

مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش

سال ششم، شماره دوم؛

پاییز و زمستان ۱۳۹۸؛ صفحات ۷۸-۷۳

مقاله پژوهشی

مقایسه‌ی آثار مکمل‌یاری یوبی‌کینون بر مالون‌دی‌آلدئید و ظرفیت ضد اکسایشی تام در مردان ورزشکار و غیر ورزشکار

علی اوصالی^۱، علیرضا رستمی^{۲*}

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۴/۰۱

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۳/۲۹

چکیده

یوبی‌کینون یکی از ضداکسایندهایی است که از طرف متخصصین به منظور کاهش آسیب‌های اکسایشی تجویز می‌شود. هدف از انجام این پژوهش مقایسه آثار مکمل‌یاری یوبی‌کینون بر برخی شاخص‌های فشار-اکسایشی در مردان ورزشکار و غیرورزشکار بود. در این پژوهش تعداد ۴۴ نفر افراد ورزشکار و غیرورزشکار به گروه‌های تجربی (۱۱ نفر ورزشکار و ۱۱ نفر غیرورزشکار) و کنترل (۱۱ نفر ورزشکار و ۱۱ نفر غیرورزشکار) تقسیم شدند. ابتدا پنج میلی‌لیتر خون وریدی گرفته شد. سپس به مدت دو هفته، هر روز ۲/۵ میلی‌گرم یوبی-کینون به ازای هر کیلوگرم وزن بدن دریافت کردند. همچنین بعد از دو هفته خون‌گیری مرحله‌ی پایانی اجرا شد. ظرفیت ضداکسایشی تام سرم در افراد غیرورزشکار قبل از مصرف یوبی‌کینون $0/84 \pm 0/68$ بود و بعد از مصرف یوبی‌کینون $1/01 \pm 0/86$ میکرومول در میلی‌لیتر شد ($P \leq 0/05$). میانگین مالون‌دی‌آلدئید سرم قبل از مصرف یوبی‌کینون $2/54 \pm 0/34$ بود و بعد از مصرف یوبی‌کینون $2/54 \pm 0/28$ نانومول در میلی‌لیتر شد ($P \geq 0/05$). همچنین در افراد ورزشکار ظرفیت ضداکسایشی تام سرم قبل از مصرف یوبی‌کینون $0/0 \pm 72/18$ بود و بعد از مصرف یوبی‌کینون $0/85 \pm 0/34$ میکرومول در میلی‌لیتر شد ($P \leq 0/05$). میانگین مالون‌دی‌آلدئید سرم قبل از مصرف یوبی‌کینون $1/61 \pm 0/58$ و بعد از مصرف یوبی‌کینون $1/64 \pm 0/36$ نانومول در میلی‌لیتر شد ($P \geq 0/05$). مصرف یوبی‌کینون می‌تواند سبب افزایش ظرفیت ضداکسایشی تام در افراد ورزشکار و غیرورزشکار شود. لازم بذکر است سطوح پایه ظرفیت ضداکسایشی تام سرمی و میزان مالون‌دی‌آلدئید در افراد غیرورزشکار نسبت به افراد ورزشکار بیشتر بود.

واژه‌های کلیدی: استرس اکسیداتیو، آنتی‌اکسیدان، یوبی‌کینون.



با اسکن QR فوق می‌توانید جزئیات مقاله حاضر را در سایت www.jahssp.azaruniv.ac.ir/ مشاهده کنید.

۱. دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۲. دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران (نویسنده مسئول).

rostami.alireza2017@yahoo.com

تمامی حقوق این مقاله بازمین برای دانشگاه شهید مدنی آذربایجان محفوظ است.

نحوه ارجاع: علی اوصالی، علیرضا رستمی. مقایسه‌ی آثار مکمل‌یاری یوبی‌کینون بر مالون‌دی‌آلدئید و ظرفیت ضد اکسایشی تام در مردان ورزشکار و غیر ورزشکار

دو فصلنامه مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش ۱۳۹۸؛ (۲): ۷۸-۷۳.

Original Article

Comparison of the effects of ubiquinone supplementation on malondialdehyde and total antioxidant capacity in athletes and non-athletes

Ali Osali¹, Alireza Rostami^{2*}

Received June 19 2019; Accepted June 22 2019

Abstract

Ubiquinone is one of the antioxidants that is prescribed by experts to reduce oxidative damage. The purpose of this study was to compare the effects of ubiquinone supplementation on some oxidative stress indices in athletes and non-athlete men. In this study, 44 athletic and non-athlete subjects were divided into experimental groups (11 athletes, 11 non-athletes) and controls (11 athletes and 11 non-athletes). First, were taken 5 ml of venous blood. Then, for two weeks a day, 2.5 mg/kg ubiquinone was administered and after 2 weeks, was performed a second stage blood sampling. Serum total antioxidant capacity in non-athletes before taking ubiquinone was 0.84 ± 0.68 and after taking ubiquinone was 1.01 ± 0.86 mmo/ml ($P \leq 0.05$). Amount of malondialdehyde, before taking ubiquinone was 2.54 ± 0.28 nm ml ($P \geq 0.05$). Also in athlete's mean capacity antioxidation before taking ubiquinone was 0.72 ± 0.18 and after ubiquinone was 0.85 ± 0.34 mmol per ml ($P \leq 0.05$) and malondialdehyde before taking ubiquinone was 1.68 ± 0.58 and after taking ubiquinone was 1.64 ± 0.36 nmol/ml ($P \geq 0.05$). Consumption of ubiquinone can cause increase antioxidant capacity in athletes and non-athletes. It should be noted that basal levels of total antioxidant capacity and malondialdehyde levels were higher in non-athletes than athletes.

Keywords: Oxidative Stress, Antioxidant, Ubiquinone.



Scan this QR code to see the accompanying video, or visit jahssp.azaruniv.ac.ir

1 Ph.D in Exercise Physiology, Dept of Physical education and sport sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.

2. Ph.D in Exercise Physiology, Dept of Physical education and sport sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.

(Corresponding Author):
rostami.alireza2017@yahoo.com

All rights are reserved for Azarbaijan Shahid Madani University.

Cite as: Ali Osali, Alireza Rostami . Comparison of the effects of ubiquinone supplementation on malondialdehyde and total antioxidant capacity in athletes and non-athletes. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2019; 6(2): 73-78.

مقدمه

بنیان‌های آزاد از جمله بنیان‌های هیدروکسیل، سوپراکسید و نیتریک اکسید و لیپید پراکسید، آنها را مولکول‌هایی است که به خاطر داشتن الکترون آزاد دائماً در بدن موجودات در گردش بوده و بسیار واکنش‌پذیر است و آسیب‌های فراوانی را به درشت‌مولکول‌های بدن جانداران (DNA، پروتئین‌ها، لیپیدها) می‌رساند. به عبارتی دیگر، بنیان‌های آزاد موجب آسیب اکسایشی اسیدهای نوکلئیک، پروتئین‌ها و لیپیده، و نیز باعث اکسایش چربی‌های غیراشباع در غشاهای سلولی، افزایش نفوذپذیری عروق ریز و ایجاد ام، اختلال در عملکرد میتوکندری و... می‌شود (۵-۱). از طرفی، در بدن دستگاه‌های خاص برای مقابله با آسیب ناشی از بنیان‌های آزاد وجود دارد که به دستگاه دفاع ضد اکسایشی معروف است. در حالت عادی بین تولید بنیان‌های آزاد در بدن و اجزا دستگاه دفاع ضد اکسایشی تعادل زیستی برقرار است، اما قرار گرفتن در مقابل عواملی مانند آلاینده‌های محیطی، داروها و سموم، سبب افزایش تولید بنیان‌های آزاد در بدن و عدم تعادل بین تولید بنیان‌ها و اجزا دستگاه دفاع ضد اکسایشی، و فشار اکسایشی و آسیب بافتی می‌شود (۵، ۶، ۷، ۸). دستگاه دفاع ضد اکسایشی (آنزیمی و غیر آنزیمی) با جلوگیری از تشکیل بنیان‌های آزاد، ترمیم صدمات ناشی از فعالیت رادیکال‌ها، افزایش دفاع مولکول‌های صدمه دیده و به حداقل رساندن جهش سلولی با آسیب‌های گونه‌های فعال اکسیژن و بنیان‌های آزاد مقابله می‌کند. از دستگاه دفاع ضد اکسایشی آنزیمی می‌توان آنزیم‌هایی مانند سوپراکسید دیسموتاز، گلوکاتایون، پراکسیداز و کاتالاز را نام برد و از دستگاه دفاع ضد اکسایشی غیر آنزیمی می‌توان به ویتامین E کاروتنوئیدها، اسید آسکوربیک و یوبی-کینون... اشاره کرد (۸، ۹، ۱۰). تعداد زیادی از ضد اکسایشی‌های پاک‌کننده بنیان آزاد در بدن وجود دارد که تعدادی از آنها از منابع غذایی مثلاً میوه‌ها سبزی‌ها مشتق می‌شود. همچنین تعداد زیادی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی داخلی و خارجی، طبیعی یا مصنوعی جهت درمان و یا پیش‌گیری از بیماری‌های مرتبط با بنیان‌های آزاد معرفی شده‌اند. اخیراً در برخی از مطالعات پزشکی- ورزشی نشان داده شده است که مکمل غذایی یوبی‌کینون دارای عملکرد حفاظتی در برابر فشار اکسایشی و دارای خاصیت ضد اکسایشی است (۱۰، ۹). با این حال، محققان پزشکی- ورزشی همواره در صدد دستیابی به راه‌هایی هستند که بتوانند به نحوی از بروز آسیب‌های اکسایشی جلوگیری کنند (۱۲-۹). تقویت توان ضد اکسایشی با استفاده از مکمل‌های خوراکی (ویتامین‌ها و شبه ویتامین‌های ضد اکسایشی) از جمله شیوه‌های مقابله با فشار اکسایشی است (۱۳-۹). محققان اخیراً طی مطالعاتی گزارش کرده‌اند که یوبی‌کینون به عنوان ضد اکسایشی می‌تواند در کاهش فشار اکسایشی نقش داشته باشد (۱۰). بنابراین مطالعه حاضر با هدف مقایسه شاخص‌های فشار اکسایشی شامل ظرفیت ضد اکسایشی تام سرم و پراکسیداسیون لیپیدی (مالون‌دی‌آلدئید)، در سرم افراد ورزشکار و غیر ورزشکار قبل و بعد از مصرف یوبی‌کینون انجام شد تا به این پرسش پاسخ دهد که آیا یوبی‌کینون در ورزشکاران و غیر ورزشکاران می‌تواند با افزایش ظرفیت ضد اکسایشی تام از بروز فشار اکسایشی جلوگیری کند یا نه؟

روش پژوهش

در این مطالعه ۲۲ نفر در گروه تجربی (۱۱ نفر ورزشکار و ۱۱ نفر غیر ورزشکار) و ۲۲ نفر در گروه کنترل (۱۱ نفر ورزشکار و ۱۱ نفر غیر ورزشکار) مورد مطالعه قرار گرفتند. افراد مورد مطالعه دارای بیماری خاصی نبودند و

مصرف مواد ضد اکسایشی نیز نداشتند. پس از تکمیل پرسش‌نامه و دریافت توضیحات لازم و به طور آگاهانه و با رضایت‌نامه کتبی وارد مطالعه شدند. ابتدا پنج میلی‌لیتر خون وریدی از آنها گرفته شد و پس از سانتریفوژ و جداسازی سرم پارامترهای استرس اکسیداتیو (ظرفیت ضد اکسایشی تام سرم و مالون‌دی‌آلدئید) سنجیده شد. سپس به مدت دو هفته هر روز مقدار ۲/۵ میلی‌گرم یوبی‌کینون به ازای هر کیلوگرم وزن بدن به افراد مورد مطالعه داده شد. بعد از دو هفته مجدداً خونگیری شد و شاخص‌های فشار اکسایشی در سرم ارزیابی و مقایسه شد. ارزیابی میزان پراکسیداسیون لیپیدی در پلاسما یا همان روش تیوباربتوریک اسید است. در اثر بروز فشار اکسایشی، پراکسیداسیون لیپیدی اسیدهای چرب غیراشباع افزایش می‌یابد. در اثر حمله-ی بنیان‌های آزاد به لیپیدها، آلدئیدهای ایجاد می‌شود که با تیوباربتوریک اسید در PH اسیدی و دمای بالا واکنش می‌دهد و ماکزیم جذب کمپلکس صورتی رنگ حاصل در ۵۱۲ نانومتر است. ظرفیت ضد اکسایشی تام سرم همه آزمودنی‌ها نیز به طور جداگانه با روش فرپ ارزیابی شد. این روش بر اساس توانایی پلاسما در احیای یون فریک (Fe^{3+}) به فرو (Fe^{2+}) و در حضور ماده‌ای به نام تری‌پریل اس تربیزین (TPTZ) به عنوان معرف اندازه‌گیری می‌شود. نتیجه آن مخلوط آبی رنگ تری‌پریل اس تربیزین فرو با حداکثر جذب ۵۹۳ نانومتر می‌باشد. حساسیت میزان قدرت احیاکنندگی سرم از طریق افزایش غلظت مخلوط توسط دستگاه اسپکتروفتومتری مدل ۷۸۰۰ و بر اساس منحنی استاندارد اندازه‌گیری شد و منحنی استاندارد بر اساس محلول-های استاندارد سولفات آهن رسم شد و سپس بر اساس منحنی استاندارد، غلظت مواد مذکور بر حسب میکرومول در میلی‌لیتر اندازه‌گیری شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SPSS21 استفاده گردید. داده‌های آماری با بررسی تفاوت‌ها در دو گروه با استفاده از میانگین و انحراف معیار و آزمون تی زوج صورت گرفت.

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 دو مرحله خون‌گیری نیز در جدول دو نشان داده شده است. نتایج تحقیق حاکی است که ظرفیت ضد اکسایشی تام سرمی پایه در گروه دریافت‌کننده مکمل یوبی‌کینون پس از دو هفته به طور معنی‌دار افزایش پیدا کرد ($P < 0.05$) (جدول ۲ و اشکال ۱ و ۲). همچنین یافته‌ها نشان داد که میانگین ظرفیت ضد اکسایشی تام سرم در افراد غیر ورزشکار قبل از مصرف یوبی‌کینون 0.14 ± 0.06 و بعد از مصرف یوبی-کینون 0.16 ± 0.10 میکرومول در میلی‌لیتر ($P \leq 0.05$) و میانگین مالون‌دی‌آلدئید سرم قبل از مصرف 0.34 ± 0.28 و بعد از مصرف یوبی‌کینون 0.34 ± 0.28 نانومول در میلی‌لیتر بود ($P \geq 0.05$). هم‌چنین در افراد ورزشکار میانگین ظرفیت ضد اکسایشی قبل از مصرف یوبی‌کینون 0.18 ± 0.07 و بعد از مصرف یوبی‌کینون 0.34 ± 0.18 میکرومول در میلی‌لیتر ($P \leq 0.05$) و میانگین مالون‌دی‌آلدئید سرم قبل از مصرف 0.58 ± 0.16 و بعد از مصرف یوبی‌کینون 0.36 ± 0.16 نانومول در میلی‌لیتر بود ($P \geq 0.05$). از طرفی، در گروه کنترل (ورزشکار و غیر ورزشکار) تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

و ساز و فشار اکسایشی ناشی از آن در بدن جوندگان (موش‌ها) چندین برابر انسان است (۱۶).

از طرفی، نتایج تحقیق حاضر حاکی است که مکمل‌سازی ۱۴ روزه یوبی-کینون تأثیر معنی‌داری بر میزان (با مصرف روزانه ۲/۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) مالون‌دی‌آلدئید به‌عنوان یکی از شاخص‌های فشار اکسایشی ندارد. به عنوان مثال، نتایج کوک^۳ و همکاران (۲۰۱۱) حاکی است که مصرف ۱۰ میلی‌گرم یوبی‌کینون در هر کیلوگرم وزن بدن به مدت پنج روز باعث کاهش پراکسیداسیون لیپیدی می‌شود (۱۷). یافته‌های مطالعه حاضر با نتایج لکسونن و همکاران (۱۹۹۵) (۱۴) و کان و همکاران (۲۰۰۷) (۱۸) همسو است. به علاوه، کان و همکاران (۲۰۰۷) اشاره داشتند که مصرف چهار هفته‌ای مکمل یوبی‌کینون (۳۰۰ میلی‌گرم یوبی‌کینون در روز) بر مالون‌دی‌آلدئید بی‌تأثیر است (۱۸). به هر حال، در رابطه با اثرات مکمل‌سازی یوبی‌کینون بر تغییرات شاخص مالون‌دی‌آلدئید، ساز و کارهای مختلفی از سوی محققین پیشنهاد شده است. به طوری که برخی محققین معتقدند که این مکمل‌سازی با افزایش توان ضد اکسایشی و حذف بنیان‌های آزاد موجبات کاهش پراکسیداسیون لیپیدی را فراهم می‌کند (۱۹). همچنین، سازوکار احتمالی دیگری که برای عدم تأثیر کاهش پراکسیداسیون لیپیدی توسط محققین اعلام شده است، بدین ترتیب است که یوبی‌کینون نمی‌تواند از شروع تشکیل بنیان پروکسیل لیپیدی (LOO) جلوگیری کند (۱۸، ۱۷، ۱۰). به علاوه، یوبی‌کینون نمی‌تواند بصورت مستقیم عامل بنیان پروکسیل لیپیدی را حذف، و با تشکیل یوبی‌سمی‌کینون و پراکسید هیدروژن از تشکیل مجموعه بنیان‌های پرفریل‌۵ نیترواکساید به عنوان بنیان‌های اکسایشی ثانویه جلوگیری کند (۱۹، ۱۰). از طرفی، دونراوی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که مکمل‌سازی ۱۲ روزه یوبی‌کینون به طور معنی‌دار باعث کاهش دامنه‌ی تغییرات مالون‌دی‌آلدئید می‌شود (۱۰). به علاوه، کان و همکاران (۲۰۰۸) نیز در تحقیق ۲۰ روزه خود اعلام کردند که مصرف ۳۰۰ میلی‌گرم یوبی‌کینون طی شش هفته سبب کاهش میزان مالون‌دی‌آلدئید می‌شود (۱۹). درباره تناقضات بین یافته‌های مطالعات قبلی و نتیجه تحقیق حاضر باید اذعان داشت که عوامل مختلفی از جمله ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها (۸)، روش‌ها و ابزار اندازه‌گیری (کیت‌ها، مواد و دستگاه‌ها آزمایشگاهی) (۲۰) می‌تواند بر تغییرات این شاخص تأثیر بگذارد (۹، ۱۰). از جمله دلایل عدم همخوانی نتایج مطالعه قبلی با یافته حاضر ممکن است نوع آزمودنی‌های مورد مطالعه باشد (۱۳، ۱۲). همچنین، سن آزمودنی‌های تحقیق حاضر (۲۸-۲۵ سال) با سن آزمودنی‌های مطالعه لکسونن (۷۴-۲۲ سال) متفاوت است. با توجه به این که افزایش سن باعث کاهش مقادیر یوبی‌کینول (یوبی‌کینون احیاء شده) در سلول می‌شود (۱۰)، افزایش پراکسیداسیون لیپیدی ناشی از انجام تمرینات ورزشی را می‌توان به افت مقادیر یوبی‌کینول نسبت داد (۲۳). البته باید اشاره کرد که گروه تحقیقاتی کان بررسی خود را با استفاده از مدل حیوانی انجام دادند (۱۸).

همچنین تغییرات شاخص‌های التهابی مرتبط با فشار اکسایشی می‌تواند در فرایند تأثیرگذاری یوبی‌کینون مؤثر باشد. به عنوان مثال نتایج تحقیق Kumar و همکاران (۲۰)، مبنی بر مصرف ۱۲ هفته‌ای مکمل یوبی‌کینون با کاهش التهاب ناشی از فعالیت ورزشی (دویدن روی نوارگردان با شیب منفی) مرتبط است. سازوکار احتمالی ضدالتهابی ممکن است ناشی از مولکول

جدول (۱) میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های فیزیولوژیکی و آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها

گروه	سن (سال)	درصد چربی	شاخص توده‌ی بدن (کیلوگرم بر مجذور متر)	اکسژن مصرفی بیشینه (میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه)
گروه غیرورزشکار (تجربی)	۲۴/۷۱±۱/۶۹	۱۷/۶۱±۱/۲۹	۲۳/۹۴±۰/۸۵	۴۰/۵۹±۱/۰۱
گروه غیرورزشکار (کنترل)	۲۳/۷۱±۱/۴۳	۱۷/۸۹±۰/۳۳	۲۴/۱۲±۰/۳۴	۳۹/۵۴±۱/۳۴
گروه ورزشکار (تجربی)	۲۲/۲۹±۱/۸۸	۱۲/۲۰±۱/۶۸	۲۲/۸۴±۰/۴۶	۳۹/۷۶±۱/۶۴
گروه ورزشکار (کنترل)	۲۳/۲۱±۱/۶۶	۱۳/۸۴±۱/۴۶	۲۳/۱۲±۰/۵۱	۳۹/۸۴±۱/۴۳

بحث و نتیجه گیری

نتایج این پژوهش بیانگر افزایش معنی‌دار در ظرفیت ضد اکسایشی تام سرم در هر دو گروه ورزشکار و غیرورزشکار به دنبال مصرف ۱۴ روزه یوبی‌کینون بود. سینگ^۱ و همکاران (۲۰۰۵) طی مطالعاتی روی افراد سالم غیرفعال گزارش کردند مصرف سه هفته یوبی‌کینون (۲۰۰-۱۰۰ میلی‌گرم) باعث افزایش ظرفیت ضد اکسایشی تام می‌شود (۱۳). از طرفی در مطالعه لکسونن (۱۹۹۵) مصرف یوبی‌کینون (۱۲۰ میلی‌گرم در طی شش هفته) نتوانست از افت معنی‌دار مالون‌دی‌آلدئید جلوگیری کند (۱۴). در این راستا، دونراوی و همکاران (۲۰۱۰) با مطالعه ورزشکاران شناگر اعلام کردند که مصرف ۳۰۰ میلی‌گرم مکمل یوبی‌کینون به مدت ۱۲ روز سبب افزایش ظرفیت ضد اکسایشی تام می‌شود (۱۰). همچنین، نتایج مطالعه تیانو^۲ و همکاران (۲۰۰۷) حاکی است که مکمل‌سازی یوبی‌کینون (۳۰۰ میلی‌گرم در روز) باعث بهبود فعالیت سوپراکسید دسموتاز خارج سلولی (به عنوان یک ضد اکساینده‌ی تأثیرپذیر) می‌شود (۱۵). سازوکار احتمالی پیشنهاد شده در رابطه با اثرات مکمل‌سازی یوبی‌کینون بر افزایش توان ضد اکسایشی تام به این صورت است که یوبی‌کینون با افزایش ضد اکساینده‌های درون سلولی مانند گلوکوتایون، اسید اوریک و بیلی‌روبین و بیان بیشتر آنزیم‌های ضد اکسایشی درون سلولی مانند سوپراکسید دسموتاز، کاتالاز و گلوکوتایون پراکسیداز می‌تواند ظرفیت و توان ضد اکسایشی تام سرمی را بالا ببرد (۱۰، ۱۵). همچنین، یوبی‌کینون با قرار گرفتن در غشای داخلی میتوکندری می‌تواند از افت تولید انرژی زیستی رایج سلول جلوگیری کند (۱۵). با این حال، نتایج برخی از مطالعات گذشته حاکی است که تغییرات این شاخص بسیار اندک است (۱۶). به عنوان مثال، می‌توان به نتایج مطالعه سوهال و همکاران (۲۰۰۵) مبنی بر عدم تأثیر یوبی‌کینون (۹۰ تا ۳۷۱ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن به مدت ۱۴ ماه) بر کاهش ظرفیت ضد اکسایشی تام اشاره کرد (۱۶). متناقض بودن یافته حاضر، با نتایج گذشته ممکن است ناشی از تفاوت‌های موجود در نوع آزمودنی باشد. به طوری که گروه تحقیقاتی سوهال از موش‌های صحرایی به عنوان آزمودنی استفاده کرده بودند؛ در حالی که در مطالعه حاضر مردان سالم و ورزشکار مورد مطالعه قرار گرفت. لذا بخشی از تفاوت موجود را می‌توان به تفاوت‌های موجود در سوخت و ساز بدن انسان و موش‌های صحرایی نسبت داد. زیرا میزان سوخت

^۳cook

^۱Lipid peroxy radicals

^۲Perferryl radical complex

^۱Singh

^۲Tiano

جدول (۲) میانگین و انحراف معیار شاخص‌های مورد مطالعه

Sig	بعد از مکمل - سازی	پایه	شاخص‌ها	
			گروه	مراحل
* / ۰.۰۵	۰/۸۵±۰/۵۲	۰/۷۲±۰/۵۶	ورزشکار (تجربی)	ظرفیت ضد اکسایشی تام (میلی مول / لیتر)
			ورزشکار (کنترل)	
			غیر ورزشکار (تجربی)	
			غیر ورزشکار (کنترل)	
* / ۰.۰۵	۲/۵۵±۰/۲۱	۲/۴۷±۰/۲۳	ورزشکار (تجربی)	مالون دی آلدئید سرمی (نانومول / میلی لیتر)
			ورزشکار (کنترل)	
			غیر ورزشکار (تجربی)	
			غیر ورزشکار (کنترل)	
* / ۰.۰۵	۱/۰۱±۰/۸۶	۰/۸۴±۰/۶۸	ورزشکار (تجربی)	کراتین کیناز (واحد بین المللی / لیتر)
			ورزشکار (کنترل)	
			غیر ورزشکار (تجربی)	
			غیر ورزشکار (کنترل)	
* / ۰.۰۵	۶/۷۷±۱/۳۹	۶/۳۴±۱/۰۷	ورزشکار (تجربی)	لکوسیت (۱۰۰۰×n / لیتر)
			ورزشکار (کنترل)	
			غیر ورزشکار (تجربی)	
			غیر ورزشکار (کنترل)	

* / ۰.۰۵ P < (معنی دار) یافته‌ها به صورت میانگین ± خطای استاندارد

منابع

8. Gokbel H, Gergerlioglu HS, Okudan N, Gul I, Buyukbas S, and Belviranlı M. Effects of coenzyme Q10 supplementation on plasma adiponectin, interleukin-6, and tumor necrosis factor-alpha levels in men. *J Med Food* 13 (2010) 216-218.

9. Gokbel H, Gul I, Belviranlı M, and Okudan N. The effects of coenzyme Q10 supplementation on performance during repeated bouts of supramaximal exercise in sedentary men. *J Strength Cond Res* 24 (2010) 97-102.

10. Donrawee L, and Sawattikanon N. Coenzyme Q10 Supplementation Decreases Oxidative Stress and Improves Eur *J Pharmacol* 600 (2007) 91-98

11. Fu X, Ji R, and Dam J. Antifatigue effect of coenzyme Q10 in mice. *J Med Food* 13 (2011) 211-215.

12. Gutierrez-Mariscal FM, Perez-Martinez P, Delgado-Lista J, Yubero-Serrano EM, Camargo A, Delgado-Casado N, Cruz-Teno C, Santos-Gonzalez M, Rodriguez-Cantalejo F, Castano JP, Villalba-Montoro JM, Fuentes F, Perez-Jimenez F, and Lopez-Miranda J. Mediterranean diet supplemented with coenzyme Q10 induces postprandial changes in p53 in response to oxidative DNA damage in elderly subjects. *Age (Dordr)* (2011).

13. Singh RB, Niaz MA, Kumar A, Sindberg CD, Moesgaard S, Littarru GP. 2005. Effect on absorption

چسبنده داخل سلولی-۱ (ICAM-1) در مهاجرت لکوسیت‌ها و نوتروفیل‌ها به محل التهاب دارد، که نقش مهمی در فعالیت عامل نکروز آلفا (عامل بیان ICAM-1 در سلول‌های اندوتلیال) جلوگیری می‌کند (۲۰). کاهش مونوسیت‌ها (تنظیم کننده‌های سیستم ایمنی مثل سایتوکاین‌ها) و حذف سریع آنها در گروه مکمل احتمالاً می‌تواند به دلیل لانه گزینی سریع این سلول‌ها در بافت‌های آسیب دیده باشد (۲۱،۲۰). بنابراین افت سطح پلاسمایی یوبیکینون، باعث افت دسترسی به انرژی زیستی و فشار اکسایشی، بروز آسیب سلولی و تغییرات نامطلوب شاخص‌های غیرمستقیم فشار و آسیب عضلانی (۲۰) و عوارض ناخواسته می‌گردد.

در کل نتایج تحقیق حاضر حاکی است مکمل‌سازی ۱۴ روزه یوبی‌کینون (با مصرف روزانه ۲/۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن) ضمن ارتقای توان ضد اکسایشی تام پایه از تغییرات نامطلوب شاخص‌های فشار اکسایشی مردان سالم جلوگیری می‌کند. همچنین، براساس یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان گفت که مکمل‌سازی کوتاه مدت یوبی‌کینون در کاهش دامنه تغییرات مالون‌دی‌آلدئید (شاخص پراکسیداسیون لیپیدی و آسیب اکسایشی غشاهای فسفولیپیدی) مؤثر است. لذا، می‌توان به مردان غیر ورزشکار و ورزشکار توصیه کرد با مصرف روزانه‌ی ۲/۵ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن یوبی‌کینون طی یک دوره ۱۴ روزه از آسیب‌ها و عوارض نامطلوب فشار اکسایشی جلوگیری کنند.

1. Alessio HM, Hagerman AE, Fulkerson BK, Ambrose J, Rice RE, and Wiley RL. Generation of reactive oxygen species after exhaustive aerobic and isometric exercise. *Med Sci Sports Exerc* 32 (2000) 1576-1581.

2. Bloomer RJ, Goldfarb AH, Wideman L, McKenzie MJ, and Consitt LA. Effects of acute aerobic and anaerobic exercise on blood markers of oxidative stress. *J Strength Cond Res* 19 (2005) 276-285.

3. Fisher-Wellman K, and Bloomer RJ. Acute exercise and oxidative stress: a 30 year history. *Dyn Med* 8 (2009) 1.

4. Urso ML, and Clarkson PM. Oxidative stress, exercise, and antioxidant supplementation. *Toxicology* 189 (2003) 41-54.

5. Goldfarb AH, McKenzie MJ, and Bloomer RJ. Gender comparisons of exercise-induced oxidative stress: influence of antioxidant supplementation. *Appl Physiol Nutr Metab* 32 (2007) 1124-1131.

6. Rotig A. News in ubiquinone biosynthesis. *Chem Biol* 17 (2010) 415-416.

7. Beg S, Javed S, and Kohli K. Bioavailability enhancement of coenzyme Q10: an extensive review of patents. *Recent Pat Drug Deliv Formul* 4 (2010) 245-255.

- individuals. *J of the Inter Soci of Spor Nut.* doi:10.1186/1550-2783-2785.
18. Kon M, Kimura F, Akimoto T, Tanabe K, Murase Y, Ikemune S, and Kono I. Effect of Coenzyme Q10 supplementation on exercise-induced muscular injury of rats. *Exerc Immunol Rev* 13 (2007) 76-88.
19. Kon M, Tanabe K, Akimoto T, Kimura F, Tanimura Y, Shimizu K, Okamoto T, and Kono I. Reducing exercise-induced muscular injury in kendo athletes with supplementation of coenzyme Q10. *Br J Nutr* 100 (2008) 903-909.
20. Kumar A, Singh, R. B, Saxena M. et al. Effect of CarniQgel (ubiquinol and carnitine) on cytokines in patients with 897 heart failure in the Tishcon study. *Acta Cardiol.* 2007; 62(4): 349-354.
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.
- and oxidative stress of different oral Coenzyme Q10 dosages and intake strategy in healthy men. *Biofas*, 25(1-4):219-24.
14. Laaksonen R, Fogelholm M, Himberg JJ, Laakso J, and Salorinne Y. Ubiquinone supplementation and exercise capacity in trained young and older men. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 72 (1995) 95-100.
15. Tiano L, Belardinelli R, Carnevali P, Principi F, Seddaiu G, and Littarru GP. 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* 28 (2007) 2249-2255.
16. Sohal RS, Kamzalov S, Sumien N, Ferguson M, Rebrin I, Heinrich KR, and Forster MJ. 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* 40 (2006) 480-487.
17. Cooke M, Losa M, Boford T, Shelmadine B, Hudson G, Kerksick C, et al. 2008. Effects of acute and 14-day coenzyme Q10 supplementation on exercise performance in both trained and untrained