تاثیر مکمل‌سازی کوتاه‌مدت کوآنزیم Q10 بر لاکتات پلاسما و کراتین کیناز تام سرمی دانشجویان پسر سالم پس از یک وهله فعالیت هوازی

دکتر افشار جعفری[1*]، علیرضا رستمی[2]، دکتر وحید ساری صرّاف[3]

[1]دانشیار فیزیولوژی ورزشی دانشگاه تبریز، [2]کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش دانشگاه تبریز،
[3]استادیار فیزیولوژی ورزشی دانشگاه تبریز

تاریخ دریافت: ۹۰/۷/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۱/۳/۷

چکیده

هدف: تحقیق حاضر به منظور تعیین تاثیر مکمل‌سازی کوتاه مدت کوآنزیم Q10 بر لاکتات پلاسما و کراتین کیناز تام سرمی دانشجویان پسر سالم پس از یک وهله فعالیت هوازی انجام شد.

روش پژوهش: هیجده نفر مرد غیرورزشکار سالم داوطلب (سن۳±۲۴ سال، درصد چربی ۲±۱۲٪ و اکسیژن مصرفی بیشینه ۳±۳۹ میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه) به‌صورت تصادفی و دوسویه کور در دو گروه ۹ نفری همگن مکمل (کوآنزیم Q10: ۲/۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز) و شبه‌دارو (دکستروز: ۲/۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلو گرم وزن بدن در روز) جایگزین شدند. همه‌ی آزمودنی‌ها پس از ۱۴ روز مکمل‌سازی، در یک قرارداد ورزشی هوازی روی نوار گردان با ۷۵٪ اکسیژن مصرفی بیشینه به مدت ۳۰ دقیقه شرکت نمودند. نمونه‌ی خونی اولیه، قبل از شروع مکمل‌سازی و نمونه‌های خونی دوم و سوم به ترتیب بلافاصله قبل و پس از قرارداد ورزشی گرفته شد. شاخص‌های لاکتات پلاسمایی و کراتین‌کیناز تام سرمی توسط دستگاه اتوانالایزر اندازه‌گیری گردید. داده‌ها با استفاده از آزمون‌های تحلیل واریانس مکرر، تعقیبی بونفرونی و تی مستقل در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ بررسی شد.

یافته‌ها: نتایج حاکی است که مصرف ۱۴ روزه‌ی کوآنزیم Q10 در حالت پایه بر شاخص‌های مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری نداشت. از طرفی، ۳۰ دقیقه فعالیت هوازی باعث افزایش معنی‌دار لاکتات و کراتین‌کیناز گردید ($P<0/05$). با این حال، دامنه‌ی افزایش لاکتات و کراتین‌کینازگروه مکمل‌سازی کوآنزیم Q10 پس از انجام فعالیت هوازی کمتر از گروه شبه‌دارو بود ($P<0/05$).

نتیجه‌گیری: بر اساس یافته‌های حاضر می‌توان نتیجه گرفت که مکمل‌سازی کوتاه‌مدت (۱۴روزه) کوآنزیم Q10 می‌تواند موجبات افت لاکتات پلاسما و کراتین کیناز تام سرمی (شاخص‌های خستگی و آسیب سلولی) را در دانشجویان پسرغیرورزشکار پس از انجام فعالیت هوازی فراهم نماید.

واژگان کلیدی: فعالیت هوازی، کوآنزیمQ10، لاکتات، کراتین کیناز تام.

* E-mail: ajafari@tabrizu.ac.ir

مقدمه

امروزه شرکت در برنامه‌های ورزشی منظم بویژه تمرینات هوازی یک ضرورت انکار ناپذیر برای پیشگیری از بروز بیماری‌ها و بهبود کیفیت زندگی به شمار می‌رود (۷ و ۱۱). این در حالی است که در اثر انجام برخی از انواع فعالیت‌های ورزشی نسبتاً شدید ممکن است به علت برهم خوردن تعادل اسیدی-بازی (انباشت اسید لاکتیک) یا بروز فشار اکسایشی، موجبات افت برخی از ظرفیت‌های فیزیولوژیکی، بروز پدیده‌ی خستگی و سایر پیامدهای بعدی آن (ناپایداری و آسیب غشاهای سلولی) فراهم شود (۸). در این راستا، سیفی‌اسکی-شهر[1] و همکاران (۲۰۰۸) با مطالعه‌ی مردان غیرورزشکار نشان دادند که ۳۰ دقیقه دویدن (با ۷۵ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه) روی نوارگردان، باعث افزایش لاکتات خون و آنزیم کراتین‌کیناز تام سرمی (به عنوان شاخص فشار ورزشی و آسیب سلولی) می‌شود (۱۹). از این‌رو، محققین و متخصصین پزشکی ورزشی همواره دنبال راه‌کارهایی هستند که بتوانند در راستای بهبود عملکرد، از تغییرات نامطلوب ظرفیت فیزیولوژیکی شاخص‌های مربوط به خستگی جلوگیری کرده و یا دست کم آنرا به پایین‌ترین حد ممکن برسانند. یکی از شیوه‌های مقابله با اثرات نامطلوب خستگی و فشارهای ناشی از انجام فعالیت‌های ورزشی نسبتاً شدید استفاده از مکمل‌سازی‌های خوارکی مانند کوآنزیم Q10 یا یوبی‌کینون[2] است (۱۵، ۱۶ و ۲۰). زیرا، کوآنزیم Q10 به عنوان یک شبه ویتامین محلول در چربی (یک مولکول کینون با ۱۰ حلقه ایزوپرن[3]) و یکی از ترکیبات ضروری زنجیره‌ی انتقال الکترون با تسریع سوخت و ساز میتوکندریایی باعث رهایش انرژی زیستی در بافت‌های مختلف بدن بویژه عضلات اسکلتی می‌شود. از این‌رو، برخی از محققین معتقدند که با استفاده از مکمل‌سازی کوآنزیم Q10 (مصرف برونزاد به منظور ارتقای سطح پلاسمایی یا بافتی) می‌توان از فشارهای وارده یا تغییرات نامطلوب برخی از شاخص‌های زیست‌شیمیایی ناشی از افت انرژی حین انجام انواع فعالیت‌های ورزشی جلوگیری کرد (۴، ۱۵، ۱۸ و ۲۰). به عنوان مثال، کان[4] و همکاران (۲۰۰۷ و ۲۰۰۸) در تأیید نتایج شیمومورا[5] و همکاران (۱۹۹۱) اعلام داشتند که مکمل‌سازی کوآنزیم Q10 به عنوان یک مکمل ضداکساینده[6] و ضدخستگی[7] می‌تواند از تغییرات نامطلوب لاکتات و کراتین‌کیناز تام سرمی پس از انجام فعالیت‌های ورزشی نسبتاً سنگین جلوگیری کند (۱۵، ۱۶ و ۲۰). هی اِل[8] و همکاران (۲۰۰۸) نیز با استفاده از یک مدل حیوانی اشاره داشتند که مصرف این مکمل می‌تواند از بروز خستگی و آسیب‌های سلولی ناشی از انجام تمرینات سنگین بکاهد (۹). به عبارتی، مکمل‌سازی کوآنزیم Q10 با ارتقای سطح پلاسمایی-بافتی کوآنزیم Q10 و تسریع فسفریلاسیون اکسایشی (دسترسی بیشتر به انرژی زیستی) ممکن است از ناپایداری غشاهای سلولی، افت عملکرد پمپ کلسیمی (پروتئولیز ناشی از تجمع

1. Seifi-Skishahr
2. Ubiquinone
3. Isopren
4. Kon
5. Shimomura
6. Anti-oxidative
7. Anti-fatigue
8. He L

کلسیم درون سلولی) و نشت پروتئین و آنزیم‌های داخل سلولی به درون آب میان بافتی و خون جلوگیری نماید (۱۵، ۱۷ و ۲۴). با این حال، برخی محققین مانند فو[1] و همکاران (۲۰۱۰)، اسکو[2] و همکاران (۲۰۰۸)، کایکونن[3] و همکاران (۱۹۹۸ و ۲۰۰۲) وستون[4] و همکاران (۱۹۹۷)، زولیانی[5] و همکاران (۱۹۸۹)، معتقدند که این نوع مکمل‌سازی هیچ‌گونه تأثیری بر تغییرات لاکتات خون و کراتین کیناز تام سرمی ندارد (۸، ۱۲، ۱۳، ۲۳ و ۲۵). علت تضادهای موجود ممکن است مربوط به نوع طرح تحقیق، شرایط آزمودنی‌ها، قرارداد ورزشی، مکمل‌سازی و حتی نوع اندازه‌گیری شاخص‌های خستگی و آسیب سلولی باشد (۳، ۸، ۱۶ و ۱۸). به هر حال، با توجه به تناقضات موجود و کمبود تحقیقات جامع و دقیق در رابطه با تاثیر مصرف کوآنزیم Q10 بر شاخص‌های زیست‌شیمیایی مربوط به خستگی و فشار ورزشی (یا آسیب سلولی)، مطالعه‌ی حاضر در راستای تعیین تأثیر مکمل‌سازی کوتاه مدت کوآنزیم Q10 بر لاکتات پلاسما و کراتین‌کیناز تام سرم دانشجویان پسرسالم غیرورزشکار پس از یک وهله فعالیت هوازی ۳۰ دقیقه با شدت ۷۵٪ توان هوازی انجام شد تا به این سوال پاسخ دهد که آیا مصرف روزانه ۲/۵ میلی‌گرم کوآنزیم Q10 به ازای هر کیلوگرم وزن بدن طی ۱۴ روز می‌تواند از افزایش نامطلوب شاخص‌های خستگی و فشار ورزشی ناشی از یک وهله فعالیت بدنی نسبتاً شدید بکاهد یا خیر؟

روش پژوهش

الف) طرح تحقیق

تحقیق حاضر در قالب طرح‌های نیمه‌تجربی دو گروهی (تجربی و کنترل) با اندازگیری‌های مکرر (سه مرحله‌ای) به صورت دوسویه‌کور[6] پس از تأیید کمیته‌ی اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی تبریز انجام گردید. جامعه‌ی آماری تحقیق حاضر، شامل دانشجویان پسرسالم غیرورزشکار (بدون شرکت منظم در فعالیت‌ها و تمرینات بدنی و عدم مصرف هیچ‌گونه مکمل و دارو طی شش ماه گذشته) و غیرسیگاری (با میانگین سنی۳±۲۴ سال، درصد چربی ۲±۱۲٪ و اکسیژن مصرفی بیشینه ۳±۳۹ میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه) بودند. پس از توزیع اعلامیه‌ی همکاری شرکت در طرح تحقیقاتی حاضر در بین دانشجویان دانشگاه تبریز، ۸۰ نفر داوطلب اعلام آمادگی کردند. همه‌ی داوطلبین با حضور در جلسه‌ی هماهنگی و پس از شرح کامل اهداف و روش‌های اندازگیری توسط محقق، با تکمیل فرم رضایت آگاهانه و پرسشنامه‌های سلامتی و یادآمد تغذیه‌ای ۲۴ ساعته، مورد معاینات پزشکی قرار گرفتند. به‌علاوه، داوطلبین در یک ماه گذشته به طور سرخود یا به دلیل بیماری از دارو و مکمل‌های خوارکی طبیعی و صنعتی استفاده نکرده بودند. دو هفته قبل از شروع تحقیق، ابتدا شاخص‌های پیکرسنجی (آنتروپومتریک) قد، وزن و درصد چربی بدن اندازگیری شد. حجم نمونه‌ی مورد مطالعه برای هر یک از دو گروه با در نظر گرفتن طرح تحقیق و نتایج مطالعات قبلی (با

1. Fu
2. Skough
3. Kaikkonen
4. Weston
5. Zuliani
6. Double blind

خطای اول ۰/۰۵ و توان ۰/۸) هفت نفر برآورد شد (۱۶ و ۱۸). البته به منظور جلوگیری از افت احتمالی آزمودنی‌ها در طی مراحل تحقیق و با توجه به شاخص‌های پیکرسنجی و توان هوازی، حجم نمونه‌ی مورد مطالعه برای هر گروه ۱۰ نفر در نظر گرفته شد. در نهایت، با توجه به نتایج اولین مرحله‌ی خونگیری و براساس مقادیر پایه‌ی شاخص‌های خونی مورد مطالعه (یک هفته پس از اندازه‌گیری‌های توان هوازی و درست قبل از شروع قرارداد مکمل‌سازی) دو نفر از آزمودنی‌ها کنار گذاشته شد و مابقی در دو گروه همگن ۹ نفری دریافت‌کننده مکمل کوآنزیم Q10 و شبه‌دارو جایگزین شدند.

ب) ترکیب بدن (درصد چربی)

درصد چربی بدن آزمودنی‌ها با استفاده از دستگاه ضخامت سنج‌پوستی (کالیپر)[1] یاگامیمدل میکوشا (ساخت ژاپن) و فرمول سه نقطه‌ای دانشکده‌ی پزشکی ورزشی آمریکا[2] (چین‌های پوستی سه سربازویی، شکمی و فوق خاصره‌ای سمت راست)، تعیین شد (۱۴ و ۲۲).

۵/۱۸۸۴۵ – [(سن) ×۰/۱۵۷۷۲] + [(مجموع سه قسمت)^2 × ۰/۰۰۱۰۵ - (مجموع سه قسمت) × (۰/۳۹۲۸۷) = درصد چربی

ج) توان هوازی (اکسیژن مصرفی بیشینه)

توان هوازی یا اکسیژن مصرفی بیشینه با استفاده از آزمون وامانده‌ساز بروس[3](دویدن روی نوارگردان تکنوجیم[4]ساخت ایتالیا) و فرمول مربوطه به آن برآورد شد. نخستین مرحله‌ی این آزمون با سرعت ۱/۷ مایل در ساعت (۲/۷۴ کیلومتر در ساعت) و شیب ۱۰ درصد آغاز شد. سپس، در هر مرحله، ۱/۳ کیلومتر در ساعت به سرعت و ۲ درصد به شیب دستگاه اضافه شد. زمان واماندگی، هنگامی بود که آزمودنی‌ها قادر به ادامه‌ی فعالیت دویدن نبودند (۷ و ۱۰).

[۱۴/۷۶] – [(زمان)۱/۳۷۹]+[(زمان)^{2}۰/۴۵۱]-[(زمان)^{3}۰/۰۱۲] = (میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه) اکسیژن مصرفی بیشینه

د) قرارداد مکمل‌سازی کوتاه مدت کوآنزیم Q10

کپسول‌های کوآنزیم Q10 ساخت کارخانجات ایالات متحده‌ی آمریکا (با شماره پروانه بهداشتی ۳۰۲۰۱۱۰۶۱۰۳۵ اداره کل نظارت بر مواد غذایی وزارت بهداشت) از داروخانه‌های داخل کشور تهیه شد. سپس هر یک آزمودنی‌ها بدون اطلاع از محتوای کپسول (مطالعه‌ی دوسویه‌کور) به مدت ۱۴ روز بر اساس وزن بدن، روزانه یک عدد کپسول تهیه شده (گروه مکمل‌سازی: ۲/۵ میلی‌گرم به ازای هرکیلوگرم وزن بدن در روز کوآنزیم Q10 و گروه شبه‌دارو: به همان میزان دکستروز) مصرف می‌کردند. مقدار کوآنزیم Q10 مصرفی در تحقیق حاضر، براساس نتایج مطالعات قبلی و حداقل میزان کوآنزیم Q10 مورد نیاز برای ارتقای سطح پلاسمایی یا مقابله با افت ناشی از انجام یک فعالیت هوازی نسبتاً شدید، حدود ۲/۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز در نظر گرفته شد (۱، ۳ و ۱۷).

1. Skinfold Calipers
2. American College of Sport Medicine (ACSM)
3. Bruce
4. Teknogyme

ه) قرارداد ورزشی (فعالیت هوازی)

همه‌ی آزمودنی‌ها به ترتیب با فاصله‌ی استراحتی ۳۰ دقیقه پس از گرم کردن عمومی با استفاده از حرکات کششی و نرمشی، به مدت ۳۰ دقیقه با ۷۵ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه روی دستگاه نوارگردان تکنوجیم دویدند. شدت فعالیت بدنی در مطالعه‌ی حاضر براساس دستورالعمل دانشکده‌ی پزشکی ورزشی آمریکا برای مردان غیرورزشکار سالم و با توجه به نتایج تحقیقات گذشته در حدود ۷۵ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه (برابر با ۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره به شیوه‌ی کاروونن[1]) تعیین شد. به‌علاوه، فرض بر این بود که ۳۰ دقیقه فعالیت بدنی با این میزان شدت به عنوان یک فعالیت سخت و نسبتاً شدید (با دامنه‌ی ۷/۹-۶ و میانگین ۷ مت[2]) می‌بایست با اعمال فشار سوخت و سازی[3] باعث تغییرات قابل توجه در لاکتات و کراتین کیناز تام خون مردان غیرورزشکار می‌شود (۱، ۷ و ۱۹).

و) روش تهیه‌ی نمونه‌های خونی

نمونه‌های خونی در سه مرحله (مرحله‌ی اول: قبل از شروع دوره‌ی ۱۴ روزه‌ی مکمل‌سازی؛ مرحله‌ی دوم: پس از دوره‌ی مکمل‌سازی و بلافاصله قبل از شروع قرارداد ورزشی؛ و مرحله‌ی سوم: بلافاصله پس از اجرای قرارداد ورزشی) به میزان پنج میلی‌لیتراز ورید پیش آرنجی[4] بازوی راست آزمودنی‌ها تهیه شد که دو میلی‌لیتر از خون جهت اندازگیری لاکتات به لوله‌های آزمایشی حاوی ماده ضد انعقاد (K_2 EDTA) ریخته می‌شد و دو میلی‌لیتر از خون باقیمانده بدون افزودن ماده‌ی ضدانعقاد برای تهیه سرم و تعیین شاخص کراتین‌کیناز تام سرمی مورد استفاده قرار گرفت. همه‌ی اندازگیری‌ها در ساعت۱۱-۹ صبح، دمای۲۸-۲۶ درجه‌ی‌سانتی‌گراد، رطوبت ۵۵-۵۰ درصد، تهویه و نور محیطی یکسان انجام شد. به‌علاوه، آزمودنی‌ها ۴۸ ساعت قبل از انجام آزمون، از انجام هر گونه فعالیت بدنی اجتناب جسته و وعده‌ی غذایی (صبحانه‌ی) آن‌ها قبل از آزمون مشابه بود. به‌علاوه، قبل از خونگیری دوم، رژیم غذایی روزانه‌ی آزمودنی‌ها با استفاده از یادآمد تغذیه‌ای ۲۴ ساعته کنترل شد.

ز) روش اندازگیری‌های شاخص‌های خونی

لاکتات پلاسما با استفاده از روش آنزیمی و کیت شرکت پارس آزمون اندازه‌گیری شد. فعالیت آنزیم کراتین کیناز تام سرمی بوسیله‌ی کیت شرکت پارس آزمون دستگاه اتوآنالایزر (ساخت شرکت ابوت[5]آمریکا) تعیین شد. به منظور حذف اثرات زودگذر فعالیت ورزشی و شرایط آزمایشگاهی روی شاخص‌های خونی، تغییرات حجم خون و پلاسما با استفاده فرمول دیل و کاستیل[6] (۱۹۷۴) محاسبه شد (۵).

$$\Delta PV\ (\%) = 100 \times [(Hb_B\ (1- Hct_A \times 10^{-2})] / [Hb_A(1- Hct_B \times 10^{-2})] - 100$$

1. Karvonen
2. Met (metabolism equivalent)
3. Metabolic stress
4. Antecubital vien
5. Abbott
6. Dill and Costill

ح) روش‌های آماری

ابتدا وضعیت طبیعی داده‌ها (میانگین و انحراف استاندارد) با استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرنف بررسی شد. سپس تغییرات هر یک از شاخص‌ها طی مراحل مختلف اندازه‌گیری با آزمون‌های تحلیل واریانس مکرر و تعقیبی بونفرونی بررسی شد. اختلافات بین گروهی نیز با آزمون تی مستقل تعیین شد. همه‌ی عملیات‌ها و تحلیل‌های آماری در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ با استفاده از نرم‌افزارهای آماری Spss نسخه ۱۷ و Excel انجام شد.

یافته‌ها

در ابتدا باید اشاره داشت که کاهش اندک ۱/۷۴ و ۲/۴۳ درصدی حجم خون آزمودنی گروه‌های کنترل و مکمل به ترتیب پس از انجام قرارداد ورزشی غیرمعنی‌دار بود. میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های فردی و تغییرات شاخص‌های مورد مطالعه در هر سه مرحله خونگیری در جدول ۱ و ۲ آورده شده است. نتایج تحقیق حاکی است که تفاوت لاکتات پلاسما و کراتین‌کیناز تام سرمی دو گروه در حالت پایه و پیش از فعالیت ورزشی (جدول۲) معنی‌دار نیست. ولی میزان لاکتات پلاسما و کراتین‌کیناز تام سرمی هر دو گروه پس از فعالیت ورزشی به طور معنی‌دار افزایش پیدا کرد ($P<۰/۰۵$). البته، میزان افزایش هر دو شاخص در گروه شبه‌دارو نسبت به مکمل کوآنزیم Q10 به طور معنی‌داری بیشتر بود ($P<۰/۰۵$). به‌عبارتی، الگوی تغییرات شاخص‌های مورد مطالعه در دو گروه متفاوت بود.

جدول۱. ویژگی‌های فردی، پیکرسنجی و توان هوازی آزمودنی‌ها (هر گروه ۹ نفر)

گروه‌ها	سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (متر)	شاخص‌توده‌ی بدن (کیلوگرم/مترمربع)	درصد چربی	اکسیژن مصرفی بیشینه (میلی‌لیترکیلوگرم/دقیقه)
گروه مکمل	۲۵/۲۸±۰/۹۵	۶۸±۳/۳۶	۱/۷۳±۳/۵۵	۲۲/۵۹±۰/۵۴	۱۲/۲۳±۱/۹۲	۳۸/۰۵±۳/۲۶
گروه شبه دارو	۲۴/۴۲±۱/۵۱	۶۷/۷۱±۲/۸۱	۱/۷۲±۱/۸۸	۲۲/۸۰±۰/۵۱	۱۲/۴۴±۱/۲۳	۳۸/۱۵±۳/۷۱

جدول۲. تغییرات لاکتات پلاسما و کراتین کیناز تام سرمی در دو گروه و هر نوبت اندازه‌گیری (هر گروه ۹ نفر)

شاخص‌ها	گروه‌ها	قبل از مکمل‌سازی	قبل از فعالیت ورزشی	پس از فعالیت ورزشی
لاکتات (میلی‌مول/لیتر)	گروه مکمل	۱/۹۰±۰/۴۴	۱/۷۷±۰/۸۳	۳/۲۱±۰/۴۹*†
	شبه دارو	۱/۶۸±۰/۶۷	۲/۰۵±۰/۷۵	۴/۶۶±۰/۳۵*
کراتین کیناز (واحد بین‌المللی/لیتر)	گروه مکمل	۱۰۲±۱۰/۶۴	۱۱۳/۳۱±۱۲/۴۷	۱۵۰/۱۶±۹/۵۶*†
	شبه دارو	۱۰۷/۶۵±۲۱/۲۵	۱۱۶/۷۳±۲۱/۵۸	۱۶۴/۷۳±۳۱/۵۷*

* تفاوت معنی‌دار بین دو مرحله‌ی قبل و بعد از انجام فعالیت ورزشی ($P<۰/۰۵$)

† تفاوت معنی‌دار بین گروه مکمل و شبه دارو ($P<۰/۰۵$)

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر در راستای تعیین تأثیر مکمل‌سازی ۱۴ روزه‌ی کوآنزیم Q10 بر لاکتات پلاسما (شاخص خستگی) و کراتین‌کیناز تام سرمی (شاخص فشار ورزشی و آسیب سلولی) دانشجویان پسر سالم غیرورزشکار حاکی است که الگوی تغییرات شاخص‌های مورد مطالعه در دو گروه مکمل کوآنزیم Q10 و شبه دارو متعاقب انجام فعالیت هوازی نیم ساعته با شدت ۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره متفاوت است. به طوری که دامنه‌ی تغییرات لاکتات و کراتین کیناز تام گروه مکمل نسبت به شبه دارو پس از انجام قرارداد ورزشی به ترتیب در حدود ۴۷ و ۹ درصد کمتر می‌باشد. با این حال، تفاوت دامنه‌ی تغییرات لاکتات و کراتین کیناز تام دو گروه قبل از انجام فعالیت ورزشی (مرحله‌ی یک و دو پس از اتمام دوره‌ی مکمل‌سازی) معنی‌دار نیست (جدول۲).

به هر حال، نتیجه‌ی تحقیق حاضر مبنی بر تأثیر معنی‌دار مکمل‌سازی ۱۴ روزه‌ی کوآنزیم Q10 بر دامنه‌ی تغییرات لاکتات و کراتین کیناز تام متعاقب قرارداد ورزشی با نتایج برخی از مطالعات قبلی از جمله کان و همکاران (۲۰۰۷ و ۲۰۰۸)، هی اِل و همکاران (۲۰۰۸) و شیمومورا و همکاران (۱۹۹۱) همسو است (۹، ۱۵، ۱۶ و ۱۹). به عبارتی، مکمل‌سازی کوآنزیم Q10 در موقعیت‌های فشارآفرین مانند فعالیت‌های ورزشی سنگین (با افت سطح پلاسمایی کوآنزیم Q10) ممکن است با افزایش سطح کوآنزیم Q10 پلاسمایی-سلولی باعث افزایش فسفریلاسیون اکسایشی، تسریع انتقال الکترون از فلاوو پروتئین‌ها به سیتوکروم‌ها (یعنی بازسازی هوازی ذخایر انرژی زیستی درون سلولی: آدنوزین تری فسفات)، تشدید دسترسی به منابع غیرکربوهیدراتی، افزایش سوختوساز اسیدهای چرب (وابستگی کمتر به مسیر گلیکولیز بی‌هوازی) و در نهایت انباشتگی کمتر لاکتات باشد (۹، ۱۵، ۱۶ و ۱۷). با این حال، نتیجه‌ی تحقیق حاضر با نتایج فو و همکاران (۲۰۱۰)، اسکو و همکاران (۲۰۰۸)، کایکونن و همکاران (۱۹۹۸ و ۲۰۰۲) وستون و همکاران (۱۹۹۷)، و زولیانی و همکاران (۱۹۸۹) در تضاد است (۸، ۱۲، ۱۳، ۲۳ و ۲۵). به طوری‌که گروه زولیانی با مطالعه‌ی ۱۲ نفر دانشجوی غیرورزشکار اشاره داشتند که یک ماه مکمل‌سازی Q10 (روزانه ۱۰۰میلی‌گرم) هیچ گونه تأثیری بر تغییرات شاخص‌های سوخت و سازی بویژه لاکتات خون و کراتین کیناز تام (پس از انجام دو وهله فعالیت متوسط روی چرخ کارسنج) ندارد (۲۵). وستونو همکاران(۱۹۹۷) نیز با بررسی ورزشکاران استقامتی‌کار عنوان داشتند که ۲۸ روز مکمل‌سازی کوآنزیم Q10 (با مصرف روزانه یک میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) هیچ‌گونه تأثیر معنی‌داری بر لاکتات خون ندارد (۲۳). تضاد موجود ممکن است به دلیل تفاوت در شیوه‌ی مکمل‌سازی (نوع مکمل، درجه‌ی خلوص، میزان و زمان مصرف) و قرارداد ورزشی (شدت، مدت و نوع فعالیت) باشد (۸، ۹، ۱۵ و ۲۱). زیرا، براساس نتایج مطالعات موجود، میزان مصرف روزانه‌ی کوآنزیم Q10 (به دلیل نیمه‌عمر ۳۳ ساعته و خاصیت آبگریزی همراه با وزن مولکولی بالا) به صورت تک وعده‌ای باید حداقل ۲/۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن باشد تا سطح پلاسمایی آن به حد ۲/۵ میکروگرم در میلی‌لیتر (حداقل سطح مفید مربوط به بهبود عملکردهای قلبی-عروقی) برسد (۱، ۳ و ۱۷). این در حالی است که میزان مصرف روزانه‌ی آزمودنی‌های زولیانی و وستون کمتر از سطح اثرگذاری کوآنزیم Q10 می‌باشد (۸، ۱۷، ۲۳ و ۲۵). به‌علاوه، آزمودنی‌های تحقیق زولیانی در یک فعالیت بدنی با شدت متوسط شرکت داشته‌اند (۱۱ و ۲۵). از این‌رو، دور انتظار نیست که سطح لاکتات گروه مکمل با شبه‌دارو مشابه باشد. زیرا، نتایج برخی تحقیقات حاکی است که مکمل‌سازی کوآنزیم Q10 با مصرف روزانه ۲/۵ میلی‌گرم به ازای هر

کیلوگرم وزن بدن تنها در شرایط افت کوآنزیم Q10 درون سلولی (مانند افت ناشی از افزایش سن و بروز بیماری‌های استحاله‌ای یا شرکت در فعالیت‌های نسبتاً شدید) می‌تواند باعث کاهش لاکتات تولیدی و پیامدهای بعدی آن شود (۳، ۴ و۸). به علاوه، نتایج مربوط به تغییرات لاکتات پلاسمایی پایه در تحقیق حاضر همراه با نتایج فو و همکاران (۲۰۱۰) خود مؤید این مطلب است (۸). به‌طوری‌که فو و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی اثر مقادیر مختلف مکمل‌سازی کوآنزیم Q10 (با مصرف ۱/۵، ۱۵ و ۴۵ میلی‌گرم در روز به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) متعاقب یک وهله فعالیت هوازی متوسط وامانده‌ساز (شنا با باری معادل پنج درصد وزن بدن) اشاره داشتند که هیچ گونه تفاوتی بین سطح لاکتات موش‌های سوری دریافت‌کننده‌ی مکمل و کنترل مشاهده نمی‌شود، اما زمان واماندگی و غلظت گلیکوژن کبدی آزمودنی‌های دریافت‌کننده‌ی مکمل به طور معنی‌دار بیشتر از گروه کنترل است. بنابراین، می‌توان گفت که مکمل‌سازی Q10 در شرایط استراحت و فعالیت‌های بدنی زیربیشینه‌ی سبک و متوسط احتمالاً (به دلیل عدم وابستگی به دستگاه گلیکولیز بی‌هوازی و تأکید بیشتر بر سوخت و ساز اسیدهای چرب) نمی‌تواند بر سطوح لاکتات خون تأثیر بگذارد (۸).

به هر حال، در برخی از مطالعات اشاره شده است که افت سطح پلاسمایی کوآنزیم Q10 (تا حد کمتر ۰/۶ میکروگرم در لیتر) متعاقب فعالیت هوازی نسبتاً شدید (یا نزدیک به آستانه‌ی بی‌هوازی LTP_2[1]) ممکن است با تجمع لاکتات (اسیدوز و پیامدهای بعدی آن)، افت دسترسی به انرژی زیستی (پروتئولیز ناشی از تجمع کلسیم درون سلولی) و حتی فشار اکسایشی باعث بروز آسیب سلولی (پراکسیداسیون و ناپایداری غشای فسفولیپیدی) یا تغییرات نامطلوب شاخص‌های غیرمستقیم فشار و آسیب عضلانی مانند کراتین کیناز تام سرمی شود (۲، ۱۱، ۱۵ و ۲۰). در این راستا، نتیجه‌ی تحقیق حاضر مبنی بر تأثیر مکمل‌سازی کوتاه‌مدت کوآنزیم Q10 بر تغییرات کراتین‌کیناز تام سرمی مردان غیرفعال پس از یک وهله فعالیت هوازی (با شدت ۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره) با نتایج برخی از مطالعات قبلی همسو است (۹، ۱۵، ۱۶ و ۲۰). یکی از سازکارهای احتمالی ممکن است مربوط به نقش کوآنزیم Q10 در پایداری غشای فسفولیپیدی (کاهش افت انرژی و فشار اکسایشی) باشد (۲، ۱۵ و ۲۰). با این حال، یافته‌ی حاضر با برخی از نتایج قبلی از جمله اسکو و همکاران (۲۰۰۸) کایکونن و همکاران (۱۹۹۸ و ۲۰۰۲) و زولیانی و همکاران (۱۹۸۹) در تضاد است (۱۱، ۱۲، ۲۱ و ۲۵). تضاد موجود ممکن است به دلیل تفاوت در نوع طرح، آزمودنی، مکمل‌سازی و قراردادهای ورزشی تحقیق حاضر در مقایسه با تحقیقات گذشته باشد (۲، ۳، ۸، ۱۶ و ۲۰). به عنوان مثال، اسکو و همکاران (۲۰۰۸) با بررسی ۱۴ نفر (۸ زن و ۶ مرد) مبتلا به نشانگان پسافلجی[2] طی ۱۲ هفته تمرینات وزنه تمرینی (سه جلسه در هفته با شدت اولیه‌ی ۵۰-۶۰ درصد یک تکرار بیشینه) اشاره داشتند که مصرف روزانه ۲۰۰ میلی‌گرم کوآنزیم Q10 (دو وعده‌ی ۱۰۰ میلی‌گرمی صبح و شب) هیچ گونه تأثیر معنی‌داری بر کراتین کیناز تام ندارد (۲۱). در این راستا، باید اذعان داشت که سازوکار و الگوی تغییرات آنزیم کراتین کیناز تام سرمی متعاقب فعالیت‌های هوازی و مقاومتی متفاوت است. به طوری که افزایش آنزیم کراتین کیناز تام سرمی متعاقب فعالیت‌های مقاومتی عمدتاً به دلیل پارگی سارکولما یا غشای سلول عضلانی رخ می‌دهد؛ در حالی‌که افزایش غلظت سرمی این آنزیم متعاقب فعالیت هوازی و استقامتی بیشتر در اثر نشت ناشی از افت انرژی و ناپایداری یا آسیب ناشی از پراکسیداسیون فسفولیپیدهای غشای سلولی است (۲، ۱۵ و

1. Second lactate turn point (or Anaerobic threshold)
2. Post-polio syndrome

۱۶). هم‌چنین، الگوی تغییرات این شاخص پس از انجام تمرینات هوازی به شکلی است که پس ۲۴ ساعت به اوج خود رسیده و سپس به تدریج کاهش می‌یابد. در حالی‌که در اثر فشار مکانیکی حین تمرینات مقاومتی (بویژه انقباض‌های برونگرای غیرمرسوم) ممکن است سطح سرمی این شاخص همچنان به دلیل بروز آسیب سلولی به طور معنی‌داری تا ۸ روز بالاتر از سطح طبیعی (مردان ۱۹۵-۲۴ و زنان ۱۷۰-۲۴ واحد بین‌المللی در لیتر) باشد (۲ و ۷). هم‌چنین، در مطالعات گذشته اشاره نشده که مکمل‌سازی کوآنزیم Q10 به‌طور مستقیم از پارگی سارکولما و آسیب سلولی ناشی از فشار و بارکاری مربوط به فعالیت‌های مقاومتی جلوگیری می‌نماید. به‌علاوه، نمی‌توان از دخالت ناهم‌گونی و حجم اندک نمونه‌های مورد مطالعه بر تحلیل داده‌ها و نتیجه‌گیری گروه تحقیقاتی اسکو چشم‌پوشی کرد (۲۱). به هر حال، بدون توجه به محدودیت عدم اندازگیری تغییرات کوآنزیم Q10 پلاسمایی، نتیجه‌ی تحقیق حاضر حاکی است که ۱۴ روز مکمل‌سازی کوآنزیم Q10 با مصرف روزانه ۲/۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن می‌تواند از تغییرات نامطلوب آنزیم کراتین کیناز تام سرمی مردان غیرورزشکار سالم پس از یک وهله فعالیت نسبتاً شدید با شدت ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه جلوگیری نماید.

نتیجه‌گیری

در کل، با مقایسه‌ی نتایج تحقیق حاضر و یافته‌های قبلی می‌توان گفت که مکمل‌سازی ۱۴ روزه‌ی کوآنزیم Q10 (با مصرف روزانه ۲/۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن) به عنوان یک مکمل ضدخستگی و ضداکساینده می‌تواند از افزایش لاکتات پلاسمایی و تغییرات نامطلوب فعالیت آنزیم کراتین کیناز تام سرمی پسران دانشجوی سالم پس از انجام نیم ساعت فعالیت هوازی با شدت ۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره‌ی بیشینه (معادل ۷۵ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه) جلوگیری نماید. از این‌رو، در راستای کاهش دامنه‌ی تغییرات لاکتات پلاسما و کراتین کیناز تام سرمی متعاقب یک فعالیت نیم ساعته‌ی هوازی نسبتاً شدید با در نظر گرفتن جوانب احتیاط می‌توان به مردان سالم غیرورزشکار توصیه کرد که با مشورت و نظارت پزشکان و افراد متخصص در یک دوره‌ی مکمل‌سازی ۱۴ روزه‌ی کوآنزیم Q10 با مصرف روزانه ۲/۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن شرکت نمایند. لازم به ذکر است که در رابطه با عوارض مصرف این مکمل‌سازی (حتی با مقادیر مصرفی ۳۰۰۰ میلی‌گرم در روز) تا کنون گزارشی ارایه نشده است (۸)، اما بهتر است تا روشن شدن اثرات قطعی مکمل‌سازی‌های کوتاه و بلندمدت کوآنزیم Q10 بر سایر شاخص‌های زیست‌شیمیایی با احتیاط لازم از این مکمل‌سازی استفاده شود.

تشکر

این مقاله بر اساس بخشی از پایان‌نامه آقای علیرضا رستمی جهت دریافت مدرک کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی از دانشکده‌ی تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تبریز تهیه شده است. لذا از همکاری مسئولان محترم دانشگاه تبریز و کلیه‌ی ورزشکارانی که در مطالعه‌ی حاضر شرکت داشتند، صمیمانه تقدیر و تشکر می‌گردد.

منابع

1. Bhagavan HN, and Chopra RK. (2006). Coenzyme Q10: absorption, tissue uptake, metabolism and pharmacokinetics. Free Radic Res, 40:445-53.
2. Brancaccio P, Maffulli N, and Limongelli FM. (2007). Creatine kinase monitoring in sport medicine. Brit Med Bull, 81:209-30.
3. Cooke M, Iosia M, Buford T, Shelmadine B, Hudson G, and Kerksick C. (2008). Effects of acute and 14-day coenzyme Q10 supplementation on exercise performance in both trained and untrained individuals. J Int Soc Sports Nutr, 5:8.13.
4. Deichmann R, Lavie C, and Andrews S. (2010). Coenzyme q10 and statin-induced mitochondrial dysfunction. Ochsner J, 10:16-21.
5. Dill DB, and Costill DL. (1974).Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration. J Appl Physiol, 37:247-8.
6. Ehlers GG, Ball TE, and Liston L. (2002). Creatine kinase levels are elevated during 2-a-day practices in collegiate football players. J Athl Training, 37:151-6.
7. Ehrman JK. (2010). American College of Sports Medicine. ACSM's resource manual for Guidelines for exercise testing and prescription. 6th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; pp 2-84.
8. Fu X, Ji R, and Dam J. (2010). Antifatigue effect of coenzyme Q10 in mice. J Med Food, 13:211-5.
9. He L, Li G, Feng X, Shi H, Chang D, and Ye K. (2008). Effect of energy compound on skeletal muscle strain injury and regeneration in rats. Ind Health. 46:506-12.
10. Heyward VH. (2010). Advanced fitness assessment and exercise prescription. 6th ed. Champaign, IL: Human Kinetics, pp 75-79.
11. Hofmann P, and Tschakert G. (2011). Special needs to prescribe exercise intensity for scientific studies. Cardiol Res Pract, 2011:209-302.
12. Kaikkonen J, Nyyssonen K, PorkkalaSarataho E, Poulsen HE, MetsaKetela T, and Hayn M. (1997). Effect of oral coenzyme Q10 supplementation on the oxidation resistance of human VLDL+LDL fraction: Absorption and antioxidative properties of oil and granule-based preparations. Free Radical Bio Med, 22:1195-202.
13. Kaikkonen J, Tuomainen TP, Nyyssonen K, and Salonen JT. (2002). Coenzyme Q10: absorption, antioxidative properties, determinants, and plasma levels. Free Radic Res, 36:389-97.
14. Kaminsky LA. (2010). American College of Sports Medicine. ACSM's health-related physical fitness assessment manual. 3rd ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins Health, pp 61-71.

15. Kon M, Kimura F, Akimoto T, Tanabe K, Murase Y, and Ikemune S. (2007). Effect of Coenzyme Q10 supplementation on exercise-induced muscular injury of rats. Exerc Immunol Rev,13:76-88.
16. Kon M, Tanabe K, Akimoto T, Kimura F, Tanimura Y, and Shimizu K. (2008). Reducing exercise-induced muscular injury in kendo athletes with supplementation of coenzyme Q10. Br J Nutr, 100:903-9.
17. Littarru GP, and Tiano L. (2007). Bioenergetic and antioxidant properties of coenzyme Q10: recent developments. Mol Biotechnol, 37:31-7.
18. Mizuno K, Tanaka M, Nozaki S, Mizuma H, Ataka S, and Tahara T. (2008). Antifatigue effects of coenzyme Q10 during physical fatigue. Nutrition, 24:293-9.
19. Seifi-Skishahr F, Siahkohian M, and Nakhostin-Roohi B. (2008). Influence of aerobic exercise at high and moderate intensities on lipid peroxidation in untrained men. J Sport Med Phys Fit, 48:515-21.
20. Shimomura Y, Suzuki M, Sugiyama S, Hanaki Y, and Ozawa T. (1991). Protective effect of coenzyme Q10 on exercise-induced muscular injury. Biochem Biophys Res Commun, 176:349-55.
21. Skough K, Krossen C, Heiwe S, Theorell H, and Borg K. (2008). Effects of resistance training in combination with coenzyme Q10 supplementation in patients with post-polio: a pilot study. J Rehabil Med, 40:773-5.
22. Swisher AK, Yeater R, Moffett K, Baer L, and Stanton B. (2003). A comparison of methods to determine body fat in individuals with cystic fibrosis: a pilot study, JEPonline, 6:105-114.
23. Weston SB, Zhou S, Weatherby RP, and Robson SJ. (1997). Does exogenous coenzyme Q10 affect aerobic capacity in endurance athletes? Int J Sport Nutr, 7:197-206.
24. Zhou S, Zhang Y, Davie A, Marshall-Gradisnik S, Hu H, and Wang J. (2005). Muscle and plasma coenzyme Q10 concentration, aerobic power and exercise economy of healthy men in response to four weeks of supplementation. J Sports Med Phys Fitness, 45:337-46.
25. Zuliani U, Bonetti A, Campana M, Cerioli G, Solito F, and Novarini A. (1989). The influence of ubiquinone (Co Q10) on the metabolic response to work. J Sports Med Phys Fitness, 29:57-62.

Effect of short-term Coenzyme Q10 supplementation on plasma lactate and serum total creatine kinase in healthy collegiate men after an aerobic exercise

Jafari A[1]*, Rostami A[2], Sari Sarraf V[3]

[1]Associate Professor in Exercise Physiology, University of Tabriz
[2]MSc in Exercise Physiology, University of Tabriz
[3]Assistant Professor in Exercise Physiology, University of Tabriz

Abstract

Aim: The aim of this study was to determin the effect of short-term Coenzyme Q10 supplementation on plasma lactate and serum total creatine kinase (CK) in healthy collegiate men after an aerobic exercise.

Method: Eighteen healthy untrained men (age 24±3 years, body fat 12±2%, and VO_2max 39±3 ml/kg/min) in a randomized and double-blind design were allocated in two equal groups: supplement group (n=9, Coenzyme Q10: 2.5 mg/kg/day) and placebo group (n=9, Dextrose: 2.5 mg/kg/day). After supplementation period, all subjects were participated in aerobic exercise protocol with 75% VO_2max on the treadmill for 30 minutes. Blood samples obtained before the Q10 supplementation along with immediately before and after the exercise protocol, respectively. Plasma lactate and serum total creatine kinase were determined by automatic analyzers. Data were analyzed by repeated measure ANOVA, Bonferroni and independent t test at $P \leq 0.05$.

Results: The results show that short-term Coenzyme Q10 supplementation has no significant effect on basal parameters. However, plasma lactate and serum total CK were significantly increased ($P<0.05$) after the aerobic exercise. Nevertheless, the change range of lactate, CK after exercise in supplement group was less than in placebo group ($P<0.05$).

Conclusion: Based on the results, it can be concluded that short-term (14 days) Coenzyme Q10 supplementation can reduce aerobic exercise-induced lactate and creatine kinase elevations (Fatigue and cellular damage indices) in untrained males.

Key words: Aerobic exercise, Coenzyme Q10, Lactate, Total creatine kinase.

*E-mail: ajafari@tabrizu.ac.ir