

تأثیر ۱۴ روز مکمل سازی با ویتامین C بر عوامل اکسیدانی و آنتی اکسیدانی پس از یک جلسه فعالیت شدید در دختران فعال

فرح نامنی^۱

چکیده

رادیکال‌های آزاد مانند گونه‌های واکنشی اکسیژن در حین فرآیندهای شیمیایی تولید می‌شود. این رادیکال‌ها توسط دستگاه دفاع آنتی‌اکسیدانی خنثی می‌شود، که شامل سوپراکسید دیسموتاز، گلوتاتیون پراکسیداز و آنتی‌اکسیدان‌های غیر آنزیمی مثل ویتامین آ، ای و ث می‌باشد. فعالیت ورزشی می‌تواند موجب تولید رادیکال‌های آزاد شود. سپس پروتئین‌های شوک حرارتی و عوامل دیگر مانند مالون دی‌آلدئید، در جریان گردش خون محیطی و سایر بافت‌ها آزاد و استرس اکسیداتیو می‌شود. برخی از تغییرات ناشی از تمرین شدید پراکسیداسیون چربی غشاء و کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی است. استفاده از مکمل‌های ویتامینی برای مقابله بدن با این تغییرات می‌تواند تأثیرات مثبت داشته‌باشد. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی تأثیر ۱۴ روز مکمل سازی با ویتامین C بر پروتئین شوک حرارتی ۷۰، مالون دی‌آلدئید و ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی پس از یک جلسه فعالیت شدید در دختران فعال بود. روش کار: نمونه آماری پژوهش ۳۰ دختر فعال را شامل می‌شد که در دو سال گذشته دارای فعالیت ورزشی منظم بودند. آنها به شکل تصادفی ساده در دو گروه مکمل (ویتامین ث) و دارونما (دکستروز) قرار گرفتند. تغییرات پروتئین شوک حرارتی ۷۰، مالون دی‌آلدئید و ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی، قبل از مکمل سازی، ۱۴ روز پس از مکمل سازی و بلافاصله پس از انجام فعالیت ورزشی (پروتکل بروس) بررسی شدند. یافته‌های تحقیق: تمامی اطلاعات با استفاده از آمار توصیفی میانگین، انحراف استاندارد، آنالیز واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر 3×2 و آزمون بونفرونی به عنوان آزمون تعقیبی، در سطح معناداری $P \leq 0/05$ ، تجزیه و تحلیل و بررسی شد. نتایج حاکی از کاهش و تغییرات معنادار سطوح مالون دی‌آلدئید و ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی بود. اما تغییرات پروتئین شوک حرارتی ۷۰ معنادار نبود ($P \leq 0/05$). نتیجه‌گیری: عضلات اسکلتی نسبت به فشار ناشی از یک جلسه فعالیت شدید ورزشی پاسخ نشان داده‌است. بنابراین دو هفته مکمل سازی با ویتامین ث، موجب کاهش پراکسیداسیون چربی در غشاء سلولی، کاهش اثرات تخریبی اکسایدها و بهبود و ارتقاء ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی شده‌است. عدم تغییر معنادار در سطوح پروتئین شوک حرارتی ۷۰ می‌تواند ناشی از سطح تمرین و بی‌اثر بودن مکمل سازی باشد.

واژگان کلیدی: فعالیت ورزشی، دستگاه ایمنی، آنتی اکسیدان‌ها.

The Effects of 14 Days Vitamin C Supplementation on Oxidant and Antioxidant Factors After One Bout Acute Exercise Training in Active Girls

Farah Nameni¹

Abstract:

Free radicals such as reactive oxygen species (ROS) are produced during metabolic processes. These radicals are neutralized by an anti-oxidant defense system comprising enzymes such as superoxide dismutase, glutathione peroxidase, and non-enzymatic antioxidants, including vitamins A, E and C. Exercise can induced production of free radicals. Then HSPs and another factors for example MDA release in peripheral circulation and another tissues oxidative stress. The some of changes due acute exercise training are membrane lipid peroxidation and reduce antioxidation capacity. The use of vitamins supplementation for body combat with this changes has positive effects. Accordingly, the purpose of this study was to assess the effects of 14 days vitamins C supplementation on, HSP70, MDA and TAC after one bout acute exercise training in active girls. Methodology and Materials: Investigation statistical subject were thirty active female that they have regular exercise training at 2 past years and taking part in the study. They randomly assigned in to supplementation (vitamin C) and placebo (dextrose) groups. Serum levels of HSP70, MDA and TAC measured before supplementation, after 14 days supplementation and after exercise (Bruce protocol). Results: All data are expressed as means \pm SEM and analysis of variance 2 \times 3 and Bonferoni test was used for post hock ($50/0 \geq P$). The results showed that the level of MDA decreased and TAC increased with 14 days supplementation, but the changes of HSP 70 did not significantly. Conclusion: Our data presented show that human skeletal muscle responds to the stress of a single period of exercise training. Therefore, two weeks vitamin C supplementation have deceased, lipid peroxidation on plasma membrane and the destruction affective of oxidants and improvement capacity antioxidant total. None significantly of HSP70 status may be attributed to the level of training and non-effective supplementation.

Key words: immune system, exercise training, antioxidants

مقدمه

پیامد فعالیت ورزشی و انقباض عضلانی افزایش دما، لاکتات و افزایش اسیدپتیه می باشد. لذا تمرین شدید و طولانی منجر به آسیب ها و استرس اکسیداتیو ماکرومولکول ها در خون و بافت های درگیر می شود. آسیب عضلانی و تحریک با پاسخ های التهابی همراه شده و به دنبال آن آنزیم های سیتوزولی در خون و آسیب اجزاء سلولی، سارکولما و غشاء سلولی افزایش می یابد که پیامد آن تولید رادیکال های آزاد (گونه های اکسیژن و نیتروژن واکنشی) است که بخشی از محصولات متابولیسم می باشد (دیدنی و همکاران، ۲۰۱۲، ص. ۱۱۳۰-۱۱۱۹). این مواد توسط دفاع آنتی اکسیدانی آنزیمی (مثل کاتالاز و سوپر اکسید دیسموتاز) و غیر آنزیمی (مثل ویتامین ها، یوبی کینون و گلوتاتیون) خنثی می شود. مکمل های آنتی اکسیدانی اثرات مهمی بر عملکرد جسمانی و دستگاه ایمنی دارد و برای کاهش علائم بیوشیمیایی حاصل از استرس اکسیداتیو در ورزشکاران و غیرورزشکاران توصیه می شود (تقی یار و همکاران، ۲۰۱۳، ص ۳۳-۱۶). ورزشکاران به علت دامنه فعالیت وسیع نیاز بیشتری به آنتی اکسیدان ها به خصوص این ویتامین ها خواهند داشت و البته نیاز به ویتامین ها با توجه به متابولیسم، محیط و آب و هوا و عوامل ژنتیکی متفاوت است. ویتامین ث مهم ترین آنتی اکسیدان محلول در آب است که در داخل سلول و مایع برون سلولی وجود دارد (پالمر و همکاران، ۲۰۰۳، ص. ۱۰۷-۱۰۰). این ویتامین قادر است چسبندگی فاگوسیت ها به اندوتلیوم را کاهش داده و از پراکسیداسیون چربی ممانعت به عمل آورد. نتایج متناقضی از مکمل سازی با ویتامین ها در فعالیت های ورزشی ارایه شده است (دریگر و همکاران، ۲۰۱۴). در یکی از تحقیقات، گروهی که دارونما مصرف کرده بودند دارای عملکرد جسمانی بهتر، مقاومت به خستگی بالاتر و حمایت آنتی اکسیدانی بیشتری بودند و نتایج آنها در مقایسه با گروهی که مکمل سازی کرده بودند معنادار بود (کاربر ۱ و همکاران، ۲۰۰۸، ص. ۱۳۱-۱۲۶). در مقابل اثرات مکمل سازی با ویتامین و مواد معدنی بر فعالیت عضلانی ورزشکاران (حداکتر انقباض عضلانی ارادی پس از فعالیت بسیار شدید) نسبت به گروه دارونما اندکی بیشتر بوده است (گوچ^۲ و همکاران، ۲۰۰۷، ص. ۲۰۹-۲۰۱). نتایج حاصل از مکمل سازی با ویتامین بر نحوه عملکرد ورزشکاران نخبه در حین برنامه فعالیت قدرتی نیز نتایج مشابهی داشته است (لونیژ^۳ و همکاران، ۲۰۱۰، ص. ۲۵۹-۲۵۳).

به نظر می رسد این تأثیر، حاکی از اثرات مثبت آنتی اکسیدان ها باشد. اما برخی از پژوهشگران که از ویتامین ای^۴ برای مکمل سازی استفاده کرده بودند، تغییرات معناداری را گزارش نکردند (بلومر^۵ و همکاران، ۲۰۰۵، ص. ۲۸۵-۲۷۶). یفانتی^۶ و همکاران (۲۰۱۰) هم از ویتامین های ای و ث برای غیر ورزشکاران استفاده کردند و بین گروه های آزمودنی هیچ تفاوت معناداری را مشاهده نکردند. برای بررسی تأثیر مکمل ها و نشان دادن آسیب های اکسایشی، ارزیابی تغییرات پروتئین های شوک حرارتی، پراکسیداسیون لیپیدها و ظرفیت تام اکسیدانی شاخص های مناسبی می باشد. پروتئین های شوک حرارتی^۷ که گروهی از پروتئین های حفاظت شده است، در تمام سلول های موجودات زنده وجود دارد و معمولاً در وضعیت پایدار دارای غلظت پایین است، اما در حضور محرک های مختلف پاتولوژیکی، فیزیولوژیکی و محیطی

سخت و شدید، افزایش می یابد (نایمن، ۱۹۹۹، ص. ۸۰-۷۳). عواملی مانند افزایش دما، ایسکمی، هایپوکسی، کاهش پروتئین، اسیدوز، تشکیل رادیکال های آزاد، کاهش گلوکز، التهاب، دهیدراسیون و آسیب حاصل از کشش موجب افزایش این پروتئین ها در بافت ها و سلول ها می شود و به همین علت به آنها پروتئین های استرسی هم می گویند. بنابراین طیف وسیعی از عوامل تولید پروتئین های شوک حرارتی، توسط فعالیت ورزشی ممکن است به وجود آید (وو و موریموتو^۸، ۲۰۰۴، ص. ۶۰۷۴-۶۰۷۰). این تغییرات در اندام های مختلف مثل قلب، کبد، مغز، عضله یا خون قابل بررسی است (بایرل و همکاران، ۲۰۰۴، ص ۴۳۹-۴۳۳) و با استرس ناشی از فعالیت ورزشی سازگار می شود. رونویسی ژن پروتئین شوک حرارتی ۷۰ انسانی در اثر تحریکات گرمایی و استرسی ناشی از فعالیت ورزشی در سیتوپلاسم سلول هم نشان داده شده است و توسط تعدادی از پژوهشگران با استفاده از تمرین وامانده ساز بر روی ارگومتر، تأثیر مکمل سازی با ویتامین ث بررسی شد که آن را عامل کاهش تولید پروتئین شوک حرارتی ۷۰ معرفی کردند (خاساف و همکاران، ۲۰۰۳، ص. ۶۵۲-۶۴۵). برخی از پژوهشگران نیز آنزیم های آنتی اکسیدانی مثل سوپر اکسید دیسموتاز^۹ و کاتالاز^{۱۰} را مورد بررسی قرار داده اند (حاجی زاده و همکاران، ۲۰۱۳، ص. ۶۱۴-۶۰۷).

در حین فعالیت ورزشی اسیدهای چرب اشباع نشده در غشاء سلول توسط رادیکال های آزاد مورد تهاجم قرار می گیرد و واکنش پراکسیداسیون چربی اتفاق می افتد. به دنبال شکسته شدن چربی ها، گازهای هیدروکربنی (اتان یا پنتان) و مالون دی آلدئید تشکیل می شود (ابوهیلال و همکاران، ۲۰۰۶، ص. ۱۹۲-۱۸۵) (۱۴). مالون دی آلدئید یکی از مهم ترین شاخص ها برای ارزیابی استرس اکسیداتیو حاصل از تمرین در غشاء سلولی است. همچنین گزارش شده است، فعالیت شدید (پروتکل بروس با ۸۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی)، موجب افزایش مالون دی آلدئید و میلو پراکسیداز^{۱۱} سرم می شود که نشانه پراکسیداسیون بیشتر چربی، پاسخ التهابی نوتروفیلی و شرکت ویتامین ث در مکانیسم دفاعی است (۱۴). همچنین مصرف ویتامین ث در هر روز به مدت ۳ هفته موجب افزایش اسید اسکوربیک در خون شده است اما کاهش معنادار مالون دی آلدئید را نشان نداده است (پوپویک و همکاران، ۲۰۱۵). اما دو پژوهشگر دیگر گزارش داده اند، مصرف همان مقدار ویتامین ث در نمونه مورد مطالعه آنها موجب کاهش قدرت عضله سه سر بازویی شده است. البته دوره باز یافت، سریع تر صورت گرفته است و مکمل سازی با ویتامین ث باعث کاهش آسیب عضلانی شده است. فعالیت های ورزشی موجب تغییرات زیادی در وضعیت فیزیولوژیکی و بیولوژیکی خون می شود. بافت های آسیب دیده موجب فعال شدن سلول های التهابی می شود و به دنبال آن فعالیت میلوپراکسیداز و مالون دی آلدئید در خون افزایش می یابد. ویتامین ث به سرعت رادیکال های آزاد را جمع و در نتیجه موجب حمایت بافت در مقابل آسیب اکسیداتیو ماکرومولکول های بزرگ بیولوژیکی می شود (چاکمن و ماکسول^{۱۲}، ۱۹۹۳، ص. ۴۳۰-۴۲۶). نتایج برخی پژوهش ها نشان داده است، اسید اسکوربیک افزایش یافته، ناشی از مکمل سازی با ویتامین ث بوده و ویتامین ث موجب کاهش معنادار سطح مالون دی آلدئید شده است (رامل و همکاران، ۲۰۰۴، ص. ۶-۲). افزایش مالون دی آلدئید به دنبال فعالیت هوازی و در افراد غیر گزارش شده است (گولدفار و همکاران، ۲۰۰۵، ص. ۲۹۰-۲۷۹).

1. Cabrera
2. Gauche
3. Louis
4. E
5. Bloomer
6. Yfanti
7. HSPs

8. Wu and Moromoto

9. SOD

10. CAT

11. MPO

12. Jakman and Maxwell

و همکاران، ۲۰۱۴، ۱۹۰۱-۱۸۸۷). مشخصات توصیفی آزمودنی‌ها شامل وزن، قد، چگالی بدن، درصد چربی بدن (توسط ضخامت سنج پوستی و فرمول سه نقطه‌ای ضخامت چین‌های پوستی پشت بازو، شکم و فوق خاصره سمت راست) تعیین شد. نمونه خون اولیه، قبل از شروع مکمل‌سازی، در حالت ناشتا، از ورید بازوی راست (آنتی‌کوبیتال یا پیش‌آرنجی) آزمودنی‌ها در ابتدای شروع دوره ۱۴ روزه و خون‌گیری دوم پس از تکمیل دوره دو هفته‌ای مکمل‌سازی و قبل از شروع فعالیت فزاینده انجام شد. بلافاصله پس از اجرای فعالیت، خون‌گیری سوم از آزمودنی‌ها به عمل آمد. در هر مرحله خون‌گیری، ۸ میل لیتر خون برای بررسی سطوح پلاسمای پروتئین شوک حرارتی ۷۰ و شاخص‌های اکسیدانی (مالون دی‌آلدئید، ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی) گرفته شد. دما، رطوبت، تهویه و نور محیط در هر سه بازه زمانی برای هر دو گروه مشابه و یکسان بود. از آزمودنی‌ها خواسته شد، از ۴۸ ساعت قبل، از انجام هرگونه فعالیت بدنی سنگین اجتناب نمایند. سپس آزمودنی‌ها در هر دو گروه در یک جلسه تمرین فزاینده (پروتکل بروس) شرکت کردند. حرکات با نظارت مربی بدنساز در سالن آمادگی جسمانی و بدنساز دانشگاه اجرا شد. بلافاصله پس از انجام فعالیت در دوره بازیافت، در همان وضعیت قبلی، نمونه‌های خون جمع‌آوری شد.

مشخصات توصیفی آزمودنی‌ها در هر دو گروه مورد مطالعه دارای تجانس و توزیع طبیعی بود (جدول ۱).

جدول ۱. مشخصات توصیفی آزمودنی‌ها در گروه‌های مورد مطالعه

| شاخص گروه‌ها | دارونما | مکمل | P-value |
|--|--------------------|-------------------|---------|
| سن (سال) | ۲۲ / ۲۸ ± ۱ / ۷۱ | ۲۱ / ۳۴ ± ۱ / ۴۷ | ۰ / ۳۴ |
| وزن (کیلوگرم) | ۵۸ / ۸۹ ± ۳ / ۲۱ | ۵۷ / ۳۹ ± ۲ / ۸۵ | ۰ / ۲۳ |
| قد (سانتی متر) | ۱۶۵ / ۱۷۲ ± ۲ / ۵۱ | ۱۶۴ / ۲۱ ± ۲ / ۳۵ | ۰ / ۱۶ |
| شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع) | ۲۲ / ۱۲ ± ۳ / ۹۳ | ۲۱ / ۸۰ ± ۱ / ۸۵ | ۰ / ۴۸ |
| چربی بدن (%) | ۱۳ / ۱۲ ± ۱ / ۳۹ | ۱۲ / ۴۵ ± ۱ / ۷۸ | ۰ / ۱۹ |
| مصرف روزانه مکمل (mg/kg ⁻¹) | ۵ | ۲۰ | ۰ / ۴۲ |
| اکسیژن مصرفی بیشینه (ml/kg ⁻¹) | ۳۸ / ۸۸ ± ۳ / ۳۹ | ۳۹ / ۱۲ ± ۴ / ۲۳ | ۰ / ۰۹ |

بررسی بیوشیمیایی نمونه‌های خون

برای بررسی تغییرات سطوح پروتئین شوک حرارتی ۷۰، از کیت مخصوص آزمایشگاهی کارخانه مد سیستم بندر^۲ ساخت آلمان استفاده شد. میزان تولید شاخص ایمنی پروتئین شوک حرارتی ۷۰ توسط سلول‌ها در کیت، بر اساس پروتکل ارائه شده، با روش آزمایشگاهی الایزا^۳ و ابزار اتوآنالایزر^۴ اندازه‌گیری شد. از طریق سنجش نمونه‌های کشت داده شده تغییرات، محاسبه و منحنی استاندارد روی کاغذ لگاریتمی رسم شد. سپس مقدار پروتئین شوک حرارتی ۷۰ موجود در نمونه، تعیین و به صورت نانوگرم بر میلی لیتر گزارش گردید. ضریب تغییرات^۵ درون‌سنجی و برون‌سنجی کمتر از ۸ و ۱۰ درصد انجام شد.

به‌منظور سنجش مالون دی‌آلدئید سرمی، به‌عنوان شاخص اصلی پراکسیداسیون لیپیدی، از تست اسیدتیوباریتیوریک و روش اسپکتو فوتومتری استفاده شد. مالون دی‌آلدئید سرمی بر پایه واکنش با تیو باربیتوریک اسید استخراج و پس از جدا کردن فاز آلی (محلول رویی) و اندازه‌گیری جذب نوری در طول موج ۵۳ نانومتر، غلظت آن تعیین گردید.

در تحقیق الشیو و همکاران، ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی^۱ پلاسما در پاسخ به فعالیت افزایش نداشته، اما مالون دی‌آلدئید افزایش نشان داده‌است. به‌نظر می‌رسد غیر ورزشکاران نسبت به ورزشکاران تحریک‌پذیر تر و مستعد آسیب‌های سلولی بیشتری از استرس اکسیداتیو باشند (الشیو و همکاران، ۱۹۹۷، ص ۹-۱).

با توجه به آنچه گفته شد، یکی از روش‌های مقابله با فشار اکسایشی ناشی از فعالیت‌های سنگین و شدید، تقویت دستگاه ضداکسایشی غیرآزمی و استفاده از مکمل‌های طبیعی و خوراکی است. بیشتر مطالعات، آثار بیولوژیکی و ضداکسایشی ویتامین ث را در کاهش فشار اکسایشی ایجاد شده در بیمارها نشان داده‌است. اما اهداف این پژوهش، تعیین میزان تأثیر مکمل‌سازی میان‌مدت با ویتامین ث بر بروز فشار اکسایشی ناشی از فعالیت‌های شدید و تعیین میزان بازدارندگی مکمل‌سازی بر آثار نامطلوب فشار اکسایشی و برخی از شاخص‌های آن بود. در اکثر تحقیقات به‌دلایل تفاوت‌های فردی، روش پژوهش و حساسیت افراد، نتایج متفاوتی به‌دست آمده‌است و اغلب، مردان نمونه مورد آزمایش بوده‌اند. همچنین پژوهش در محیط‌های آزمایشگاهی انجام شده است و بررسی پاسخ‌های استرس اکسیداتیو پروتئین شوک حرارتی ۷۰، مالون دی‌آلدئید و ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی ناشی از فعالیت ورزشی، پس از مکمل‌سازی با ویتامین ث ضروری است.

در این مطالعه این سؤالات مطرح است که آیا مصرف مکمل ویتامین ث بر شاخص ایمنی پروتئین شوک حرارتی ۷۰ مؤثر است؟ آیا مصرف مکمل ویتامین ث بر پراکسیداسیون و تولید مالون دی‌آلدئید تأثیر دارد؟ آیا مصرف مکمل ویتامین ث میت واند بر ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی مؤثر باشد؟ آیا این تأثیرات معنادار است؟

روش پژوهش

تحقیق حاضر از نوع کاربردی است که در قالب طرح‌های نیمه‌تجربی دو گروهی اجرا شد. جامعه آماری ۲۳۷ دانشجوی دختر کارشناسی رشته تربیت‌بدنی دانشگاه فرهنگیان بودند که حداقل به مدت دو سال فعالیت ورزشی منظم انجام می‌دادند. از میان جامعه فوق، ۳۰ نفر به‌عنوان نمونه، با روش تصادفی ساده انتخاب شدند. با توجه به ثبت غذایی (جهت کنترل تغذیه آزمودنی‌ها از پرسش‌نامه یادداری ۲۴ ساعته رژیم غذایی استفاده شد). هیچ کدام از آزمودنی‌ها در طی شش‌ماه گذشته از دارویی خاص، ویتامین و مکمل استفاده نکرده بودند و دارای سابقه مشکلات سلامتی، بیماری مزمن رایج و بیماری‌های مختلف تنفسی، متابولیکی، قلبی عروقی، کلیوی و کبدی نبودند. پس از شرح کامل پژوهش و روش‌ها، از تمامی آزمودنی‌ها خواسته شد فرم رضایت‌نامه و پرسش‌نامه سلامت را تکمیل کنند و در طی ۱۴ روز بعد محدودیت‌های غذایی و دارویی ارائه شده (برای کاهش هرگونه مداخلات احتمالی در تحقیق) را مراعات نمایند.

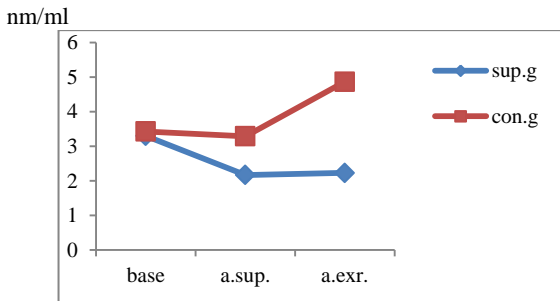
پس از انجام مطالعات مقدماتی و تعیین و تهیه ابزار و وسایل برای گردآوری اطلاعات پژوهش، آزمودنی‌ها در دو گروه همگن شده دریافت‌کننده ویتامین ث (روزانه حدود ۵۰۰ میلی‌گرم، دو وعده در روز، صبح بین ساعت ۸-۷/۳۰ پس از صرف صبحانه و ۱۲ ساعت بعد در همان واحد زمانی، به مدت ۱۴ روز) و گروه دارونما (روزانه حدود ۲۰۰ میلی‌گرم دکستروز، دو وعده در روز، صبح بین ساعت ۸-۷/۳۰ پس از صرف صبحانه و ۱۲ ساعت بعد در همان واحد زمانی، به مدت ۱۴ روز) به‌صورت تصادفی قرار گرفتند (پاولسون

2. MedSystem Bender
3. ELISA
4. autoanalyzer cobs mira(Roch)
5. CV

1. TAC

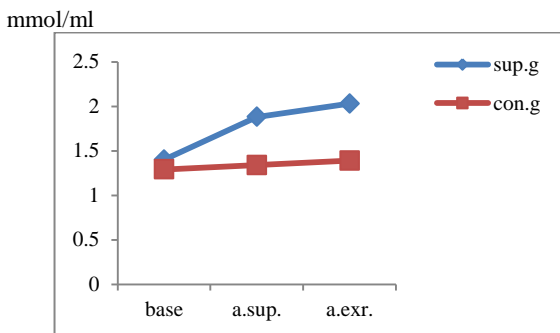
تأثیر ۱۴ روز مکمل سازی با ویتامین C بر عوامل اکسیدانی و آنتی اکسیدانی پس از یک جلسه فعالیت شدید در دختران فعال □ ۵۱

تغییرات توصیفی مربوط به مالون دی آلدئید در نمودار ۲ مشاهده می شود. میزان مالون دی آلدئید در حالت پایه نسبت به پس از مکمل سازی و انجام فعالیت، در گروه مکمل سازی با ویتامین بیشتر بوده است ولی در گروه دارونما نسبت به حالت پایه، افزایش داشته است (نمودار ۲). فقط در گروه مکمل آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری های مکرر، تغییرات معنادار را نشان داد ($p \leq 0.05$) (در گروه مکمل: $p \leq 0.000$ و در گروه دارونما: $p \leq 0.11$). تغییرات بین دو گروه ناشی از تأثیر مکمل و معناداری نتایج شده است.



نمودار ۲. مقایسه تغییرات مالون دی آلدئید در دو گروه، در سه بازه زمانی

تغییرات توصیفی مربوط به ظرفیت تام آنتی اکسیدانی در نمودار ۳ مشاهده می شود. میزان ظرفیت تام آنتی اکسیدانی در حالت پایه نسبت به پس از مکمل سازی و انجام فعالیت، در گروه مکمل سازی با ویتامین بیشتر بوده و در گروه دارونما مقدار اندکی افزایش داشته است (نمودار ۳). فقط در گروه مکمل آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری های مکرر، تغییرات معنادار را نشان داد ($p \leq 0.05$) (در گروه مکمل: $p \leq 0.046$ و در گروه دارونما: $p \leq 0.21$).



نمودار ۳. مقایسه تغییرات ظرفیت آنتی اکسیدانی کل در دو گروه، در سه بازه زمانی

آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر 3×2 برای بررسی اثر خالص زمان، اثر خالص مکمل و اثر تعاملی انجام شد تا مشخص شود تفاوت معناداری در تولید پروتئین شوک حرارتی 70°C ، مالوی دی آلدئید و تغییرات ظرفیت تام آنتی اکسیدانی در سه بازه زمانی، در گروه مکمل و دارونما وجود دارد یا خیر. همچنین اثر تعاملی زمان فعالیت و مکمل بررسی شد. نتیجه آزمون آماری موخلی برای آزمون فرض کرویت که از پیش فرض های آزمون آماری تحلیل واریانس با اندازه گیری های مکرر است نشان داد، چون سطح معناداری در مورد پروتئین شوک حرارتی 70°C بیشتر از 0.05 بوده است ($P \leq 0.061$) بنابراین تفاوت معنادار بین دو گروه مکمل و دارونما وجود ندارد و نیازی به محاسبه ضرایب تصحیح (ایسیلون) برای اصلاح درجه آزادی (df) نیست.

نتیجه آزمون آماری موخلی برای آزمون فرض کرویت نشان داد، چون سطح معناداری در مورد مالون دی آلدئید کمتر از 0.05 بوده است ($P \leq 0.000$) بنابراین بین دو گروه مکمل و دارونما تفاوت معناداری وجود دارد. لذا باید از ضرایب تصحیح استفاده کرد. نتایج F برای هر متغیر مستقل درون گروهی (نه

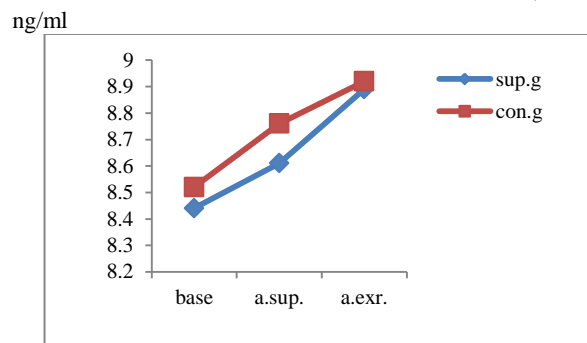
اندازه گیری ظرفیت آنتی اکسیدانی تام پلاسما با استفاده از روش فرپ^۱ صورت گرفت. روش کار چنین بود که، در $1/5$ میلی لیتر از محلول فرپ (۵ میلی لیتر محلول کلرید فرو 40 میلی مولار)، معرف تری پریدیل تریازین^۲ ($15/5$ میلی گرم از محلول در یک ظرف تیره به علاوه 5 میلی لیتر اسید کلریدریک 40 میلی مولار) افزوده شد. سپس 50 میلی لیتر بافر استات به آن اضافه گردید (این محلول به نور حساس است و باید در ظروف تیره نگهداری شود). محلول تهیه شده را در یک لوله آزمایش قرار دادیم. سپس 50 میکرو لیتر از نمونه استاندارد و نمونه مجهول به آن اضافه شد. البته محلول باید کاملاً ورتکس گردد. پس از آن ترکیب حاصل به مدت 10 دقیقه در دمای 37 درجه سانتی گراد انکوبه شد. جذب نوری محتویات لوله آزمایش در طول موج 593 نانومتر در مقابل بلانک (آب مقطر) مشخص گردید و در پایان میزان فرپ در نمونه های مجهول بر اساس نمودار استاندارد محاسبه و ثبت شد.

تجزیه و تحلیل آماری

ابتدا با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک، طبیعی بودن توزیع بر اساس زمان قبل از رکوردگیری و مصرف مکمل بررسی شد؛ نتایج نشان داد که داده ها، از توزیع طبیعی پیروی می کنند و هیچ گونه تفاوت معناداری بین دو گروه مکمل و دارونما وجود نداشت. با استفاده از آزمون لوین همگنی واریانس مشخص گردید. پس از انجام محاسبات و تعیین توزیع طبیعی و همگنی واریانس ها، از آزمون های پارامتریک، استفاده شد. با استفاده از آمار توصیفی (میانگین، جدول ها و انحراف استاندارد) اندازه های آنروپومتریکی و شاخص های آمادگی جسمانی آزمودنی ها مشخص گردید. میانگین مقادیر نمونه های خون، 14 روز قبل از مکمل سازی، قبل از انجام فعالیت و بلافاصله پس از فعالیت، در مورد هر متغیر، در سه وهله زمانی ارزیابی شد. از آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری های مکرر 3×2 استفاده شد. آزمون تعقیبی بونفرونی هم در صورت معناداری تفاوتها مورد استفاده قرار گرفت. حداقل سطح معناداری در این پژوهش 0.05 در نظر گرفته شده بود. نرم افزار آماری برای محاسبه و ارایه گزارشات، اس. پی. اس. اس نسخه 17 و اکسل بود.

یافته ها

تغییرات توصیفی مربوط به پروتئین شوک حرارتی 70°C در نمودار ۱ مشاهده می شود. میزان پروتئین شوک حرارتی 70°C در حالت پایه نسبت به پس از مکمل سازی و انجام فعالیت کمتر بوده است (نمودار ۱). آزمون تحلیل واریانس با اندازه گیری های مکرر در مورد گروه مکمل و دارونما تغییرات معنادار را نشان نداد ($p \leq 0.05$) (در گروه مکمل: $p \leq 0.08$ و در گروه دارونما: $p \leq 0.78$).



نمودار ۱. مقایسه تغییرات پروتئین شوک حرارتی 70°C در دو گروه، در سه بازه زمانی

1. FRAP2
2. 2,4,6-Tri(2-pyridyl)-s-triazine, TPTZ

(خاساف و همکاران، ۲۰۰۳، ص. ۶۵۲-۶۴۵). همچنین فعالیت فزاینده موجب افزایش پاسخ نوتروفیلی و سیستمیک خواهد شد که ناشی از تخریب میوفیبریل‌ها و غشای سارکوپلاسمیک شبکه پس از آسیب است. قطع سارکومرها، فیلامان‌ها و باند زد^۱ (در اثر سازوکارهای مکانیکی و تخریب کوپل‌های انقباضی و تحریکی)، اختلال در جابه‌جایی، تخریب مسیرهای بازگشت و نفوذپذیری کلسیم از مشخصه‌های آسیب عضلانی است که به دنبال آن، آزاد سازی آنزیم‌ها در جریان خون رخ خواهد داد و در نهایت عوامل التهاب می‌تواند مقدمات ترمیم بافت آسیب دیده را فراهم کند (لژیل ژانا و همکاران، ۲۰۱۵). در این پژوهش انقباضات بیشینه و تجمع لکوسیت‌ها نقش اصلی را در آسیب‌ها و تولید واسطه‌های التهابی داشته است و دستگاه ایمنی در بازسازی فرآیند بافت همبند و تارهای عضلانی پس از فعالیت وارد عمل شده است. پروتئین‌های شوک حرارتی هم در پی استرس‌های ناشی از تمرین ظاهر شده است که این افزایش ناشی از عدم تأثیر ویتامین ث بر این فرایند التهابی بوده است (ماگال‌هوس و همکاران، ۲۰۰۵، ص. ۲۲-۱۶). احتمالاً اگر از کیت اندازه‌گیری با حساسیت بیشتر و در حد پیکوگرم در میلی‌لیتر استفاده می‌شد، شاید تغییرات بارز می‌شد. البته همه عامل‌ها، به یک نوع فعالیت مشابه، پاسخ یکسانی نمی‌دهد. به سبب محدودیت‌هایی که در ارزیابی و بررسی پژوهش بر روی واکنش ایمنی انسان نسبت به تمرین‌های ورزشی وجود دارد، نمونه‌گیری از واسطه‌های التهابی از طریق خون، همیشه ممکن است درست نباشد و فعالیت متغیرهای ایمنی در خون بیانگر فعالیت کل ایمنی در بدن تلقی نشود. همچنین در ارزیابی خونی مشکلات روش‌شناسی وجود دارد که ممکن است باعث تفاوت‌هایی بین مطالعات شود. با استفاده از روش‌های پیشرفته سنسج، بیوپسی و ارزیابی در بافت‌های دیگر، ممکن است نتایج همسو شود.

ترکیبات ناپایدار رادیکال‌های آزاد بر روی چربی، پروتئین، DNA و کربوهیدرات سلول‌ها تأثیر می‌گذارد. از بین این مواد چربی‌ها نسبت به رادیکال‌های آزاد دارای بیشترین حساسیت است که منجر به ضایعه اکسیداتیو می‌شود و تأثیر این رادیکال‌ها توسط سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی به‌طور طبیعی خنثی می‌شود. در این تحقیق اثر دفاعی اکسیداتیو توسط ویتامین ث ایجاد شده است؛ که با افزایش تولید رادیکال‌های آزاد مقابله کرده تا از تخریب اکسیداسیونی سلولی اسیدهای چرب با چند پیوند دوگانه موجود در ساختمان غشای سلولی جلوگیری کند. حاصل این تخریب تولید زنجیروار مالون دی‌آلدئید است که در این تحقیق کاهش یافت (بایرل و همکاران، ۲۰۰۴، ص. ۴۳۹-۴۳۳). نتایج پژوهش نشان داد مصرف مکمل ویتامین ث موجب تغییرات معنی‌دار در مالون دی‌آلدئید و ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی شده است. بافت‌های آسیب‌دیده موجب فعال شدن سلول‌های التهابی شده و به دنبال آن فعالیت مالون دی‌آلدئید در خون افزایش می‌یابد. ویتامین ث احتمالاً موجب سرکوب و مهار فرآیندهای پراکسیداسیون چربی‌ها و کاهش مالون دی‌آلدئید شده است؛ زیرا این مکمل آنتی‌اکسیدانی، به سرعت رادیکال‌های آزاد را جمع و همراه با فاگوسیت‌ها که مهم‌ترین منبع برای مقابله با رادیکال‌های آزاد و سایر اکسیدان‌هاست، موجب حمایت بافت در مقابل آسیب اکسیداتیو ماکرومولکول‌های بزرگ بیولوژیکی شده است. همچنین می‌توان گفت ویتامین ث موجب افزایش رهاسازی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌شود که به شکل غیرمستقیم از تولید بیشتر مالون دی‌آلدئید

برون گروهی) و اثرات تعاملی آن متغیر با متغیر مستقل دیگر (برون گروهی) است. چون فرض کرویت برآورده نشده است بایستی از اپسیلون‌ها استفاده کرد که در اینجا از هینه- فلت استفاده شده است (توان آماری ۱ می‌باشد). با توجه به سطح معنی‌داری (پس می‌توان از ضریب کرویت موخلی استفاده کرد)، می‌توان گفت اثر زمان فعالیت بر تولید مالون دی‌آلدئید معنادار است؛ یعنی میانگین اکسیداسیون چربی بین ۳ بازه زمانی معنادار است. نتایج مربوط به آزمون تعقیبی بونفرونی مشخص می‌سازد که مکمل ویتامین ث ۶۷/۵ درصد و فعالیت ۲۳/۷ درصد مسؤؤل تغییرات به‌وجودآمده هستند. نتیجه آزمون آماری موخلی برای آزمون فرض کرویت نشان‌داد، چون سطح معناداری در ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی کمتر از ۰/۰۵ بوده است ($P \leq 0/000$) بنابراین بین دو گروه مکمل و دارونما تفاوت معناداری وجود دارد. لذا باید از ضرایب تصحیح استفاده کرد. نتایج F برای هر متغیر مستقل درون گروهی و اثرات تعاملی آن متغیر با متغیر مستقل دیگر برون گروهی است. چون فرض کرویت برآورده نشده است از اپسیلون‌ها (هینه- فلت) استفاده شده است. با توجه به سطح معنی‌داری می‌توان گفت اثر زمان فعالیت بر تغییرات ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی معنادار است یعنی، میانگین ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی بین ۳ بازه زمانی معنادار است. نتایج مربوط به آزمون تعقیبی بونفرونی مشخص می‌سازد که مکمل ویتامین ث ۶۲/۵ درصد و فعالیت ۱۳/۹ درصد مسؤؤل تغییرات به‌وجودآمده هستند. نتایج آزمون تحلیل واریانس مالون دی‌آلدئید ($P \leq 0/012$) و ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی ($P \leq 0/009$) در سه مرحله بین دو گروه مکمل و دارونما از نظر آماری معنادار بوده است و توسط آزمون تعقیبی بونفرونی هم تأیید شد ($P \leq 0/05$). اما این آزمون، معناداری تغییرات پروتئین شوک حرارتی ۷۰ را نشان نداد ($P \leq 0/34$).

بحث

هدف از این تحقیق بررسی تأثیر مکمل‌سازی با ویتامین ث در مقابل استرس اکسیداتیو (پاسخ پروتئین شوک حرارتی ۷۰)، پراکسیداسیون (مالون دی‌آلدئید) و ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی ناشی از فعالیت ورزشی فزاینده بود. نتایج تحقیق نشان‌داد مصرف ویتامین ث به‌عنوان مکمل موجب تغییرات معنادار در پروتئین شوک حرارتی ۷۰ نشد اما موجب کاهش معنادار تولید مالون دی‌آلدئید و افزایش معنادار ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی شد. این یافته‌ها با نتایج نخستین و همکاران (۱۳۸۷)، ساری صراف و همکاران (۱۳۹۲) و ماستالودیس و همکاران (۲۰۰۴)، کاراندیش و همکاران (۱۳۸۶) همسو و با نتایج تامپسون (۲۰۰۱)، گلد فارب (۲۰۰۵)، روکیسکی (۱۹۹۴)، داتیه و همکاران (۱۹۹۰) در تناقض بوده است.

پروتئین‌های شوک حرارتی معمولاً در وضعیت پایدار دارای غلظت پایین است، اما در حضور محرک‌های مختلف پاتولوژیکی، فیزیولوژیکی و محیطی سخت و شدید، افزایش می‌یابد. در این تحقیق، فعالیت فزاینده موجب افزایش پروتئین شوک حرارتی ۷۰ شده است و تأثیر ویتامین ث بر پروتئین شوک حرارتی ۷۰ معنادار نبوده است. البته شاید برنامه تمرینی آقدر سنگین نبوده است تا بتواند بر پروتئین شوک حرارتی ۷۰ تأثیر معناداری گذاشته باشد. احتمال دارد مصرف مکمل در دراز مدت مثلاً ۸ تا ۱۲ هفته تأثیر پایدارتری را ایجاد کند و موجب سازگاری ایمنی و محدود شدن تغییرات افزایشی پروتئین شوک حرارتی ۷۰ شود. به نظر می‌رسد افزایش ویتامین ث موجب افزایش بیان آنزیم‌های حفاظتی و پروتئین‌های استرسی نشده است و هر دو گروه از طریق افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مثل سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز و پروتئین شوک حرارتی ۷۰ به اکسیدان‌ها پاسخ داده‌باشد

مقابل رادیکال‌های آزاد و فشارهای اکسیداتیو است. البته این سنجش همیشه همبستگی خوبی با سایر ارزیابی‌ها ندارد. این شاخص نشانه مقاومت استرس اکسیداتیو به پراکسیداسیون است (ماگالوس و همکاران، ۲۰۰۵، ۲۲-۱۶). نتایج کورکو^۱ نشان داد، پس از بازی هندبال در ورزشکاران سطوح ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی کاهش و مقادیر اکسیدان‌های پلازما افزایش می‌یابد. اما برخی مطالعات گزارش داده‌است، فعالیت موجب افزایش ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی و کاهش برخی آنتی‌اکسیدان‌ها شده است. ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی حاصل تغییرات فعالیت آنزیمی و مصرف مکمل است. زیرا فعالیت سبب افزایش ترشح آنزیمی می‌شود و مصرف مکمل ب عنوان عامل ضد اکسایشی، ظرفیت ضد اکسایشی را افزایش می‌دهد (کورکو و همکاران، ۲۰۱۰، ص ۴۵۲-۴۴۸). پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی از بیوپسی و ارزیابی متغیرها در باف‌های دیگر و آنزیم‌های آنت‌اکسیدانی استفاده شود. همچنین کی‌های حساس‌تر با دقت پیکوگرم بر میلی‌لیتر^۲ و ارزیابی موضعی در عضلات درگیر، بررسی هورمونها و سایر عوامل ایمنی، سایر مکمل‌ها و بررسی بازدارنده‌ها می‌تواند در تعیین اثرات مکمل سودبخش باشد.

استفاده از مکمل‌های مختلف طبیعی و صناعی برای کاهش عوارض ناشی از فعالیت شدید ورزشی، کاهش عوامل استرس اکسیداتیو و بهبود اجرا و عملکرد همیشه مورد توجه همه به‌خصوص ورزشکاران بوده است (نیکولایدیس و همکاران، ۲۰۱۲). در این پژوهش آثار مصرف میان‌مدت ویتامین ث، بر یکی از عامل‌های دستگاه ایمنی (پروتئین شوک حرارتی ۷۰)، ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی و پراکسیداسیون (مالون‌دی‌آلدئید)، هم‌زمان بررسی شده است.

از محدودیت‌های پژوهش حاضر عدم کنترل خواب، استراحت و فعالیت‌های جانبی آزمودنی‌ها بود. وضعیت روانی، تخطی از برنامه غذایی در منزل با وجود توصیه‌های دقیق و لازم نیز از سایر محدودیت‌های دیگر تحقیق است. ساعت بیولوژیکی بدن دختران، استفاده احتمالی از مواد دارویی و ویژگی‌های ژنتیکی هم می‌تواند به‌شکل مستقیم و یا غیرمستقیم بر نتیجه آزمون تأثیر گذاشته باشد. با اینکه در یک جلسه جداگانه تمام توصیه‌های لازم برای انجام آزمون به آزمودنی‌ها ارائه شده‌بود، با این حال کنترل دقیق این عوامل خارج از توان پژوهشگر بوده است.

نتیجه‌گیری

باتوجه‌به نتایج حاصل از پژوهش می‌توان گفت مصرف ویتامین ث در کاهش اثرات اکسیدان‌ها و تخریب چربی غشاء سلولی و به‌دنبال آن کاهش تولید آنتی‌اکسیدان‌ها مؤثر می‌باشد. ویتامین ث توانسته‌است موجب کاهش استرس اکسیداتیو شود که حاصل آن کاهش فشار بر دستگاه ایمنی است. پس هنگام فعالیت‌های شدید و مداوم مصرف این مکمل احتمالاً می‌تواند تأثیرات مثبتی داشته‌باشد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله مراتب قدردانی خود را از کلیه دانشجویانی که در اجرای این تحقیق همکاری صمیمانه داشتند، ابراز می‌کنیم.

جولوگیری کرده‌است و موجب تقویت دستگاه دفاعی شده است. ویتامین ث به‌عنوان یک مکمل آنتی‌اکسیدانی برای افزایش توان دفاع ضد اکسایشی و کاهش آسیب‌های اکسایش در فعالیت‌های بدنی موردتوجه می‌باشد. نتیجه^۱ مطالعه حاضر تغییرات مالون‌دی‌آلدئید را معنادار گزارش کرده‌است. افزایش غلظت مالون‌دی‌آلدئید در این پژوهش گزارش نشد و پراکسیداسیون چربی کاهش یافت (زوییک و همکاران، ۲۰۰۶). مسیرهای متفاوت تولید بنیان‌های آزاد، شرایط تمرین و نوع فعالیت، مقدار و نوع مکمل می‌تواند در تعیین نتیجه مؤثر باشد. تجویز ویتامین ث دستگاه دفاعی را در جوانب مختلف بر علیه آسیب‌های اکسیداتیو القا می‌کند. تصور می‌شود در برخی شرایط، به جز اثرهای ضد رادیکال‌های آزاد، ویتامین ث می‌تواند آب اکسیژنه را خنثی نموده و اثرات پیش‌اکسیدانی داشته‌باشد و با تولید رادیکال هیدروکسیل از آب اکسیژنه می‌تواند یون فریک را به یون فرو احیا نماید و موجب القای اکسیداسیون در برخی از بافت‌ها شود و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی را افزایش دهد که حاصل آن کاهش تولید مالون‌دی‌آلدئید است. واکنش‌های فوق منجر به افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی نظیر گلوکاتایون پراکسیداز می‌انجامد (ساری صراف و همکاران، ۲۰۱۳، ص. ۲۰-۷). استفاده از ۱۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین ث در هر روز با کاهش استرس اکسیداتیو ناشی از تمرین همراه بوده است، که با پژوهش حاضر همخوانی دارد (کابریا و همکاران، ۲۰۰۸، ص. ۱۳۱-۱۲۶). رامل و همکاران (۲۰۰۴) هم، بعد از فعالیت زیر بیشینه مردان، ارتباط معکوسی بین غلظت مالون‌دی‌آلدئید و سطوح آنتی‌اکسیدانی یافتند که با نتایج این مطالعه هم سوست. ویتامین ث یا اسید اسکوربیک با افزایش دسترسی و تبدیل‌به رادیکال‌ها می‌تواند از استرس اکسیداتیو و تولید مالون‌دی‌آلدئید جلوگیری کند که با نتایج مطالعات نخستین و همکاران (۲۰۰۸)، گلد فارب و همکاران (۲۰۰۵) و تامپسون (۲۰۰۱) هم سوست.

ویتامین ث یک آنتی‌اکسیدان غیرآنزیمی با وزن کم مولکولی است که نقش مهمی در سازوکار دفاعی دارد و موجب کاهش تشکیل رادیکال آزاد و کاهش فعالیت آن می‌شود. چون ویتامین ث هیدروفیلک است، آنیون اسید اسکوربیک غالباً هر جا که دارای قدرت اسیدی فیزیولوژیک خون باشد حضور پیدا کرده و توانسته‌است به‌شکل مستقیم موجب پاکسازی سوپر اکساید، هیدروکسیل و رادیکال‌های هیدروپراکسید چربی و به‌شکل غیرمستقیم با افزایش بازگردش ویتامین ای فعالیت خود را کامل کند. نقش سم‌زدایی رادیکال‌های مختلف اکسیژن در موجود زنده و کاهش اکسیداسیون پروتئین و نوتروفیل‌ها همه در جهت کاهش مالون‌دی‌آلدئید عمل کرده‌است (پوپوییک و همکاران، ۲۰۱۵).

ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی شاخص دیگری برای بررسی استرس اکسیداتیو است که در این پژوهش دارای افزایش معناداری بود. ماگالوس و همکاران نتایجی مشابه این پژوهش داشته‌اند. یکی از مکانیزم‌های درگیر در افزایش رادیکال‌های آزاد که منجر به تنظیم مثبت ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی می‌شود، قطع موقت مسیر پمپ کلسیم-آدنوزین تری فسفات است که منجر به افزایش درون سلولی کلسیم و فعال شدن مسیر گزانتین اکسیداز در حین فعالیت می‌شود. به‌دنبال آن تولید اکسیژن واحد و اسیداوریک رخ می‌دهد و غلظت ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی در داخل خون و پلازما افزایش می‌یابد. ویتامین ث، در خون و پلازما پس از اسیداوریک قدرتمندترین خط دفاعی در

- eccentric exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 67(5):426-30.
16. Karandish M, Rahideh ST, Zand-Moghaddam A, Haghhighizadeh MH. (2008). Effect Of Vitamin C Supplementation On Oxidative Stress Markers Following 30 Minutes Moderate Intensity Exercise In Healthy Young Women. *Iranian Journal of Endocrinology & Metabolism.* Vol 10 No. 2 July, 127-132. [In Persian].
 17. Khassaf M, McArdle A, Esanu C, Vasilaki A, McArdle F, Griffiths RD, et al. (2003). Effect of vitamin C supplements on antioxidant defense and stress proteins in human lymphocytes and skeletal muscle. *J Physiol.* 549: 645-52.
 18. Kurkcu R. (2010). The effects of short-term exercise on the parameters of oxidant and antioxidant system in handball players. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology.* 4: 448-52.
 19. Louis J, Hausswirth C, Bieuzen F, Brisswalter J. (2010). Influence of a vitamin supplementation on maximal muscular performance during a strength-training program in master athletes. *Sci Sports.* 25:253-9.
 20. Popovic LM, Mitic NR, Miric D, et al. (2015). Influence of Vitamin C Supplementation on Oxidative Stress and Neutrophil Inflammatory Response in Acute and Regular Exercise. *Oxid Med Cell Longev.* Volume (2015), Article ID 295497, 7 pages
 21. Magalhaes J, Ascensao A, Viscor G, Soares J, Oliveira J, Marques F, et al. (2005). Oxidative stress in humans during and after 4 h of hypoxia at a simulated altitude of 5500 m. *Aviat. Space Environ. Med.* 75:16-22.
 22. Mastaloudis A, Morrow JD, Hopkins DW, Devaraj S, Traber MG. (2004). Antioxidant supplementation prevents exercise-induced lipid peroxidation, but not inflammation, in ultramarathon runners. *Free Radic Biol Med.* 36:1329-41.
 23. Nieman DC, Pedersen BK. (1999). Exercise and immune function. *Recent developments, Sports Med.* 27(2):73-80.
 24. Nokhostin Rohi B, Rahmaninia F, Babaie P. (2008). Effect of vitamin C on lipid peroxidation and muscle damage as the result of exercise on young men. *Olympic.* 16(4), 111-125. [In Persian].
 25. Nikolaidis MG, Kerksick CM, Lamprecht M, McAnulty SR. (2012) Does Vitamin C and E Supplementation Impair the Favorable Adaptations of Regular Exercise? *Oxidative Medicine and Cellular Longevity.* (2012), Article ID 707941, 11 pages.
 26. Palmer FM, Nieman DC, Henson DA, et al. (2003). Influence of vitamin C supplementation on oxidative and salivary IgA changes following an ultramarathon. *Eur J Appl Physiol.* 89: 100-7
 27. Popovic LM, Mitic NR, Miric D, Bisevac B, Miric M, Popovic B. (2015). Influence of Vitamin C Supplementation on Oxidative Stress and Neutrophil Inflammatory Response in Acute and Regular Exercise. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity,* Volume 2015 (2015), Article ID 295497, 7 pages.
 28. Paulsen ø, Cumming KT, Holden G, Hallén J, Rønnestad BR, Svein O, Skaug A, et al. (2014). Vitamin C and E supplementation hampers cellular adaptation to endurance training in humans: a double-blind, randomized, controlled trial. *J Physiol.* 15; 592(Pt 8): 1887-1901.
 29. Ramel A, Wagner KH, Elmadfa I. (2004). Plasma antioxidants and lipid oxidation after submaximal resistance exercise in men. *Eur J Nutr.* 43: 2-6.
 1. Abu-Hilal M, McPhail MJW, Marchand L, Johnson CD. (2006). Malondialdehyde and Superoxide Dismutase as Potential Markers of Severity in Acute Pancreatitis. *JOP. J Pancreas (Online).* 7(2):185-192.
 2. Alessio HM, Goldfarb AH, Cao G. (1997). Exercise-induced oxidative stress before and after vitamin C supplementation. *Int J Sport Nutr.* 7: 1-9.
 3. Bloomer RJ, Goldfarb AH, Wideman L, McKenzie MJ, Consitt LA. (2005). Effects of acute aerobic and anaerobic exercise on blood markers of oxidative stress. *J Strength Cond Res.* 19: 276-85.
 4. Bayerle-Eder M, Pleiner J, Mittermayer F, Schaller G, et al. (2004). Effect of systemic vitamin C on free fatty acid-induced lipid peroxidation. *Diabetes & Metabolism.* 30(5): 433-439.
 5. Cumming KT, Raastad T, Holden G, Bastani NE, Schneeberger D, Maria Paola Paronetto MP, et al. (2014) Effects of vitamin C and E supplementation on endogenous antioxidant systems and heat shock proteins in response to endurance training. *Physiological Reports.* Vol. 2 no. e12142 DOI: 10. 14814/phy2. 12142
 6. Didani HZ, Kargarfard M, Azad Marjani VK. (2012). The Effects of Vitamin Supplementation on Oxidative Stress Indices after Anaerobic Activity in Water Polo Players. *Journal of Isfahan Medical School Original Article.* Vol. 30, No. 199, 1119-1130. [In Persian].
 7. Draeger CL, Naves A, Marques N, Baptistella AB, Caruba RA, et al. (2014). Controversies of antioxidant vitamins supplementation in exercise. *ergogenic or ergolytic effects in humans?* *J Int Soc Sports Nutr.* 11: 4.
 8. Duthie GG, Robertson JD, Maughan RJ, Morrice PC. (1990). Blood antioxidant status and erythrocyte lipid peroxidation following distance running. *Arch Biochem Biophys.* 282: 78-83.
 9. Gomez-Cabrera MC, Domenici E, and Vine J. (2008) Moderate exercise is an antioxidant. up regulation of antioxidant genes by training: *Free Radica Boil. Med.* . 44: 126 - 31.
 10. Gauche E, Hausswirth C, Bieuzen F, Lepers R, Rabita G, Brisswalter J. (2007). Vitamin and mineral complex supplementation on maximal voluntary contraction decrease and biological markers following an eccentric exercise in elderly active people. *Sci Sports.* 22:201-9.
 11. Goldfarb AH, Mckenzie MJ, Bloomer RJ. (2005) Oxidative stress response to aerobic exercise. comparison of antioxidant and phytonutrient supplementation: *Med Sci Sports Exerc.* 37 Suppl 5: S349.
 12. Goldfarb AH, Patrick SW, Bryer S, You T. (2005). Vitamin C supplementation affects oxidative-stress blood markers in response to a 30-minute run at 75% VO₂max. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 15: 279-90.
 13. Goldfarb AH, Bloomer RJ, McKenzie MJ. (2005). Combined antioxidant treatment effects on blood oxidative stress after eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 37:234-9.
 14. Hajizadeh Maleki B, Tartibian B, Eghbali E, Asri-Rezaei S. (2013). Comparison of seminal oxidants and antioxidants in subjects with different levels of physical fitness. *American Society Andrology,* Volume 1, Issue 4, July, 607-614. [In Persian].
 15. Jakeman P, Maxwell S. (1993). Effect of antioxidant vitamin supplementation on muscle function after

- supplementation and recovery from demanding exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 11, pp. 66-481.
34. Wu BJ, Morimoto RI. (2004). Transcription of the human hsp70 gene is induced by serum stimulation. *PNAS* 1. vol. 82 no. 18, 6070-6074.
 35. Yfanti, C, Akerström T, Nielsen S, Nielsen AR, Mounier R, Mortensen, H, et al. (2010). Antioxidant supplementation does not alter endurance training adaptation. *Medicine and Science in Sports and exercise.* 42(7):1388-1395.
 36. ZoppiCC, R Hohl, Silva FC, Lazarim F, Neto JA, Denise MS. (2006). Vitamin C and E Supplementation Effects in Professional Soccer Players Under Regular Training. *Journal of the International Society of Sports Nutrition.* 3:37.
 30. Rokitzki L, Logemann E, Sagredos AN, Murphy M, Wetzel-Roth W, Keul J. (1994). Lipid peroxidation and antioxidative vitamins under extreme endurance stress. *Acta Physiol Scand.* 151: 149-58.
 31. Sari-Sarraf, V. , Asri-Rezaei, S. , Amisasan, R. , Zolfeghardani, H. (2013). The Effects of Vitamin C and E Supplementation and Anaerobic Activity on Oxidative Indices in Male Teenager Speed Skaters. *Journal Olympic* Vol. 21 (No 3). Serial 63, 7-20. [In Persian].
 32. Taghiyar M, Darvishi L, Askari G, et al. (2013). The Effect of Vitamin C and E Supplementation on Muscle Damage and Oxidative Stress in Female Athletes. *A Clinical Trial: Int J Prev Med.* 4(1): 16-23.
 33. Thompson D, Williams C, McGregor S, Neicholas C, McArdle F, et al. (2001). Prolonged vitamin C