مقاله پژوهشی

مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز

دوره ۳۴ شماره ۳ مرداد و شهریور ۱۳۹۱ صفحات ۵۱- ۴۶

اثر فعالیت هوازی و مکمل‌سازی کوتاه مدت کوآنزیمQ10 بر شاخص فشار اکسایشی و ظرفیت ضداکسایشی تام مردان غیرفعال

علیرضا رستمی: گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران، نویسنده رابط:
E-mail: rostami.alireza100@yahoo.com
افشار جعفری: گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

دریافت: ۹۰/۷/۷ پذیرش: ۹۰/۹/۱۶

چکیده

زمینه و اهداف: با توجه به مطالعات محدود مربوط به اثر مصرف کوآنزیم Q10 بر پاسخ فشار اکسایشی ناشی از انجام فعالیت‌های ورزشی، تحقیق حاضر به منظور تعیین اثر مکمل‌سازی کوتاه مدت کوآنزیمQ10 بر ظرفیت ضداکسایشی تام و مالوندی‌آلدئید سرم مردان غیر فعال پس از یک وهله فعالیت هوازی انجام شد.

مواد و روش‌ها: ۲۰ مرد غیر فعال داوطلب (۳±۲۵سال، درصد چربی ۲±۱۳٪ و اکسیژن مصرفی بیشینه ۲±۳۹ میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه) در دو گروه تصادفی همگن شده‌ی مکمل (با مصرف روزانه ۲/۵ میلی‌گرم کوآنزیمQ10 به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) و شبه دارو (با مصرف روزانه ۲/۵ میلی‌گرم دکستروز به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن) تقسیم 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. نمونه‌های خونی، قبل از مکمل‌سازی Q10 و قبل و بعد از قرارداد ورزشی گرفته شد. میانگین (انحراف استاندارد) داده‌های طبیعی با استفاده از آزمون‌های تحلیل واریانس مکرر، بونفرونی و تی مستقل در سطح معنی‌داری پنج درصد بررسی شدند

یافته‌ها: نتایج حاکی است که مصرف ۱۴ روزه کوآنزیمQ۱۰ در حالت پایه بر شاخص فشار اکسایشی (مالوندی‌آلدئید) تأثیر معنی‌داری نمی‌گذارد (P۰/۰۵<). به علاوه، فعالیت‌هوازی باعث افزایش معنی‌دار مالوندی‌آلدئید و کاهش معنی‌داری ظرفیت ضداکسایشی شد (P۰/۰۵>)؛ با این حال، دامنه‌ی افزایش مالوندی‌آلدئید، و همچنین افت توان ضد اکسایشی گروه مکمل‌سازی کوآنزیمQ10 پس از انجام فعالیت هوازی کمتر از گروه شبه‌دارو بود (P۰/۰۵>).

نتیجه‌گیری: براساس یافته‌های حاضر می‌توان نتیجه گرفت که مکمل سازیکوآنزیمQ10 می‌تواند با افزایش ظرفیت ضداکسایشی تام پایه، از تغییرات نامطلوب شاخص‌های مالوندی‌آلدئید سرمی به عنوان شاخص آسیب‌های فشار اکسایشی ناشی از انجام یک وهه فعالیت هوازی در مردان غیرفعال بکاهد.

کلید واژه‌ها: فعالیت هوازی، کوآنزیمQ10، ظرفیت ضداکسایشی، فشار اکسایشی، پراکسیداسیون لیپیدی

مقدمه

فعالیت بدنی منظم همراه با تغذیه‌ی متعادل کارایی دستگاه‌های بدن را بهبود می‌بخشد. با این حال، افزایش مصرف اکسیژن در عضلات اسکلتی فعال هنگام فعالیت بدنی شدید و نامنظم با افزایش نشت الکترون از میتوکندری و تولید نامتعادل بنیان‌های آزاد به ویژه گونه‌های فعال اکسیژن (بنیان‌های سوپراکسید، پراکسید هیدروژن و هیدروکسیل) به ماکروملکول‌های زیستی از جمله اسیدهای هسته‌ای(اسیدهای نوکلئیک)، پروتئین‌ها و لیپیدها آسیب می‌رساند. به عنوان مثال، تحقیقی که توسط نخستین روحی و همکاران (۲۰۰۸) روی مردان غیرورزشکار سالم انجام گرفت نشان داد که ۳۰ دقیقه دویدن (با ۷۵ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه) روی نوارگردان، باعث کاهش معنی‌دار ظرفیت ضداکسایشی تام و افزایش معنی‌دار مالوندی‌آلدئید گردید. به هر حال، محققین و متخصصین پزشکی ورزشی همواره دنبال راهکارهایی هستند که بتوانند از بروز فشار اکسایشی و آسیب‌های مربوط جلوگیری کرده و یا دست کم آن را به پایین‌ترین حد ممکن برسانند. یکی از شیوه‌های مقابله با اثرات نامطلوب فشار اکسایشی ناشی از فعالیت-های ورزشی نسبتاً سنگین و شدید استفاده از مکمل‌سازی‌های خوارکی است به طوری که طی سال‌های اخیر علاقه‌ی زیادی به

مطالعه‌ی اثرات مصرف مکمل‌های خوراکی در محافظت بدن در برابر صدمات ناشی از فشار اکسایشی و خستگی حین و پس از انواع فعالیت‌های ورزشی به وجود آمده است. به عنوان مثال، می‌توان به اثرات مفید کوآنزیمQ10 به عنوان یک ماده‌ی ضداکسایندە خوارکی اشاره داشت. کوآنزیم Q10 یا یوبی‌کینون یکی از ضداکسایندەهای بی‌خطری است که از سوی متخصصین به منظور کاهش خستگی و صدمات اکسایشی ناشی از انواع بیماری‌های مختلف تجویز می‌شود. این مکمل یکی از ضداکسایندەی محلول در چربی و از ترکیبات ضروری زنجیره‌ی انتقال الکترون درون غشای میتوکندری است که در تمام سلول‌های بدن به ویژه قلب، کبد، کلیه و لوزالمعده از اسید آمینه‌ی تیروزین به صورت درونزاد ساخته می‌شود (۲۵-۱). با این حال، برخی محققین معتقدند که مکمل‌سازی یوبی‌کینون می‌تواند تا حدود زیادی از بروز فشار اکسایشی و پیامدهای بعدی آن جلوگیری نماید (۸). به عنوان مثال، دونراوی و همکاران (۲۰۱۰) با مطالعه‌ی شناگران جوان گزارش کردند که مصرف ۲۲ روزه مکمل کوآنزیم Q10 (۳۰۰ میلیگرم) با افزایش ظرفیت ضداکسایشی پایه و کاهش پراکسیداسیون لیپیدی سبب کاهش فشار اکسایشی می‌گردد (۸). به علاوه، کوک و همکاران (۲۰۰۸) با مطالعه‌ی ۲۲ مرد تمرین کرده و غیرفعال به این نتیجه رسیدند که مکمل‌سازی ۱۴ روزه کوآنزیم Q10 باعث افزایش غلظت درون عضلانی کوآنزیم Q10 و کاهش سطوح مالون‌دی‌آلدئید در حین و پس از فعالیت می‌شود (۵). البته، کان و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که مصرف چهار هفته‌ای ۳۰۰ میلی‌گرم مکمل کوآنزیمQ10 در روز نمی‌تواند بر دامنه‌ی تغییرات مالون‌دی‌آلدئید سرمی پس از انجام فعالیت ورزشی تأثیری بگذارد (۱۷). همچنین، سوهال و همکاران (۲۰۰۵) اشاره داشتند که این مکمل نمی‌تواند بر ظرفیت ضداکسایشی تام تأثیر داشته باشد (۲۷-۲۶). گروه تحقیقاتی لکسونن (۱۹۹۸) نیز نشان داد که مکمل‌سازی کوآنزیم Q10 نمی‌تواند با افزایش ظرفیت ضداکسایشی تام از تغییرات نامطلوب مالون‌دی‌آلدئید به عنوان شاخص اصلی پراکسیداسیون غشاهای زیستی جلوگیری نماید (۱۹). لذا به دلیل کمبود مطالعات جامع در زمینه‌ی مکمل‌سازی کوآنزیم Q10 و فعالیت‌های ورزشی هنوز این سوال مطرح است که آیا واقعاً مکمل‌سازی کوتاه مدت کوآنزیم Q10 می‌تواند با افزایش ظرفیت ضداکسایشی تام از بروز آسیب‌های اکسایشی ناشی از انجام تمرینات نسبتا شدید بکاهد و یا دست کم باعث کاهش اثرات نامطلوب فشار اکسایشی و شاخص‌های آن شود؟ از این‌رو، مطالعه‌ی حاضر با هدف تعیین تاثیر مکمل‌سازی کوتاه مدت کوآنزیم Q10 بر ظرفیت ضداکسایشی تام و مالون‌دی‌آلدئید پس از یک وهله فعالیت هوازی در مردان غیر فعال انجام شد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در قالب طرح‌های نیمه‌تجربی دو گروهی (تجربی و کنترل) با اندازه‌گیری‌های مکرر (سه مرحله‌ای) به صورت دوسویه‌کور انجام گردید. جامعه‌ی آماری تحقیق حاضر، شامل مردان دانشجوی سالم و غیرفعال دانشگاه تبریز (بدون شرکت منظم در فعالیت‌ها، تمرینات‌بدنی و عدم مصرف هیچ گونه مکمل و دارو طی شش ماه گذشته) و غیرسیگاری بودند. پس از توزیع اعلامیه‌ی همکاری شرکت در طرح تحقیقاتی حاضر در بین دانشجویان ۸۰ نفر داوطلب اعلام آمادگی کردند. همه‌ی داوطلبین با حضور در جلسه‌ی هماهنگی و پس از شرح کامل اهداف و روش‌های اندازه‌گیری توسط محقق، با تکمیل فرم رضایت آگاهانه و پرسشنامه‌های سلامتی و یادداری تغذیه‌ای، مورد معاینات پزشکی قرار گرفتند. 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 شاخص های آنتروپومتریک (پیکرسنجی) قد، وزن، اکسیژن مصرفی بیشینه (آزمون هوازی بروس) و درصد توده‌ی چربی بدن آزمودنی‌ها با استفاده از دستگاه ضخامت سنج‌پوستی (کالیپر) و فرمول سه نقطه‌ای دانشکده پزشکی ورزشی آمریکا (چین‌های پوستی سه سربازویی، شکمی و فوق خاصره‌ای سمت راست)، اندازه‌گیری شد. پس از تعیین میزان ضخامت‌های چین پوستی، میانگین دو بار اندازه‌گیری هر نقطه از بدن در فرمول ذیل قرار داده شد.

$$\text{درصد چربی} = (\text{مجموع سه قسمت}) \times (۰/۳۹۲۸۷) - ۵/۱۸۴۵ - [(\text{سن}) \times ۰/۱۵۷۷۲] + [(\text{مجموع سه قسمت})^{۲} \times ۰/۰۰۱۰۵$$

از بین ۸۰ نفر داوطلب ۲۰ نفر با میانگین سنی ۳±۲۵سال، درصد چربی ۲±۱۳٪ و با اکسیژن مصرفی بیشینه ۲±۳۹ میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه، انتخاب و به صورت تصادفی در دو گروه همگن شده‌ی دریافت‌کننده‌ی مکمل کوآنزیم Q10 (روزانه ۲/۵ میلیگرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز به مدت چهارده روز) و شبه‌دارو (۲/۵ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) جایگزین شدند. کپسول‌های کوآنزیم Q10 از شرکت نیچرمید آمریکا با مجوز بهداشتی IRC ۱۲۲۸۰۶۰۳۰۴ از اداره کل نظارت بر مواد غذایی وزارت بهداشت تهیه شد. همچنین جهت کنترل تغذیه آزمودنی‌ها در طول طرح تحقیق از پرسشنامه یادداری ۲۴ ساعته رژیم غذایی استفاده شد. نمونه‌ی خونی اولیه در حالت پایه قبل از شروع مکمل‌سازی از ورید پیش‌آرنجی بازوی راست همه‌ی آزمودنی‌ها تهیه شد. خونگیری دوم پس از تکمیل دوره‌ی ۱۴ روزه‌ی مکمل‌سازی و قبل از شروع فعالیت هوازی (۷۵ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه به مدت ۳۰ دقیقه) انجام شد. سپس همه‌ی آزمودنی‌ها به ترتیب با فاصله‌ی استراحتی ۳۰ دقیقه پس از گرم کردن عمومی با استفاده از حرکات کششی و نرمشی روی دستگاه نوارگردان، به مدت ۳۰ دقیقه با ۷۵ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه دویدندو، بلافاصله خونگیری سوم از آزمودنی‌ها به عمل آمد. در هر بار خونگیری حدود پنج میلی‌لیتر خون از آزمودنی‌ها گرفته می‌شد که یک و نیم میلی‌لیتر از خون گرفته شده جهت

اندازه‌گیری CBC در ویال‌های مخصوص حاوی ماده ضد انعقاد (k_2EDTA) ریخته شد و خوب به هم زده شد. چهار میلی‌لیتر از خون باقیمانده بدون افزودن ماده‌ی ضدانعقاد برای تهیه سرم و تعیین شاخص‌های خونی مورد نظر مانند ظرفیت ضداکسایشی‌تام (TAC)، مالون‌دی‌آلدهید مورد استفاده قرار گرفت. همه‌ی اندازه-گیری‌ها در ساعت یکسان، دمای (۲۸-۲۶ درجه‌ی‌سانتیگراد)، رطوبت (۵۰ درصد)، تهویه و نور محیطی یکسان انجام شد. به علاوه، آزمودنی‌ها ۴۸ ساعت قبل از انجام آزمون، از انجام هر گونه فعالیت بدنی سنگین اجتناب جسته و وعده‌ی غذایی آن‌ها قبل از آزمون مشابه بود.

روش اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی

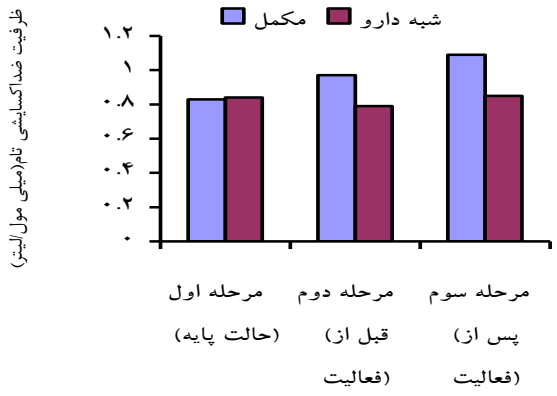
به منظور تعیین ظرفیت ضداکسایشی‌تام از آزمونFRAP استفاده شد. در این روش توانایی پلاسما در احیای یون های فریک (Fe^{3+}) اندازه‌گیری می‌شود با احیای یون‌های فریک و تبدیل آن به یون‌های فرو (Fe^{2+}) درPH اسیدی و با حضور معرف‌های اختصاصی، کمپلکس آبی رنگی ایجاد می‌شود که در طول موج ۵۹۳ نانومتر و با دستگاه اسپکتروفتومتری (ساخت شرکت بیوتک آمریکا) قابل اندازه‌گیری است. اساس روش اندازه گیری مالون‌دی‌آلدئید سرمی بر پایه واکنش با تیوباربیتوریک اسید (TBA)، استخراج با بوتانل نرمال، اندازه‌گیری جذب با دستگاه اسپکتروفتومتری و مقایسه‌ی جذب با منحنی استاندارد می‌باشد. اندازه‌گیری مالون‌دی‌آلدهید با حل کردن ۵۰۰ میکرولیتر سرم در ۳ میلی لیتر اسید فسفریک ۱٪ آغاز می گردد. پس از ورتکس (ساخت شرکت هیدولف آلمان) کردن به میزان ۱ میلی لیتر محلول تیوباربیتوریک اسید ۰/۶۷٪ به لوله آزمایش اضافه شده و پس از ورتکس کامل به مدت ۴۵ دقیقه در داخل یک بن ماری در حال جوش قرار داده می‌شود. پس از اتمام مدت لازم لوله های آزمایش را زیر آب سرد خنک کرده، به میزان ۲ میلی لیتر بوتانل نرمال اضافه نموده و به مدت ۱ الی ۲ دقیقه ورتکس نموده و سپس به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۳۰۰۰ rpm سانتریفوژ نموده و پس از جدا کردن فاز آلی (محلول رویی) اندازه‌گیری جذب نوری در طول موج ۵۳۲ نانومتر، غلظت سرمی مالون‌دی‌آلدهید تعیین می‌گردد. شمارش سلول‌های خونی به شیوه‌ی اچ وان با شمارشگر آمریکایی میندرای (BC-3000 plus) صورت گرفت. به منظور حذف اثرات زودگذر فعالیت ورزشی و شرایط آزمایشگاهی روی شاخص‌های خونی، تغییرات حجم خون و پلاسما با استفاده فرمول دیل و کاستیل (۱۹۷۴) محاسبه شد (۷).

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

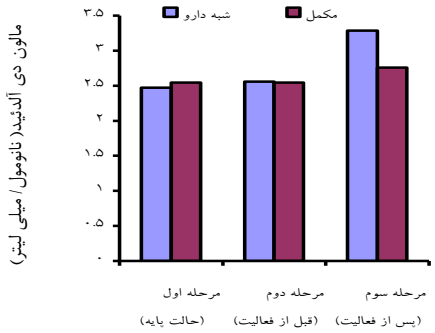
به منظور تحلیل آماری، ابتدا وضعیت توزیع داده‌ها (میانگین و انحراف استاندارد) با استفاده از آزمون کلموگروف- اسیمرنف بررسی شد. سپس تغییرات هر یک از شاخص‌ها طی مراحل مختلف با استفاده از آزمون‌های تحلیل واریانس مکرر و تعقیبی بونفرونی بررسی شد. اختلافات بین گروهی نیز با استفاده از آزمون تی مستقل تعیین شد. به علاوه، سهم اثر عوامل مداخله‌گر با استفاده از مجذور امگا مشخص گردید. همه‌ی عملیات‌ها و تحلیل‌های آماری در سطح معنی‌داری پنج درصد با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SPSS18 و Excel 2007 انجام شد.

یافته‌ها

میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های فردی (سن، وزن، قد، شاخص توده‌ی بدن، درصد چربی و توان هوازی) در جدول یک آورده شده است. تغییرات شاخص‌های مورد مطالعه طی سه مرحله خون‌گیری نیز در در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج تحقیق حاکی است که مصرف ۱۴ روزه کوآنزیم Q10 در حالت پایه بر شاخص فشار اکسایشی (مالون‌دی‌آلدهید) تأثیر معنی‌داری نمی‌گذارد (P<۰/۰۵). (جدول۲ و اشکال ۱ و ۲). به علاوه، فعالیت‌هوازی باعث افزایش معنی‌دار مالون‌دی‌آلدهید و کاهش معنی‌داری ظرفیت ضداکسایشی شد (P<۰/۰۵). با این حال، دامنه‌ی افزایش مالون‌دی‌آلدئید، و همچنین افت توان ضداکسایشی گروه مکمل‌سازی کوآنزیم Q10 پس از انجام فعالیت هوازی کمتر از گروه شبه‌دارو بود (P<۰/۰۵).



نمودار ۱: تغییرات ظرفیت ضداکسایشی تام سرمی دو گروه قبل و بعد از فعالیت هوازی و مکمل‌سازی



نمودار ۲: تغییرات مالون‌دی‌آلدئید سرمی دو گروه قبل و بعد از فعالیت هوازی و مکمل‌سازی

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های فیزیولوژیکی و آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها

گروه	سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (متر)	درصد چربی	شاخص توده‌ی بدن (کیلوگرم بر مجذور متر)	اکسیژن‌مصرفی‌بیشینه (میلی لیتر/ کیلوگرم/دقیقه)
گروه مکمل کوآنزیم Q10	۲۵/۷۱±۱/۶۹	۶۹/۹۳±۲/۸۹	۱/۷۳±۰/۶۸	۱۳/۶۱±۰/۲۹	۲۶/۹۴±۱/۸۵	۳۹/۵۹±۲/۰۱
گروه شبه دارو	۲۴/۲۹±۱/۸۸	۷۱/۸۶±۲/۱۱	۱/۷۲±۰/۰۳	۱۳/۲۰±۰/۶۸	۲۵/۸۴±۱/۴۶	۳۹/۷۶±۲/۶۴

جدول ۲: میانگین و انحراف معیار شاخص‌های مورد مطالعه در دو گروه طی مراحل مختلف اندازگیری

شاخص	گروه	مرحله پایه	قبل از فعالیت	پس از فعالیت
ظرفیت ضداکسایشی تام سرمی(میلی مول/ لیتر)	گروه مکمل	۰/۸۳±۰/۶۸	۰/۹۷±۰/۹۸	۱/۰۹±۰/۹۹*†
	شبه دارو	۰/۸۴±۰/۵۶	۰/۷۹±۰/۵۲	۰/۸۵±۰/۴۱*
مالون دی آلدهید سرمی (نانومول/ میلی لیتر)	گروه مکمل	۲/۵۴±۰/۳۴	۲/۵۴±۰/۲۸	۲/۷۵±۰/۲۹*†
	شبه دارو	۲/۴۷±۰/۲۳	۲/۵۵±۰/۲۱	۳/۲۸±۰/۴۴*

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های تحقیق حاضر مبنی بر افت معنی‌دار ظرفیت ضداکسایشی تام سرمی بلافاصله پس از یک وهله فعالیت هوازی با یافته‌های نخستین روحی و همکاران (۲۰۰۸) هم‌خوانی دارد. چنانکه، گروه تحقیقاتی نخستین روحی اعلام کردند که ۳۰ دقیقه دویدن (با ۷۵ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه) روی نوارگردان، باعث کاهش معنی‌دار ظرفیت ضداکسایشی تام می‌گردد (۲۲). اما ساچک و همکاران (۲۰۰۳) با مطالعه‌ی مردان جوان و پیر سالم نشان دادند که ظرفیت ضداکسایشی خون بلافاصله پس از ۴۵ دقیقه دویدن در شیب منفی با شدت ۷۵ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه کاهش نمی‌یابد؛ ولی آن‌ها اشاره داشتند که افت معنی‌دار ظرفیت ضداکسایشی در هر دو گروه ۲۴ و۷۲ ساعت پس از فعالیت شدید ورزشی دیده می‌شود (۲۴). تضاد بین یافته‌های حاضر با نتایج گروه تحقیقاتی ساچک را می‌توان به سن آزمودنی‌ها ربط داد. البته، تفاوت در نوع قرارداد ورزشی و وضعیت آمادگی بدنی آزمودنی‌ها می‌تواند مؤثر باشد (۱۴،۶،۱). به علاوه، نتایج تحقیق حاضر حاکی است که مکمل‌سازی ۱۴ روزه‌ی کوآنزیمQ10 (با مصرف روزانه ۲/۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) با سهم اثر۴۵/۶۳ درصدی ضمن افزایش ظرفیت ضداکسایشی پایه از افت بیش از حد ظرفیت ضداکسایشی تام سرمی مردان غیرفعال پس از یک وهله فعالیت هوازی جلوگیری می‌نماید. در این راستا، دونراوی و همکاران (۲۰۱۰) نیز اعلام کردند که مصرف ۳۰۰ میلی‌گرم مکمل کوآنزیم Q10 به مدت ۲۲ روز ضمن افزایش ظرفیت ضداکسایشی پایه، از افت ظرفیت ضداکسایشی سرمی پس از انجام فعالیت ورزشی جلوگیری می‌کند (۸). همچنین، نتایج مطالعه‌ی تیانو و همکاران (۲۰۰۷) حاکی است که مکمل‌سازی کوآنزیم Q10 (۳۰۰ میلی گرم در روز) باعث بهبود فعالیت سوپراکسید دسموتاز خارج سلولی (به عنوان یک ضداکسایندهٔ تأثیرپذیر) می‌شود (۲۸). ساز و کار احتمالی پیشنهاد شده در رابطه با اثرات مکمل‌سازی کوآنزیم Q10 بر افزایش توان ضداکسایشی‌تام به این صورت است که کوآنزیم-Q10 با افزایش ضداکسایندهای درون سلولی می‌تواند ظرفیت و توان ضداکسایشی تام سرمی را بالا ببرد (۲۲،۹). با این حال، نتایج برخی از مطالعات گذشته حاکی است که تغییرات این شاخص بسیار اندک است (۲۳،۲۶). به عنوان مثال، می‌توان به نتایج مطالعه‌ی سوهال و همکاران (۲۰۰۵) مبنی بر عدم تأثیر کوآنزیم Q10 (۹۰ تا ۳۷۱ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن به مدت ۱۴ ماه) بر کاهش ظرفیت ضداکسایشی‌تام اشاره کرد (۲۷). تضاد یافته حاضر، با نتایج مطالعه‌ی سوهال ممکن است ناشی از تفاوت‌های موجود در نوع آزمودنی، تنوع برنامه‌های تمرینی و شدت فعالیت باشد (۱۶). از طرفی، افزایش معنی‌دار

مالون‌دی‌آلدئید بلافاصله پس از فعالیت هوازی با نتایج برخی از محققین از جمله ن گولد فرب (۲۰۰۷) (۱۵) و بلومر (۲۰۰۵) هم-خوانی دارد (۲). به عنوان مثال، گروه تحقیقاتی گولد فرب در گزارش خود اشاره داشتند ۳۰ دقیقه دویدن (با ۸۰ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه) روی نوارگردان، باعث افزایش معنی‌دار مالون‌دی‌آلدئید، می‌گردد (۱۵). همچنین، بلومر و همکاران (۲۰۰۵) اشاره داشتند که میزان مالون‌دی‌آلدئید پس از یک فعالیت وامانده-ساز (دویدن به مدت ۳۰ دقیقه با ۸۰ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه) در مردان غیرورزشکار به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد (۲). با این حال، یافته‌ی مطالعه‌ی حاضر با نتایج برخی از تحقیقات قبلی در تضاد است (۲). به عنوان مثال، گروه تحقیقاتی بلومر (۲۰۰۵) با مطالعه‌ی مردان ورزشکار نشان دادند که هیچ گونه تغییر معنی‌داری در غلظت مالون‌دی‌آلدئید متعاقب نیم ساعت رکاب زدن با شدت ۷۰ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه مشاهده نمی‌شود (۲). وجود این تناقضات ممکن است ناشی از عوامل اثرگذار و مداخله‌گری مانند وضعیت سلامتی، سن، جنس، تفاوت‌های فردی (۴)، آمادگی بدنی (۱)، پاسخ متفاوت بافت‌ها، ترکیب بدنی، شدت و نوع فعالیت بدنی (۶)، محیط و ضعف ظرفیت ضداکسایشی باشد (۳،۱).

از طرفی، نتایج تحقیق حاضر حاکی است که مکمل‌سازی ۱۴ روزه‌ی کوآنزیم Q10 (با مصرف روزانه ۲/۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) با سهم اثر ۸۶/۳۶ درصدی از بروز تغییرات نامطلوب مالون‌دی‌آلدئید به عنوان یکی از شاخص‌های فشار اکسایشی مردان غیرفعال پس از یک وهله فعالیت هوازی جلوگیری نماید. به عنوان مثال، نتایج فوئاد و همکاران (۲۰۱۱) حاکی است که مصرف ۱۰ میلی‌گرم کوآنزیم Q10 در هر کیلوگرم وزن بدن به مدت پنج روز باعث کاهش پراکسیداسیون لیپیدی می‌شود (۱۱). همچنین، دونراوی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که مکمل‌سازی ۱۲ روزه‌ی کوآنزیم Q10 و تمرینات مرتب شنا می‌تواند به طور معنی‌دار باعث کاهش دامنه‌ی تغییرات مالون-دی‌آلدئید متعاقب فعالیت ورزشی شود (۸). به علاوه، کان و همکاران (۲۰۰۸) نیز در تحقیق ۲۰ روزه خود روی ورزشکاران رزمی‌کار (کندو) اعلام کردند که مصرف ۳۰۰ میلی‌گرم کوآنزیم Q10 طی شش هفته سبب کاهش میزان مالون‌دی‌آلدهید پس از فعالیت ورزشی می‌شود (۱۸). ساز و کارهای مختلفی از سوی محققین پیشنهاد شده اند. به طوری که برخی محققین معتقدند که این مکمل‌سازی با افزایش توان ضداکسایشی و حذف بنیان‌های آزاد موجبات کاهش پراکسیداسیون لیپیدی را فراهم می‌نماید (۲۳). با این حال، یافته‌های مطالعه‌ی حاضر با نتایج کان و همکاران (۲۰۰۷) (۱۸) و لکسونن و همکاران (۱۹۹۵) (۱۹) در تناقض است. برای مثال، کان و همکاران (۲۰۰۷) اشاره داشتند که مصرف چهار هفته‌ای مکمل کوآنزیمQ10 (۳۰۰ میلی‌گرم کوآنزیم Q10 در روز) بر مالون‌دی‌آلدئید موش‌ها بی‌تأثیراست (۱۷). پس احتمال این هست که تفاوت نوع قراردادهای ورزشی، مدل حیوانی و دستگاه‌های انرژی درگیر (۱۸)، روش‌ها و ابزار اندازه‌گیری (کیت‌ها، مواد و دستگاه‌ها آزمایشگاهی) (۲۲) موجب تناقضات شده باشد (۶).

در کل، با مقایسه‌ی نتایج تحقیق حاضر و یافته‌های قبلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که مکمل‌سازی کوتاه مدت کوآنزیمQ10 موجب کاهش شاخص‌های فشار اکسایشی و افزایش ظرفیت توان ضداکسایشی سرمی مردان غیرفعال پس از انجام فعالیت هوازی نیم ساعته با ۷۵ درصد اکسیژن مصرفی بیشنه می‌گردد. در نتیجه می‌توان پیشنهاد کرد که قبل از انجام فعالیت هوازی با مکمل‌سازی کوآنزیم Q10 از افت ظرفیت ضداکسایشی و بروز فشار اکسایشی ناشی از انجام فعالیت‌های هوازی نسبتاً شدید می‌توانند تحت نظر متخصصین از مکمل‌سازی کوتاه مدت کوآنزیم Q10 استفاده کنند. البته نباید از عوارض منفی افراط در مقادیر مصرفی بالای کوآنزیم Q10 چشم‌پوشی کرد. بنابراین، توصیه می‌گردد تا روشن شدن اثرات قطعی این مکمل بر سایر عوامل زیستی با در نظر گرفتن جوانب احتیاط و تحت نظارت افراد متخصص از این مکمل‌سازی استفاده شود.

تقدیر و تشکر

این مقاله بر اساس پایان‌نامه‌ی علیرضا رستمی کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی از دانشکده‌ی تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تبریز تهیه شده است. لذا از همکاری افرادی که در مطالعه‌ی حاضر شرکت داشتند، صمیمانه تقدیر و تشکر می‌گردد.

References

1. Bloomer RJ, Goldfarb AH, McKenzie MJ. Oxidative stress response to aerobic exercise: comparison of antioxidant supplements. *Med Sci Sports Exerc* 2006; **38:** 1098-1105.
2. Bloomer RJ, Goldfarb AH, Wideman L, McKenzie MJ, Consitt LA. Effects of acute aerobic and anaerobic exercise on blood markers of oxidative stress. *J Strength Cond Res* 2005; **19:** 276-285.
3. Carlsohn A, Rohn S, Mayer F, Schweigert FJ. Physical activity, antioxidant status, and protein modification in adolescent athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2010; **42:** 1131-1139.
4. Carvalho J, Marques E, Ascensao A, Magalhaes J, Marques F, Mota J. Multicomponent exercise program improves blood lipid profile and antioxidant capacity in older women. *Arch Gerontol Geriatr* 2010; **5:** 5-11.

5. Cooke M, Iosia M, Buford T, Shelmadine B, Hudson G. Effects of acute and 14-day coenzyme Q10 supplementation on exercise performance in both trained and untrained individuals. *J Int Soc Sports Nutr* 2008; **5:** 8.
6. Cooney RV, Dai Q, Gao YT, Chow WH, Franke AA, Shu XO. Low Plasma Coenzyme Q10 Levels and Breast Cancer Risk in Chinese Women. *Cancer Epidemiol Biomarkers* 2011; **35:** 10-18.
7. Dill DB, Costill DL. Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration. *J Appl Physiol* 1974; **37:** 247-248.
8. Donrawee A. Physical Performance in Young Swimmers: A Pilot Study. *The Open Sports Medicine Journal* 2010; **4:** 8.
9. Donrawee L, Sawattikanon N. Coenzyme Q10 Supplementation Decreases Oxidative Stress and Improves. *Eur J Pharmacol* 2007; **600:** 91-98.
10. Fisher-Wellman K, Bloomer RJ. Acute exercise and oxidative stress: a 30 year history. *Dyn Med* 2009; **8:** 1.
11. Fouad AA, Al-Sultan AI, Yacoubi MT. Coenzyme Q10 counteracts testicular injury induced by sodium arsenite in rats. *Eur J Pharmacol* 2011; **655:** 91-98.
12. Fu X, Ji R, Dam J. Antifatigue effect of coenzyme Q10 in mice. *J Med Food* 2010; **13:** 211-215.
13. Gokbel H, Gergerlioglu HS, Okudan N, Gul I, Buyukbas S, Belviranli M. Effects of coenzyme Q10 supplementation on plasma adiponectin, interleukin-6, and tumor necrosis factor-alpha levels in men. *J Med Food* 2010; **13:** 216-218.
14. Gokbel H, Gul I, Belviranl M, Okudan N. The effects of coenzyme Q10 supplementation on performance during repeated bouts of supramaximal exercise in sedentary men. *J Strength Cond Res* 2010; **24:** 97-102.
15. Goldfarb AH, McKenzie MJ, Bloomer RJ. Gender comparisons of exercise-induced oxidative stress: influence of antioxidant supplementation. *Appl Physiol Nutr Metab* 2007; **32:** 1124-1131.
16. Gutierrez-Mariscal FM, Perez-Martinez P, Delgado-Lista J, Yubero-Serrano EM, Camargo A, Delgado-Casado N. Mediterranean diet supplemented with coenzyme Q10 induces postprandial changes in p53 in response to oxidative DNA damage in elderly subjects. *Age (Dordr)* 2011; **35:** 13-19.
17. Kon M, Kimura F, Akimoto T, Tanabe K, Murase Y, Ikemune S,. Effect of Coenzyme Q10 supplementation on exercise-induced muscular injury of rats. *Exerc Immunol Rev* 2007; **13:** 76-88.
18. Kon M, Tanabe K, Akimoto T, Kimura F, Tanimura Y, Shimizu K. Reducing exercise-induced muscular injury in kendo athletes with supplementation of coenzyme Q10. *Br J Nutr* 2008; **100:** 903-909.
19. Laaksonen R, Fogelholm M, Himberg JJ, Laakso J. Ubiquinone supplementation and exercise capacity in trained young and older men. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1995; **72:** 95-100.
20. Merrells KJ, Friel JK, Knaus M, Suh M. Following 2 diet-restricted male outdoor rock climbers: impact on oxidative stress and improvements in markers of cardiovascular risk. *Appl Physiol Nutr Metab* 2008; **33:** 1250-1256.
21. Mizuno K, Tanaka M, Nozaki S, Mizuma H, Ataka S, Tahara T. Antifatigue effects of coenzyme Q10 during physical fatigue. *Nutrition* 2008; **24:** 293-299.
22. Nakhostin-Roohi B, Babaei P, Rahmani-Nia F, Bohlooli S. 2008. Effect of vitamin C supplementation on lipid peroxidation, muscle damage and inflammation after 30-min exercise at 75% VO2max. *J Sports Med Phys Fitness* 2006; **48(2)**: 217-224.
23. Rotig A. News in ubiquinone biosynthesis. *Chem Biol* 2010; **17:** 415-416.
24. Sacheck JM, Milbury PE, Cannon JG, Roubenoff R, and Blumberg JB. Effect of vitamin E and eccentric exercise on selected biomarkers of oxidative stress in young and elderly men. *Free Radic Biol Med* 2003; **34:** 1575-1588.
25. Seifi-Skishahr F, Siahkohian M, Nakhostin-Roohi B. Influence of aerobic exercise at high and moderate intensities on lipid peroxidation in untrained men. *J Sports Med Phys Fitness* 2008; **48:** 515-521.
26. Sena CM, Nunes E, Gomes A, Santos MS, Proenca T, Martins MI. Supplementation of coenzyme Q10 and alpha-tocopherol lowers glycated hemoglobin level and lipid peroxidation in pancreas of diabetic rats. *Nutr Res* 2008; **28:** 113-121.
27. Sohal RS, Kamzalov S, Sumien N, Ferguson M, Rebrin I, Heinrich KR. Effect of coenzyme Q10 intake on endogenous coenzyme Q content, mitochondrial electron transport chain, antioxidative defenses, and life span of mice. *Free Radic Biol Med* 2006; **40:** 480-487.
28. Tiano L, Belardinelli R, Carnevali P, Principi F, Seddaiu G. Effect of coenzyme Q10 administration on endothelial function and extracellular superoxide dismutase in patients with ischaemic heart disease: a double-blind, randomized controlled study. *Eur Heart J* 2007; **28:** 2249-2255.