

علوم زیستی ورزشی _ بهار ۱۳۸۹

شماره ۴- ص ص : ۵۷- ۳۹

تاریخ دریافت : ۱۶ / ۰۹ / ۸۷

تاریخ تصویب : ۰۷ / ۰۶ / ۸۸

تأثیر یک دوره فعالیت های هوازی متوسط همراه با مصرف ویتامین E بر فعالیت آنزیم گلوکاتیون پراکسیداز (GPX) و شاخص های استرس اکسایشی و آسیب عضلانی دانشجویان پسر فعال

حسن نقی زاده^۱ _ حسین اکبرزاده _ فرشته کتبی

مری گروه تربیت بدنی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تفت، عضو هیأت علمی دانشگاه یزد، مربی گروه تربیت بدنی دانشگاه
آزاد اسلامی واحد تفت

چکیده

هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر یک دوره فعالیت هوازی متوسط همراه با مصرف ویتامین E بر فعالیت آنزیم گلوکاتیون پراکسیداز (GPX) و شاخص های استرس اکسایشی و آسیب عضلانی دانشجویان پسر فعال بود. به این منظور ۴۵ دانشجوی پسر سالم فعال به صورت هدفمند انتخاب شدند و به شکل تصادفی در سه گروه قرار گرفتند؛ گروه تمرین - دارونما ($n = 15$)، وزن $69/45 \pm 5/31$ کیلوگرم، سن $23/8 \pm 1/6$ سال، گروه تمرین - مکمل ($n = 15$)، وزن $72/21 \pm 4/56$ کیلوگرم، سن $22/4 \pm 2/3$ سال) و گروه کنترل - دارونما ($n = 15$)، وزن $68/74 \pm 6/86$ کیلوگرم، سن $22/9 \pm 1/8$ سال). آزمودنی ها به مدت ۸ هفته تحت یک برنامه تمرین هوازی با شدت ۶۵-۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب همراه با مصرف ویتامین E قرار گرفتند. برای اندازه گیری متغیرهای وابسته، نمونه خونی آزمودنی ها ۲۴ ساعت قبل از اولین جلسه تمرین و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین در وضعیت استراحتی جمع آوری شد. نتایج آزمون آنالیز واریانس نشان داد که مقادیر GPX، MAD، CP، و $VO2max$ پس از آزمون گروه تمرین - مکمل در مقایسه با پیش آزمون تفاوت معنی داری داشته است.

واژه‌های کلیدی

فعالیت هوازی متوسط، مکمل سازی، گلوکاتیون پراکسیداز، استرس اکسایشی، آسیب عضلانی.

تأثیر سمی رادیکال‌های آزاد (مولکول‌هایی که یک یا چند الکترون جفت نشده در مدار خارجی خود دارند)، به استرس اکسایشی در سلول منجر می‌شود (۱). بیشتر رادیکال‌های آزاد از گونه‌های اکسیژنی فعال تولید می‌شوند. اعتقاد بر آن است تولید کنترل نشده این گونه‌های اکسیژن فعال در درون سلول موجب می‌شود مولکول‌های زیستی همانند اسیدهای نوکلئیک (DNA)، پروتئین‌ها و چربی‌ها اکسید شوند و در نتیجه، اطلاعات ژنتیکی و ماهیت طبیعی پروتئین‌ها تغییر کند؛ آنزیم‌ها غیرفعال و غشاهای زیستی دچار اختلال شوند. نتیجه این فعل و انفعالات، تولید (استرس) اکسایشی در بدن است که از طریق اختلال در موازنه اکسیدکننده‌ها و ضداکسیدکننده‌ها، بر اکسایش درون سلول تأثیر می‌گذارد و موجب بروز بیماری‌ها، مسمومیت و پیری می‌شوند (۲، ۴، ۵). البته بدن تمامی موجودات زنده مکانیسم‌های دفاعی در برابر گونه‌های اکسیژن دارد. آنزیم‌های ضداکسایشی اولین خط دفاعی در برابر حمله انواع رادیکال‌های فعال اکسیژن هستند. آنزیم‌های ضداکسایشی شامل سوپراکسید دیسموتاز (SOD) کاتالاز (CAT) گلوکاتایون پراکسید (GPX) و گلوکاتایون S ترانسفراز (GST) هستند. مواد ضداکسایشی مثل آلفا - توکوفرول (ویتامین E) و ویتامین C، خط دفاعی بعدی را تشکیل می‌دهند. به طور کلی، ضداکسیدان‌ها می‌توانند در یک یا چند مرحله از مراحل پراکسیداسیون لیپیدها شرکت کرده و از عمل مذکور در یکی از مراحل شروع، انتشار، خاتمه یا شروع مجدد جلوگیری کنند (۱، ۳). شواهد فراوانی نشانی می‌دهد که در شرایط فیزیولوژیک و پاتولوژیک گوناگونی از جمله ورزش شدید، تمرین در ارتفاع زیاد، عدم تحرک و خیلی از بیماری‌ها، مواد ضد اکسایشی درونزا (آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان) نمی‌توانند به طور کامل از آسیب اکسایشی و عضلانی جلوگیری کنند. به لحاظ اکسایشی، این شرایط ممکن است به پروتئین‌ها، DNA و لیپیدها آسیب وارد سازد، که در نتیجه آن این امکان وجود دارد که تعادل بین اکسیدان‌ها و مواد آنتی‌اکسیدانی به نفع اکسیدان‌ها تغییر یابد و مواد آنتی‌اکسیدانی درون‌زا دیگر قادر نباشند آثار اکسیدان‌ها را خنثی کنند. چنین مواقعی، نقش مواد آنتی‌اکسیدانی رژیم غذایی مانند ویتامین E، C و بتا - کاروتن و غیره ... ، خیلی اهمیت پیدا می‌کند، چون آنها می‌توانند توانایی آنتی‌اکسیدانی درون‌زا (CAT, GPX, SOD) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام (TAC) بدن را برای غلبه بر حمله اکسایشی افزایش دهند (۱، ۵). ویتامین E، به عنوان یکی از آنتی‌اکسیدان‌ها، مهم‌ترین ماده ضداکسایشی زنجیره انتقال الکترونی

تأثیر یک دوره فعالیت هوازی متوسط همراه با مصرف ویتامین E بر فعالیت آنزیم گلوکوتاتیون پراکسیداز ... ۴۱

در آنجاست. تحقیقات انجام شده در این زمینه نشان می‌دهد که کمبود ویتامین E در رژیم غذایی همراه با فعالیت بدنی با مشکلاتی مانند کاهش نرمی غشای سلول، کاهش پیوستگی تنفس میتوکندریایی، آسیب عضلات اسکلتی، کاهش سیستم ایمنی و دفاعی بدن همراه است و متعاقب آن موجب افزایش شیوع بیماری‌های قلبی و عروقی و آسیب‌های عضلانی می‌شود (۱، ۳۱). مکمل‌های تغذیه‌ای از جمله ویتامین E، می‌تواند مقاومت بافت‌ها را در مقابل پراکسیداسیون لیپیدی ناشی از ورزش، از طریق تقویت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و سیستم ایمنی بدن افزایش دهد. سومیدا^۱ و همکارانش (۱۹۸۹) اثر حفاظتی مکمل ویتامین E (۳۰۰ میلی‌گرم در روز) را در کاهش مالون‌دی‌آلدئید^۲ (MDA) و شاخص‌های آنزیم بافتی به هنگام تمرینات هوازی متوسط خاطر نشان کرده اند (۱). نتایج تحقیقات قبلی نشان داده‌اند که مصرف ۶۰ روزه مکمل ویتامین E، تولید رادیکال‌های آزاد ناشی از ورزش و پراکسیداسیون لیپید را در عضله قلبی موش کاهش می‌دهد (۵، ۱۰).

برخی صاحب نظران معتقدند، پراکسیداسیون لیپیدی یکی از تأثیرات مضر حمله رادیکال‌های آزاد به غشای سلول است که ممکن است پس از فعالیت بدنی در مانده ساز در بدن رخ دهد (۴، ۸). طی این فرایند، سیال بودن و نفوذپذیری غشا در نتیجه کاهش پروتئین‌های سیتوزولی از بین می‌رود و زمینه بروز مرگ بافتی و سلولی مهیا می‌شود (۸، ۱۹). کنجکاوای در مورد تعیین اثر دقیق فعالیت بدنی همراه با مصرف مکمل بر تولید یا عدم تولید فشار (استرس) اکسایشی و ایجاد آسیب عضلانی در بافت‌های بدن و روشن ساختن پاسخ بدن به این فشارها، محققان را بر آن داشته است که اثر انواع تمرینات بدنی، با ماهیت و شدت‌های متفاوت همراه با مصرف مکمل بر روی سیستم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی، شاخص‌های استرس اکسایشی و آسیب عضلانی بدنی را بررسی کنند. از آنجا که یافته‌ها و اطلاعات اندکی در این زمینه وجود دارد، محقق بر آن شد که تأثیر تمرین موازی با شدت ۶۵-۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب همراه با مصرف ویتامین E بر فعالیت آنزیم گلوکوتاتیون پراکسیداز (GPX) و شاخص‌های استرس اکسایشی (CP, MAD)^۳ و آسیب عضلانی (CK)^۴ دانشجویان پسر فعال را بررسی کند. به نظر محقق، آگاهی از نوع و میزان ارتباط فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی بدن و تغییر در مشخصات کیفی پراکسیداسیون لیپیدی و آسیب‌های عضلانی، به تنهایی و هم در تعامل با تمرینات

1 - Sumida

2 - Malondialdehyde

3 - Carbonyl Protein

4 - Creatine Kinase

بدنی، ارزش فیزیولوژی زیادی دارد و انسان را در شناخت ارتباط درونی این متغیرها و آسیب شناسی بسیاری از بیماری ها که با عوامل یاد شده مرتبط اند، کمک کرده و از حوادث بالینی که سلامتی وی را تهدید می کنند، جلوگیری می کند.

روش تحقیق پژوهش حاضر، از نوع نیمه تجربی با طرح پیش آزمون و پس آزمون با گروه کنترل است.

جامعه آماری

جمعیت آماری این تحقیق کلیه دانشجویان پسر حاضر در کلاس های تربیت بدنی عمومی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز در نیمسال اول سال تحصیلی ۸۶-۸۵ (۱۶۲ نفر) بودند.

روش انتخاب نمونه ها

۴۵ آزمودنی با میانگین سنی ۱۹ تا ۲۴ سال، با توجه به مراحل زیر به عنوان نمونه تحقیق برگزیده شدند :

۱. ابتدا موضوع تحقیق با نصب اطلاعیه در نقاط مختلف دانشگاه و حضور محقق در سر کلاس های درس، به اطلاع دانشجویان رسانده شد.

۲. در مرحله اول ۸۵ نفر از دانشجویان آمادگی خود را برای شرکت در تحقیق اعلام داشتند. این افراد بنابر یک برنامه زمان بندی شده در آزمایشگاه فیزیولوژی ورزش حاضر شدند و آزمون فاکس را روی دوچرخه کارسنج انجام دادند. سپس از میان این افراد، ۴۵ نفر که بیشترین امتیاز را در آزمون فاکس به دست آورده بودند و از طریق پرسشنامه محقق ساخته، که وضعیت سلامتی، فعالیت بدنی و تغذیه شرکت کنندگان را ارزیابی می کند، همسان شده بودند، به عنوان نمونه های تحقیق برگزیده شده و به طور تصادفی به سه گروه ۱۵ نفری، یک گروه کنترل - دارونما، یک گروه تمرین - دارونما و یک گروه تمرین - مکمل تقسیم شدند. آزمودنی های انتخاب

شده، سابقه بیماری قلبی - عروقی، مصرف دخانیات، مصرف مکمل های آنتی اکسیدانی و نیروزا نداشتند و قبل از انجام تحقیق حداقل دو ماه در کلاس های عمومی تربیت بدنی شرکت داشتند.

روش ها و وسایل اندازه گیری

تمامی متغیرهای وابسته که تحقیق در دو مرحله پیش و پس از پایان آزمون اندازه گیری شدند. نمونه های خونی در حالت ناشتا (۱۲ ساعت) از ورید جلوی آرنج توسط متخصصان علوم آزمایشگاهی در دانشکده علوم پزشکی تبریز گرفته شد. درجه حرارت محل خونگیری در هر دو مرحله ۲۲ درجه سانتیگراد ثبت شد.

اندازه گیری ها در این تحقیق شامل اندازه گیری فعالیت آنزیم VO_2max , CK, CP, MAD, GPX است که در زیر چگونگی آنها شرح داده می شود:

اندازه گیری فعالیت آنزیم GPX بر اساس مهار واکنش اتواکسیداسیون پیروگالول (۲۴) انجام گرفت؛

برای اندازه گیری MDA، از یک معرف رنگی به نام تیوباربیتوریک اسید استفاده شد. برای تهیه منحنی استاندارد MDA از ۱، ۳، ۳، ۳ تترائوکسی پروپان استفاده شد (۹)؛

برای اندازه گیری CP از یک معرف رنگی به نام ۲، ۴ دی نیتروفنیل هیدرازین استفاده شد. برای تهیه منحنی استاندارد از BAS استفاده شد (۲۲).

برای اندازه گیری CK از معرف های رنگی آلفانفتول و دی استیل استفاده شد. برای تهیه منحنی استاندارد از کراتین استاندارد استفاده شد (۲۰)؛

اکسیژن مصرفی بیشینه (VO_2max) از طریق اجرای پروتکل فاکس بر روی دوچرخه کارسنج به مدت ۵ دقیقه، با شدت ۱۵۰ وات و سرعت ۶۰ دور در دقیقه و ثبت ضربان قلب در پایان دقیقه پنجم (HR_5) و قراردادن این عدد در معادله زیر برآورد شد :

$$VO_{2max}(ml.min^{-1}) = 6300 - 19/26(HR_5)$$

پروتکل تمرین

طول دوره تمرینات ۸ هفته بود و هفته ای ۳ جلسه و هر جلسه به مدت ۴۵ دقیقه به مرحله اجرا درآمد.

جزئیات برنامه تمرینی به اجرا درآمده برای گروه های تجربی

مدت تمرین	شدت تمرین	نوع حرکات	بخش های تمرین
۱۵-۱۰ دقیقه	MHR %۴۰-۴۵	راه رفتن و حرکات کششی	گرم کردن
۳۰-۲۰ دقیقه	MHR %۶۰-۶۵	راه رفتن سریع و پریدن از روی مانع، شنای سوئدی و طناب زدن	بخش اصلی
۱۰-۵ دقیقه	MHR %۳۰-۳۵	راه رفتن با سرعت متوسط و کشش	سرد کردن

گروه تجربی ۱: گروه تمرین - مکمل، مصرف قرص ۵۰۰ میلی گرمی ویتامین در هر جلسه تمرینی.

گروه تجربی ۲: گروه تمرین - دارونما، مصرف قرص ۵۰۰ میلی گرمی دارونما (نشاسته) در هر جلسه تمرینی.

گروه کنترل ۳: گروه دارونما، مصرف قرص ۵۰۰ میلی گرمی دارونما (نشاسته) در زمان های مشابه با گروه های تجربی.

روش های آماری

به منظور جمع آوری اطلاعات و همسان کردن وضعیت سلامتی، مشخصات فردی، سابقه ورزشی و وضعیت تغذیه نمونه های تحقیق، از پرسشنامه محقق ساخته که روایی و پایایی آن به اثبات رسیده بود، استفاده شد. برای بررسی طبیعی بودن داده ها از آزمون آماری کلموگروف - اسمیرنوف و برای بررسی اختلاف میانگین های بین گروه ها در مراحل پیش و پس از تمرین از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه و در صورت معنی دار بودن آن از آزمون تعقیبی LSD استفاده شد. در همه آزمون ها مقدار خطا در سطح $P < 0/05$ محاسبه و تمامی تجزیه و تحلیل های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS ۱۵ و EXCELL انجام شد.

ویژگی های جسمانی و ترکیب بدنی آزمودنی های سه گروه در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج آزمون کلموگروف – اسمیرنوف در دو مرحله پیش و پس آزمون، طبیعی بودن توزیع داده ها را تأیید کرد. نتایج آزمون تحلیل واریانس یک طرفه (One-Way ANOVA) و آزمون تعقیبی LSD در مورد بررسی اختلاف میانگین های بین گروه ها در مراحل پیش و پس از تمرین و معنی دار بودن متغیرهای وابسته در جدول های ۲ و ۳ مشخص شده است.

جدول ۱_ شاخص جسمانی و ترکیب بدنی آزمودنی ها

شاخص ها گروه ها	سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتیمتر)	BMI (kg/m ²)
تمرین – مکمل	۲۳/۸ ± ۱/۶	۶۹/۴۵ ± ۵/۳۱	۱۷۳/۲۴ ± ۵/۳۱	۲۳/۳۹ ± ۲/۱۰
تمرین – دارونما	۲۲/۴ ± ۲/۳	۷۲/۲۱ ± ۴/۵۶	۱۷۵/۲۸ ± ۴/۹۴	۲۳/۵۱ ± ۲/۲۷
کنترل – دارونما	۲۲/۹ ± ۱/۸	۶۸/۷۴ ± ۶/۸۶	۱۷۰/۴۱ ± ۶/۷۱	۲۳/۸۷ ± ۲/۱۸

نتایج آنالیز واریانس یک طرفه مشخص کرد که بین میانگین های متغیرهای پژوهشی در مرحله پیش آزمون اختلاف معنی داری وجود ندارد ($P < ۰/۰۵$). در مرحله پس آزمون اختلاف معنی داری بین میانگین های VO_2max و GPX ، CP ، MAD در بین سه گروه مشاهده شد ($P < ۰/۰۵$) (جدول ۲).

جدول ۲_ نتایج (One-Way ANOVA) در مورد مقایسه اختلاف میانگین های متغیرها در مراحل زمانی (۴۵ نفر)

متغیرها	گروه ها	پیش آزمون	پس آزمون	P-Value
MAD (نانومول در میلی متر)	تمرین - مکمل	۲۰/۱۱ ± ۵/۲۵	۱۶/۰۱ ± ۲/۱۱	↓ * ۰/۰۲۱
	تمرین - داورنما	۱۹/۱۲ ± ۴/۴۱	۱۷/۲۱ ± ۲/۵۱	۰/۳۲۴
	کنترل - داورنما	۱۹/۸۵ ± ۵/۲۸	۱۹/۹۸ ± ۵/۶۷	۰/۶۴۱
CP (نانومول در هر میلی گرم پروتئین)	تمرین - مکمل	۲/۶۸ ± ۰/۶۴	۱/۱۳ ± ۰/۱۷	↓ * ۰/۰۴۹
	تمرین - داورنما	۱/۴۸ ± ۰/۵۸	۱/۰۲ ± ۰/۲۷	۰/۰۷۵
	کنترل - داورنما	۱/۳۴ ± ۰/۳۸	۱/۷۱ ± ۰/۶۴	۰/۳۴۱
CK (واحد بین المللی در لیتر)	تمرین - مکمل	۲۰/۱۱۸ ± ۷۲/۲۱	۱۹۷/۴۷ ± ۵۲/۴۷	۰/۰۵۸
	تمرین - داورنما	۲۰۰/۲۷ ± ۸۷/۳۷	۱۹۸/۷۷ ± ۹۰/۷۱	۰/۰۶۷
	کنترل - داورنما	۱۹۹/۵۱ ± ۸۲/۵۹	۲۰۲/۴۸ ± ۸۸/۴۶	۰/۳۲۷
VO ₂ max (ml/kg/min)	تمرین - مکمل	۴۵/۲۱ ± ۵/۳۲	۵۹/۷۸ ± ۸/۴۱	↑ * ۰/۰۳۷
	تمرین - داورنما	۴۱/۱۷ ± ۴/۹۰	۵۲/۳۶ ± ۶/۴۷	↑ * ۰/۰۴۶
	کنترل - داورنما	۴۲/۲۷ ± ۴/۶۷	۴۱/۳۸ ± ۴/۲۱	۰/۷۲۱
GPX (U/ml)	تمرین - مکمل	۶/۳۹ ± ۰/۲۸	۱۲/۴۲ ± ۲/۷۵	↑ * ۰/۰۰۳
	تمرین - داورنما	۵/۱۴ ± ۰/۱۴	۷/۲۱ ± ۰/۸۷	۰/۰۵۸
	کنترل - داورنما	۵/۳۷ ± ۰/۶۴	۴/۵۱ ± ۰/۲۲	۰/۸۴۵

* تفاوت معنی دار در سطح $P < ۰/۰۵$ ؛ ↑: افزایش معنی دار؛ ↓: کاهش معنی دار

یافته های آزمون تعقیبی (LSD) نشان داد که در میانگین مقادیر MAD، CP، GPX بین گروه تمرین - مکمل با گروه کنترل اختلاف معنی داری وجود دارد ($P < ۰/۰۵$). همچنین در میانگین VO₂max پس آزمون بین هر دو گروه تجربی با گروه کنترل اختلاف معنی داری مشاهده شد ($P < ۰/۰۵$) (جدول ۳).

جدول ۳ - نتایج آزمون تعقیبی LSD در مورد مقایسه متغیرهای وابسته بین گروه های شرکت کننده در تحقیق

متغیرها	گروه ها	تمرین - مکمل	تمرین - دارونما	کنترل - دارونما
MAD (نانومول در میلی متر)	تمرین - مکمل	-	۰/۳۴	*۰/۰۳۲
	تمرین - دارونما		-	۰/۱۴۷
	کنترل - دارونما			-
CP (نانومول در هر میلی گرم پروتئین)	تمرین - مکمل	-	۰/۵۴	*۰/۰۴۶
	تمرین - دارونما		-	۰/۵۰۷
	کنترل - دارونما			-
GPX (U/ml)	تمرین - مکمل	-	۰/۰۸	*۰/۰۴۴
	تمرین - دارونما		-	۰/۱۱۷
	کنترل - دارونما			-
VO ₂ max (ml/kg/min)	تمرین - مکمل	-	۰/۲۹	*۰/۰۰۲
	تمرین - دارونما		-	*۰/۰۳۹
	کنترل - دارونما			-

اعداد جدول نشان دهنده مقادیر P-Value است . * وجود اختلاف معنی دار در سطح $P < 0.05$

در تحقیق حاضر الگوی تغییرات MAD و CP گروه تمرین - مکمل در مقایسه با گروه کنترل کاهش معنی داری نشان داد که ممکن است در اثر مصرف ویتامین E باشد، به عبارتی نشان دهنده تبدیل ویتامین E به رادیکال آن و جلوگیری از استرس اکسایشی با ممانعت از افزایش MAD و CP است. به عبارت دیگر، مصرف ویتامین E به عنوان یک آنتی اکسیدان قوی محلول در چربی موجب تقویت سیستم آنتی اکسیدانی

درون زای بدن شد و از پراکسیداسیون چربی و آسیب پذیری غشا در گروه تمرین - مکمل به طور معنی داری جلوگیری کرد. هر چند الگوی تغییرات MAD و CP در گروه تمرین بر اثر تمرینات انجام شده در مقایسه با پیش آزمون کاهش داشت، ولی این کاهش معنی دار نبود. این نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر دلالت بر نقش تمرینات هوازی با شدت ۶۵-۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب بر کنترل شاخص های استرس اکسایشی و پیشگیری از پراکسیداسیون لیپید و آسیب پذیری غشا دارد، به ویژه اگر با مصرف مکمل ویتامین E همراه باشد. شدت و مدت فعالیت بدنی، متغیرهای مهمی اند که در نوع اثرگذاری فعالیت بدنی بر روی شاخص های استرس اکسایشی و وضعیت آنتی اکسیدانی بدن دخالت دارند (۶). در این زمینه گزارش شده که مصرف مکمل های آنتی اکسیدانی ممکن است این اثر فعالیت های بدنی را در راستای افزایش عملکرد مطلوب سیستم های حیاتی بدن و کاهش عوامل خطر ساز قلبی و عروقی سوق دهد (۱). همچنان که نتایج تحقیق حاضر مؤید گفته های مذکور است. فاتاروس^۱ و همکارانش (۲۰۰۴) در تحقیق روی مردان مسن، اظهار داشتند تمرین استقامتی همراه با مصرف ویتامین C موجب کاهش پراکسیداسیون چربی حالت پایه و پراکسیداسیون لیپیدی ناشی از ورزش می شود، اما قطع تمرین ممکن است تمامی این سازگاری ها را معکوس کند (۱۴). بسیاری از تحقیقات نشان دادند که فعالیت های بدنی با شدت زیاد و طولانی مدت بدون مصرف مکمل ممکن است موجب افزایش تولید رادیکال های آزاد، واکنش های التهابی و در نتیجه آسیب ماکرومولکول های سلول مثل DNA، پروتئین و چربی شود (۱۷، ۱۹)؛ بنابراین، این نوع فعالیت ها از عوامل خطر زای تندرستی به شمای می روند و با تخریب سلول روند پیری و مرگ را تسریع می کنند (۱۹). یکی از دلایل افزایش شاخص مالون دی آلدئید ممکن است ناشی از افزایش تولید رادیکال های آزاد در زنجیره انتقال الکترون باشد که متناسب با افزایش مصرف اکسیژن است. اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه غشا به اثر رادیکال های آزاد بسیار حساس اند. مالون دی آلدئید، محصول ثانویه پراکسیداسیون لیپید است که به عنوان شاخص فشار اکسایشی اندازه گیری می شود (۱، ۱۷). در برخی تحقیقات گزارش شده است که بین افزایش MDA سرم یا پلاسما و افزایش MDA گلبول های قرمز رابطه مستقیمی وجود دارد (۲۰، ۲۱). یعنی فعالیت جسمانی شدید به آسیب اکسایشی در سلول های خونی همانند گلبول های قرمز و لنفوسیت ها منجر می شود. با این حال، در برخی تحقیقات گزارش شده که شاخص

MDA و CP سرم یا پلاسما بعد از فعالیت استقامتی یا مقاومتی همراه با مصرف مکمل های ویتامین C ، E و بتاکاروتن تغییر نمی کند یا با کاهش همراه است (۱۵، ۲۵) که با نتایج تحقیق حاضر همسوست.

برخی پژوهش ها نشان می دهند حتی یک جلسه فعالیت بدنی متوسط همراه با مصرف مکمل، شاخص پراکسیداسیون لیپیدی و آسیب پذیری غشا را کاهش می دهد، در دیگر تحقیقات چنین تغییری مشاهده نشده است (۵). در تحقیق حاضر، شاخص MDA و CP گروه تمرین - مکمل پس از هشت جلسه فعالیت هوازی با شدت ۶۵-۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب همراه با مصرف مکمل در مقایسه با گروه کنترل کاهش معنی داری داشت که با تحقیقات برخی پژوهشگران (۱۸، ۳۰) همسوست. اما آلیسیو^۱ و همکارانش (۲۰۰۰) شاخص TBARS و CP را پس از دو نوع فعالیت خسته کننده (هوازی و ایزومتریک درمانده ساز) بدون مصرف مکمل های تغذیه ای مطالعه و اظهار کردند پس از هر دو نوع فعالیت، استرس اکسایشی و آسیب پذیری غشا افزایش یافته است (۳). براینده تحقیقات گذشته در زمینه تأثیر مصرف مکمل طی فعالیت های هوازی متوسط نشان می دهد هر چه شدت متوسط و مدت فعالیت طولانی تر باشد، مقدار بروز پراکسیداسیون چربی و آسیب پذیری غشای سلول نیز کمتر خواهد بود، همان نتیجه ای که در تحقیق حاضر به دست آمد. فایر^۲ و همکارانش (۲۰۰۵) شواهدی ارائه کرده اند که استفاده از مکمل سازی ضد اکسایشی را در درمان بیماری کرونر قلبی تایید می کند (۱۶). همچنین نشان دادند که استرس اکسایشی ناشی از فعالیت ورزشی در آزمودنی های تمرین کرده ای که روزانه به مدت دو هفته ویتامین E دریافت کرده بودند، کمتر از آزمودنی های تمرین نکرده بوده است (۱۶).

در این تحقیق همزمان با ادامه دار شدن تمرین، نوعی سازگاری مثبت در گروه تمرین - مکمل به لحاظ شاخص های استرس اکسایشی دیده شد، به طوری که مقادیر MAD و CP پس از آزمون گروه تمرین - مکمل در مقایسه با پیش آزمون کاهش معنی داری داشت. تحقیقات انجام شده در زمینه مکمل سازی ضد اکسایشی ناشی از ورزش (۳۲، ۳۳) نشان داد که مکمل سازی ۸ هفته ویتامین E از اکسایش پروتئین عضله اسکلتی، در زمان استراحت و پس از ورزش جلوگیری کرده است. همچنین مکمل سازی ویتامین E و کوآنزیم Q₁₀، تشکیل کربونیل پروتئین عضلانی ناشی از استرس اکسایشی متعاقب تمرین استقامتی را کاهش داده است (۳۱). که با نتایج تحقیق حاضر همسوست. با توجه به تفاوت های موجود در ماهیت انواع فعالیت های ورزشی، میزان آمادگی

1 - Alissio

2 - Fry

آزمودنی‌ها، نوع بافت مورد بررسی، مدت و شدت فعالیت همراه با مصرف انواع مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی برون‌زا، نمی‌توان به نتیجه‌گیری قاطع در زمینه‌ی نحوه‌ی تأثیرپذیری پراکسیداسیون چربی و آسیب‌پذیری غشا در اثر فعالیت ورزشی منظم دست یافت، اما در کل می‌توان اظهار داشت با انجام تمرین منظم همراه با مصرف مکمل‌های تأثیرگذار و در اثر سازگاری‌هایی که به احتمال زیاد در دستگاه ضداکسایشی بدن به وجود می‌آید، پاسخ‌های پراکسیداسیون چربی کاهش می‌یابد و یا حتی متوقف می‌شود.

با وجود کاهش معنی‌دار شاخص‌های استرس اکسایشی، آسیب عضلانی را بعد از پایان ۸ هفته برنامه‌ی تمرینی مشاهده نکردیم، ولی با مقایسه‌ی میانگین‌های پیش و پس از آزمون دریافتیم که ماهیت برنامه‌ی تمرینی به حدی بود که موجب کاهش آسیب عضلانی شود، هر چند این کاهش معنی‌دار نبود. دیوتی^۱ و همکارانش (۱۹۹۰)، ایناما^۲ و همکارانش (۱۹۹۶) افزایش CK یا آسیب عضلانی را متعاقب ورزش با وجود افزایش استرس اکسایشی در افراد تمرین کرده مشاهده کردند (۱۳) که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی ندارد. چایلد^۳ کاهش غیرمعنی‌دار CK را متعاقب برنامه‌ی تمرینی به اجرا درآمده به مدت ۱۲ هفته همراه با مصرف ویتامین C در غیرورزشکاران مشاهده کرد (۱۲) که همسو با یافته‌های ماست. ساکستون^۴ و همکاران (۲۰۰۳) و بویر و گلفارب^۵ (۲۰۰۲) نیز افزایش CK و عدم افزایش استرس اکسایشی را بعد از ورزش در آزمودنی‌های غیرورزشکار گزارش کردند (۷، ۳۰). با توجه به این یافته‌ها، به نظر می‌رسد که آسیب عضلانی با استرس اکسایشی ارتباط کمی داشته باشد. مصرف مکمل‌ها، تعداد آزمودنی‌ها، تجربه‌ی آزمودنی‌ها، ماهیت برنامه‌ی تمرینی به اجرا درآمده، سطح هیجان ایجاد شده در پی فعالیت و روش‌های مختلف مورد استفاده برای اندازه‌گیری رادیکال‌های آزاد، از عوامل تعیین‌کننده‌ی عدم همخوانی نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات قبلی است. به نظر می‌رسد که رادیکال‌های آزاد در آسیب عضلانی نقش غیرمستقیمی داشته باشند. برای روشن شدن ارتباط بین رادیکال‌های آزاد و آسیب عضلانی، به تحقیقات کنترل شده‌ی خوبی نیاز است؛ ویژگی‌ای که تحقیق ما به علت ماهیت آن و هدف دیگری دنبال می‌کردیم، فاقد آن است.

1 - Dathie

2 - Inayama

3 - Child

4 - Saxton

5 - Boyer and Golfarb

در این تحقیق معلوم شد که فعالیت آنزیم گلوکوتاتیون پراکسیداز گروه تمرین - مکمل نسبت به گروه کنترل افزایش معنی داری داشته است، به عبارت دیگر، قدرت و ظرفیت سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی افزایش یافته است. هر چند در گروه تمرینی هم شاهد افزایش بودیم، ولی معنی‌دار نبود. این نتیجه به نقش مهم و با اهمیت مکمل های مصرفی در تقویت و افزایش کارایی سیستم آنتی‌اکسیدانی درون زای بدن در برابر استرس اکسایشی تولید شده در جریان تمرین دلالت دارد. تحقیقات و برخی گزارش‌ها هم نقش فعالیت‌های بدنی و تمرینات ورزشی را همراه با مصرف مکمل در تقویت سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن و سازگاری واحدهای حرکتی، به ویژه عضلات نوع اول (نعلی) که بیشترین تطابق را بر اثر تمرین به دست می‌آورند، نشان می‌دهند (۲۹). ریکاردو^۱ و همکارانش (۲۰۰۶) نیز به نتیجه مشابهی در افزایش فعالیت پراکسیداز دیسموتاز و گلوکوتاتیون پراکسیداز عضله قرمز چهار سر ران و دوقلوی موش های تمرین کرده نسبت به تمرین نکرده، بعد از ۱۲ هفته تمرین پیشرونده از نظر زمان، سرعت و شیب دست یافتند (۲۷)، این نتایج با نتایج تحقیق حاضر همسوست، درحالی که فعالیت کاتالاز در تمام عضلات مورد آزمایش آزمودنی های تمرین کرده نسبت به تمرین نکرده، کاهش معنی داری نشان داده بود (۲۷). باربارا^۲ و همکارانش (۲۰۰۶) بعد از دویدن (۴۵ دقیقه در روز، ۵ روز در هفته، برای ۶ و ۸ هفته همراه با مصرف مکمل در هر جلسه) افزایش معنی داری در فعالیت آنزیم SOD وابسته به منگنز (-Mn) و GPX و MDA-MDP موش های پیر تمرین کرده نسبت به موش های پیر و جوان تمرین نکرده، مشاهده کردند (۱۰) که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد. به علاوه، تغییر یا افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی همانند کاتالاز (CAT)، SOD و GPX پس از تمرینات حاد و شدید بدنی همراه با مصرف مکمل های آنتی اکسیدانی برون زا (۱۸، ۱۹، ۲۸) نیز گزارش شده است. نتایج مذکور با نتایج تحقیق حاضر مبنی بر بالاتر بودن معنی دار GPX نسبت به گروه کنترل همخوانی دارد. ازاین رو به نظر می‌رسد ماهیت تمرینات ۱۲ هفته ای پیش رونده از نظر زمان، سرعت و شیب و سطح آمادگی آزمودنی ها با تمرینات منظم و طولانی و اجرای تمرینات ۶ الی ۸ هفته ای همراه با مصرف مکمل با محتوای برنامه تمرینی تحقیق حاضر تا حدود زیادی مشابه باشد و همین را می‌توان از عوامل همخوانی نتایج دانست. علاوه بر نتایج مذکور، نتایجی مغایر با نتایج تحقیق حاضر در تحقیقات (۱۱، ۱۵، ۲۱) گزارش شده که احتمال می‌رود عدم همخوانی برخی نتایج در به کار بردن

1 - Ricardo

2 - Barbara

شیوه های خاص تمرینی، روش های مختلف آزمایشی، فقر آنتی اکسیدانی بدن، جنسیت، عدم مصرف مکمل ها، منطقه جغرافیایی، تعداد نمونه ها، عوامل وراثتی و غیره می باشد. دیگر عوامل مانند اندازه گیری شاخص های استرس اکسیداتیو در بافت های مختلف بدن هم ممکن است در نتایج تاثیر گذاشته باشد. نتایج برخی تحقیقات نشان می دهد که تمرین بدنی فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی در عضلات مخطط و به مقدار کمتر در کبد، قلب و ریه را تحریک می کند (۲، ۶). این شواهد دال بر آن است تمرین بر سیستم های آنتی اکسیدانی کبد یا قلب، به اندازه عضله اسکلتی تاثیر ندارد. به عقیده بعضی محققان، وجود این تاثیرات متفاوت تمرینی ممکن است ناشی از وجود جایگاه های سلولی ویژه (جایی که اقسام اکسیژن واکنشی تولید می شوند) و ظرفیت آنتی اکسیدانی پایه بافت های مختلف باشد (۴). عضله اسکلتی کمترین مقدار آنزیم های آنتی - اکسیدانی را دارد و حمل اکسیژن به این بافت حین تمرین شدید ممکن است تا ۱۰۰ برابر افزایش یابد. سوخت و ساز پایه قلب حدود ۱۰۰ برابر کبد است و مغز نیز در حدود ۲۰ درصد اکسیژن مصرفی بدن را مورد استفاده قرار می دهد (۵). این به معنی بالاتر و متفاوت بودن مقدار پراکسیداسیون چربی ناشی از استرس اکسیداتیو در این بافت ها و صدمه دیدگی آنها بر اثر تمرین است.

از دیگر نتایج تحقیق حاضر، بالاتر بودن حداکثر اکسیژن مصرفی بیشینه هر دو گروه تمرینی نسبت به گروه کنترل است. تحقیق روی ورزشکاران و اندازه گیری VO_2max آنها از طریق آزمون بروس، نشان داده که ورزشکاران نسبت به غیرورزشکاران توان هوازی نسبتاً بالا و آمادگی قلبی - عروقی مناسبی برای فعالیت های استقامتی دارند (۴). همچنین نتایج تحقیقات (۴، ۵) مبنی بر بالاتر بودن VO_2max افراد تمرین کرده در مقایسه با گروه کنترل، با نتایج تحقیق حاضر همسوست. بالاتر بودن مقدار VO_2max گروه های تمرینی در تحقیق حاضر، نشان از نقش تأثیرگذار تمرینات هوازی با شدت ۶۵-۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب همراه با مصرف مکمل بر شاخص ها و عوامل آمادگی جسمانی، و دستیابی به شرایط مطلوب بدنی و کاهش عوامل خطرزای قلبی و عروقی دارد. تحقیقات گذشته نیز برتری فیزیولوژیکی ورزشکاران بر غیرورزشکاران یا تغییر معنی دار در شاخص های فیزیولوژیک پس از تمرین منظم را نشان داده اند (۲، ۵). همچنین اثر معنی دار تمرین بر VO_2max در افراد با تمرینات هوازی شدید و متوسط پس از ۴ هفته تمرین نیز مشاهده شده است (۴، ۶). یافته های تحقیق حاضر این مسئله را روشن می سازد که برای رسیدن به سطح مطلوب آمادگی جسمانی

و ترکیب بدنی مناسب، می توان برنامه تمرینی اجرا شده در طول ۸ هفته را در دستور کار افرادی قرار داد که می خواهند حداکثر سودمندی را از انجام فعالیت های بدنی ببرند، زیرا نتایج تحقیق حاضر مؤید گفته های بالا است.

بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، مکمل سازی ویتامین E بر اثربخش بودن تأثیرات تمرینات هوازی متوسط با شدت ۶۵-۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب بر شاخص های استرس اکسایشی و وضعیت آنتی اکسیدانی و سیستم ایمنی بدن سودمند است و نتایج چنین پروتکل تمرینی نشان دهنده کاهش خطر عوامل آتروژنیک، افزایش آمادگی جسمانی، افزایش طول عمر و کاهش عوامل دخیل در بروز بیماری های قلبی و عروقی است که می تواند در دستور کار افرادی قرار گیرد که می خواهند بیشترین سودمندی را از انجام فعالیت های بدنی به جای درمان های دارویی ببرند.

۱. ژولت ، راداگ.(۱۳۸۳). "رادیکالهای آزاد در ورزش و پیری"، ترجمه، دکتر عباسعلی گائینی، دکتر محمد رضا حامدی نیا، دکتر رضا طیبی، چاپ اول، دانشگاه تربیت معلم سبزوار.

2- Adams, A.K, and Best, T.M.(2005). "The role of antioxidant in exercise and disease prevention". *The Physician and Sport Medicine*. 30(5): PP: 37-44.

3- Alissio, H.M., Lippi, G., Federico, S., Gian, L.S.(2000). "Effects of physical activity or exercise on cardiovascular parameters and oxidative stress in rats". *Med Sci Sport Exer, Supple*, P: s81.

4- Afzalpour, ME., Gaeini, A., Khazai, M.(2006). "Effects of aerobic exercise on the serum LDL and Total Capacity in Non-Active healthy men". 11th Annual Congress of the European College of Sport Science, 05-08 July 2006- Switzerland.

- 5- Afzalpour, ME.(2007). "Interaction between Aerobic exercise and oxidative stress in sedentary men". 12th Annual Congress of the ECSS, 11-14 July 2007-Finland.
- 6- Ashton, T. Aguilo, A., Tauler, P., Guix, M.P.(1998). "Electron spin resonance spectroscopic detection of oxygen-centred radicals in human serum following exhaustive exercise". *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 77(6): PP: 498-502.
- 7- Boyer, F. and Goldfarb J.R.(2002) " Introduction: Oxidant stress, aging, and exercise ". *Med Sci Sport Exerc.* 25(8): 210-212.
- 8- Britez, F., Travacio, M., Gambino, G.(2000). "Regular exercise improve lipid and antioxidant profile. In: Abstracts of XIIth International Symposium on Atherosclerosis". Stockholm Sweden. 25-29 Jun, P: 162.
- 9- Botsoglou, N.A., Natson, T.A., Marly, L.K., Garg, M.L.(1994). "Rapid, sensitive, and specific thiobarbituric Acid Method for measuring lipid peroxidation in Animal tissue, Food and feedstuff samples". *J. Agric. Food chem..* 42: PP: 1931-1937.
- 10- Barbara, R., Usberti, M., Gerardi, G.M., Micheli, A.M.(2006). "Exercise training affects age-induced changes in SOD and heat shock protein expression in rat heart". *J. Experimental Gerontology.* 41: PP: 764-770.
- 11- Balog, T., [Khaleghi, M.](#), [Hensrud, D.D.](#)(2006). "The influence of season on oxidant-antioxidant status in trained and sedentary subjects". *Life Sciences.* 78(13): PP: 1441-1559.
- 12- Chaild, L.(1997). "Adaptations of glutathione antioxidant system to endurance training ate tissue and muscle fiber specific". *Am J physiol.* 272: R363 – R369.
- 13- Dathie, G.G., Liner, Q., Park, M.(1990). "Blood antioxidant status and arythrocyte lipid peroxidation following distance running". *Archives of Biochemistry and Biophysics.* 282: PP: 78 – 83.

- 14- Fatouros, I.G., Shyan, W.J., Lin, C.C., Chen, J.K.(2004). "Oxidative stress responses in older men during endurance training and detraining". *Med Sci Sports Exerc.* 36(12): PP: 2065-72.
- 15- Franzoni, F., Levine, R., Fever, K.L., Likhi, P.(2005). "Physical activity, plasma antioxidant capacity, and endothelium-dependent vasodilation in young and older men". *Am J Hypertens*, 18(4 Pt 1): PP: 510-6.
- 16- Fry, A.C., Mastaloudis, A., Marrow, J., Hopkins, D.(2005). "Resistance exercise overtraining and overreaching". *Sports Med.* 23: PP:106–129.
- 17- Gunduz F, and Senturk UK.(2005). "The effect of reactive oxidant routine incremental cycling exercise in healthy sedentary subjects". *Respir Physiol Neurobiol.* 144 (1): PP: 81-90.
- 18- Inayama, T., Cheryl, M.B., Arthur, L.W., Kevin, R.V.(1996). "Plasma protein bound sulfhydryl group oxidation in humans following a full marathon race". *Life sciences.* 59: PP: 537 – 578.
- 19- Ji, L. and Mitchell, E.(1992). "Glutathione and antioxidant anzymes in skeletal muscle: effects of fiber type and exercise intensity". *J Appl Physiol*, 73(5): PP: 1854-9.
- 20- Judge, A. R. and S. L. Dodd.(2004). "Xanthine oxidase and activated neutrophils cause oxidative damage to skeletal muscle after contractile claudication". *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 286(1): PP: H252-6.
- 21- Kipp, Ronald. W. and Askew, E. Wayne.(2001). "Antioxidant status and oxidative stress in Elite Alpine ski Racers".*International Journal of sport nutrition and Exercise metabolism.* 11: PP: 32-41.
- 22- Levine, R., Inga, E.S., Ant, E.T., Dear, K.G., Tomas, O.(1990). "Determination of carbonyl content in oxidatively modified proteins". *METHODS IN ENZYMOLOGY.* Vol, 186. PP: 464-479.

23- Liu, J., Eugene, B., Karen, E.(2000). "Chronically and acutely exercise rats: biomarkers of oxidative stress and endogenous antioxidants". *J Appl Physiol*, 89(1): PP: 21-8.

24- Marklund, S. and Marklund, G.(1974). "Involvement of the Superoxide Anion Radical in the Autoxidation of Pyrogallol and a Convenient Assay for Superoxide Dismutase and Glutathion Peroxidase". *Biochem*. 47: PP: 469-474.

25- Ogonovzky, H. Berkers, I., Kumagia, S., Teck, J., Simon, T.(2005). "The effects of moderate, strenuous, and overtraining on oxidative stress markers and DNA repair in rat liver". *Can J Appl Physiol*, 30(2): PP: 186- 95.

26- RuiLi, M.S., Gianmario, S., Danilo, N., Oberdan, M.(2006). "Effect of antioxidant capacity on blood lipid metabolism and lipoprotein lipase activity of rats fed a high- fat diet". *Journal of Nutrition*. 24(4): PP: 1185-1191.

27- Ricardo, A. Schaller, G., Mittermayer, F., Assuero, G.(2006). "Imbalance in SOD/CAT activities in rat skeletal muscles submitted to treadmill training exercise". *Cell Biology International*. 30(10): PP: 848-853.

28- Rokitzki, I.(1994). "Alpha- tocopherol supplementation in racing cyclists during extreme endurance training". *International Journal of sports Nutrition*. 4: PP: 255-261.

29- Robertson, J.D., Kartikya, A., Alpaca, H., Dungun, O., Thomas, D.(1991). "Increased blood antioxidant system of runners in response to training load". *Clinical science*. 80: PP: 611-618.

30- Saxton, J.M., Nicolas, E., Patrick, L., Christian, P.(2003). "Indices of free-radical mediated damage following maximum voluntary eccentric and concentric muscular work". *European Journal of Applied physiology*. 68: PP: 189 - 193.

31- Sacheck, J. and M, Blumberg, J.B.(2001). "Role of vitamin and oxidative stress in exercise". *Nutrition*. 17(2): PP: 809-814.

32- Uchiyama, S. Green, R., Jill, E.W., Sampath, P.(2006). "Relationship between oxidative stress in muscle tissue and weight lifting-induced muscle damage". *Eur. J. Physiol.* 452: PP: 109–116.

33- White, A., Kirschvink, N., Coudert, J.N., Fellmann, N.(2001). "Role of exercise and ascorbate on plasma antioxidant capacity in thoroughbred race hoeses". *Comparative Biochemistry and Physiology.* 128(9): PP: 99-104.