# پاسخ سطوح کورتیزول، TNF-α و لاکتات پلاسما به مکمل‌دهی حاد کوآنزیم-۱۰ طی فعالیت با شدت ثابت در زنان فعال

**مسعود معینی شبستری[۱]✉، گلاره بیگلری[۲]، شهرام سهیلی[۳]**

۱. دکتری فیزیولوژی ورزش، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج
۲. کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج
۳. استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرقدس

**تاریخ دریافت مقاله:۹۴/۹/۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۴/۱۲/۱**

## چکیده

**هدف پژوهش:** هدف از پژوهش حاضر مطالعه پاسخ سطوح کورتیزول، TNF-α و لاکتات پلاسما به مکمل‌دهی حاد کوآنزیم-۱۰ طی فعالیت با شدت ثابت در زنان فعال بود. **روش پژوهش**: بدین منظور ۲۴ آزمودنی به‌صورت تصادفی به دو گروه مکمل و دارونما تقسیم شدند. مکمل شامل ۲ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن کوآنزیم Q10 بود. دارونما نیز شامل ۲۵۰ میلی لیتر آب همراه با رنگ خوراکی بود که ۱۲۰ دقیقه قبل از آزمون تجویز شد. . پروتکل ورزشی به کار رفته در این پژوهش یک فعالیت با شدت ثابت بود. قبل و بلافاصله پس از اتمام آزمون، نمونه خونی جمع‌اوری شد. داده‌های حاصل با استفاده از روش آماری t تجزیه و تحلیل شد. **یافته‌ها**: نتایج حاصل بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار در مقادیر متغیرهای سطوح کورتیزول، TNF-α و لاکتات بین دو گروه در حالت استراحتی و بعد از فعالیت بود (p>۰/۰۵). **نتیجه‌گیری**: با توجه به نتایج بدست آمده در این پژوهش و عدم وجود اثرات مثبت مکمل دهی حاد بر شاخص‌های دستگاه ایمنی و لاکتات، به نظر نمی‌رسد لزومی برای استفاده از این مکمل در افراد فعال وجود داشته باشد.

**کلید واژه‌ها**: کوآنزیم ۱۰، TNF-α، لاکتات، ورزش، دستگاه ایمنی

## Response of cortisol TNF- α, and plasma lactate levels, to the coenzyme Q10 during exercise at a constant intensity in active females

### Abstract

**Purpose**: The purpose of this study was to investigate the response of cortisol levels, TNF-α and plasma lactate to acute Q10 supplementation during constant load exercise in active females. **Methods**: 24 subjects were randomly assigned to supplementation and placebo groups. Supplement containing 2 mg per kg of body weight, coenzyme Q10, which was dissolved in 250 ml water. Placebo also contained water with food colour. Supplement and placebo consumed 120 min before the exercise test. Before and immediately after the test blood samples were collected. Data were analysed using the t test. **Results**: The results showed no significant differences between the rest and after exercise in the value of cortisol levels, TNF-α and lactate (p>.05). **Conclusion**: According to the results of this study and not positive effects of this supplement on the lactate and immune system, it seems that there is no need for the use of this supplement in active people.

**Key words**: Coenzyme Q10, TNF-α, Lactate, exercise, immune system

✉ **نویسنده مسئول:** مسعود معینی شبستری تلفن: ۰۹۱۲۵۷۰۹۳۹۷
پست الکترونیکی msdmoeini@yahoo.com

**مقدمه**

امروزه کسب عنوان‌های قهرمانی در بازیهای المپیک، جهانی و قاره‌ای در بین کشورها و بویژه در کشورمان اهمیت بی‌سابقه‌ای یافته و تلاش برای بهبود عملکرد ورزشکاران، محققان علوم ورزشی را نیز به فعالیتی دوچندان در این بخش واداشته و پژوهش در علوم ورزشی را فزونی بخشیده است.یکی از مباحثی که مدتی است مورد توجه صاحب نظران رشته پزشکی ورزشی و علوم ورزشی قرار گرفته است، اثر مثبت یا منفی فعالیت‌های ورزشی بر عملکرد دستگاه ایمنی بدن است. بدن انسان همواره تحت تاثیر محیطی آکنده ازعوامل میکروبی عفونت زا است، این میکرو ارگانیسم‌ها توان بالقوه ای برای تکثیرغیر قابل-کنترل، ایجادآسیب و سرانجام نابودی میزبان خود را دارند، با این وجود بسیاری از عفونت‌ها دوره زمانی کوتاهی دارند و آسیب دایمی بسیار اندکی بر جای می‌گذارند. این مسئله ناشی از عملکرد سیستم ایمنی در مبارزه با عوامل عفونت زا می‌باشد. بنا براین اگر تعادل موجود بین حالت تهاجمی میکرو ارگانیسم‌ها و سیستم ایمنی از بین برود ممکن است عفونت رخ دهد. این تعادل در نتیجه حضور تعداد زیادی از عوامل عفونت زا و یا سرکوب عملکرد ایمنی از بین می‌رود (۱).

افزایش ناشی ازفشار جسمانی در غلظت هورمونهای محور هیپتولاموس – هیپوفیز- آدرینال از قبیل کورتیزول،آدرنالین و برخی سایتوکین‌ها از جمله IL-6 ، IL-12و تومور نکروزدهنده آلفا (TNF-α) ممکن است که در بوجود آوردن اختلال در سیستم ایمنی نقش داشته باشندکه این افزایش غلظت به دنبال تمرینات ورزشی طولانی مدت با فشار بالا رخ می‌دهد (۲). بنابراین مکمل‌های ضد اکسایشی می‌توانند بر عملکرد سیستم ایمنی بوسیله کاهش آزاد شدن هورمونهای ناشی از فشار جسمانی از محور هیپتولاموس – هیپوفیز- آدرینال (۳) و با کاهش فشار های اکسایشی که بر اثر تمرین بوجود آمده‌اند، تاثیر بگذارند (۴).

TNF-αیک سایتوکاین التهاب زا است که عمدتا توسط ماکروفاژها و لنفوسیت‌ها ترشح می‌شود و به مقدار ناچیزی در بافت چربی انسان تولید می‌شود و بیان آن در بافت چربی احشایی و زیرپوستی یکسان است (۵). سایتوکاین TNF-αاز طریق افزایش بیان مولکول‌های چسبنده باعث پیشرفت آترواسکلروز می‌شود (۶). ارتباط بین افزایش بیان TNF-α، mRNAو مقاومت انسولین در افراد چاق گزارش شده است TNF-α .در بافت چربی در تحریک لیپولیز و آپوپتوز عمل می‌کند(۷).

عملکرد TNF-α تحریک فراخوانی نوتروفیل‌ها و مونوسیت‌ها به جایگاه‌های عفونی و فعال کردن آنها، القای تب با اثر بر هیپوتالاموس، تحریک پاسخ‌های فاز حاد، تحریک ترشح IL-1 و.. می‌باشد TNF-α .در غلظت‌های پایین بر لکوسیت‌ها و سلول‌های اندوتلیال اثر می‌کند و موجب القای التهاب حاد می‌گردد و در غلظت‌های متوسط موجب التهاب دستگاهیک و در غلظت‌های بالا موجب ناهنجاری می‌شود(۸) TNF-αسایتوکاینی است که با تروما و بیماری‌ها رابطه دارد و منجر به کاتابولیسم عضله می‌شود و محرک موج ثانویه سایتوکاین‌هایی مثل IL-6 و کموکاین‌ها در اثر ورزش است (۹). اثرات فیزیولوژیکی-IL 1βو TNF-α آزاد شده طی تمرین مشخص نیست این سایتوکاین‌ها نشان داده شده که باعث تحریک تولیدIL-6 می‌شوند (۱۰)

کوک و همکاران(۲۰۰۸ )، تاثیر تجویز ۱۰۰ میلی گرم کوآنزیم Q10 یا یک دارونما دوبار در روز به مدت دو هفته در مردان و زنان غیر فعال مورد بررسی قرار دادند. مکمل دهی کوآنزیم Q10 منجر به غلظت کوآنزیم Q10 عضلانی بالاتر ، کاهش فشار اکسایشی سوپر اکسید دیسموتاز سرم و مالون دی آلدهید بالاتر در گروه مکمل شد. همچنین کوآنزیم Q10 زمان رسیدن به واماندگی بر روی نوارگردان را افزایش داد (۱۱).

آرامانفر و همکاران(۲۰۱۵)، تاثیر دو هفته مکمل دهی یوبیکیننون را بر روی پاسخ‌های التهابی و لاکتات دوندگان نیمه ماراتن مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد کاهش معنی داری در نشانگرهای التهابی نظیر TNF-α و IL-6 همراه با لاکتات مشاهده شد(۱۲).

تمرینات برونگرای خیلی شدید همانند تمرینات استقامتی شدید سبب افزایش IL-1β و TNF-α می‌شوند، با این تفاوت که این افزایش پس از اتمام تمرین با تاخیر رخ می‌دهد (۱۴). بنابراین محقق بدنبال پاسخگویی به این سوال بود که آیا مکمل دهی حاد کوآنزیم $Q_{10}$ قبل از یک فعالیت با شدت ثابت بر سطوح پلاسمایی TNF-α ، کورتیزول و لاکتات تاثیر دارد یا خیر.

**روش پژوهش**

روش پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی است. در این

پژوهش تمام آزمودنی‌ها تحت تاثیر هر دو متغیر مستقل قرار گرفتند که به فاصله ۷ روز از یکدیگر انجام گردید. محقق با استفاده طرح متقاطع دو سو کور پروتکل پژوهش را اجرا و داده‌های مورد نیاز را جمع آوری کرد. ابتدا ۲۴ نفر از زنان فعال با میانگین وزنی ۷/۵±۶۲/۳ کیلوگرم، قد ۳/۲±۱۶۵/۳ سانتی متر، سن ۳/۵±۲۶/۴ سال و شاخص توده بدنن ۱/۵±۲۲ کیلوگرم بر مترمربع به صورت هدفمند انتخاب و سپس به صورت تصادفی به دو گروه ۱۲ نفری تقسیم و رضایت خود را برای شرکت در این پژوهش اعلام کردند.

در ابتدا آزمودنی‌ها پرسشنامه اطلاعات عمومی و سلامتی را کامل و رضایت‌نامه کتبی را مبنی بر حضور در این پژوهش امضاء کردند. سپس محقق در خصوص مراحل مختلف اجرای پژوهش و چگونگی اجرای آن به شرکت‌کنندگان توضیحاتی را ارائه داد. به منظور کنترل غذایی آزمودنیها قبل از شروع اجرای آزمون، از آزمودنی‌ها خواسته شد از مصرف مواد غذایی سرشار از ضد اکسایش‌ها، داروها و مکمل‌های غذایی و نیز انجام فعالیت بدنی شدید، حداقل ۴۸ ساعت قبل از شروع پژوهش و در سرتاسر دوره مطالعه خودداری کنند . رژیم غذایی آزمودنیها ۲ روز قبل از آزمون اول به منظور مقایسه با رژیم غذایی قبل از آزمون دوم ثبت شد . از آزمودنیها خواسته شد ۲ روز قبل از آزمون دوم همان رژیم غذایی قبل از آزمون اول را مصرف کنند و حداقل ۸ ساعت قبل از اجرای آزمون در حالت ناشتا باشند.

آزمودنی‌ها به طور تصادفی به دو گروه مکمل و دارونما تقسیم شدند. صبح روز آزمون پس از رسیدن به محل آزمون بعد از ۱۵ دقیقه استراحت و قبل از مصرف مکمل ، از هر آزمودنی ۷ سی سی خون گرفته شد . مکمل شامل ۲ میلی گرم به ازای هر کیلو گرم از وزن بدن کوآنزیم Q10 بود که در ۲۵۰ میلی لیتر آب حل شده بود . دارونما نیز شامل ۲۵۰ میلی لیتر آب همراه با رنگ خوراکی (شرکت طعم و عطر ماگنولیا) بود. مکمل و دارونما ۱۲۰ دقیقه قبل از اجرای آزمون ورزشی به آزمودنی‌ها تجویز شدند. پس از ۱۲۰ دقیقه آزمودنی‌ها آماده اجرای پروتکل ورزشی شدند. پروتکل ورزشی به کار رفته در این پژوهش یک فعالیت باشدت ثابت بود، بدین ترتیب که آزمودنی‌ها ابتدا به مدت ۶۰ دقیقه با ۵۰ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه خود رکاب زدند(۱۳). بلافاصله پس از اتمام آزمون نمونه خون (۱۰ سی سی) از هر آزمودنی گرفته شد ( 5ml; made by SUHA Co). سرم هر نمونه خون به منظور تعیین سطوح TNF-α ، کورتیزول و لاکتات در دمای ۷۰- فریز شد.اندازه گیری TNF-α و کورتیزول با سفارش کیت‌های مخصوص از شرکت مینیاپولیس، eBioscience, USA و اندازه گیری با استفاده از روش ایمونواسی متصل به آنزیم الایزا[1] با استفاده از کیتهای تجاری در دسترس و با توجه به دستورالعمل از تامین کننده‌های موجود ساخته شده است.

هفت روز پس از اجرای آزمون اول، آزمودنی‌ها برای اجرای مجدد آزمون به محل اجرای آزمون دعوت شدند. پس از ۱۵ دقیقه استراحت و جمع آوری نمونه خون ، آزمودنی‌هایی که در روز اول مکمل کوآنزیم $Q_{10}$ دریافت کرده بودند، دارونما مصرف کردند و گروه مقابل بجای دارونما، مکمل کوآنزیم $Q_{10}$ مصرف کردند. بدین ترتیب ، تمام آزمودنی‌ها مکمل کوآنزیم $Q_{10}$ و دارونما را مصرف کرده‌ند. بقیه مراحل اجرای آزمون دقیقاً مشابه آزمون اولیه بود و داده‌های مورد نیاز مرحله دوم نیز به وسیله محقق جمع‌اوری شد.

ابتدا از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف و لونز، طبیعی بودن توزیع داده‌ها و همگنی واریانس‌ها مورد بررسی قرار گرفت. برای بررسی تغییرات و تحلیل داده‌ها از آزمون t وابسته برای تعیین اختلاف میانگین درون گروهی و از آزمون t مستقل برای تعیین اختلاف میانگین بین گروهی استفاده شد. سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ منظور گردید.

## نتایج

بر اساس نتایج حاصله از پژوهش و اطلاعات مربوط به محاسبات آماری بعمل آمده، تفاوت معنی داری در پاسخ هورمون کورتیزول به مکمل دهی حاد کوآنزیم $Q_{10}$ (۰/۵ ±۳/۶) در مقایسه با گروه دارونما (۱/۵ ±۴/۱) مشاهده نشد (p=۰/۱۳). علاوه بر این تفاوت معنی داری در سطوح استراحتی پاسخ هورمون کورتیزول به مکمل دهی حاد کوآنزیم $Q_{10}$ (۰/۳ ±۴/۷) در مقایسه با گروه دارونما (۰/۶ ±۴/۸) مشاهده نشد (p=۰/۲۱).

بر اساس نتایج حاصله از پژوهش و اطلاعات مربوط به محاسبات آماری بعمل آمده، تفاوت معنی داری در پاسخ TNF-α به مکمل‌دهی حاد کوآنزیم $Q_{10}$ (۰/۷ ±۰/۵) در مقایسه با گروه دارونما (۰/۰۵ ±۱) وجود نداشت (p=۰/۰۸۲). علاوه بر این، تفاوت معنی داری در سطوح

استراحتی پاسخ TNF-α به مکمل دهی حاد کوآنزیم $Q_{10}$ (۱/۴ ±۵/۳) در مقایسه با گروه دارونما (۰/۸۵ ±۵/۱) مشاهده نشد (p=۰/۲۶).

بر اساس نتایج حاصله از پژوهش و اطلاعات مربوط به محاسبات آماری بعمل آمده، تفاوت معنی داری در پاسخ لاکتات به مکمل دهی حاد کوآنزیم $Q_{10}$ (۱/۹ ±۵/۹) در مقایسه با گروه دارونما (۱/۱ ±۶/۵) نشد (p=۰/۱۱). علاوه بر این تفاوت معنی داری در سطوح استراحتی پاسخ لاکتات به مکمل دهی حاد کوآنزیم $Q_{10}$ (۰/۳ ±۱/۲) در مقایسه با گروه دارونما (۰/۷ ±۱/۴) مشاهده نشد (p=۰/۲۳).

آماره‌های توصیفی مربوط به متغیرهای پژوهش در گروه‌های مختلف در جدول ۲ ارائه شده است.

**جدول۱.** آماره‌های توصیفی متغیرهای پژوهش (M±SD)

| گروه / متغیر | مکمل | | دارونما | |
|---|---|---|---|---|
| | پیش‌آزمون | پس‌آزمون | پیش‌آزمون | پس‌آزمون |
| کورتیزول | ۴/۷± ۰/۳ | ۸/۴± ۱/۳۵ | ۴/۸± ۰/۶ | ۸/۹± ۲/ ۱ |
| تجمع لاکتات | ۱/۲± ۰/۳ | ۷/۱± ۲/۲ | ۱/۴± ۰/۷ | ۷/۹± ۱/۸ |
| TNF—α | ۵/۳± ۱/۴ | ۵/۸± ۰/۷ | ۵/۱± ۰/۸۵ | ۶/۱± ۰/۹ |

## بحث

تاکنون تحقیقی تاثیر مصرف مکمل کوآنزیم Q10 را بر پاسخ سایتوکاینها به خصوص TNF-α و هورمون استرسی درگیر در متابولیسم طی فعالیت با شدت ثابت مورد بررسی به سور همزمان قرار نگرفته شده و تحقیق حاضر اولین مطالعه در این زمینه است. مطالعات گذشته تاثیر مصرف مکمل با ضد اکسایشهای دیگر از جمله ویتامین E و C را بر پاسخ سایتوکاینها مورد مطالعه قرار دادند که نتایج آنها متناقض است.

نتایج این پژوهش در رابطه با تجمع میزان کورتیزول با پژوهش‌های فاتروس (۲۰۰۴)، میازاکی(۲۰۰۱)، تونکونگی(۲۰۰۰) همخوانی داشت(۱۶-۱۴). این احتمال وجود دارد که افراد تمرین نکرده پاسخ بیشتری به مصرف مکمل ضد اکسایشی نسبت به ورزشکاران تمرین کرده استقامتی بدهند. بعضی اما نه همه مطالعات نشان دادند که تمرین استقامتی دفاع آنتی اکسیدانی درون بدن را بهبود می‌بخشد . ازآنجاییکه آزمودنیهای شرکت کننده در این پژوهش زنان فعال بوده اند این احتمال وجود دارد که دستگاه دفاع آنتی اکسیدانی آزمودنیهای گروه کنترل موجب عدم افزایش معنادار سطوح سرمی کورتیزول شده باشد.

نتایج این پژوهش در رابطه با تجمع میزان TNF-α با پژوهش‌های گوکبل (۲۰۱۰)، وبر(۱۹۹۶)، واسیداکالوس (۲۰۰۳)، کان (۲۰۰۸) و میزونو (۲۰۰۸) همخوانی داشت (۲۱-۱۷). عوامل متعددی میتواند اثر مصرف مکمل ضد اکسایشی را بر پاسخ سایتوکاینها تحت تاثیر قرار دهد از جمله دوره و مقدار مکمل دهی قبل از فعالیت ، اندازه و سرعت جذب[۲] مکملها در طی فعالیت ، رژیم غذایی آزمودنیها قبل و در طول مطالعه و وضعیت تمرینی شرکت کنندگان و ترکیبی از عوامل فوق (۲۰). از آنجاییکه پژوهش‌های قبلی نشان دادند که مصرف حاد مکمل کوآنزیم Q10 میتواند منجر به افزایش معنادار سطوح سرمی کوآنزیم Q10 شود. این احتمال وجود دارد که دوره مکمل دهی برای اثرگذاری بر مکانیسم‌های فعال کننده تولید TNF-α کافی نبوده است.

آزمایشات کنترل شده نشان دادند که مقدار لازم برای افزایش دادن کوآنزیم Q10سرم در مصرف حاد مکمل، روزانه بیشتر از ۲۰۰ میلی گرم است .در این پژوهش برای اولین بار با توجه به پژوهش‌های گذشته مکمل کوآنزیم Q10بر اساس وزن بدن آزمودنیها به مقدار ۲ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن تجویز شد . پژوهش‌های گذشته با دوزهای مشابه (۲۰۰ میلی گرم و بیشتر) نتایجی مثبتی گرفته اند.

فعالیتهایی که موجب پاسخهای بالاتر سایتوکاینها میشوند بیشتر تحت تاثیر مصرف مکمل قرار میگیرند .اگرچه پروتکل استفاده شده در این پژوهش موجب افزایش غلظت TNF-αسرم شد، اما این افزایش در مقایسه با پژوهش‌های دیگر که اثر بخشی مصرف مکمل ضد اکسایشی را مورد استفاده را گزارش کردند پایین تر بود . در مقایسه با پژوهش‌های گذشته علت احتمالی این غلظت پایین تر میتواند در نتیجه نوع پروتکل و مدت زمان اجرای فعالیت باشد تا شدت فعالیت. فعالیتهای ورزشی برونگرا موجب پاسخ بالاتر سایتوکاینها در مقایسه با فعالیت درونگرا می‌شود.

نتایج این پژوهش در رابطه با تجمع لاکتات باپژوهش‌های آرامانفر (۲۰۱۵) و ژاو (۲۰۰۵) همخوانی داشت (۱۲و۲۲). علی رغم اینکه در این پژوهش ، ما میزان فشار اکسایشی را قبل و بعد از تمرین مورد بررسی قرار

ندادیم با این وجود پژوهش‌های قبلی نشان دادند که مصرف حاد مکمل کوآنزیم Q10 موجب کاهش فشار اکسایشی میشود. آزمایشات کنترل شده نشان دادند که مقدار لازم برای افزایش دادن کوآنزیم Q10 سرم در مصرف حاد مکمل، روزانه بیشتر از ۲۰۰ میلی گرم است .. در این پژوهش برای اولین بار با توجه به پژوهش‌های گذشته مکمل کوآنزیم Q10 بر اساس وزن بدن آزمودنیها به مقدار ۲ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن تجویز شد. پژوهش‌های گذشته با دوزهای مشابه (۲۰۰ میلی گرم و بیشتر) نتایجی مثبتی گرفته اند.

این احتمال وجود دارد که افراد تمرین نکرده پاسخ بیشتری به مصرف مکمل ضد اکسایشی نسبت به ورزشکاران تمرین کرده استقامتی بدهند. بعضی اما نه همه مطالعات نشان دادند که تمرین استقامتی دفاع آنتی اکسیدانی درون بدن را بهبود می‌بخشد . ازآنجاییکه آزمودنیهای شرکت کننده در این پژوهش زنان فعال بوده اند این احتمال وجود دارد که دستگاه دفاع آنتی اکسیدانی آزمودنیهای گروه کنترل موجب عدم افزایش معنادار سطوح سرمی TNF-α و سطوح کورتیزول شده باشد (۲۴-۲۳).

کوآنزیم Q10 به مقدار بسیار کم از طریق رژیم غذایی وارد بدن میشود (۲۳) با این وجود به منظور کنترل غذایی آزمودنیها قبل از شروع اجرای آزمون ، از آزمودنی‌ها خواسته شد از مصرف مواد غذایی سرشار از ضد اکسایشها ، داروها و مکمل‌های غذایی حداقل ۴۸ ساعت قبل از شروع پژوهش و در سرتاسر دوره مطالعه خودداری کنند . رژیم غذایی آزمودنیها ۲ روز قبل از آزمون اول به منظور مقایسه با رژیم غذایی قبل از آزمون دوم و بررسی توسط متخصص تغذیه ، ثبت شد . از آزمودنیها خواسته شد ۲ روز قبل از آزمون دوم همان رژیم غذایی قبل از آزمون اول را مصرف کنند و حداقل ۸ ساعت قبل از اجرای آزمون در حالت ناشتا باشند.

فعالیتهایی که موجب پاسخهای بالاتر سایتوکاینها میشوند بیشتر تحت تاثیر مصرف مکمل قرار میگیرند (۲۴). اگرچه پروتکل استفاده شده در این پژوهش موجب افزایش غلظت TNF-α سرم شد، اما این افزایش در مقایسه با پژوهش‌های دیگر که اثر بخشی مصرف مکمل ضد اکسایشی را مورد استفاده را گزارش کردند پایین‌تر بود. در مقایسه با پژوهش‌های گذشته علت احتمالی این غلظت پایین‌تر میتواند در نتیجه نوع پروتکل و مدت زمان اجرای فعالیت باشد تا شدت فعالیت. فعالیتهای ورزشی برونگرا موجب پاسخ بالاتر سایتوکاینها در مقایسه با فعالیت درونگرا میشود (۲۵).با توجه به اینکه حین فعالیت بر روی دوچرخه کارسنج، وزن بدن تحمل نمی‌شود فشار و استرس وارد شده بر آزمودنی‌ها شاید به اندازه کافی نبوده است که هورمون‌های درگیر در متابولیسم مراحل پایانی فعالیت را تحریک به ترشح بیشتر کند و در نتیجه میزان لاکتات پلاسما که شاخصی از فشار تمرین و فعالیت می‌باشد افزایش معنی داری پیدا نکرده است.

## نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر بررسی مصرف حاد مکمل کوآنزیم Q10 بر سطوح سرمی TNF-α، کورتیزول و لاکتات طی فعالیت با شدت ثابت در زنان فعال بود . نتایج این پژوهش نشان داد که مقدار ۲ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن شرکت کنندگان کوآنزیم Q10 ، ۲ ساعت قبل از فعالیت با شدت ثابت در مقایسه با گروه دارونما موجب کاهش اندکی در غلظت، کورتیزول، TNF-α و لاکتات پلاسما سرم شد اما این کاهش در مقایسه با گروه دارونما معنادار نبودبه نظر میرسد که احتمالا دو عامل میزان مکمل‌دهی، شدت فعالیت ورزشی و شرایط آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها نقش مهمتری در نتایج به دست آمده را داشته باشند.

## پی‌نوشت

1. ELISA
2. Bioavailability

## منابع


۱. مسعود احمد، ثابتی خشایار، (۱۳۸۲). ایمونولوژی ورزشی، نشر اکنون. چاپ اول.صفحه ۸۹-۸۷

2. Bishop NC. (2006). Exercise and infection risk. In Gleeson M (Ed.) Immune functions in sport and exercise. Churchill Liv.
3. Peters EM, Goetzsche JM, Joseph LE, Noakes TD. (1996). Vitamin C as effective as combinations of anti-oxidant nutrients in reducing symptoms of upper respiratory tract infections in ultra marathon runners. S Afr Sports Med. 11:23–27.
4. Fischer CP, Hiscock NJ, Penkowa M, Basu S, Vessby B, Kallner A, Sjoberg LB, Pedersen BK. (2004). Supplementation with vitamins C and E inhibits the release of interleukin-6 from contracting human skeletal muscle. J Physiology 558:633–645.

training and oxidative stress. J Physiol; 528(Pt 2):379–88.

17. Gökbel H, Gergerlioğlu HS, Okudan N, Gül I, Büyükbaş S, Belviranli M. (2010). Effects of coenzyme Q10 supplementation on plasma adiponectin, interleukin-6, and tumor necrosis factor-alpha levels in men. J Med Food. 13(1):216-8.
18. Weber C, Bysted A & Holmer G. (1996). the coenzyme Q10 content of the average Danish diet. Int J Vitam Res 67, 123–129.
19. Vassilakopoulos T, Karatza M, Katsaounou P, Kollintza A, Zakynthinos S, and Roussos C. (2003). Antioxidants attenuate the plasma cytokine response to exercise in humans. J Appl Physiol 94: 1025–1032
20. Kon M, Tanabe K, Akimoto T, Kimura F, Tanimura Y, Shimizu K, Okamoto T, Kono I. (2008). Reducing exercise-induced muscular injury in kendo athletes with supplementation of coenzyme Q10. Br J Nutr; 100(4):903-9.
21. Mizuno K, Tanaka M, Nozaki S, Mizuma H, Ataka S, Tahara T, Sugino T, Shirai T, Kajimoto Y, Kuratsune H, Kajimoto O, Watanabe Y. (2008). Antifatigue effects of coenzyme Q10 during physical fatigue. Nutrition; 24(4):293-9.
22. Zhou S, Zhang Y, Davie AJ, Marshall-Gradisnik SM, Hu H, Wang J, et al. (2005). Muscle and plasma coenzyme Q10 concentration, aerobic power and exercise economy of healthy men in response to four weeks of supplementation. The Journal of Sports Medicine. and Physical Fitness. 45(3):337-46.
23. Tauler P , Miguel D. F , Sureda A , Pujol P , Drobnic F, Josep A. Pons T.A. (2008). Supplementation with an antioxidant cocktail containing coenzyme Q prevents plasma oxidative damage induced by soccer. Euro J Appl Physiol 104:777–785
24. Bengt Östman, Anders Sjödin C, Karl Michaëlsson DE, Liisa Byberg (2012). Coenzyme Q10 supplementation and exercise-induced oxidative stress in humans. Nutrition 28: 403–417.
25. Kumar CT, Reddy VK, Prasad M, Thyagaraju K & Reddanna P. (1992). Dietary supplementation of vitamin E protects heart tissue from exercise-induced oxidant stress. Mol Cell Biochem 111, 109–115.
5. Bastard JP, Maachi M, Lagathu C, Kim MJ, Caron M, Vidal H, Capeau J, Feve B. (2006). Recent advance in the relationship between obesity, inflammation, and insulin resistance. Euro Cytokine Netw; 17(1):4–12.
6. Robson, P. J., Boric, P. J. D., & Myburgh, K. H. (2003).Antioxidant supplementation enhances neutrophil oxidative burst in trained runners following prolonged exercise. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 13,369_381.
7. Bhagavan HN, Chopra RK. (2006). Coenzyme Q10: absorption, tissue uptake, metabolism and pharmacokinetics. Free Radic Res 40:445–453.
8. Hoffman. Goetz and Pederson B. K. (1994). Exercise and the immune system: A model of the stress Immunoresponse .Today, 15:345-392.
9. Hosoe K, Kitano M, Kishida H, Kubo H, Fujii K & Kitahara M. (2007). Study on safety and bioavailability of ubiquinol (KanekaQH) after single and 4-week multiple oral administrations to healthy volunteers. Regul Toxicol Pharmacol 47, 19–28.
10. Banerjee AK, Mandal A, Chanda D & Chakraborti S. (2003). Oxidant, antioxidant and physical exercise. Mol Cell Biochem 253, 307–312.
11. Matthew Cooke et al. (2008). Effects of acute and 14-day coenzyme Q10 supplementation on exercise performance in both trained and untrained individuals. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 5:8
12. Mostafa Armanfar, Afshar Jafari, Gholam Reza Dehghan, Leila Abdizadeh. Effect of coenzyme Q10 supplementation on exercise-induced response of inflammatory indicators and blood lactate in male runners. Med J Islam Repub Iran. 2015 Apr 20;29:202. eCollection 2015.
13. M. Kaviani, J. Jochim, J. Rooke, R. Graham, G.A. Zello, and P.D. Chilibeck. (2012). The effects of a lentil-based sports nutrition bar on endurance cycling performance. Appl. Physiol. Nutr. Metab. Vol. 37, 2012. S23
14. Fatouros IG, Jamurtas AZ, Villiotou V, Pouliopoulou S, Fotinakis P, Taxildaris K, et al. (2004). Oxidative stress responses in older men during Endurance training and detraining. Med Sci Sports Exerc; 36:2065– 72.
15. Miyazaki H, Oh-ishi S, Ookawara T, Kizaki T, Toshinai K, Ha S, et al. (2001). Strenuous endurance training in humans reduces oxidative Stress following exhausting exercise. Euro J Appl Physiology; 84:1–6.
16. Tonkonogi M, Walsh B, Svensson M, Sahlin K. (2000). Mitochondrial Function and antioxidative defence in human muscle: effects of Endurance