Medical Journal
of
Tabriz University of Medical Sciences and Health Services

Original Article

Effect of Q10 supplementation on exercise-induced response of leukocytes, hepatic damage and anti-inflammatory indicators in male runners

Mostafa Armanfar[1*], Afshar Jafari[2], Amir Shakib[1]

[1]Department of Sport Science and Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[2]Department of Biological Sciences in Sports, Faculty of Sport Sciences and Health, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

*Corresponding author; E-mail: mostafaarmanfar@yahoo.com

Received: 18 December 2018 Accepted: 16 January 2019 First Published online: 30 Dec 2020
Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2020-2021;42(5):556-563

Abstract

Background: Occurrence of cellular damage in various tissues of the body and inflammatory response is evident during intense sporting competitions, such as half-endurance running racing. Therefore, the aim of this study was to determining the effect of acute and 14-day Coenzyme Q10 supplementation on inflammatory, anti-inflammatory, muscle and hepatic damage indicators response in elite male runners.

Methods: In quasi-experimental study, eighteen elite male middle-distance runners (aged 20.45±2.48 years, and body fat 7.4 ±1.63 % and VO_{2max} 60.85 ± 3.96) in a randomized and double-blind design were allocated in two equal groups: supplement group (n=9, Coenzyme Q10: 5 mg/kg/day) and placebo group (n=9, Dextrose: 5 mg/kg/day). Before and after supplementation acute and 14-day period, all subjects were participated in a training like running a competitive 3000 meters. Leukocyte count, serum Alanine Aminotransferase (ALT) and Aspartate Aminotransferase (AST) and interleukin-10 (IL-10) concentration were analyzed before and after two like competitive running 3000 meters and supplementation protocols. Data were analyzed by repeated measure ANOVA, Bonferroni and independent t test, with a <0.05 significance level.

Results: The short-term coenzyme Q10 supplementation attenuated the exercise-induced increase in response of ALT and AST and Leukocyte count ($p<0.05$). However, acute supplementation had no significant effect on any of the parameters. Also, short-term supplementation had no significant effect on baseline and exercise-induced response of IL-10.

Conclusion: Based on the results, Short-term supplementation of coenzyme Q10 may reduce markers of liver damage and muscle response to competitive and exhaustive exercise.

Keywords: Semi-Endurance, Runners, Coenzyme Q10, Leukocytosis, Inflammation, Cellular Damage

How to cite this article: Armanfar M, Jafari A, Shakib A. [Effect of Q10 supplementation on exercise-induced response of leukocytes, hepatic damage and anti-inflammatory indicators in male runners]. Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2020-2021;42(5):556-563. Persian.

© 2020 The Author(s). This is an Open Access article published by Tabriz University of Medical Sciences under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

مقاله پژوهشی

تاثیر مکمل‌سازی Q10 بر پاسخ ناشی از ورزش، بر برخی شاخص‌های ضدالتهابی، لکوسیتوز و آسیب عضلانی و کبدی مردان دونده

مصطفی آرمان‌فر[۱]*، افشار جعفری[۲]، امیر شکیب[۱]

[۱]گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
[۲]گروه علوم زیستی ورزش، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
*ایمیل نویسنده مسؤول: mostafaarmanfar@yahoo.com

دریافت: ۱۳۹۷/۹/۲۷ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۲۶ انتشار برخط: ۱۳۹۹/۱۰/۱۰
مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی- درمانی تبریز. ۱۳۹۹؛۴۲(۵):۵۵۶-۵۶۳

چکیده

زمینه: بروز آسیب‌های سلولی در بافت‌های مختلف بدن و پاسخ التهابی طی رقابت‌های ورزشی شدید مانند رقابت دو نیمه‌استقامت، امری بدیهی است. بنابراین هدف تحقیق حاضر تعیین تاثیر دریافت یک روزه (حاد) و ۱۴ روزه کوآنزیم Q10 بر برخی شاخص‌های ضدالتهابی، التهابی و آسیب عضلانی و کبدی مردان دونده نخبه پس از رقابت دوی ۳۰۰۰ متر بود.

روش‌کار: در مطالعه نیمه‌تجربی حاضر، ۱۸ مرد دونده میان‌مسافت (سن ۲۴-۱۹ سال، درصد چربی ۹-۷٪ و اکسیژن مصرفی بیشینه ۵۸-۶۲ میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه) به صورت تصادفی و دوسویه‌کور در دو گروه نه نفری همگن کوآنزیم Q10 یا شبه‌دارو (۵ میلی‌گرم/کیلوگرم/وزن بدن/روز) جایگزین شدند. همه آزمودنی‌ها پس از یک و ۱۴ روز مصرف کوآنزیم Q10 یا شبه‌دارو در یک پروتکل وزرشی شبه‌رقابتی (دویدن ۳۰۰۰ متر) شرکت کردند. تعداد لکوسیت‌ها، اینترلوکین-۱۰ (IL-10)، اسپارتات آمینوترانسفراز (AST) و آلانین آمینوترانسفراز (ALT) هر دو گروه قبل و ۲۴ ساعت بعد از دو وهله رقابت دو ۳۰۰۰ متری در ابتدا و انتهای دو هفته مکمل‌سازی اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از آزمون‌های تحلیل واریانس مکرر، تعقیبی بونفرونی و تی مستقل بررسی شد ($P<۰/۰۵$).

یافته‌ها: مکمل‌سازی کوتاه مدت کوآنزیم Q10، افزایش ناشی از ورزش AST و ALT و تعداد لکوسیت‌ها پس از رقابت دو ۳۰۰۰ متر را به طور معنی‌داری کاهش داد. با این حال، مکمل‌سازی حاد تاثیر معنی‌داری بر هیچ یک از شاخص‌ها نداشت. همچنین، مکمل‌سازی کوتاه مدت تاثیر معنی‌داری بر غلظت استراحتی و پاسخ ناشی از ورزش IL-10 نداشت.

نتیجه‌گیری: مکمل‌سازی کوتاه مدت کوآنزیم Q10 می‌تواند موجب کاهش غلظت و پاسخ نشانگرهای التهابی، آسیب کبدی و عضلانی به فعالیت ورزشی رقابتی و وامانده‌ساز گردد.

کلید واژه‌ها: دونده نیمه استقامتی، کوآنزیم Q10، لکوسیتوز، التهاب، آسیب سلولی.

نحوه استناد به این مقاله: آرمان‌فر م، جعفری ا، شکیب ا. تاثیر مکمل‌سازی Q10 بر پاسخ ناشی از ورزش بر برخی شاخص‌های ضدالتهابی، لکوسیتوز و آسیب عضلانی و کبدی مردان دونده. مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی- درمانی تبریز. ۱۳۹۹؛۴۲(۵):۵۵۶-۵۶۳

حق تالیف برای مولفان محفوظ است.
این مقاله با دسترسی آزاد توسط دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی تبریز تحت مجوز کریتو کامنز (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0) منتشر گردیده که طبق مفاد آن هرگونه استفاده تنها در صورتی مجاز است که به اثر اصلی به نحو مقتضی استناد و ارجاع داده شده باشد.

مقدمه

شرکت در برنامه‌های ورزشی منظم به ویژه تمرینات هوازی و تغذیه صحیح، روشی مناسب و پذیرفته شده برای پیشگیری از بروز بیماری‌ها و بهبود کیفیت زندگی به شمار می‌رود (۱). با این حال، فشارهای انجام برخی از تمرینات و رقابت‌های حرفه‌ای سنگین و نسبتا شدید مانند دویدن‌های مسافت طولانی و شنا استقامتی (از جمله رویدادهای رقابتی) ممکن است باعث فشار متابولیکی- مکانیکی و تغییرات در برخی شاخص‌های زیست شیمیایی و نشانگرهای آسیب سلولی عضلانی و کبدی مانند آنزیم‌های سرمی شود (۲). در حالت استراحت، حین فعالیت ورزشی، تمرین و بازسازی منابع در مرحله برگشت به حالت اولیه فعالیت‌های ورزشی، آنزیم‌های مختلف کبدی در کنش متقابل پاسخ‌های سوخت و سازی و هورمونی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است(۳). با توجه به آنکه تمرینات و رقابت‌های ورزشی شدید، فشار سوخت و سازی بسیاری زیادی بر بافت‌های مختلف بدن وارد می‌آورند و از آنجا که بافت کبد و آنزیم‌های کبدی نقش مهمی در حفظ هومئوستاز بدن حین این نوع فعالیت‌های بدنی دارند، بررسی پاسخ‌های حاد و درازمدت آنزیم‌های کبدی به تمرینات ورزشی شدید و تعدیل آن از طریق برخی مداخلات از جمله دریافت مواد غذایی و مکمل‌های ورزشی اهمیت زیادی پیدا کرده است (۴, ۵) ارزیابی عملکرد کبدی (Liver Function Test, LFT) توسط اندازه‌گیری سطوح نشانگرهای زیستی گوناگون (پروتئین‌ها) صورت می‌گیرد (۶). این پروتئین‌ها جنبه‌های مختلف عملکرد طبیعی کبد را نشان می‌دهند. به عنوان مثال، سطوح طبیعی آلانین‌آمینوترنسفراز یا آسپارتات‌آمینوترنسفراز نشان دهنده بی‌نقص بودن سلول‌های کبدی است (۷). نتایج مطالعات پژوهشی نشان می‌دهند که برخی از پروتئین‌های اندازه‌گیری شده از طریق LFT تحت تاثیر عوامل متعددی از جمله نمایه توده بدنی (۸)، سن (۶)، عوامل ژنتیکی و عوامل محیطی و تغذیه‌ای (۷) قرار می‌گیرند.

بر اساس مطالعات آسپارتات آمینوترانسفراز (AST) و آلانین آمینوترانسفراز (ALT) بهترین نشانگرهای ارزیابی وضعیت کبد هستند . این آنزیم‌ها در بسیاری از بافت‌های بدن پراکنده شده و در کبد غلظت بالاتری دارند و هرگاه این بافت دچار ضایعه و آسیب شود غلظت آنها افزایش می‌یابد (۹). میزان آنزیم‌های کبدی (AST و ALT) در خون، ممکن است حین و پس از فعالیت‌های ورزشی افزایش یابند (۱۰). شویون و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که میزان فعالیت و غلظت آنزیم AST (شاخص آسیب کبد) بر اثر ۵۰ تا ۸۰ کیلومتر پیاده‌روی حدود چهار برابر افزایش یافته است (۱۱). هنگام وقوع آسیب کبدی و عضلانی، آنزیم‌های AST و ALT و تعداد گلبول‌های سفید خون افزایش می‌یابد. آنزیم‌های AST و ALT به مقدار فراوان در کبد و نیز بافت‌های دیگری مثل قلب، کلیه‌ها، عضلات اسکلتی و سلول‌های قرمز خون به مقدار زیادی وجود دارد (۱۲). در حقیقت، افزایش ALT و AST سرمی نشان دهنده ورود آنزیم های عضلانی و کبدی به درون گردش خون است و در نتیجه تغییر غلظت این آنزیم‌ها در گردش خون احتمالا می‌تواند ناشی از آسیب عضلانی باشد (۱۳). در این راستا، برخی مطالعات از جمله مور و همکاران (۲۰۱۸) و اسکندری و همکاران (۲۰۰۶) نشان داده‌اند که پس از تمرینات ورزشی شدید از جمله دویدن طولانی‌مدت با شدت بالا، غلظت و فعالیت آنزیم‌های AST و ALT سرمی افزایش می‌یابد و همچنین افزایش این شاخص‌ها ارتباط مستقیمی با بروز التهاب و افزایش نشانگرهای زیستی آن دارد. همچنین، تمرین ورزشی شدید باعث افزایش آنزیم‌های آمینوترانسفراز کبدی می‌شود و احتمالا خستگی ناشی از تمرین ورزشی شدید باعث افزایش نفوذپذیری غشا و افزایش سطوح آنزیم‌های AST و ALT می‌شود (۱۴, ۱۵).

از طرف دیگر، اینترلوکین-۱۰ یکی از مهم‌ترین سایتوکاین‌های ضد التهابی است که اثرات مهاری بر سایتوکاین‌های پیش التهابی نظیر اینترلوکین-۲، اینترلوکین-۱۲، عامل نکروز توموری آلفا و اینترفرون گاما دارد. به نظر می‌رسد اثرات مهاری این سایتوکاین به طور عمده از طریق سرکوب بیان مولکول‌های چسبان سلولی (Cell Adhesion Molecule) انجام می‌شود (۱۶, ۱۷).

بر اساس نتایج مطالعات پیشین، تمرین ورزشی منظم توانایی تعدیل التهاب مزمن و آسیب‌های ناشی از آن را از طریق کاهش غلظت سایتوکین‌های پیش التهابی (اینترلوکین ۸ اینترلوکین ۶) و همچنین افزایش غلظت سایتوکاین‌های ضد التهابی نظیر اینترلوکین ۱۰ دارد. با این حال، انجام تمرینات ورزشی شدید نظر آنچه دوندگان استقامتی (همانند دو مرتبه تمرین در روز) انجام می‌دهند ممکن است به افزایش پاسخ‌های التهابی و کاهش عوامل ضدالتهابی منجر شود(۱۸).

از این‌رو، محققین و متخصصین پزشکی ورزشی همواره به دنبال راه‌کارهایی هستند که بتوانند در راستای بهبود عملکرد، از تغییرات نامطلوب ظرفیت فیزیولوژیکی شاخص‌های مربوط به فشار آسیب سلولی (کبدی و عضلانی)، عوامل التهابی و ضدالتهابی و تغییرات در شاخص‌های زیست‌شیمیایی جلوگیری کرده و یا دست کم آن را به پایین‌ترین حد ممکن برسانند. یکی از شیوه‌های مقابله با اثرات نامطلوب فشار التهابی (به دنبال آن آسیب مکانیکی غشای سلولی و بروز آسیب سلولی) و متابولیک ناشی از انجام فعالیت‌های ورزشی نسبتا شدید استفاده از مکمل‌سازی خوراکی ارگوژنیک مانند کوآنزیم Q10 یا یوبی‌کینون است (۱۹, ۲۰). کوآنزیم Q10 به عنوان یک شبه ویتامین محلول در چربی و از ترکیبات ضروری زنجیره انتقال الکترون باعث افزایش فسفوریلاسیون اکسایشی و شارژ انرژی سلولی می‌شود. به این ترتیب، برخی از محققین معتقدند که با استفاده از مکمل‌سازی

کوآنزیم Q10 (مصرف خارجی به منظور ارتقا سطح پلاسمایی یا بافتی) می‌تواند از فشارهای وارده یا تغییرات نامطلوب برخی از شاخص‌های التهابی، آسیب عضلانی و زیست‌شیمیایی ناشی از افت انرژی حین انجام انواع فعالیت‌های ورزشی جلوگیری کند (۲۰, ۲۱). همچنین، مکمل‌سازی Q10 به عنوان روشی برای کاهش پاسخ التهابی و بهبود عوامل ضدالتهابی پیشنهاد شده است(۱۶).

به هر حال، با توجه به نتایج محدود و متناقض مربوط به تاثیر مکمل‌سازی کوآنزیم Q10 بر انواع پاسخ‌های ناشی از ورزش و نبود دسترسی به مطالعات جامع روی ورزشکاران رشته دو نیمه استقامت، این سوال مطرح است که آیا واقعا این مکمل‌سازی می‌تواند باعث کاهش آسیب پروتئین‌ها و لیپیدهای غشایی شده وبا کاستن از بروز آسیب‌های سلولی موجب کاهش نشانگرهای آسیب سلولی (AST و ALT سرمی) و متعاقب آن نشانگرهای التهابی (تعداد لکوسیت‌های خون محیطی) و افزایش عوامل ضدالتهابی (اینترلوکین ۱۰) گردد؟ از این‌رو، مطالعه حاضر با هدف تعیین تاثیر مکمل‌سازی حاد (یک روزه) و کوتاه مدت (۱۴ روزه) کوآنزیمQ10 (پنج میلی‌گرم/کیلوگرم وزن بدن/روز) بر پاسخ ورزشی شاخص‌های آسیب عضلانی، کبدی و افزایش تعداد لکوسیت‌ها (شاخص پاسخ التهابی) و غلظت اینترلوکین ۱۰ (شاخص ضدالتهابی) محیطی مردان دونده نیمه استقامت (متعاقب یک رقابت دو ۳۰۰۰ متر) در قالب یک طرح دو گروهی و دوسویه‌کور با اندازه‌گیری مکرر انجام شد.

روش کار

تحقیق حاضر، پس از تایید کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی تبریز (با کد ۹۱۶۹)، در قالب طرح‌های نیمه‌تجربی دو گروهی (تجربی و کنترل) با اندازه‌گیری‌های مکرر (چهارمرحله‌ای) به صورت دوسویه‌کور انجام شد. جامعه آماری تحقیق حاضر، شامل مردان دونده نیمه استقامتی (با دامنه سنی ۲۴-۱۹ سال، نمایه توده بدن کمتر از ۲۵ کیلوگرم بر متر مربع و سابقه ورزشی ۸-۴ سال) بود. پس از هماهنگی‌های اولیه با تیم‌های ورزشی و هیئت‌های مربوطه، ۲۸ نفر ورزشکار دونده نیمه استقامت داوطلب سالم جهت شرکت در تحقیق اعلام آمادگی کردند. شرایط ورود به مطالعه شامل داشتن حداقل پنج سال سابقه تمرین و رقابت در سطح رقابت استانی یا بالاتر، عدم مصرف مکمل و داروی ضداکسایشی و ضدالتهابی طی شش ماه گذشته، عدم آسیب دیدگی (به ویژه در ناحیه زانو و مچ پا) و داشتن اکسیژن مصرفی بالاتر از ۶۰ میلی لیتر/کیلوگرم وزن بدن/دقیقه بود. ورزشکاران آسیب دیده، دارای سابقه مصرف مکمل، دارای تعداد لکوسیت خون محیطی بالا و بیمار از مطالعه حذف شدند. همه داوطلبین با حضور در جلسه هماهنگی و پس از شرح کامل اهداف و روش‌های اندازه‌گیری، تکمیل فرم رضایت آگاهانه و پرسشنامه‌های سلامتی و یادآمد ۲۴ ساعته رژیم غذایی، مورد معاینات پزشکی قرار گرفتند. داوطلبین در یک ماه گذشته به دلیل بیماری از دارو و مکمل‌های خوارکی طبیعی و صنعتی استفاده نکرده بودند. دو هفته قبل از شروع تحقیق، شاخص‌های پیکرسنجی قد، وزن و درصد چربی بدن آزمودنی‌ها اندازگیری شد. حجم نمونه مورد مطالعه برای هر یک از دو گروه با در نظر گرفتن طرح تحقیق (با در نظر گرفتن خطای نوع دوم) و نتایج مطالعات قبلی، هفت نفر برآورد شد (۱۹). البته به منظور جلوگیری از افت احتمالی آزمودنی‌ها در طی مراحل تحقیق و با توجه به شاخص‌های پیکرسنجی و توان هوازی، حجم نمونه مورد مطالعه برای هر گروه ۹ نفر در نظر گرفته شد. در نهایت، ۱۸ نفر آزمودنی با در نظر گرفتن اکسیژن مصرفی بیشینه (آزمون بروس)، درصد چربی بدن و برخی شاخص‌های خونی (مقدار هموگلوبین و هماتوکریت) به روش همتاسازی در دو گروه ۹ نفری همگن مکمل کوآنزیم Q10 و شبه‌دارو جایگزین شدند (۲۲).

مکمل‌سازی با استفاده از کپسول‌های کوآنزیم Q10 ساخت کارخانه‌های ایالات متحده آمریکا مورد تایید وزارت بهداشت ایران انجام شد. هر یک از آزمودنی‌ها به مدت ۱۴روز، روزانه ۵ میلی‌گرم به ازای هرکیلوگرم در روز کوآنزیم Q10 یا شبه‌داروی دکستروز را به شکل کپسول مصرف کردند (دوسویه‌کور). همچنین، تاثیر دریافت یک روزه مکمل Q10 به منظور اینکه آیا حتی دریافت حاد نیز دارای آثار قابل توجهی است مورد آزمون قرار گرفت. مقدار کوآنزیم Q10 مصرفی، 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 نسبتا شدید در نظر گرفته شد (۲۳).

تمرینات ورزشی طی مکمل‌سازی شامل چهار جلسه تمرین در هفته (مدت هر جلسه تمرین حدود ۹۰ دقیقه بود) برای دو هفته (در مجموع هشت جلسه تمرین) بود. پس از یک روز مصرف مکمل، مردان دونده نیمه استقامتی یک مسافت ۳۰۰۰ متری را به صورت رقابتی دویدند. همچنین، پس از ۱۴ روز مصرف مکمل یا شبه‌دارو، دوندگان دوباره در یک رقابت دو ۳۰۰۰ متری شرکت کردند. ضربان قلب دوندگان در تمام طول مسیر بوسیله دستگاه ضربان سنج پولار (ساخت فنلاند) کنترل می‌شد. به علاوه، فرض بر این بود که دویدن ۳۰۰۰ متر به صورت رقابتی با این میزان شدت به عنوان یک فعالیت سخت و نسبتا شدید باید با اعمال فشار سوخت‌وسازی، باعث تغییرات قابل‌توجه در تعداد لکوسیت‌ها، غلظت اینترلوکین ۱۰، AST و ALT خون مردان دونده نخبه نیمه استقامتی شود.

نمونه‌های خونی در چهار مرحله (یک ساعت قبل و ۲۴ ساعت بعد از اولین و آخرین دو رقابت دو ۳۰۰۰ متر در ابتدا و

انتهای دوره ۱۴ روزه مکمل‌سازی) به میزان پنج میلی‌لیتر از ورید پیش آرنجی بازوی راست آزمودنی‌ها تهیه شد که دو میلی‌لیتر از خون بدون افزودن ماده ضدانعقاد به منظور تعیین شاخص هماتولوژیکی مورد استفاده قرار گرفت. همه اندازگیری‌ها در ساعت۱۱-۹ صبح، دمای ۲۸-۲۶ درجه سانتی‌گراد، رطوبت ۵۵-۵۰ درصد، تهویه و نور محیطی تقریبا یکسان انجام شد. به علاوه، آزمودنی‌ها ۲۴ ساعت قبل از انجام آزمون، از انجام هر گونه فعالیت بدنی سنگین پرهیز کرده و وعده غذایی (صبحانه) آنها قبل از آزمون مشابه بود. به علاوه، قبل از خونگیری دوم، رژیم غذایی روزانه آزمودنی‌ها با استفاده از یادآمد تغذیه‌ای ۲۴ ساعته کنترل شد (۲۴). برای تعیین میزان هماتوکریت، هموگلوبین، شمارش گلبول‌های قرمز، گلبول سفید و پلاکت از دستگاه اتوآنالایزر شمارشگر سلولی (Sysmex مدل XT-2000i ساخت کشور ژاپن) به روش فلوسیتومتر استفاده شد. غلظت اینترلوکین ۱۰ با استفاده از کیت الایزا مخصوص ساخت کشور چین تحت لیسانس شرکت بوستر آمریکا و با حساسیت کمتر از ۰/۰۵ پیکوگرم بر میلی لیتر و غلظت ALT و AST با استفاده از کیت‌های شرکت بیونیک با حساسیت (U/L - 0.00052 Δ A/min۱) اندازه‌گیری شد. همچنین، به منظور برآورد میزان تغییرات پلاسما متعاقب یک جلسه تمرین مقاومتی بیشینه در ابتدا و انتها دوره تحقیق از فرمول دیل و کاستیل استفاده شد.

$$\Delta PV\ (\%) = 100 \times [(HbB\ (1- HctA\times 10^{-2})] / [HbA\ (1- HctB\times 10^{-2})] - 100$$

در این معادله ΔPV تغییرات حجم پلاسما، Hb_B هموگلوبین قبل از فعالیت، Hb_A هموگلوبین بعد از فعالیت، Hct_B هماتوکریت قبل از فعالیت و Hct_A هماتوکریت بعد از رقابت ورزشی است.

تغییرات هر یک از شاخص‌ها (میانگین و انحراف استاندارد) طی مراحل چهارگانه با آزمون‌های تحلیل واریانس مکرر و تعقیبی بونفرونی بررسی شد. اختلافات بین گروهی نیز با آزمون T مستقل تعیین شد. همه تحلیل‌های آماری در سطح معنی‌داری P<۰/۰۵ با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ انجام شد.

یافته‌ها

میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های فردی و تغییرات شاخص‌های مورد مطالعه طی چهار مرحله خونگیری در جدول ۱ و ۲ آورده شده است. تفاوت شاخص‌های مورد مطالعه دو گروه در حالت پایه و پیش از شروع مطالعه (جدول۲) معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). پس از ۱۴ روز مصرف مکمل کوآنزیم Q10، تعداد لکوسیت‌ها، غلظت ALT و AST سرمی گروه مکمل، پس از رقابت دو ۳۰۰۰ متر به طور معنی‌دار کمتر از گروه شبه‌دارو بود (P=۰/۰۰۱). همچنین، غلظت استراحتی و پاسخ ۲۴ ساعته ناشی از ورزش اینترلوکین ۱۰ پس از مکمل‌سازی حاد و کوتاه مدت تغییر معنی‌داری نشان نداد (P=۰/۵۹). با این حال، مکمل‌سازی حاد (یک روزه) کوآنزیم Q10 از افزایش معنی‌دار تعداد لکوسیت‌ها، غلظت ALT و AST سرمی در ۲۴ ساعت پس از رقابت دو ۳۰۰۰ متر جلوگیری نکرد.

جدول ۱. ویژگی‌های فردی، پیکرسنجی و توان هوازی آزمودنی‌ها

گروه‌ها	تعداد	سن (سال)	نمایه‌توده بدن (کیلوگرم/مترمربع)	درصد چربی	اکسیژن‌مصرفی‌بیشینه (میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه)
گروه Q10	۹	۲۰/۱±۲/۳۵	۲۲/۱±۱/۶۳	۷/۹±۱/۲۶	۶۳/۱±۴/۲
گروه شبه دارو	۹	۱۹/۹±۲/۶۴	۲۱/۶±۲/۱۸	۸/۸±۱/۸۹	۶۲/۶±۳/۹

جدول ۲. تغییرات اینترلوکین ۱۰، ALT، AST و تعداد لکوسیت‌ها در دو گروه طی مراحل اندازگیری

شاخص‌ها	گروه‌ها	حالت پایه (قبل از مکمل‌سازی)	۲۴ ساعت بعد از رقابت اول	قبل از رقابت دوم (بعد از مکمل‌سازی)	۲۴ ساعت بعد از رقابت دوم
اینترلوکین ۱۰ (پیکوگرم بر میلی‌لیتر)	Q10	۱/۴۵±۰/۱۲	۱/۵۱±۰/۲	۱/۵۲±۰/۲۱	۱/۴۹±۰/۲
	شبه دارو	۱/۴۹±۰/۱۸	۱/۴۷±۰/۱۴	۱/۴۵±۰/۱۵	۱/۴۶±۰/۱۱
تعداد لکوسیت‌های خون محیطی (تعداد×۱۰^۳ بر میکرولیتر)	Q10	۶/۸۵±۰/۲۶	۱۰/۲۲±۰/۳۴	۶/۹۱±۰/۲۳	۹/۱۷±۰/۴۲†
	شبه دارو	۶/۷۷±۰/۲۲	۱۰/۲۴±۰/۱۵	۶/۷۶±۰/۴۵	۱۰/۲۵±۰/۲۴
AST (واحد بین المللی بر لیتر)	Q10	۱۷/۷ ± ۴/۴۱	۱۹/۰۵ ± ۵/۳۱	۱۷/۱ ± ۴/۴۱	۱۷/۷۳ ± ۷/۲۷†
	شبه دارو	۱۷/۴۵ ± ۴/۸۱	۱۹/۶۲ ± ۶/۲۴	۱۷/۷ ± ۴/۸۱	۱۹/۳۷ ± ۶/۱۱
ALT (واحد بین المللی بر لیتر)	Q10	۱۳/۲ ± ۲/۴۵	۱۹/۲۵ ± ۵/۳۲	۱۳/۵۵ ± ۲/۹۵	۱۶/۰۷ ± ۵/۳۲†
	شبه دارو	۱۳/۴۵ ± ۲/۸۱	۱۹/۶۲ ± ۶/۱۷	۱۳/۳۹ ± ۲/۱۲	۱۹/۷۳ ± ۶/۱۷
هموگلوبین (گرم بر دسی لیتر)	Q10	/۸۴۱۵±۱/۲۵	/۳۱۵±/۷۵۰	/۶۱۵±۰/۹	/۸۱۵±۰/۷۵
	شبه دارو	/۲۱۵±/۲۱	/۳۱۵±۱/۱	/۴۱۵±۰/۸	/۴۱۵±۰/۶
هماتوکریت (درصد)	Q10	۴۵/۵۶±۰/۷۲	/۶±۰/۸۱۴۶	۴۵/۷۸±۰/۶۴	/۱±۰/۵۴۷
	شبه دارو	/۷۶±۰/۵۴۴۶	/۵۶±۰/۷۹۴۶	/۵۶±۰/۴۲۴۵	/۱۴±۰/۱۸۴۶

ALT، آلانین آمینوترانسفراز؛ AST، آسپارتات آمینوترانسفراز

علامت † نشانگر معنی‌دار شاخص‌های مورد مطالعه در گروه مکمل نسبت به گروه شبه دارو است.

همچنین، نتایج حاصله از ضربان قلب در انتهای هر دو رقابت دو ۳۰۰۰ متر نشان داده که ضربان قلب دوندگان در انتهای دو ۳۰۰۰ متر شبه رقابتی در محدوده ۱۰± ضربان قلب بیشینه پیش بینی شده بر اساس سن و آزمون وامانده‌ساز بروس بوده‌است. علاوه بر این، نتایج شیفت پلاسما نشان داد که این عامل ۲۴ ساعت پس از رقابت دو ۳۰۰۰ متر تغییر معنی‌داری نداشته و از این رو تاثیر قابل توجهی بر نتایج متغیرهای فوق الذکر نگذاشته است.

بحث

نتایج تحقیق حاضر در راستای تعیین تاثیر مکمل‌سازی حاد و ۱۴روزه کوآنزیم Q10 بر غلظت اینترلوکین ۱۰، ALT، AST و لکوسیتوز (شاخص‌های آسیب عضلانی و کبدی، التهابی و ضدالتهابی) مردان نخبه دونده نیمه استقامتی حاکی است که مکمل‌سازی حاد و کوتاه مدت کوآنزیم Q10 تاثیر معنی‌داری بر سطوح پایه هیچ یک از این نشانگرها ندارد. مکمل‌سازی حاد تاثیر معنی‌داری بر پاسخ ورزشی بر هیچ یک از شاخص‌های مورد مطالعه ۲۴ ساعت پس از رقابت دوی ۳۰۰۰ متر نداشت. با این حال، مکمل‌سازی کوتاه مدت به‌طور معنی‌داری موجب کاهش ALT و AST در گروه مکمل در مقایسه با گروه دارونما (۲۴ ساعت پس از رقابت دوی ۳۰۰۰ متر) گردید. همچنین، مکمل‌سازی کوتاه مدت Q10 تاثیر معنی‌داری بر پاسخ ناشی از ورزش اینترلوکین ۱۰ پس از تغییر نداشت.

در راستای نتایج مطالعه حاضر، سیفی- اسکیشهر و همکاران (۲۰۰۸) دویدن نیم‌ساعته روی نوار گردان با شدت ۷۵ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه موجب افزایش لکوسیت‌های خون محیطی (غالبا به دلیل افزایش تعداد نوتروفیل‌ها و لنفوسیت‌ها) گردید (۲۶). به علاوه، سایجین و همکاران (۲۰۰۶) با مطالعه افراد ورزشکار و غیرورزشکار نشان دادند که یک جلسه تمرین باعث افزایش تعداد لکوسیت‌ها می‌گردد. سازوکار پیشنهاد شده بدین صورت است که تغییرات لکوسیتی ناشی از فعالیت بدنی می‌تواند به وسیله یک اثر ترکیبی از هورمون‌های استرسی اپی‌نفرین و کورتیزول یا تغییرات همودینامیکی مانند افزایش برون‌ده قلبی باشد. هم‌چنین، لکوسیتوز ناشی از انجام تمرینات و رقابت‌های ورزشی احتمالا به دلیل آسیب‌های ریز عضلانی و پدیده التهاب بروز می‌نماید. به طوری که آسیب‌های ریز عضلانی با رهایش اینترلوکین یک بتا و عامل نکروز دهنده آلفا و فعال‌سازی مولکول‌های چسبنده باعث مهاجرت لکوسیت‌های موجود در مغز استخوان، طحال و سایر ذخایر لکوسیتی به طرف سلول آسیب دیده می‌شود. به هر حال محققین معتقدند که کوآنزیم Q10 با کاهش پراکسیداسیون لیپیدی می‌تواند با ممانعت از افزایش فعالیت عامل هسته‌ای کاپا بی (NF-κb) و عامل نکروزی آلفا باعث کاهش لکوسیتوز ناشی از فعالیت شود. دیگر سازوکار پیشنهاد شده برای نقش ضدالتهابی کوآنزیم Q10 ممکن است تاثیر آن بر مولکول چسبنده بین سلولی (Intercellular adhesion molecule-1, ICAM-1) و مهاجرت لکوسیت‌ها به سوی بافت ملتهب باشد (۲۷). از طرفی یافته‌های مطالعه حاضر با نتایج برخی مطالعات در تضاد است. به عنوان مثال، نیکلوویتز و همکاران (۲۰۰۷) با مطالعه مردان و زنان بیمار عنوان داشتند که دو تا چهار هفته مکمل‌سازی کوآنزیم Q10 (سه میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز) با افزایش تعداد لکوسیت‌ها همراه است (۲۸). این تضاد یافته‌ها ممکن است ناشی از تفاوت‌های موجود در نوع آزمودنی‌ها (بیمار در برابر سالم) باشد. کوآنزیم Q10 با مقدار مصرف سه میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز احتمالا نمی‌تواند از افزایش لکوسیتوز جلوگیری نماید و ممکن است با افزایش مقدار مصرف کوآنزیم Q10 بتوان از افزایش لکوسیتوز جلوگیری کرد. همچنین، در راستای عدم تاثیر مکمل‌سازی Q10 بر غلظت استراحتی و پاسخ ناشی از ورزش اینترلوکین ۱۰ باید ابراز داشت که احتمالا عدم اثرگذاری مشاهده شده ناشی از طبیعی بودن سطوح این عامل ضدالتهابی در ورزشکاران مطالعه حاضر است و بخش اعظم مطالعاتی که تاثیر مثبت و افزایشی این مکمل بر غلظت اینترلوکین ۱۰ را گزارش کرده‌اند، روی افراد مبتلا به بیماران مزمنی که دارای سطح التهاب سیستمیک بالایی هستند انجام شده است (۲۹, ۳۰).

کبد از اندام های مستعد آسیب ناشی از اثرات استرس اکسایشی حین تمرینات و رقابت‌های شدید ورزشی و موقعیت‌های تنش‌آفرین است (۷). پراکسیداسیون لیپیدی حین فعالیت ورزشی با تغییر در ساختمان پروتئین‌ها و لیپیدهای غشایی به استرس اکسایشی منجر می‌شود. به علاوه، افزایش میانگین فعالیت آنزیم AST هم طبق انتظار به دلیل نشت سلولی این آنزیم به درون سرم خون می‌باشد. انتظار می‌رفت وجود کوآنزیم Q10 در غشای لیپیدی با دادن یک اتم هیدروژن در ناحیه آزاد، از تشکیل بنیان آزاد پراکسیداسیون ممانعت کرده و با کاهش استرس اکسایشی، باعث کاهش آسیب غشایی و نشت آنزیم‌های ALT و AST به درون خون گردد (۱۱، ۱۰). آنزیم AST در هنگام جراحت و آسیب، از بافت‌های مختلف از جمله عضلات، استخوان و قلب خارج می‌شوند، در حالی که ALT در سیتوپلاسم سلول‌های کبدی زیاد است و هنگام آسیب با عبور از غشای سلولی وارد خون می‌شود. به همین دلیل به عنوان نشانگر اختصاصی آسیب سلول‌های کبدی شناخته شده است (۲۵). احتمالا استرس اکسایشی با اثر بر اندام‌های مختلف و از جمله

کبد، ضایعاتی در غشای سلولی ایجاد و نشت آنزیم‌های مذکور را باعث شده است.

برخی محققین معتقدند که مکمل‌سازی کوآنزیم Q10 در فعالیت‌های ورزشی سنگین ممکن است با افزایش سطح کوآنزیم Q10 پلاسمایی- سلولی باعث افزایش فسفریلاسیون اکسایشی، تسریع انتقال الکترون از فلاووپروتئین‌ها به سیتوکروم‌ها (یعنی بازسازی هوازی ذخایر آدنوزین تری‌فسفات درون سلولی)، تشدید دسترسی به منابع غیرکربوهیدراتی، افزایش سوخت‌وساز اسیدهای چرب (وابستگی کمتر به مسیر گلیکولیز بی‌هوازی) و در نهایت غلظت کمتر پلاسمایی این نشانگرها منجر شود (۲۸). براساس نتایج مطالعات موجود، میزان مصرف روزانه کوآنزیم Q10 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 برای بهبود عملکردهای قلبی- عروقی) برسد. یکی از محدودیت‌های تحقیق حاضر عدم اندازه‌گیری سطوح Q10 پلاسمایی و اندازه‌گیری مقادیر شاخص‌های مورد مطالعه برای مدت زمان طولانی‌تر از ۲۴ ساعت بود که احتمالا می‌توانست به درک بهتر سازوکار اثرگذاری منجر شود. از جمله نکات کاربردی مطالعه حاضر می‌توان به توصیه به دریافت یک مکمل دسترس به عنوان Q10 به منظور دستیابی به فواید آن در راستای کاهش آسیب کبدی و عضلانی اشاره کرد.

نتیجه‌گیری

در مجموع، بر اساس نتایج مطالعه حاضر به نظر می‌رسد مکمل‌سازی کوآنزیم Q10 احتمالا می‌تواند به عنوان روشی کارآمد برای کاهش پاسخ التهابی و آسیب سلولی عضلانی و کبدی ناشی از تمرینات و رقابت‌های ورزشی شدید مورد استفاده قرار گیرد.

قدردانی

مطالعه حاضر حاصل پایان نامه دانشجویی در دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تبریز می باشد. از تمام افرادی که در این تحقیق همکاری کرده‌اند، تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

ملاحظات اخلاقی

پروتکل این مطالعه با شماره ۹۱۶۹ در کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی تبریز مورد تائید قرار گرفته است.

منابع مالی

منابع مالی این طرح تحقیقاتی توسط نویسندگان تامین شده است.

منافع متقابل

مولف اظهار می‌دارد که منافع متقابلی از تالیف و یا انتشار این مقاله ندارد.

مشارکت مؤلفان

م آ در انتخاب موضوع و پروتکل تحقیق تحلیل، ا ج در انتخاب موضوع، طراحی پروتکل، اجرا و تحلیل نتایج و ا ش در انتخاب موضوع، پروتکل، تحلیل نتایج و تدوین مقاله نقش داشتند.

References

1. Pingitore A, Lima GP, Mastorci F, Quinones A, Iervasi G, Vassalle C. Exercise and oxidative stress: potential effects of antioxidant dietary strategies in sports. Nutrition. 2015 Jul-Aug;31(7-8):916-22. doi: 10.1016/j.nut.2015.02.005
2. Leelarungrayub D, Rawattikanon A, Klaphajone J, Pothongsunan P, Bloomer RJ. Coenzyme Q10 supplementation decreases oxidative stress and improves physical performance in young swimmers; a pilot study. The Open Sports Med J. 2010;4:1-8. doi: 10.2174/1874387001004010001
3. Tiidus PM, Tupling AR, Houston ME. Biochemistry primer for exercise science: Human Kinetics; 2018.
4. Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli FM. Creatine kinase monitoring in sport medicine. Br Med Bull. 2007;81-82:209-30. doi: 10.1093/bmb/ldm014
5. Brancaccio P, Maffulli N, Buonauro R, Limongelli FM. Serum enzyme monitoring in sports medicine. *Clin sports med*. 2008;27(1):1-18. doi: 10.1016/j.csm.2007.09.005
6. Rahmioglu N, Andrew T, Cherkas L, Surdulescu G, Swaminathan R, Spector T, et al. Epidemiology and genetic epidemiology of the liver function test proteins. PLoS One. 2009;4(2):e4435. doi: 10.1371/journal.pone.0004435
7. Elinav E, Ben-Dov IZ, Ackerman E, Kiderman A, Glikberg F, Shapira Y, Ackerman Z. Correlation between serum alanine aminotransferase activity and age: an inverted U curve pattern. Am J Gastroenterol. 2005 Oct;100(10):2201-4. doi: 10.1111/j.1572-0241.2005.41822.x
8. Banfi G, Morelli P. Relation between body mass index and serum aminotransferases concentrations in professional athletes. J Sports Med Phys Fitness. 2008 Jun;48(2):197-200.
9. Banfi G, Morelli P. Relation between body mass index and serum aminotransferases concentrations in professional athletes. J Sports Med Phys Fitness. 2008 Jun;48(2):197-200.
10. Nathwani RA, Pais S, Reynolds TB, Kaplowitz N. Serum alanine aminotransferase in skeletal muscle diseases. Hepatology. 2005 Feb;41(2):380-2. doi: 10.1002/hep.20548

11. Chevion S, Moran DS, Heled Y, Shani Y, Regev G, Abbou B, Berenshtein E, Stadtman ER, Epstein Y. Plasma antioxidant status and cell injury after severe physical exercise. Proc Natl Acad Sci U S A. 2003 Apr 29;100(9):5119-23. doi: 10.1073/pnas.0831097100
12. Bürger-Mendonça M, Bielavsky M, Barbosa FC. Liver overload in Brazilian triathletes after half-ironman competition is related muscle fatigue. Ann Hepatol. 2008 Jul-Sep;7(3):245-8.
13. Pal S, Chaki B, Chattopadhyay S, Bandyopadhyay A. High-Intensity Exercise Induced Oxidative Stress and Skeletal Muscle Damage in Postpubertal Boys and Girls: A Comparative Study. J Strength Cond Res. 2018;32(4):1045-52. doi: 10.1519/jsc.0000000000002167
14. Skenderi KP, Kavouras SA, Anastasiou CA, Yiannakouris N, Matalas AL. Exertional Rhabdomyolysis during a 246-km continuous running race. Med Sci Sports Exerc. 2006 Jun;38(6):1054-7. doi: 10.1249/01.mss.0000222831.35897.5f
15. Mohr M, Draganidis D, Chatzinikolaou A, Barbero-Álvarez JC, Castagna C, Douroudos I, et al. Muscle damage, inflammatory, immune and performance responses to three football games in 1 week in competitive male players. Eur J Appl Physiol. 2016 Jan;116(1):179-93. doi: 10.1007/s00421-015-3245-2
16. Nakhzari Khodakheir J, Haghighi AH, Hamedinia MR, Ahmadi A. The effects of combined exercise training with aerobic dominant and coenzyme Q10 supplementation on Muscular function in patient with multiple sclerosis. Horizon Med Sci. 2018;24(4):281-8.
17. Conroy SM, Courneya KS, Brenner DR, Shaw E, O'Reilly R, Yasui Y, Woolcott CG, Friedenreich CM. Impact of aerobic exercise on levels of IL-4 and IL-10: results from two randomized intervention trials. Cancer Med. 2016 Sep;5(9):2385-97. doi: 0.1002/cam4.836
18. Niessner A, Richter B, Penka M, Steiner S, Strasser B, Ziegler S, et al. Endurance training reduces circulating inflammatory markers in persons at risk of coronary events: impact on plaque stabilization? Atherosclerosis. 2006 May;186(1):160-5. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2005.06.047
19. Díaz-Castro J, Guisado R, Kajarabille N, García C, Guisado IM, de Teresa C, et al. Coenzyme Q(10) supplementation ameliorates inflammatory signaling and oxidative stress associated with strenuous exercise. Eur J Nutr. 2012 Oct;51(7):791-9. doi: 10.1007/s00394-011-0257-5
20. Müller T, Büttner T, Gholipour AF, Kuhn W. Coenzyme Q10 supplementation provides mild symptomatic benefit in patients with Parkinson's disease. Neurosci Lett. 2003 May 8;341(3):201-4. doi: 10.1016/s0304-3940(03)00185-x
21. Fouad AA, Al-Sultan AI, Yacoubi MT. Coenzyme Q10 counteracts testicular injury induced by sodium arsenite in rats. Eur J Pharmacol. 2011 Mar 25;655(1-3):91-8. doi: 10.1016/j.ejphar.2010.12.045
22. American College of Sports Medicine, editor. ACSM's health-related physical fitness assessment manual. Lippincott Williams & Wilkins; 2013 Jan 21.
23. Sohal RS, Forster MJ. Coenzyme Q, oxidative stress and aging. Mitochondrion. 2007 Jun 1;7:S103-11.
24. American College of Sports Medicine. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Lippincott Williams & Wilkins; 2013 Mar 4.
25. Shokri F, Heidari M, Gharagozloo S, Ghazi-Khansari M. In vitro inhibitory effects of antioxidants on cytotoxicity of T-2 toxin. Toxicology. 2000 May 5;146(2-3):171-6.
26. Seifi-Skishahr F, Siahkohian M, Nakhostin-Roohi B. Influence of aerobic exercise at high and moderate intensities on lipid peroxidation in untrained men. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 2008 Dec 1;48(4):515.
27. Saygin O, Karacabey K, Ozmerdivenli R, Zorba E, Ilhan F, Bulut V. Effect of chronic exercise on immunoglobin, complement and leukocyte types in volleyball players and athletes. Neuroendocrinology Letters. 2006 Feb 1;27(1-2):271-6.
28. Niklowitz P, Sonnenschein A, Janetzky B, Andler W, Menke T. Enrichment of coenzyme Q10 in plasma and blood cells: defense against oxidative damage. International Journal of Biological Sciences. 2007;3(4):257.
29. Hassanzadeh S, Jameie SB, Soleimani M, Farhadi M, Kerdari M, Danaei N. Coenzyme Q10 influences on the levels of TNF-α and IL-10 and the ratio of Bax/Bcl2 in a menopausal rat model following lumbar spinal cord injury. Journal of Molecular Neuroscience. 2018 Jun 1;65(2):255-64. doi: 10.1007/s12031-018-1090-6
30. Dahri M, Tarighat-Esfanjani A, Asghari-Jafarabadi M, Hashemilar M. Oral coenzyme Q10 supplementation in patients with migraine: Effects on clinical features and inflammatory markers. Nutr Neurosc. 2019:22(9):607-15. doi: 10.1080/1028415x.2017.1421039