

## مقاله اصلی

# تأثیرات چهار هفته تمرینات استقامتی شدید همراه با مصرف مکمل کوآنزیم Q10 بر فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی در موش های ماده اسپراگوداولی

تاریخ دریافت: ۹۲/۵/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۰/۱۸

### خلاصه

#### مقدمه

انتخاب نوع، زمان و شدت تمرین به عنوان الگویی مناسب جهت بهبود سطح سلامت جامعه ضروری به نظر می رسد. هدف از انجام تحقیق حاضر، مطالعه تاثیر چهار هفته تمرین استقامتی شدید به همراه با مصرف مکمل کوآنزیم Q10 بر میزان فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی سوپر اکسید دیسموتاز (SOD) و کاتالاز (CAT) در موش های ماده می باشد.

#### روش کار

در این مطالعه تجربی که در سال ۱۳۹۰ در دانشگاه علوم پزشکی شیراز انجام شد، ۵۰ سر موش ماده در چهار گروه کنترل، مکمل، مکمل-تمرین و تمرین تقسیم شدند. برنامه تمرینی در چهار هفته، هفته ای پنج جلسه که با سرعت ۱۰-۱۷ متر در دقیقه، دامنه شیب ۵-۱۵ درجه و مدت زمان ۱۵-۶۰ دقیقه بود، اجرا شد. همزمان با انجام تمرین به دو گروه مکمل-تمرین و مکمل، روزانه میزان ۲۰ mg/kg مکمل Q10 به صورت گاوآز خورنده می شد. برای بررسی تغییرات آنزیم SOD و CAT، نمونه های خونی قبل از شروع تمرینات، بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی گرفته شد و به روش الیزا انجام پذیرفت. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد.

#### نتایج

میزان فعالیت SOD بلافاصله پس از تمرین در گروه تمرین و تمرین مکمل افزایش معناداری داشته است ( $p=0/001$ ). با این حال، فعالیت آنزیم CAT تنها در گروه مکمل افزایش معناداری ( $p=0/001$ ) را نشان داد.

#### نتیجه گیری

استفاده از کوآنزیم Q10 همراه با چهار هفته تمرین استقامتی شدید، بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از پایان تمرینات می تواند در بهبود عملکرد سیستم آنتی اکسیدانی موثر باشد. هر چند فعالیت CAT کاهش نشان می دهد.

**کلمات کلیدی:** سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، کوآنزیم Q10، تمرینات هوازی

**پی نوشت:** کلیه حقوق مالی این پژوهش بر عهده نویسنده بوده است.

۱ مهدی مدیر

۲ فرهاد دریانوش\*

۳ نادر تنیده

۴ مهدی محمدی

۵ هنگامه فیروزمند

۱- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده

علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز

۲- استادیار بخش تربیت بدنی و علوم ورزشی،

دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز

۳- استادیار مرکز تحقیقات سلول های بنیادی و

بخش فارماکولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم

پزشکی شیراز

۴- استادیار بخش مدیریت و برنامه ریزی آموزشی،

دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز

۵- کارشناس ارشد زیست شناسی، پژوهشکده بوعلی

مشهد، دانشگاه علوم پزشکی مشهد

\* دانشگاه شیراز، دانشکده علوم تربیتی و

روانشناسی، بخش تربیت بدنی

تلفن: ۰۷۱۱۶۱۳۴۶۳۴

تلفن همراه: ۰۹۱۷۳۰۱۴۰۳۲

نمبر: ۰۷۱۱۶۲۷۲۷۴۸

email: daryanoosh@shirazu.ac.ir

## Original Article

### The effects of short and middle times aerobic exercise with high intensities on ingredients antioxidant in female Sprague Dawley rats

Received: August 5 2013- Accepted: January 8 2014

- 1- Mahdi Modir
- 2- Farhad Daryanoosh\*
- 3- Nader Tanideh
- 4- Mahdi Mohamadi
- 5- Hengameh Firouzmand

1- Department of Physical Education, Sport Science Branch, Shiraz University, Shiraz, Iran

2- Department of Physical Education, Sport Science Branch, Shiraz University, Shiraz, Iran

3- Department of Stem Cell and Pharmacology, Medicl Branch, Shiraz University, Shiraz, Iran

4- Department of Educational Admintration, Sport Science Branch, Shiraz University, Shiraz, Iran

5- Nanotechnology Research Center, School of Pharmacy, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

\* Department of Physical Education, Sport Science Branch, Shiraz University, Shiraz, Iran

Tel: 09173014032

Mobile: 09173014032

Fax: 0711-8334846

Email: daryanoosh@shirazu.ac.ir

#### Abstract

**Introduction:** Different physical activities have an effects on antioxidant system. Variety, period and intensity of activities are necessary in improvement of safety in society. The purpose of this study was to evaluate the effect of high intensity training with consumption of coenzyme Q10 (CoQ10) on antioxidant enzymes activities in female Sprague Dawley rats.

**Methods:** A total of 50 female *Sprague dawley rats* were divided into 4 groups: control, CoQ10, CoQ10 + exercise and exercise. Some groups were supplemented with CoQ10 (20 mg/kg) and the others were training with exercise programs for 4 weeks. The exercise programs were performed 5 times in a week with speed (10-17 m/s) in slope range ( $5 < \text{slope} < 15$ ) for 15-60 minutes. After that, Blood samples were drawn from heart and Enzyme activities of SOD and CAT were measured just before, after training and 24 hours later. The activities of the enzymes were determined by using enzyme linked immune sorbent assay kit (ELISA). Data were analyzed using one-way ANOVA test.

**Result:** The results showed that high intensity training and CoQ10 had significant effects on SOD enzyme activity in groups of rats which trained with CoQ10+ exercise or exercise. Also, average CAT enzyme activity in rats which received CoQ10, showed a significant increase compared with other groups.

**Conclusion:** It seems that using of CoQ10 with doing regulatory aerobic exercise after training and 24 hours later can cause adaptation in antioxidant enzyme system. However, CAT activity was decreased.

**Key words:** Superoxide dismutase, Catalase, Coenzyme Q10 (CoQ10), Aerobic exercises

**Acknowledgement:** This research was funded by author. Conflict of interest: None declared and the Ethics Committee of Shiraz University of Medical Sciences approved the study.

## مقدمه

با توجه به نوع، شدت و مدت فعالیت بدنی، طیف وسیعی از تغییرات در بدن افراد ایجاد می‌شود. فعالیت ورزشی با شدت زیاد باعث افزایش تولید رادیکال‌های آزاد<sup>۱</sup>، آسیب به بافت‌های بدن، تولید هورمون‌های استرس‌زا، تغییر در تعداد ماکروفاژها، نوتروفیل‌ها و لنفوسیت‌ها، کاهش فعالیت ایمنی و در نهایت افزایش خطر ابتلا به عفونت می‌شود (۱). در شرایط عادی، رادیکال‌های آزاد به عنوان فرآورده‌های جانبی متابولیسم اکسیژن بدن هستند که می‌توانند باعث تخریب غشاهای سلولی شوند، همچنین قادر به واکنش با مواد ژنتیکی هستند که موجب بروز و پیشرفت بسیاری از بیماری‌ها می‌شوند. تجمع رادیکال‌های آزاد خود به عنوان عامل مهمی در فرآیند پیر شدن سلولی محسوب می‌گردد. رادیکال‌های آزاد واکنش پذیر، چندین جزء سلولی مهم از جمله DNA، پروتئین‌ها و چربی غشاء را تحت تأثیر قرار می‌دهند و منجر به آسیب بافت می‌شوند. آسیب ایجاد شده توسط فعالیت ورزشی تدریجی است و به طور عمده به شدت، زمان و دوره فعالیت بستگی دارد (۲). تولید رادیکال‌های آزاد هنگام فعالیت ورزشی در بروز آسیب‌های عضلانی و ایجاد و گسترش التهاب بعد از فعالیت نقش دارند و ممکن است در افزایش آسیب سلولی موثر باشند (۳). اما تحقیقات نشان داده است که تمرینات استقامتی از ظهور برخی علائم تولید رادیکال آزاد پیشگیری می‌کند و در مقابل، آسیب ناشی از رادیکال‌های آزاد باعث بهبود دفاع آنتی‌اکسیدانی بافت از طریق افزایش فعالیت مواد آنتی‌اکسیدانی<sup>۲</sup> همچون گلوکاتایون پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز می‌شود (۲). رادیکال‌های آزاد به وسیله یک سیستم دفاعی پرکار آنتی‌اکسیدانی که شامل آنزیم‌هایی مانند کاتالاز<sup>۳</sup>، سوپراکسید دیسموتاز<sup>۴</sup>، گلوکاتایون پراکسیداز<sup>۵</sup> که به عنوان آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی شناخته می‌شوند و همچنین آنتی‌اکسیدان‌های غیر آنزیمی بی‌شمار از جمله ویتامین‌های A، E و C، گلوکاتایون، فلاونوئیدها و یوبی‌کینون دفع می‌شوند (۴).

اگر دفاع آنتی‌اکسیدانی که مشکل از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی است در هم شکسته شود، آسیب اکسیداتیو به وجود می‌آید (۵). آنتی‌اکسیدان‌هایی مانند کوآنزیم Q10 (CoQ10) که یک حمل‌کننده ضروری برای انتقال الکترون در زنجیره تنفس میتوکندریایی جهت سنتز ATP است، با خنثی کردن اثر رادیکال‌های آزاد، به رفع خستگی و بازیابی قدرت و استقامت در ورزشکاران کمک می‌کنند (۶). بنابراین می‌توان گفت احتمالاً "کوآنزیم Q10 از دو طریق می‌تواند به ورزشکاران کمک کند: ۱- ایفای نقش در ذخیره انرژی به شکل ATP ۲- خنثی کردن رادیکال‌های آزاد و احیاء شکل فعال ویتامین E به وسیله کاهش رادیکال‌آلفا-توکروفول و کمک به افزایش قدرت و استقامت (۷). به واسطه این عملکردها، مکمل دهی کوآنزیم Q10، می‌تواند اثرات مفیدی در جهت افزایش و حفظ مطلوب عملکرد و سلامتی در افراد مختلف جامعه بخصوص ورزشکاران داشته باشد. این در حالی است که در تحقیقی که میزان مصرف مکمل‌های غذایی مختلف را بین ورزشکاران جوان بررسی کرده بود، میزان مصرف کوآنزیم Q10 برابر با ۱٪ تعیین شده است (۸). با این حال در سالهای اخیر، محققان به کوآنزیم Q10 به عنوان یک مکمل غذایی موثر در تولید انرژی سلولی و خنثی کردن برخی از آسیب‌های به وجود آمده به وسیله رادیکال‌های آزاد توجه زیادی داشته‌اند. محققان مشاهده کرده‌اند که تمرینات شدید، فشار اکسایشی<sup>۶</sup> را در زنان و مردان افزایش می‌دهد، این در حالی است که نتایج مطالعات دیگر نشان داده‌اند که تمرینات استقامتی و سازگاری با تمرینات سبک و هوازی، باعث کاهش معناداری در فشار اکسایشی عضلات اسکلتی می‌شود و میزان آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را بالا می‌برد (۹). گُل<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند در نمونه‌های خونی گرفته شده در زمان‌های مختلف (زمان استراحت، بلافاصله بعد از تمرین، ۱۵ دقیقه بعد از تمرین و ۶۰ دقیقه بعد از تمرین) پس از پنجمین آزمون وینگیت، نه مکمل دهی و نه تمرین باعث تغییرات معنادار در سطوح SOD و GPX پلاسما نمی‌شود (۱۰). این در حالی است که تعدادی از تحقیقات نشان داده‌اند که آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی

<sup>1</sup> Free radicals<sup>2</sup> Antioxidant<sup>3</sup> Catalase<sup>4</sup> Superoxide dismutase<sup>5</sup> Glutathione peroxidase<sup>6</sup> Oxidative stress<sup>7</sup> Gul

شود. نتایج تحقیقات مختلف حاکی از آن است که ممکن است کوآنزیم Q10، پاسخ‌های آنتی اکسیدانی متفاوتی را با توجه به نوع، مدت و شدت تمرین در طول زمان‌های مختلف پس از تمرین ایجاد کند. در نتیجه با توجه به مطالب فوق و نرسیدن محققان به یک نتیجه نهایی، محققان تحقیق حاضر بر آن شدند تا تاثیر ۴ هفته تمرین استقامتی شدید به همراه مصرف مکمل کوآنزیم Q10 را بر فعالیت آنزیم‌های SOD و CAT در بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از تمرین در موش‌ها مورد بررسی قرار دهند.

### روش کار

در این مطالعه تجربی که در تابستان سال ۱۳۹۰ در آزمایشگاه حیوانات دانشگاه علوم پزشکی شیراز انجام پذیرفت. ۵۰ سر موش ماده نژاد اسپراگوداولی با میانگین سنی ۲ ماه و وزن  $197 \pm 10$  انتخاب شدند. موش‌ها به صورت تصادفی به چهار گروه کنترل، مکمل، تمرین و مکمل-تمرین تقسیم شدند. موش‌ها در قفس‌های مجزا، به صورت ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی با دمای ۲۰ تا ۲۴ درجه سانتیگراد، رطوبت ۴۵ - ۵۵٪ نگهداری شدند. تغذیه آنها با بسته‌های مواد غذایی موش‌ها که به صورت استاندارد (حاوی دانه‌های جویدنی شامل کلسیم و فسفر) تهیه شده بودند و به آب دسترسی آزاد داشتند، انجام گرفت. موش‌ها به مدت ۴ هفته پس از ۲ دقیقه گرم کردن (با سرعت ۵ متر بر دقیقه) به فعالیت می‌پرداختند. تعداد جلسات در هر هفته، ۵ جلسه بود که با سرعت‌های ۱۰ الی ۱۷ متر در دقیقه، زمان‌های ۱۵ الی ۶۰ دقیقه و شیب‌های ۵ الی ۱۵ درجه بر روی تردمیل حیوانات (۱۰ خط) می‌دویدند (جدول شماره ۱). لازم به ذکر است که برای آشنایی موش‌های گروه‌های تمرین و تمرین-مکمل با تردمیل، به مدت یک هفته (قبل از شروع تمرینات)، با سرعت ۵ متر بر دقیقه، شیب صفر درجه و مدت زمان ۱۰ دقیقه شروع به فعالیت کردند که این تمرین در پایان دوره آشنایی با تردمیل به سرعت ۱۰ متر بر دقیقه، شیب ۵ درجه و مدت زمان ۱۵ دقیقه افزایش می‌یافت. در این پژوهش همزمان با انجام پروتکل تمرینی به دو گروه مکمل-تمرین و مکمل، روزانه میزان ۲۰ میلی گرم

در پاسخ به فعالیت ورزشی پاسخ‌های متفاوتی را در طی زمان پس از اتمام فعالیت (کاهش فعالیت SOD ۱-۳ روز پس از فعالیت ورزشی درمانده ساز) نشان می‌دهند (۱۱). در مطالعه دیگر که توسط کوکه<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۸) انجام گرفت، مشخص گردید که مکمل دهی حاد کوآنزیم Q10 باعث افزایش غلظت کوآنزیم Q10 می‌شود اما بر سطوح مالون دی آلدئید<sup>۲</sup> (MDA) و SOD در طول و پس از تمرینات موثر نیست (۱۲). این تحقیق، یکی از محدود مطالعاتی بود که کاهش در فعالیت SOD را به دنبال مکمل دهی کوآنزیم Q10 در افراد سالم را نشان داد. نتایج به دست آمده حاکی از آن بود که مکمل دهی به صورت حاد، سبب بالا رفتن غلظت Q10، پایین آمدن SOD و بالا رفتن سطوح MDA در طول و به دنبال فعالیت ورزشی می‌شود. در مقابل، غلظت Q10 پلاسما در افرادی که مکمل را در یک دوره ۱۴ روزه دریافت کرده بودند، افزایش یافته بود و این موضوع منجر به افزایش مدت زمان رسیدن به خستگی شده بود (۱۲). به طور کلی، مکمل دهی به صورت حاد و مزمن می‌تواند پاسخ‌های حاد و مزمن متفاوتی را که متناسب با نوع تمرین است، ایجاد کند (۱۳). دیاز-کاسترو<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۱) نیز در پژوهشی به بررسی تاثیرات مکمل دهی کوآنزیم Q10 در بهبود علائم التهابی و فشار اکسایشی مرتبط با تمرینات شدید (۵۰ کیلومتر دویدن) پرداختند. نتایج تحقیق اخیر نشان داد CAT در گروه دارونما همراه با تمرینات شدید کاهش می‌یابد، اما فعالیت آن در گروه مکمل کوآنزیم Q10 در مقایسه با گروه دارونما در قبل و بعد از فعالیت ورزشی، افزایش پیدا می‌کند (۱۴).

محققان تحقیق حاضر، تا کنون تحقیقی که تغییرات آنزیم‌های آنتی اکسیدانی را بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی در حضور متغیرهای کوآنزیم Q10 و تمرینات استقامتی شدید بررسی کرده باشد، مشاهده نکرده‌اند. با این حال، تحقیقات مختلف گزارش کرده‌اند فشار اکسایشی ناشی از فعالیت شدید، ممکن است باعث کاهش عملکرد سیستم آنتی اکسیدانی بدن

<sup>1</sup> Cooke

<sup>2</sup> Malondialdehyde

<sup>3</sup> Diaz-Castro

## جدول ۱- برنامه تمرینی

روزها	متغیرها	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم
دوشنبه	سرعت (متر بر دقیقه)	۱۰	۱۰	۱۲	۱۳
	شیب (درجه)	۵	۱۰	۱۵	۱۵
	زمان (دقیقه)	۱۵	۱۵	۶۰	۶۰
سه شنبه	سرعت (متر بر دقیقه)	۱۰	۱۰	۱۲	۱۳
	شیب (درجه)	۵	۱۳	۱۵	۱۵
	زمان (دقیقه)	۱۵	۱۵	۶۰	۶۰
چهارشنبه	سرعت (متر بر دقیقه)	۱۰	۱۲	۱۲	۱۳
	شیب (درجه)	۸	۱۳	۱۵	۱۵
	زمان (دقیقه)	۱۵	۱۵	۶۰	۶۰
پنج شنبه	سرعت (متر بر دقیقه)	۱۰	۱۲	۱۲	۱۳
	شیب (درجه)	۸	۱۵	۱۵	۱۵
	زمان (دقیقه)	۱۵	۱۵	۶۰	۶۰
جمعه	سرعت (متر بر دقیقه)	۱۰	۱۲	۱۳	۱۷
	شیب (درجه)	۱۰	۱۵	۱۵	۱۵
	زمان (دقیقه)	۱۵	۴۵	۶۰	۶۰

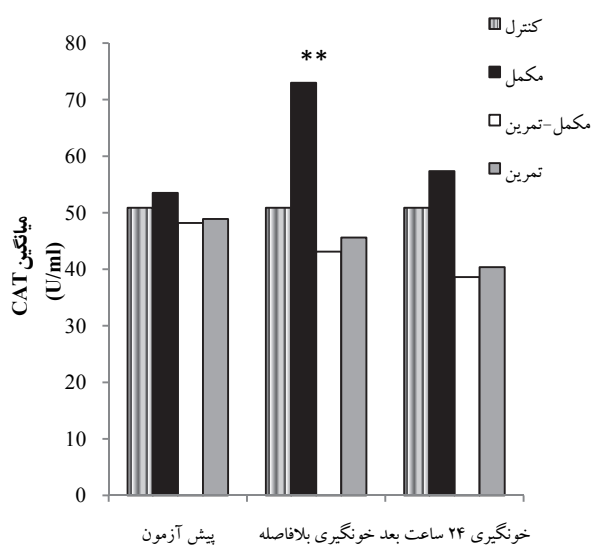
نگهداری می‌شدند. اندازه‌گیری میزان سرمی آنزیم SOD خارج سلولی و CAT به روش الیزا (۴۴۰ تا ۴۶۰ نانومتر) و توسط کیت Chemicals Cayman انجام پذیرفت. لازم به ذکر است که برای جلوگیری از تأثیرات هورمونی در نتیجه کلی تحقیق و قابلیت تعمیم آن، موش‌های ماده با تزریق هورمون‌های جنسی همزمان سازی (Synchronization) شدند- تا مانع از تأثیرات هورمونی در نتیجه تحقیق شود- سپس وارد مطالعه شدند تا کلیه موش‌ها در فاز استروس قرار داشته باشند.

تجزیه و تحلیل استنباطی داده‌ها از طریق روش تحلیل واریانس یک طرفه و آزمون تعقیبی توکی با استفاده از نرم افزار SPSS و در سطح معناداری ( $p=0/05$ ) انجام شد. اشکال نیز با استفاده از نرم افزار اکسل ترسیم گردید.

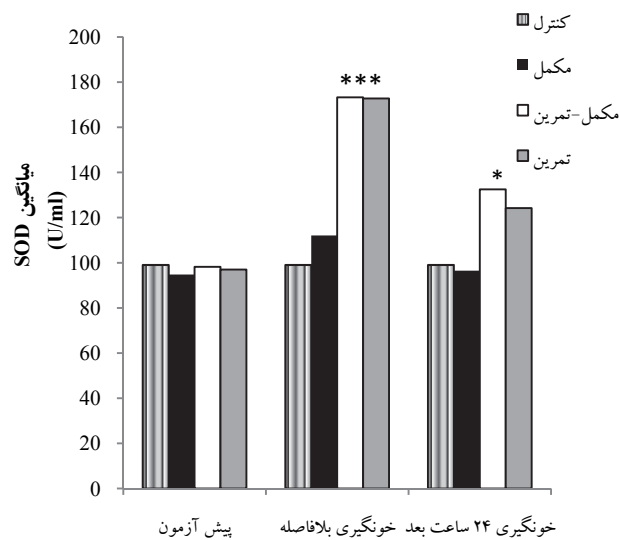
## نتایج

وزن موش‌ها در ابتدای تحقیق،  $10 \pm 197$  گرم بود که در مدت چهار هفته دوره تمرینی و نگهداری در آزمایشگاه و نیز یک هفته آشنایی با محیط آزمایشگاه به وزن  $10 \pm 225$  گرم رسیدند. یافته‌های این بررسی نشان داد میزان SOD بلافاصله پس از تمرین در گروه تمرین افزایش معناداری یافت ( $p=0/001$ ). در همین زمان در گروه تمرین- مکمل نیز افزایش معناداری در میزان SOD بلافاصله پس از تمرین در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد ( $P=0/001$ ). با این حال، در گروه مکمل افزایش معناداری رخ نداد. همچنین میزان SOD ۲۴ ساعت پس از تمرین در گروه تمرین ( $p=0/036$ ) و تمرین - مکمل ( $p=0/004$ )، همچنان افزایش معناداری را در مقایسه با گروه کنترل نشان داد. اما در گروه مکمل در مقایسه با گروه کنترل، کاهش غیر معناداری دیده شد. با این حال، در مقایسه با بلافاصله پس از تمرین، میزان SOD ۲۴ ساعت پس از تمرین در گروه‌های تمرین ( $p=0/006$ ) و تمرین - مکمل ( $p=0/015$ ) کاهش معناداری را نشان دادند (نمودار شماره ۱). از سوی دیگر، در طی دوره تمرینی گروه‌های تمرین و تمرین - مکمل کاهش فعالیت آنزیم CAT را بلافاصله پس از تمرین در این نشان دادند، اما این کاهش در هیچ‌کدام از گروه‌ها معنادار نبود. همچنین فعالیت

مکمل Q10 به ازای هر کیلوگرم وزن بدن در روز (میزان آن با توجه به میانگین وزن موش‌های تحقیق (۲۰۰-۲۳۵) برابر با مقدار ۰/۱ میلی لیتر ( $0/004 \text{g/ml}$ ) از محلول Q10 بود) به مدت ۴ هفته به صورت گاوآژ خورانده می‌شد. برای بررسی تغییرات آنزیم SOD خارج سلولی و CAT، موش‌ها قبل از شروع تمرینات، بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی با مخلوطی از زایلازین و کتامین (مقدار ۸۰ به ۱۰ میلی گرم کتامین به زایلازین به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) بیهوش می‌شدند و نمونه‌های خونی (۲/۵ سی سی خون) مستقیماً از قلب گرفته می‌شد. جهت جلوگیری از تغییر ترکیبات خون، نمونه‌های گرفته شده بلافاصله در محل انجام آزمون در لوله‌های آغشته به EDTA (ماده ضد انعقادی) برای بررسی فعالیت آنزیم‌ها ریخته شدند و نمونه‌ها برای جدا سازی پلاسما از خون در سانتریفوژ یخچال‌دار با ۴ درجه سانتی گراد در سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه قرار گرفتند. رسوب گلبول‌ها پس از جدا سازی پلاسما، سه بار با سرم فیزیولوژی (سدیم کلراید ۰/۹٪) شسته می‌شدند و سپس با افزودن آب مقطر سرد به نسبت ۱ به ۵ رقیق و لیز می‌گردید و همولیزات آن به دست می‌آمد. سپس در حجم‌های ۰/۵ میلی لیتر و در ۸۰- درجه سانتی گراد تا زمان آزمایش



**نمودار ۲-** میانگین میزان فعالیت CAT خارج سلولی در پیش آزمون، خونگیری بلافاصله و ۲۴ ساعت در گروههای مختلف (کنترل، مکمل، مکمل-تمرین، تمرین) در مقایسه با گروه کنترل معناداری را نشان می دهد.



**نمودار ۱-** میانگین میزان فعالیت آنزیم SOD خارج سلولی در پیش آزمون، خونگیری بلافاصله و ۲۴ ساعت در گروههای مختلف (کنترل، مکمل، مکمل-تمرین، تمرین) در مقایسه با گروه کنترل معناداری را نشان می دهد.

کاهش فعالیت گزارش شده است (۱۶، ۱۷). به نظر می رسد این تفاوت ها به مقدار و مدت استفاده از مکمل و همچنین نوع فعالیت ورزشی بستگی دارد. میانگین فعالیت SOD خارج سلولی در گروه تمرین-مکمل، تمرین و مکمل در مقایسه با گروه کنترل بلافاصله بعد از تمرین افزایش نشان داد. در توجیه افزایش فعالیت SOD در این گروه ها می توان به شدت بالای برنامه تمرینی در تحقیق حاضر و در نتیجه افزایش شدید در سطوح اکسیژن رسانی و تولید رادیکالهای آزاد اشاره داشت. نتایج این تحقیق در مورد افزایش فعالیت SOD در گروه تمرین و تمرین-مکمل که در این پژوهش مشاهده شد با نتایج دیازی و همکاران (۲۰۱۱) و ریکاردو<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۶) همخوانی دارد. به نظر می رسد تنظیم میزان فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی در نتیجه تمرینات ورزشی به میزان زیاد فشار اکسایشی در عضلات اسکلتی وابسته باشد. احتمالاً افزایش بیشتر فعالیت SOD به دنبال چهار هفته تمرین در این گروه ها، نتیجه افزایش بیشتر پراکسیداسیون لیپیدی و تولید رادیکال سوپراکسید باشد، از این

آنزیم CAT در گروه مکمل افزایش معناداری ( $p=0/001$ ) را نشان داد. همچنین در این تحقیق مشخص گردید، در همه گروهها، ۲۴ ساعت پس از تمرین، فعالیت آنزیم CAT در مقایسه با بلافاصله پس از تمرین کاهش یافته است. اما تنها در گروه مکمل، این کاهش معنادار ( $p=0/025$ ) بود (نمودار شماره ۲).

## بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از کوآنزیم Q10 همراه با ۴ هفته تمرین استقامتی شدید، باعث افزایش فعالیت SOD و کاهش CAT خارج سلولی در بلافاصله و ۲۴ ساعت پس از پایان تمرینات می شود. پژوهش های بسیاری اثر تمرینات مختلف را بر تغییرات میزان فعالیت SOD و CAT بررسی کرده اند که اکثر مقالات افزایش این آنزیم ها و در تعدادی عدم افزایش متناسب در آنها گزارش شده است (۱۳، ۱۵). همچنین بسیاری از پژوهش ها تاثیر استفاده از مکمل های آنتی اکسیدانی به همراه فعالیت بدنی را بر فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی بررسی نموده اند که در برخی افزایش فعالیت و در برخی دیگر

<sup>1</sup> Ricardo

نکرد، اما بین فعالیت آنزیم CAT در گروه مکمل در مقایسه با گروه تمرین - مکمل، تمرین و کنترل تفاوت قابل ملاحظه‌ای مشاهده شد. می‌توان گفت استفاده از مکمل کوآنزیم Q10 در مقایسه با تمرینات استقامتی، تاثیر بیشتری در افزایش میزان فعالیت CAT در جلوگیری از استرس اکسایشی و افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی در این پژوهش داشته است. همچنین می‌توان بیان داشت که علت عدم افزایش کاتالاز در گروه تمرین - مکمل احتمالاً عملکرد آنتی اکسیدانی کوآنزیم Q10 بوده است. در بیشتر تحقیقات گزارش شده است که بر اثر فعالیت شدید، تغییر معناداری در فعالیت کاتالاز رخ نمی‌دهد، اگرچه در برخی از تحقیقات تاثیر معناداری داشته است (۲۰). انتظار می‌رود که فعالیت CAT مشابه ساز و کار کاتالیتیکی SOD باشد، بدین معنی که با افزایش  $H_2O_2$  به هنگام ورزش، فعالیت CAT نیز افزایش یابد. با وجود این، کاتالاز در اصل در پروکسی زوم ها وجود دارد، در صورتی که منبع عمده  $H_2O_2$  به هنگام ورزش شدید، میتوکندریایی است. به علاوه، احتمالاً گلوکوتایون پراکسیداز سیتوپلاسمی و میتوکندریایی در رقابت با CAT برای مواجهه با  $H_2O_2$  تولید شده در این بخش سلولی موثرتر است، زیرا در همسایگی منابع گونه‌های فعال اکسیژن می‌باشند. تقدم و تاخر عملکرد آنتی اکسیدان ها در بافت های مختلف و تقدم دفاعی آنتی اکسیدان های غیر آنزیمی (ویتامین C، E و Q10)، می‌تواند یکی دیگر دلایل عدم افزایش CAT پس از تمرین باشد (۱۱). یافته‌های این تحقیق مبنی بر کاهش فعالیت CAT در گروه‌های تمرین و تمرین مکمل که منجر به تفاوت در مدولاسیون (نوسانات) SOD و CAT در عضلات اسکلتی موش‌های تمرین کرده و تمرین نکرده می‌باشد، با یافته‌های پینهو<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۰۶) در یک راستا است. این نتایج نشان می‌دهد که بیان بیش از حد SOD بدون یک افزایش جبرانی در CAT، اثر زیان باری بر روی سلول دارد (۲۱). شاید بتوان گفت کاهش در میزان فعالیت CAT در مقایسه با فعالیت SOD در گروه تمرین - مکمل و تمرین، به دلیل افزایش mRNA سوپراکسید دیسموتاز ناشی از افزایش سطوح مولکول‌های التهابی

یافته‌ها می‌توان نتیجه گرفت که وجود متغیرهایی چون تمرین و مکمل، احتمالاً از طریق افزایش دفاع آنتی اکسیدانی بدن که در نتیجه افزایش فعالیت SOD خارج سلولی که به سبب شدت بالای برنامه تمرینی در این دوره زمانی می‌باشد، صورت گرفته است (۱۸). این در حالی است که، نقش عملکردی کوآنزیم Q10 به عنوان یک ماده آنتی اکسیدانی در بدن موجودات زنده، در دیگر مطالعات به خوبی روشن نشده است. به علاوه، در ارتباط با تعامل کوآنزیم Q10 با دیگر مواد آنتی اکسیدانی در هنگام ورزش اطلاعات کافی موجود نیست. کیکونن<sup>۱</sup> و همکاران (۱۹۹۸) نشان دادند که سه هفته مکمل دهی با Q10 (۹۰ میلی گرم در روز) منتج به افزایش در غلظت کوآنزیم Q10 و ظرفیت آنتی اکسیدانی تام می‌شود اما بر پراکسیداسیون لیپیدی و تخریب به وجود آمده توسط تمرینات درمانده ساز تاثیری ندارد (۱۹). یافته‌های این مطالعه، کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی را ۲۴ ساعت پس از پایان جلسه تمرینی و در زمان استراحت نشان می‌دهد که با یافته‌های راداک<sup>۲</sup> و همکارانش (۱۹۹۵) همخوانی دارد. آنها نشان دادند که آثار تحرکی ورزش بر ترجمان ژن سوپراکسید دیسموتاز حاوی مس و روی و سوپراکسید دیسموتاز منگنزدار- با توجه به آستانه مورد نیاز و دوره زمانی احیا- ممکن است فرق کند. همچنین راداک و همکارانش نشان دادند که میزان فعالیت SOD، ۱ - ۳ روز پس از فعالیت ورزشی درمانده ساز<sup>۳</sup> به مقادیر اولیه خود بازگشته است، که در تحقیق حاضر نیز این موضوع مشاهده شد (۱۱). در این پژوهش، کوآنزیم Q10 به عنوان یک مکمل آنتی اکسیدانی در نظر گرفته شد تا اثرات مهاري آن بر گونه‌های فعال اکسیژن و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی مورد مطالعه قرار گیرد. اثرات آنتی اکسیدانی کوآنزیم Q10 در غیرفعال کردن رادیکال‌های آزاد توسط محققان تأیید شده است، ولی این اثرات اغلب وابسته به مقدار و مدت هستند، شرایط محیطی نیز تاثیر گذار است. از آنجا که انجام چهار هفته تمرین استقامتی شدید و مصرف مکمل کوآنزیم Q10 همراه با فعالیت ورزشی، تغییر معناداری را در فعالیت آنزیم CAT ایجاد

<sup>1</sup> Kaikkonen<sup>2</sup> Radak<sup>3</sup> Exhausting exercise<sup>4</sup> Pinho

باشد. همچنین باید در این زمینه به جلوگیری از فعالیت CAT به وسیله محصول سوپراکسید در طول تمرین نیز اشاره کرد.

### نتیجه گیری

بررسی تاثیر ورزش و مکمل Q10 بر عملکرد آنزیم های آنتی اکسیدانی بحث انگیز است چرا که اکثر مطالعات انجام گرفته در نوع، شدت، آزمودنی های پژوهش، مدت تمرین و دوز مکمل مصرفی به طور معناداری متفاوت هستند. بنابراین در تحقیقات مختلف که نتایج متناقضی در میزان فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی به دست می آید، زیاد دور از ذهن نیست. به طور کلی، نتیجهی مطالعه حاضر نشان داد تمرین و مکمل کوآنزیم Q10، می توانند تاثیرات متفاوتی بر فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی داشته باشند؛ اطلاعات موجود نشان می دهد عمدتاً افزایش فعالیت SOD در گروه تمرین- مکمل و تمرین، توسط تغییرات بیوشیمیایی و هیستولوژیکی ناشی از رادیکال های آزاد در بافت های عضلانی رخ می دهد. این افزایش نشان می دهد که مکمل و تمرین به تنهایی و ترکیب تمرین - مکمل می تواند باعث تحریک تولید SOD شود، آنچه در تاثیر تفاوت استفاده مکمل بین گروه تمرین و تمرین-مکمل مشاهده می شود، کاهش کمتر

فعالیت SOD در دوره زمانی ۲۴ ساعت پس از پایان تمرینات در گروه تمرین-مکمل می باشد، که می تواند ناشی از نقش آنتی اکسیدانی Q10 در بالا بردن ظرفیت آنتی اکسیدانی بدن باشد که در گروه تمرین-مکمل مشاهده شد. به نظر می رسد ورزشکارانی که تمرینات با حجم و شدت بالا انجام می دهند، با توجه به نقش های تایید شده Q10 در بالا بردن ظرفیت آنتی اکسیدانی بدن بهتر است مصرف مکمل مزبور را مد نظر داشته باشند. با توجه به یافته های این پژوهش، به نظر می رسد انجام فعالیت های منظم استقامتی، مصرف مکمل آنتی اکسیدانی کوآنزیم Q10 و ترکیبی از این دو، احتمالاً کفایت سیستم آنتی اکسیدانی بدن را جهت مقابله با رادیکال های آزاد بهبود می بخشد.

### تشکر و قدردانی

این پژوهش به عنوان ایده ای ما بین رشته ای با همکاری بخش ورزش درمانی دانشگاه شیراز و دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی شیراز انجام گرفت. بدینوسیله از مرکز آزمایشگاه حیوانات دانشگاه علوم پزشکی شیراز تشکر و قدردانی به عمل می آید.

### References

- Schumacher Y, Schmid A, König D, Berg A. Effects of exercise on soluble transferrin receptor and other variables of the iron status. *Br J Sports Med* 2002; 36: 195-199.
- Mari-Carmen M, Gomez-Cabrera, Elena D, Jose V. Moderate exercise is an antioxidant: Upregulation of antioxidant genes by training. *Free Radic Biol Med* 2008; 44: 126-131.
- Shemshaki A, Ghanbari N, Rajab H, Hedayati M, Salami F. Intense Alpine Skiing Exercise on Antioxidant Status of Male Skiers. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism* 2006; 9(3): 191-197.
- Poirier B, Lannaud-Bournoville M, Conti M, Bazin R, Michel O, Bariety J, et al. Oxidative stress occurs in absence of hyperglycemia and inflammation in the onset of kidney lesions in normotensive obese rats. *Nephrol Dial Transplant* 2000; 15: 467-476.
- Saritas N, Uyanik F, Hamurcu F, Çoksevrim B. Effects of acute twelve minute run test on oxidative stress and antioxidant enzyme activities. *Afr J Pharm Pharmacol* 2011; 5(9): 1218-1222.
- Crane F. Biochemical functions of coenzyme Q10. *J Am Coll Nutr.* 2001; 20: 591-598.
- Dallner G, Stocker R. Coenzyme Q10. *Encyclopedia of Dietary Supplements* 2005; 121-131.
- O'Dea J. Consumption of nutritional supplements among adolescents: usage and perceived benefits.



- Health Education Research 2003; 18(1): 98-107.
9. Heather K, Vincent, Chery M. Antioxidant Supplementation Lowers Exercise-Induced Oxidative Stress in Young Overweight Adults. *Obesity* 2006; 14: 2224 –2235.
  10. Gül I, Gökbel H, Belvıranlı M, Okudan N, Büyükbas S, Basarali K. Oxidative stress and antioxidant defense in plasma after repeated bouts of supramaximal exercise: the effect of coenzyme Q10. *J Sport Med Phys Fitness* 2011; 51: 305-312.
  11. Radak Z, Inoue A, Kizakit M, Ishis OH, SusukiK, Chin T, Noh O. Superoxide dismutasereduces oxidative damage in skeletal muscle of rats during exhaustive exercise. *JAPPL Physiol*1995; 79: 129-135
  12. Cooke M, Iosia M, Buford T, Shelmadine B, Hudson G, Kerksick C, Rasmussen C, Greenwood M, Leutholtz B, Willoughby D, &Kreider R. 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* 2008; 5: 8.
  13. Ricardo A, Pinhoab, Michael E, Andrades A, Marcos R, Oliveira Aline C, Pirola. Imbalance in SOD/CAT activities in rat skeletal muscles submitted to treadmill training exercise. *Cell Biology International* 2006; 30: 848-853.
  14. Dıaz- Castro J, Guisado R, Kajarabille N, Garacia C, Guisado I, Teresa C, et al. Coenzyme Q10 supplementation ameliorates inflammatory signaling and oxidative stress associated with strenuous exercise. *Eur J Nutr* 2011; DOI 10.1007/s00394-011-0257-5.
  15. Vani M, GP-Reddy GR, Reddy K, Thyagraju and redanna. Glutathion-s-transferase, superoxide dismutase, xantin oxidase, catalase, glutathione proxidase and lipid peroxidation in the liver of exercised rats. *BiochemInt* 2000; 21(1):17-26.
  16. Tauler P, Aguil A, Gimeno I, Fuentespina E, Josep A. Response of blood cell antioxidant enzyme defences to antioxidant diet supplementation and to intense exercise. *Eur J Nutr* 2006; 45: 187–195.
  17. hhavi-upta CG, Pradeep H, Gupta and Balwant Singh. Effect of Vitamin Supplementation on Exercise Induced Oxidative Stress in Trained Elite Indian Cyclists. *Am J Biomed Sc* 2009; ISSN: 1937-9080.
  18. Thomas SR, Stocker R. Mechanisms of antioxidant action of ubiquinol-10 for low-density lipoprotein. In: Kagan VE, Quinn PJ, (Eds). *Coenzyme Q: Molecular Mechanisms in Health and Disease*. Boca Raton 2001; CRC Press: 131-150.
  19. Kaikkonen J, Kosonen L, Nyysönen K, Porkkala-Sarataho E, Salonen R, Korpela H, et al. Eeffect of combined coenzyme Q10 and d-alpha-tocopherol acetate supplementation on exercise induced lipid peroxidation and muscular damage: A placebo- controlled double-blind study in marathon runners. *Free Radic Res* 1998; 29: 85-92.
  20. Kaczor JJ, Halla JE, Payne E, Tarnopolsky MA. Low intensity training decreases markers of oxidative stress in skeletal muscle of mdx mice. *Free Radical Biology & Medicine* 2007; 43: 145–154.
  21. Pinho RA, Andrads ME, Oliveira MR, Pirola AC, Zago MS, Silveira PC, et al. Imbalance in SOD/CAT activities in rat skeletal muscles submitted to treadmill training exercise. *Cell Biology International* 2006; 30: 848-853.