمد، و ابراهیمی زهره، (۱۳۹۰)، تأثیر گرم کردن با دو شدت مختلف بر اکسیداسیون چربی و کربوهیدرات حین فعالیت فزاینده وامانده ساز در بازیکنان تمرین کرده فوتبال، نشریه فیزیولوژی ورزشی، شماره ۱۴: ۷۵-۹۰.
۳. عباسی اصغر، ترتیبیان بختیار، و سید عامری میرحسن، (۱۳۸۷)، برآورد و مقایسه حداکثر نبض اکسیژن در نوجوانان پسر، نشریه حرکت، شماره ۳۵: ۶۹-۸۷.



۴. مک لارن، دان مورتون، و جیمز، (۲۰۱۲)، بیوشیمی ورزشی و سوخت‌وساز فعالیت ورزشی، ترجمه دکتر عباسعلی گائینی، چاپ اول، تهران، سمت، ۱۹۰-۲۲۲.
5. Abramowicz W, and Galloway SD. (2005). Effect of acute versus chronic L-carnitine L-tartrate supplementation on metabolic responses to steady state exercise in males and females. *International Journal Sport Nutrition Exercise Metabolism*, 15: 386-400.
  6. Temesi J, Johnson A, Raymond J, and Catriona A. (2011). Carbohydrate Ingestion during Endurance Exercise Improves Performance in Adults. *Journal of Nutrition*, 16: 1-8.
  7. Ziegenfuss T, and Greenwood M. (2012). Nutritional Supplements to Enhance Recovery. *Nutritional Supplements in Sports and Exercise*, 12: 2-4.
  8. Asker E. (2002). Regulation of fat metabolism in skeletal muscle. *Academic Science*, 74: 217-235.
  9. Brass E. (2000). Carnitine delays rat skeletal muscle fatigue in vitro. *Journal of Applied Physiology*, 25: 1515-1600.
  10. Broad Em, and Golloway SD. (2008). Carbohydrat, protein and fat metabolism during exercise following oral carnitinesupplimentation in men. *International Journal sport Nutrition Exercise Metabolism*, 78: 567-584.
  11. Rollo I. (2014). Carbohydrate: the football fuel. *Sports Science Exchange*, 27 127: 1-8.
  12. Dubelaar M. (2001). Acute effect of L-carnitine on skeletal muscle force tests in dogs. *American Journal of Physiology*, 260: 113- 181.
  13. Eroğlu H, Senel O, and Güzel NA. (2008). Effects of acute L-carnitine intake on metabolic and blood Lactate levels of elite badminton players. *Neuro Endocrinol journal*, 2: 261-266.
  14. Allyson L, and Nicholas A. (2010). Improved time to exhaustion following ingestion of the energy drink amino impact. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, doi:10.1186/1550-2783-7-14.
  15. Hagstrup CH, Stubkjoer M, Dyerberg J, and Schmidt B. (2000). Heart rate Variability and fatty acid content of blood cell membranes: a dose response study with n23 fatty acids. *Journal clinical Nutrition*, 70: 331-7.
  16. Coleman E. (2010). Carbohydrete requirements for exercise. *Nutrition Dimension*, 1-11.
  17. Benjamin T, Kanagaraj M, Ian A, and Paul L. (2011). Chronic oral ingestion of L-carnitine and carbohydrate increases muscle carnitine content and alters muscle fuel metabolism during exercisain humans: the dual role of muscle carnitine in exercise metabolism. School of Biomedical Sciences, University of Nottingham Medical School, Queen's Medical Centre, Nottingham, United Kingdom, 6-7.
  18. Piia K, Ari N, and Heikki R. (2007). Heart rate variability dynamics during early recovery after different endurance exercises. *Journal Applied Physiology*, 127: 4-5.
  19. Carter R, Chevront SN, Wray DW, Kolka MA, Stephenso, LA and Sawka MN. (2005). The influence of hydration status on heart rate variability after exercise heat stress. *Journal of thermal biology*, 87: 1-2.
  20. Stephens FB, Constantin-Teodosiu D, and Greenhaff PL. (2007). New insights concerning the roleofcarnitine in the regulation of fuel metabolismin skeletal muscle. *Journal Physiology*, 581: 431-444.

21. Stephens FB, Constantin-Teodosiu D, Laithwaite D, and Greenhaff PL. (2007). Insulin stimulates L-carnitine accumulation in human skeletal muscle. *FASEB Journal*, 20: 377-379.
22. Stuessi C, Meier C, and Boutellier U. (2005). L-carnitin and the recovery from exhaustive endurance exercise. *Journal Applied physiology*, 112: 431-435.
23. Michele Malaguarnera M, and Giovanni P. (2011). Oral acetyl-L-carnitine therapy reduces fatigue in overt hepatic encephalopathy. *Departments of Biological Chemistry, Medical Chemistry, and Molecular Biology*, 1-2.
24. Wall B, Stephens F, Constantin D, Marimuthu K, Macdonald L, and Greenhaff P. (2010). Increasing muscle carnitine content alters muscle fuel metabolism and improves exercise performance in humans. *College of Sports Science*, 53: 1002-1006.
25. Gomes M. (2000). Relation of some nutritional suppliments and physical performance. *Arch la noam Nutr*, 317-29.

---

**Comparison of acute ingestion of carbohydrate and L- carnitine supplementation on exhaustion time and heart rate variability during recovery from graded exercise in male college athletes**

**Sari-Sarraf V<sup>1\*</sup>, Amirsasan R<sup>1</sup>, Iranpour A<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Associate Professor, University of Tabriz, <sup>2</sup>MSc student in Exercise Physiology

Received: 18 February 2014

Accepted: 06 March 2015

---

**Abstract**

**Aim:** Sport supplementation is a conventional method to prevent of dehydration and body energy stores depletion in graded long-term exercise. Acute carbohydrate and L-carnitine supplementation probably effect time to exhaustion and heart rate variability during recovery from graded exercise in male college athletes.

**Method:** Fourty male college athletes were randomly recruited for this study, and divided into 4 groups (control, carbohydrate, L-carnitine and carbohydrate/L-carnitine supplementation) and ingested 500 cc supplements, 3 hours before exhaustive exercise. Times to exhaustion, heart rate variability in recovery and rating of perceived exertion were recorded and analysed. One-way ANOVA was used to analyze exhaustion and variance analysis ( $4 \times 2$ ) for changes in heart rate recovery period.

**Results:** Acute carbohydrate supplementation ( $P \leq 0.05$ ) had significant effect on time to exhaustion compared to L-carnitine. However, acute supplementation of carbohydrate and L-carnitine combination had a greater effect on time to exhaustion ( $P \leq 0.05$ ). Mean while, separate and combined supplementation had no significant effects on recovery heart rate variability and rating of perceived exertion.

**Conclusion:** Probably, use of combined carbohydrate and L-carnitine supplementation should be better than separate carbohydrate or L-carnitine in graded long- term exercise.

**Key words:** Supplementation, L-carnitine, exhaustion, heart rate and recovery

---

\*E-mail: vsarisarraf@yahoo.com