

اثر مکمل سازی کوآنزیم Q10 بر کراتین کیناز سرمی، لکوسیتوز، ترومبوسیتوز و نیمرخ لیپیدی خون مردان غیر فعال متعاقب فعالیت هوازی

علیرضا رستمی^{۱*}، افشار جعفری^۲، وحید ساری صراف^۳ Ph.D.

۱- دانش آموخته کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
۲- فیزیولوژی ورزشی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
* پست الکترونیک نویسنده مسئول: rostami.alireza100@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۶/۱۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۲/۲۳

چکیده

هدف: با توجه به مطالعات محدود مربوط به اثر مصرف کوآنزیم Q10 بر پاسخ ناشی از ورزش شاخص های زیستی، تحقیق حاضر به منظور تعیین اثر کوتاه مدت مکمل سازی کوآنزیم Q10 بر کراتین کیناز تام سرمی، لکوسیتوز، ترومبوسیتوز و نیمرخ لیپیدی خون مردان غیر فعال پس از یک وهله فعالیت هوازی انجام شد.

مواد و روش ها: ۲۰ مرد غیرفعال (۲۲ تا ۲۶ سال، توده‌ی چربی ۱۳ تا ۱۶ درصد و اکسیژن مصرفی بیشینه ۳۸ تا ۴۲ میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه) در دو گروه تصادفی همگن شده‌ی مکمل و شبه‌دارو (مصرف روزانه ۲/۵ میلی‌گرم/کیلوگرم وزن بدن کوآنزیم Q10 یا دکستروز) تقسیم شدند. همه‌ی آزمودنی‌ها پس از ۱۴ روز مکمل سازی در یک فعالیت هوازی روی نوار گردان با ۷۵ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه به مدت ۳۰ دقیقه شرکت نمودند. نمونه‌های خونی، قبل از مکمل سازی و قبل و بعد از قرارداد ورزشی گرفته شد. داده‌ها با استفاده از آزمون‌های ANOVA، بونفرونی و تی مستقل در سطح معنی‌داری پنج درصد بررسی شدند.

نتایج: نتایج نشان داد که مصرف کوتاه مدت کوآنزیم Q10 در حالت پایه بر همه‌ی شاخص‌ها (به غیر از تری‌گلیسرید و لیپوپروتئین کم-چگال) تاثیر معنی‌داری نداشت ($P < 0/05$). فعالیت هوازی باعث افزایش معنی‌دار کراتین کیناز، تجمع پلاکتی، لکوسیت‌ها و کاهش کلسترول تام، لیپوپروتئین کم‌چگال و تری‌گلیسرید شد ($P < 0/05$). در نهایت، تجمع پلاکتی و افزایش لکوسیت‌ها در گروه مکمل پس از انجام فعالیت هوازی کمتر از گروه شبه‌دارو بود ($P < 0/05$).

نتیجه گیری: این یافته‌ها نشان می‌دهد که مکمل سازی ۱۴ روزه‌ی کوآنزیم Q10 می‌تواند سبب بهبود نیمرخ لیپیدی پایه و کاهش لکوسیتوز و ترومبوسیتوز ناشی از انجام فعالیت ورزشی در خون مردان غیرفعال شود.

واژگان کلیدی: تجمع پلاکتی، کراتین کیناز، کوآنزیم Q10، لیپوپروتئین‌ها

مقدمه

فعالیت بدنی منظم همراه با تغذیه‌ی متعادل یک راه ساده برای پیشگیری از بروز بیماری‌ها، حفظ سلامت و بهبود کیفیت زندگی ضروری است. در این راستا، نتایج مطالعات حاکی است که انجام فعالیت‌های هوازی با شدت متوسط به بالا می‌تواند برای افراد غیرورزشکار و حتی بیمار مفید باشد (۱). با این حال، برخی محققین معتقدند که انجام برخی از انواع فعالیت‌های ورزشی برای افراد غیرورزشکار ممکن است با اعمال فشارهای مکانیکی - متابولیکی باعث بروز آسیب‌های سلولی (افزایش کراتین کیناز سرم Creatin kinase)، فرآیندهای التهابی (Inflammation) و ترومبوتیکی (Thrombotic) شود (۲، ۳ و ۴)؛ از اینرو، محققین و متخصصین پزشکی ورزشی همواره دنبال راه‌کارهایی هستند که بتوانند از بروز آسیب‌های احتمالی یا فرآیندهای التهابی و ترمبوتیکی ناشی از فعالیت‌های ورزشی شدید جلوگیری کرده و یا دست کم آن را به پایین‌ترین حد ممکن برسانند. یکی از شیوه‌های مقابله با آسیب عضلانی، تجمع پلاکتی، و التهاب ناشی از ورزش‌های نسبتاً شدید استفاده از مکمل‌سازی‌های خوراکی است (۵، ۶ و ۷). کوآنزیم Q10 (Coenzyme) یا یوبی‌کینون (Ubiquinone) نیز بعنوان یکی از ترکیبات ضروری زنجیره‌ی انتقال الکترون و یک شبه‌ویتامین محلول در چربی از جمله مکمل‌های خوراکی است که معمولاً به منظور کاهش خستگی و صدمات التهابی - اکسایشی ناشی از انواع بیماری‌های مختلف تجویز می‌شود (۵ و ۸). به علاوه، برخی محققین معتقدند که مکمل‌سازی کوآنزیم Q10 می‌تواند تا حدودی از بروز آسیب عضلانی، تجمع پلاکتی و فرآیندهای التهابی ناشی از انجام فعالیت‌های ورزشی شدید جلوگیری نماید (۵، ۶ و ۷). به عنوان مثال، Kon و همکاران (۵) اظهار نمودند مکمل‌سازی کوآنزیم-Q10 (۳۰۰ میلی‌گرم در روز) به مدت شش هفته در ورزشکاران، سبب کاهش کراتین کیناز سرمی می‌گردد. همچنین، Niklowitz و همکاران (۶) طی مطالعاتی گزارش کردند که افزایش سطح کوآنزیم Q10 پلاسما از افزایش گلبول‌های سفید (Leukocytosis) و تجمع پلاکت‌های خون محیطی جلوگیری می‌کند. به علاوه، نتایج تحقیق Modi و همکاران (۷) روی موش‌های مبتلا به دیابت قندی نیز حاکی است که چهار هفته مکمل‌سازی کوآنزیم-Q10، به مقدار ۱۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم وزن بدن باعث بهبود عوامل خطررزی قلبی-عروقی مانند افزایش لیپوپروتئین - کلسترول پرچگال (High density lipoprotein cholesterol: HDL) و کاهش

لیپوپروتئین - کلسترول کم‌چگال (Low density lipoprotein cholesterol: LDL)، و لیپوپروتئین - کلسترول خیلی کم چگال (Very low density lipoprotein cholesterol: VLDL) می‌گردد. در حالی که برخی محققین مانند Niklowitz و همکاران (۶) و Zuliani و همکاران (۹) در بررسی‌های خود به عدم تاثیر این مکمل بر تغییرات ناشی از ورزش در آزمودنی‌های حیوانی و انسانی اشاره دارند. به هر حال، با توجه به مطالعات محدود و متناقض در زمینه‌ی مکمل‌سازی کوآنزیم Q10 توام با فعالیت‌های ورزشی هنوز این سوال مطرح است که آیا واقعاً مکمل‌سازی کوتاه مدت کوآنزیم Q10 می‌تواند از بروز آسیب‌های عضلانی و التهاب (لکوسیتوز و تجمع پلاکتی) ناشی از انجام فعالیت‌های بدنی شدید بکاهد و یا سبب تغییر در شاخص‌های زیست‌شیمیایی خطررزی قلبی - عروقی (نیم‌رخ‌های لیپیدی) گردد؟ از این‌رو، مطالعه‌ی حاضر با هدف تعیین تاثیر مکمل‌سازی ۱۴ روزه‌ی کوآنزیم Q10 (۲/۵ میلی‌گرم/کیلوگرم/روز) بر کراتین کیناز تام، لکوسیتوز، تجمع پلاکتی و نیم‌رخ‌های لیپیدی خون محیطی مردان غیرفعال متعاقب یک وهله فعالیت هوازی نسبتاً شدید نیم ساعته با ۷۵ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه انجام شد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر، پس از تایید و اخذ مجوز از کمیته‌ی اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی (IRCT201011024663N3)، در قالب یک طرح نیمه‌تجربی دو گروهی (تجربی و کنترل) با اندازه‌گیری‌های مکرر (سه‌مرحله‌ای) به صورت دوسویه‌کور (Double blind) انجام شد.

جامعه‌ی آماری تحقیق حاضر، شامل مردان دانشجوی سالم و غیرفعال دانشگاه تبریز (بدون شرکت منظم در فعالیت‌ها، تمرینات بدنی و عدم مصرف هیچ گونه مکمل و دارو طی شش ماه گذشته) و غیرسیگاری بودند. پس از توزیع اعلامیه‌ی همکاری شرکت در طرح تحقیق در بین دانشجویان، ۸۰ نفر داوطلب اعلام آمادگی نمودند و پس از تکمیل فرم رضایت آگاهانه، پرسشنامه‌ی سلامتی و یادآمد تغذیه‌ای ۲۴ ساعته در جلسه‌ی هماهنگی مورد معاینات پزشکی قرار گرفتند. هیچ یک از داوطلبین در یک ماه گذشته به طور سرخود یا به دلیل بیماری از دارو و مکمل‌های خوراکی طبیعی و صنعتی استفاده نکرده بودند. قد، وزن، درصد چربی بدن و توان هوازی آزمودنی‌ها دو هفته قبل از شروع مطالعه اندازه‌گیری شد. درصد چربی بدن

میزان کراتین کیناز تام، تری گلیسرید (Triglyceride)، کلاسترول تام و لیپوپروتئین- کلاسترول پرچگال سرمی با استفاده از کیت‌های پارس آزمون و مطابق دستورالعمل شرکت سازنده اندازه‌گیری شد. لیپوپروتئین- کلاسترول کم‌چگال سرمی نیز با استفاده از فرمول Friedewald و در اختیار داشتن غلظت کلاسترول، تری گلیسرید و لیپوپروتئین- کلاسترول پرچگال سرمی برآورد شد (۱۶). اندازه‌گیری هم‌ه‌ی شاخص‌ها و شمارش سلول‌های خونی با استفاده از اتوآنالایزر Abbott (ساخت آمریکا) انجام شد. به منظور حذف اثرات تغییرات حجم خون ناشی از انجام فعالیت ورزشی، مقادیر شاخص‌های خونی پس از قرارداد ورزشی با استفاده از فرمول Costill و Dill به صورت اصلاح شده (Adjusted indices) گزارش شد (۱۷). هم‌ه‌ی اندازه‌گیری‌ها در شرایط یکسان ساعت ۹ تا ۱۱ صبح، دمای محیطی ۲۶ تا ۲۸ درجه‌ی سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۵۰ تا ۵۵ 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.

روش‌های آماری: به منظور تحلیل آماری، ابتدا وضعیت توزیع داده‌ها (میانگین و انحراف استاندارد) با استفاده از آزمون کلموگرف- اسمیرنف 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. هم‌ه‌ی تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری و SPSS/PASW تحت ویندوز نسخه‌ی ۱۸ (Statistical Package for the Social Sciences/ Predictive Analytics Software) در سطح معنی‌داری پنج درصد انجام شد.

نتایج

میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های فردی سن، وزن، قد، شاخص توده‌ی بدن، درصد چربی و توان هوازی هر دو گروه مورد مطالعه در جدول ۱ و نتایج سایر شاخص‌های مورد مطالعه طی سه مرحله اندازه‌گیری در جدول دو نشان شده است.

یافته‌های مرحله‌ی اول اندازه‌گیری حاکی است که هیچ گونه تفاوت معنی‌داری بین مقادیر پیش‌آزمون شاخص‌های مورد مطالعه دو گروه مکمل و شبه دارو (در حالت پایه) وجود ندارد (جدول ۲). به علاوه، پس از دوره‌ی ۱۴ روزه‌ی مکمل‌سازی، هیچ

استفاده از ضخامت سنج پوستی (Skin-fold Caliper) و فرمول سه نقطه‌ای دانشکده‌ی پزشکی ورزشی آمریکا تعیین شد. توان هوازی یا اکسیژن مصرفی بیشینه نیز با استفاده از آزمون نوارگردان بروس (Bruce) برآورد شد (۱۰). سپس، آزمودنی‌ها با توجه به دامنه‌ی سن (۲۲ تا ۲۸ سال)، شاخص توده‌ی بدنی (۲۲ تا ۲۶ کیلوگرم/متر مربع) درصد چربی بدن (۱۳ تا ۱۶ درصد) و اکسیژن مصرفی بیشینه (۳۸ تا ۴۲ میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه) به صورت تصادفی در دو گروه همگن ۱۰ نفری دریافت کننده‌ی شبه دارو و مکمل (با مصرف ۲/۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن دکستروز یا مکمل کوآنزیم Q10 به مدت ۱۴ روز) جایگزین شدند (۱۱، ۱۲ و ۱۳). مکمل‌سازی با استفاده از کپسول‌های کوآنزیم Q10 نیچرمید (Nature Made) ساخت آمریکا (با مجوز بهداشتی IRC ۱۲۲۸۰۶۰۳۰۴ از اداره کل نظارت بر مواد غذایی وزارت بهداشت) انجام شد. به علاوه، جهت کنترل تغذیه آزمودنی‌ها در طول طرح تحقیق از پرسشنامه‌ی یادآمد ۲۴ ساعته رژیم غذایی (۱۴) استفاده شد.

نمونه‌ی خونی اولیه در حالت پایه قبل از شروع مکمل‌سازی از ورید پیش‌آرنجی (Antecubital vein) 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. 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 (معادل با ضربان قلب ذخیره Karvonen) دویدند و بلافاصله خون‌گیری سوم از آزمودنی‌ها به عمل آمد (۱۵).

در هر بار خون‌گیری حدود پنج میلی‌لیتر خون از آزمودنی‌ها گرفته شد که یک و نیم میلی‌لیتر از خون گرفته شده جهت اندازه‌گیری شاخص‌های هماتولوژیک (Complete blood count: CBC) در ویال‌های مخصوص حاوی ماده ضد انعقاد (Ethylenediaminetetraacetic acid: K₂EDTA) 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 کراتین کیناز تام سرم و نیم-رخ‌های لیپیدی مورد استفاده قرار گرفت.

هر دو گروه متعاقب انجام فعالیت هوازی (مرحله ی سوم) به طور معنی دار افزایش پیدا کرد ($P < 0/05$)؛ در حالی که تری گلیسرید، کلسترول تام و لیپوپروتئین-کلسترول کم چگال سرمی دو گروه به طور معنی دار کاهش یافت ($P < 0/05$). با این حال، تنها دامنه ی تجمع پلاکتی و افزایش لکوسیت های خون محیطی گروه مکمل کوآنزیم Q10 متعاقب فعالیت هوازی به طور معنی دار کمتر از گروه شبه دارو بود ($P < 0/05$). اما، تفاوت دامنه ی تغییرات گروهی سایر شاخص ها پس از انجام فعالیت ورزشی معنی دار نبود ($P > 0/05$).

گونه تفاوت معنی داری بین مقادیر کراتین کیناز تام، تعداد پلاکت ها، حجم متوسط پلاکتی، میزان پراکندگی پلاکت ها، تعداد لکوسیت ها، کلسترول تام و لیپوپروتئین-کلسترول پرچگال دو گروه مکمل و شبه دارو مشاهده نشد ($P > 0/05$) در حالی که میزان تری گلیسرید و لیپوپروتئین-کلسترول کم چگال سرمی گروه مکمل کوآنزیم Q10 پس از مکمل سازی و قبل از دویدن (مرحله ی دوم) به طور معنی دار کمتر از گروه شبه دارو بود ($P < 0/05$). هم چنین، تجمع پلاکتی، تعداد لکوسیت های خون محیطی، میزان کراتین کیناز تام و لیپوپروتئین-کلسترول پرچگال سرمی

جدول 1: میانگین و انحراف استاندارد ویژگی های فیزیولوژیکی و بیوسنجی آزمودنی ها

مقدار P	گروه شبه دارو	گروه مکمل	متغیرها
0/961	71/86 ± 2/11	69/93 ± 2/89	وزن بدن (کیلوگرم)
0/921	25/84 ± 1/46	26/94 ± 1/85	شاخص توده ی بدن (کیلوگرم بر مجذور متر)
0/328	24/29 ± 1/88	25/71 ± 1/69	سن (سال)
0/114	1/72 ± 0/03	1/73 ± 0/68	قد (متر)
0/144	13/20 ± 0/68	13/61 ± 0/29	درصد چربی
0/116	39/76 ± 2/64	40/59 ± 2/01	اکسیژن مصرفی بیشینه (میلی لیتر / کیلوگرم / دقیقه)

جدول 2: میانگین و انحراف استاندارد شاخص های مورد مطالعه در دو گروه مکمل Q10 و شبه دارو طی مراحل مختلف اندازه گیری

مقدار P مرحله ی ۲-۳	مرحله سوم خون گیری	مقدار P مرحله ی ۱-۲	مرحله دوم خون گیری	مرحله اول خون گیری	گروه مورد مطالعه	شاخص های مورد مطالعه
$P < 0/001$	150/016 ± 9/056	0/121	113/031 ± 12/047	102/00 ± 10/064	مکمل	کراتین کیناز تام
$P < 0/001$	164/073 ± 21/057	0/134	116/073 ± 21/058	107/065 ± 19/025	شبه دارو	(واحد بین المللی / لیتر)
0/037	270/056 ± 7/032	0/864	234/61 ± 8/48	223/72 ± 10/025	مکمل	تعداد پلاکت ها
0/005	315/011 ± 11/021	0/745	224/00 ± 10/057	217/00 ± 8/068	شبه دارو	($1000 \times n$) / میکرو لیتر
0/020	10/011 ± 0/028	0/711	7/065 ± 0/042	6/013 ± 0/056	مکمل	حجم متوسط پلاکتی
0/018	11/011 ± 0/047	0/870	7/012 ± 0/032	7/045 ± 0/013	شبه دارو	(فمتو لیتر)
0/113	71/047 ± 1/055	0/613	70/013 ± 0/067	69/022 ± 1/018	مکمل	میزان پراکندگی پلاکت ها
0/123	69/021 ± 0/088	0/707	68/093 ± 0/015	68/076 ± 1/041	شبه دارو	(درصد)
$P < 0/001$	7/039 ± 0/056	0/236	6/069 ± 0/067	6/099 ± 0/063	مکمل	لکوسیت
0/004	8/033 ± 1/061	0/32	7/011 ± 0/085	7/019 ± 0/078	شبه دارو	($1000 \times n$) / میکرو لیتر
0/007	141/075 ± 0/039	0/306	149/054 ± 0/033	150/086 ± 0/044	مکمل	کلسترول تام
0/112	152/028 ± 0/064	0/309	152/055 ± 0/021	152/047 ± 0/025	شبه دارو	(دسی لیتر / میلی گرم)
0/222	142/075 ± 0/029	$P < 0/001$	140/052 ± 0/038	149/054 ± 0/054	مکمل	تری گلیسرید
0/132	148/088 ± 0/046	0/678	149/058 ± 0/034	149/047 ± 0/029	شبه دارو	(دسی لیتر / میلی گرم)
$P < 0/001$	53/065 ± 0/039	0/231	44/054 ± 0/048	43/064 ± 0/054	مکمل	لیپوپروتئین-کلسترول پرچگال
0/221	40/028 ± 0/054	0/136	39/065 ± 0/031	40/057 ± 0/053	شبه دارو	(دسی لیتر / میلی گرم)
$P < 0/001$	65/065 ± 0/049	0/002	69/034 ± 0/038	78/064 ± 0/044	مکمل	لیپوپروتئین-کلسترول کم چگال
0/504	79/078 ± 0/048	0/153	79/055 ± 0/025	81/067 ± 0/043	شبه دارو	(دسی لیتر / میلی گرم)

علامت † به معنی اختلاف معنی دار ($P \leq 0/05$) بین گروه مکمل و شبه دارو طی مراحل مختلف است.

بحث

یافته‌های تحقیق حاضر مبنی بر عدم تاثیر مکمل سازی ۱۴ روزهی کوآنزیم Q10 بر دامنه‌ی تغییرات کراتین کیناز تام سرمی افراد غیرورزشکار متعاقب یک وهله فعالیت هوازی با نتایج Zuliani و همکاران (۹) هم‌خوانی دارد. براین اساس، مکمل سازی ۲/۵ میلی گرمی/کیلوگرم/روز کوآنزیم Q10 احتمالاً نمی‌تواند از تغییرات ناشی از فشار مکانیکی - متابولیکی فعالیت‌های ورزشی نسبتاً شدید هوازی در مردان غیرورزشکار جلوگیری نماید. به عبارتی، اثرات این نوع مکمل سازی در حدی نبوده که با ارتقای سطح انرژی سلولی از نفوذپذیری یا آسیب سارکولما جلوگیری کند (۵). البته، برخلاف نتایج حاضر، Ostman و همکاران (۱۸) اشاره داشتند که مصرف هشت هفته مکمل کوآنزیم Q10 (۹۰ میلی گرم در روز) می‌تواند از افزایش سطح کراتین کیناز تام سرمی مردان غیرفعال متعاقب فعالیت بدنی جلوگیری نماید. این اختلاف ممکن است ناشی از نوع فعالیت ورزشی و بار کاری بکار برده شده باشد (۸). به هر حال، فشار وارده در فعالیت‌های شدید در مقایسه با فعالیت‌های با شدت متوسط به پایین ممکن است به حدی باشد که مکمل سازی کوآنزیم Q10 نتواند از نشت پروتئین و آنزیم‌های درون سلولی به داخل مایعات خارج سلولی جلوگیری کند (۹). از طرفی، برخی از محققین معتقدند که مکمل کوآنزیم Q10 با ارتقای شارژ سلولی ممکن است از تجمع کلسیم درون سلولی و پیامدهای بعدی آن یعنی بروز فرآیندهای التهابی ناشی از انجام فعالیت ورزشی جلوگیری نماید (۱۹). در این راستا، نتایج مطالعه‌ی حاضر حاکی است که دامنه‌ی افزایش تعداد لکوسیت‌های خون محیطی افراد غیرورزشکار دریافت کننده‌ی مکمل پس از نیم ساعت دویدن کمتر از گروه شبه‌دارو است. این یافته با نتایج تحقیق Kumar و همکاران (۲۰) مبنی بر نقش بازدارندگی مصرف مکمل کوآنزیم Q10 بر افزایش التهاب ورزشی (دویدن روی نوارگردان با شیب منفی) هم‌خوانی دارد. به علاوه، Kishmato و همکاران (۲۱) در یک تحقیق آزمایشگاهی نشان دادند که مکمل کوآنزیم Q10 می‌تواند از بروز لکوسیتوز و افزایش سیتوکین‌های خون محیطی بیماران مبتلا به التهاب شکمی جلوگیری نماید. یکی از سازوکارهای پیشنهادی در رابطه با نقش ضدالتهابی کوآنزیم Q10 ممکن است مربوط به تأثیر این مکمل بر مولکول چسبنده داخل سلولی (Intercellular adhesion molecule-1: ICAM-1) و مهاجرت لکوسیت‌ها به سوی بافت ملتهب باشد. به عبارتی، مکمل سازی کوآنزیم Q10 با جلوگیری

از تجمع کلسیم درون سلولی و تشکیل پراکسید هیدروژن از فعالیت عامل هسته‌ای کاپا بی (NF-Kb)، پروتئین واکشنر C-ICAM-1 ممانعت به عمل می‌آورد (۲۱). به علاوه، این موضوع ممکن در جلوگیری از تجمع پلاکتی و فعالیت ترومبوسیتی متعاقب فعالیت‌های ورزشی نقش داشته باشد. به طوری که نتایج مطالعه‌ی حاضر ضمن تایید برخی یافته‌های قبلی حاکی است که مکمل سازی کوآنزیم Q10 باعث افت پاسخ افزایشی تعداد پلاکت‌ها و حجم متوسط پلاکتی می‌شود. این یافته با نتایج Niklowitz و همکاران (۶) مبنی بر نقش محافظت کننده‌گی افزایش سطح کوآنزیم Q10 پلاسما بر تغییرات سلول‌های خونی و بویژه پلاکت‌ها هم‌خوانی دارد. به عبارتی، کوآنزیم Q10 ممکن است از ترومبوسیتوز ناشی از فعالیت ورزشی و مخاطرات بعدی آن جلوگیری نماید. به علاوه، این نوع مکمل سازی ضمن بهبود نیمرخ‌های لیپیدی پایه ممکن با کاهش فعالیت آنزیم‌های لیپوژنیک و کلاسترولیک کبدی (آنزیم مالیک، اسید چرب سنتتاز، گلوکز ۶- فسفات دهیدروژناز و ۳ هیدروکسی- متیل- گلو تاریل کوآنزیم آ ردکتاز) در حین فعالیت‌های ورزشی از بروز تغییرات نامطلوب نیمرخ لیپیدی خون محیطی ممانعت به عمل آورد (۲۲ و ۲۳). در این راستا، نتایج حاضر حاکی است که دامنه‌ی تغییرات افت تری گلیسیرید، کلاسترول تام، و لیپوپروتئین کم چگال افراد دریافت کننده‌ی کوآنزیم Q10 پس از انجام فعالیت هوازی بیشتر از گروه شبه‌دارو است. این یافته تاییدی بر نتایج Ikematsu و همکاران (۲۴) است. آنها نیز با بررسی مردان سالم نشان دادند که مصرف ۹۰۰ میلی گرم کوآنزیم Q10 می‌تواند باعث کاهش معنی‌دار کلاسترول تام سرمی شود. به علاوه، Modi و همکاران (۷) نشان دادند که لیپوپروتئین-کلاسترول پرچگال و لیپو-پروتئین-کلاسترول کم‌چگال متعاقب چهار هفته مکمل سازی کوآنزیم Q10 (به مقدار ۱۰ میلی گرم در هر کیلوگرم وزن بدن) به ترتیب افزایش و کاهش پیدا می‌کنند. لذا آن‌ها نتیجه گرفتند که این نوع مکمل سازی می‌تواند از تغییرات نامطلوب نیمرخ‌های لیپیدی یا شاخص‌های خطرناک فرآیند آتروژنیک بیماری‌های قلبی-عروقی جلوگیری نمایند. از طرفی، نتایج مطالعات Richard و همکاران (۲۵) بیانگر عدم تاثیر مکمل سازی کوآنزیم Q10 توأم با فعالیت هوازی بر نیمرخ‌های لیپیدی از جمله کلاسترول تام می‌باشد. این تناقضات می‌تواند ناشی از قرداد ورزشی، میزان بارگیری و نوع آزمودنی مورد مطالعه باشد (۸).

6. Niklowitz P, Sonnenschein A, Janetzky B, Andler W, et al. Enrichment of coenzyme Q10 in plasma and blood cells, defense against oxidative damage, International Journal of Bio Sci. 2007; 3(4): 257-262.
7. Modi K, Santani DD, Goyal KR, Bhatt AP. Effect of coenzyme Q10 on catalase activity and other antioxidant parameters in streptozotocin – induced diabetic rats. Biol Trace Elem Res. 2006 Jan; 109(1): 25-34.
8. Leelarungrayub D, Sawattikanon N, Klaphajone J, Pothongsunan P, et al. Coenzyme Q10 Supplementation Decreases Oxidative Stress and Improves Physical Performance in Young Swimmers: A Pilot Study. The Open SpoMed J 2010; 4(2): 8-16.
9. Zuliani U, Bonetti A, Campana M, Cerioli G, et al. The influence of ubiquinone (CoQ10) on the metabolic response to work. J Spo Med Phys Fit. 1989; 29(1): 57-62.
10. Froelicher VF Jr, Thompson AJ Jr, Davis G, Stewart AJ, et al. Prediction of maximal oxygen consumption. Comparison of the Bruce and Balke treadmill protocols. Chest. 1975 Sep; 68(3): 331-6.
11. Bhagavan HN, Chopra RK. Coenzyme Q10: absorption, tissue uptake, metabolism and pharmacokinetics. Free Radic Res. 2006; 40(2): 445-53.
12. Cooke M, Iosia M, Buford T, Shelmadine B, et al. Effects of acute and 14-day coenzyme Q10 supplementation on exercise performance in both trained and untrained individuals. J Int Soc Sports Nutr. 2008 ; 4(2); 5-8.
13. Littarru GP, Tiano L. Bioenergetic and antioxidant properties of coenzyme Q10: recent developments. Mol Biotechnol. 2007; 37(7): 31-7.
14. Littarru GP, Tiano L. Principles of nutritional assessment. 2nd edition. New York: Oxford University Mol Biotechnol. 2007; 37(1): 31-7.
15. Gordon NF. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Lippincott Williams & Wilkins. 2009.
16. Yanai H, Morimoto M. Effect of ascorbate on serum lipids and urate metabolism during exhaustive training. Clini Sci. 2004; 106: 107-109.
17. 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.
18. Ostman B, Sjödin A, Michaëlsson K, et al. Coenzyme Q10 supplementation and exercise-induced oxidative stress in humans. Nutrition. 2012; 28(4): 403-17.

نتیجه گیری

در کل، می‌توان نتیجه گرفت که مکمل سازی ۱۴ روزهی کوآنزیم Q10 نمی‌تواند از پاسخ افزایشی کراتین کیناز تام سرمی (به عنوان شاخص فشارمکانیکی-متابولیکی و آسیب سلولی) پس از نیم ساعت دویدن جلوگیری نماید، اما این مکمل سازی ممکن است ضمن جلوگیری از بروز لکوسیتوز و ترومبوسیتوز ناشی از ورزش و بهبود نیمرخ لیپیدی تا حد قابل توجهی در بهبود شاخص‌های قلبی-عروقی مؤثر واقع شود. لذا، با در نظر گرفتن جوانب احتیاط و با در نظر برخی از محدودیت‌های تحقیق (از جمله عدم اندازه گیری سطح پلاسمایی کوآنزیم Q10) می‌توان به مردان غیرفعال علاقمند به شرکت در فعالیت‌های هوازی توصیه کرد تا با نظارت پزشک و متخصصین تغذیه در راستای بهبود برخی از عوامل خطرزای قلبی-عروقی یا تغییرات نامطلوب ناشی از از فعالیت‌های ورزشی نسبتاً شدید (از جمله لکوسیتوز و ترومبوسیتوز ورزشی) از این نوع مکمل سازی استفاده نمایند.

تشکر و قدردانی

بودجهی مطالعه‌ی نیز توسط اداره‌ی تحصیلات تکمیلی دانشگاه تبریز تامین شده است. لذا از همکاری مسئولان محترم دانشگاه تبریز و کلیه‌ی آزمودنی‌هایی که در مطالعه‌ی حاضر شرکت داشتند، صمیمانه تقدیر و تشکر می‌گردد.

منابع

1. Jan H, Kjetill H, Evind W, Karelsen TR. Aerobic high-intensity intervals improve VO2max more than moderate training. Med Sci Sports Exerc. 2006; 39(4): 665-671.
2. Moflehi D, Lian YK, Kamalden TF, Amri S. Effect of single-session aerobic exercise with varying intensities on lipid peroxidation and muscle-damage markers in sedentary males. Global J of Health Sci. 2012; 4(4): 48-61
3. Bhaskar PA, Raut SE, Hawaldar VB. The effect of exercise on platelet aggregability and other cardiovascular parameters. Inte J of Basic Med Sci. 2012; 6(2):27-41.
4. Ahmadizad S, El-sayed M, Maclaren DPM. Responses of platelet activation and function to a single bout of resistance exercise and recovery. Clin Hemorheol Microcirc. 2006; 35(1-2): 159-68
5. Kon M, Tanabe K, Akimoto T, Kimura F, et al. Reducing exercise-induced muscular injury in kendo athletes with supplementation of coenzyme Q10. Bri J of nutr. 2008; 100: 903-909.

19. Kumar A, Kaur H, Devi P, Mohan V. Role of coenzyme Q10 (CoQ10) in cardiac disease, hypertension and Meniere- like syndrome. *Pharmacol Ther.* 2009; 124(3): 259-268.
20. Kumar A, Singh RB, Saxena M, Niaz MA, et al. Effect of CarniQgel (ubiquinol and carnitine) on cytokines in patients with heart failure in the Tishcon study. *Acta Cardiol.* 2007 Aug; 62(4): 349-54.
21. Kishimoto C, Nobuyoshi T, Yukie N, Miki M. Anti-oxidant effects of Coenzyme Q10 on experimental viral myocarditis in Mice. *J Cardiovasc Pharmacol.* 2003; 42: 588-592.
22. Shojaei M, Djalali M, Khatami M. Effects of Coenzyme Q10 on Lipid Profile and Serum Levels of Lipoprotein (a) in Maintenance Hemodialysis Patients on Statin Therapy. *IJKD* 2011; 5: 114-8
23. Ramesh K. Effects Of Coenzyme Q10 On Lipid Levels And Antioxidant Defenses In Rats With Fructose Induced. *Inte J of Pharma.* 2007; 37(3): 1-9.
24. Ikematsu H, Nakamura K, Harashima S, Fujii K, et al. Safety assessment of coenzyme Q10 (Kaneka Q10) in healthy subjects: A double-blind, randomized, placebo-controlled trial. *Regul Toxicol Pharmacol.* 2005; 44(3): 212-218.
25. Bloomer RJ, Robert EC, Cameron GM. et al . Impact of oral ubiquinol on blood oxidative stress and exercise performance. *Curr. Sports Med.* 2011; 31(5):182-186.