پژوهش در تغذیه ورزشی
سال اول، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱، صص ۱۰-۱

مقاله پژوهشی

https://researchinexercisenutrition.com

https://www.doi.org/10.34785/J019.2023.001

تأثیر مکمل سازی عصاره توت فرنگی بر برخی شاخص‌های اکسایشی، التهابی و آسیب سلولی متعاقب یک جلسه فعالیت ورزشی مقاومتی واماندەساز در زنان غیرورزشکار

حسن فرجی[1]✉، فردین میراحمدی[2]، اوین محمدی[3]

تاریخ دریافت:۱۴۰۱/۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/٤/۱۸

چکیده

هدف: در پژوهش حاضر اثر عصاره توت‌فرنگی بر برخی شاخص‌های اکسایشی، التهابی و آسیب سلولی ناشی از فعالیت مقاومتی حاد در زنان غیر ورزشکار بررسی شد.

روش‌شناسی: ۱۴ دختر سالم غیرورزشکار در یک پژوهش تصادفی، دوسوکور، کنترل شده با دارونما، متقاطع در دو شرایط مکمل و دارونما (قد: ۲/۷±۱۶۲/۵، وزن: ۶/۳±۷۰/۴، شاخص توده بدن: ۱/۲±۲۶/۷، سن: ۳/۵±۲۴/۷) قرار گرفتند. آزمودنی ها به مدت ۱۴ روز قبل از یک جلسه تمرین مقاومتی مکمل عصاره توت‌فرنگی یا دارونما (مالتودکسترین)، ۳۵۰ میلی گرم دوبار در روز، را مصرف نمودند. نمونه های خونی سرم جهت بررسی ظرفیت آنتی اکسیدانی تام، مالون دی آلدئید، پروتئین واکنش پذیرC و کراتین کیناز، قبل از دوره مکمل‌سازی (پایه)، پیش و پس از یک جلسه فعالیت مقاومتی حاد جمع‌آوری شدند.

یافته‌ها: ظرفیت آنتی‌اکسیدانی تام در شرایط مکمل و در مرحله قبل از فعالیت مقاومتی و پس از فعالیت مقاومتی نسبت به قبل از مکمل‌سازی بالاتر بود (p<۰/۰۵). سطوح مالون دی آلدئید در شرایط دارونما و در مراحل قبل از فعالیت مقاومتی و پس از فعالیت مقاومتی، بالاتر از شرایط مکمل بود (p<۰/۰۵). پروتئین واکنش پذیرC تغییر معناداری نداشت (p>۰/۰۵). سطوح کراتین کیناز در شرایط دارونما، پس از فعالیت مقاومتی نسبت به قبل از مکمل-سازی و قبل فعالیت مقاومتی بالاتر بود (p<۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مکمل عصاره توت‌فرنگی ممکن است در کاهش استرس اکسایشی سلولی و آسیب سلولی ناشی از فعالیت ورزشی شدید نقش داشته باشد.

واژگان کلیدی: عصاره توت فرنگی ،التهاب، فعالیت ورزشی مقاومتی، استرس اکسایشی.

۱- استادیار، دکتری تخصصی فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مریوان، مریوان، ایران

✉ **نویسنده مسئول:**

farajienator@gmail.com

۲. استادیار، دکتری تخصصی صنایع غذایی، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سنندج، سنندج، ایران

۳. دبیر تربیت بدنی، آموزش و پرورش مریوان، مریوان، ایران.

ISSN:۲۹۸۰-۸۹۶۰

تمامی حقوق این مقاله برای نویسندگان محفوظ است.

ارجاع دهی:

Faraji, H., Mmirahmad, F and Mahammadi, A. The effect of strawberry extract supplementation on some oxidative, inflammatory and cellular damage indicators after a session of exhausting resistance exercise in non-athlete women. Research in Exercise Nutrition, 2022. **1**(2): p. 1-10.**doi:** 10.34785/J019.2023.001

Original Article

REN

https://doi.org/10.34785/J019.2023.001 Research in Exercise Nutrition 2022; 1(2): 1-10

The effect of strawberry extract supplementation on some oxidative, inflammatory and cellular damage indicators after a session of exhausting resistance exercise in non-athlete women

Hassan Faraji[1]✉, Fardin mirahmad[2], Avin Mahammadi[3]

Received: 2022/04/09 **Accepted: 2022/07/09**

Abstract

Introduction: In the present study, the effect of strawberry extract on some oxidative, inflammatory and cellular damage indices due to acute resistance exercise in non-athlete women was investigated.

Materials: 14 healthy non-athlete girls in a randomized, double-blind, placebo-controlled, crossover study in two complementary and placebo conditions (height: 162.5 7 2.7, weight: 70.4 6 6.3, body mass index: 2/2) 26.7 ‹ 1, age: 24.7 3 3.5). Subjects took 350 mg twice daily for 14 days before a resistance training session with strawberry extract or placebo (maltodextrin) supplement. Serum blood samples were collected for total antioxidant capacity, malondialdehyde, reactive protein C and creatine kinase, before the supplementation period (baseline), before and after a session of acute resistance exercise.

Results: Total antioxidant capacity in complementary conditions before resistance exercise and after resistance exercise was higher than before supplementation ($p < 0.05$). Malondialdehyde levels were higher than complementary conditions in placebo conditions and in the stages before resistance exercise and after resistance exercise ($p < 0.05$). C-reactive protein did not change significantly ($p < 0.05$). Creatine kinase levels in placebo conditions were higher after resistance activity than before supplementation and before resistance activity ($p < 0.05$).

Conclusion: The results of the present study showed that strawberry extract supplementation may play a role in reducing cellular oxidative stress and cell damage due to strenuous exercise.

Keywords: Strawberry extract, inflammation, resistance exercise, oxidative stress.

[1]✉ Assistant Professor of exercise physiology, Department of Physical Education, Faculty of Humanities, Marivan Azad University, Marivan, Kurdistan, Iran. Orcid: 0000-0001-5053-7648.

[2] Assistant Professor of Food Science and Industry, Department of Food Science and Industry, Sanandaj University of Agriculture and Natural Resources, Islamic Azad University, Sanandaj Branch, Sanandaj, Iran.

[3] Secretary of Physical Education, Marivan Education, Marivan, Iran.

.

ISSN:2980-8960

All rights of this article are reserved for authors.

Citation:

Faraji, H., Mmirahmad, F and Mahammadi, A. The effect of strawberry extract supplementation on some oxidative, inflammatory and cellular damage indicators after a session of exhausting resistance exercise in non-athlete women. Research in Exercise Nutrition, 2022. **1**(2): p. 1-10.**doi:** 10.34785/J019.2023.001

مقدمه

انواع مختلف فعالیت های ورزشی تولید رادیکال‌های آزاد در بدن را تشدید می‌نماید. رادیکال های آزاد مسبب ایجاد آسیب در مولکول‌های زنده بدن از جمله لیپیدها، پروتئین ها،کربوهیدرات‌ها و DNA است. در مقابل، دستگاه دفاع ضد اکسایشی آنزیمی و غیر آنزیمی بدن وظیفه مقابله با آثار سوء رادیکال‌های آزاد را بر عهده دارد. به طور کلی، فشار اکسایشی به‌واسطه افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن یا کاهش سطح این ضد اکساینده ها است. محصولات استرس اکسیداتیو در طول فعالیت ورزشی می‌تواند در بافت‌های مختلف تولید شود اما بیشتر عضله اسکلتی به عنوان منبع اصلی تولید گونه‌های فعال اکسیژن در نظر گرفته شده است (۱). وجود و پایداری زیاد گونه های فعال اکسیژن در غلظت های کنترل نشده، می تواند منجر به آسیب و صدمه اکسیداتیو شوند و نقش منفی در بازسازی و ترمیم عضلات ایجاد کنند. مسیرها و مکانیسم‌های اصلی تولید گونه های فعال اکسیژن در عضلات فعال حین فعالیت حاد ورزشی شامل میتوکندری، گزانتین اکسیداز، نیکوتین آمید آدنین دینوکلئوتید فسفات اکسیداز، فرآیندهای وابسته به فسفولیپاز A2 و برخی سلول‌های ایمنی از جمله ماکروفاژها، مونوسیت ها، ائوزینوهپیل‌ها و نوتروفیل‌ها هستند (۱).

رژیم غذایی به عنوان یکی از منابع اصلی آنتی اکسیدانی شناخته شده است که می تواند به محافظت در برابر تولید رادیکال‌های آزاد و آسیب اکسیداتیو، القای مسیرهای سیگنالینگ مرتبط با آنتی اکسیدان ها، ارتقا سیستم دفاعی آنتی اکسیدان درون زا، کاهش استرس اکسیداتیو و در نتیجه پیشگیری از اختلالات مربوط به استرس اکسایشی کمک کند. پلی فنول ها ترکیبات فیتوشیمیایی طبیعی شامل اسیدهای فنلیک، فلاونوئیدها، استیلبن ها، لیگنان ها و لیگنان های پلیمری هستند که در غذاهای کامل گیاهی شناسایی می شوند. پلی فنول‌های غذایی دارای خواص آنتی اکسیدانی قوی هستند و می‌توانند برخی از مسیرهای مهم سیگنالینگ سلولی NF-κB ، پروتئین کینازهای فعال شده با میتوژن (MAPK) و فاکتور ۲ مربوط به اریتروئید ۲ با عامل هسته‌ای (Nrf2) را تعدیل کنند (۲). معروف‌ترین خواص پلی فنول ها مهار رادیکال های سوپراکسید، هیدروکسیل و پراکسیل و همچنین مهار پراکسیداسیون لیپید، تشکیل رادیکال واسطه آهن و جلوگیری از تخلیه رادیکال ویتامین E و β کاروتن است. برخی از اثرات محافظتی در برابر استرس اکسیداتیو ناشی از ورزش توسط مکمل‌های پلی فنول نشان داده شده است(۳). تجویز ۱۵۰ گرم در روز بلوبری، منابع غنی از پلی فنول، به‌طور قابل‌توجهی سطح سرمی رادیکال‌های آزاد را در ورزشکاران در یک محیط گرم را کاهش داده است (۴). چانگ و همکاران (۲۰۱۰) گزارش داد که مصرف یک رژیم غذایی با پلی فنول بالا (برگهای سیب زمینی شیرین بنفش) به مدت ۷ روز می تواند وضعیت آنتی اکسیدانی را بهبود داده و آسیب اکسیداتیو ناشی از ورزش و ترشح سیتوکین های پیش التهابی را کاهش داده است (۵). در پژوهش دیگری، ترکیب پلی فنول ها (کاتچین ها ، اسید کلروژنیک ، اسید الاژیک و کوئرستین) عملکرد شنای موش ها را افزایش داد (۶). در این پژوهش پلی فنول ها غلظت ATP و گلیکوژن را در عضله افزایش داده و سطح مالون دی آلدئید را در کبد، عضله و خون کاهش داده است. پروآنتسیانیدین های اولیگومریک موجود در انگور، کاکائو و سیب می توانند با یک عمل محافظتی در حین انجام فعالیت ورزشی، عملکرد ورزشکاران را افزایش دهند. جالبتر اینکه، در مقایسه با آنتی اکسیدان های دیگر که می توانند مسیرهای اکسیداسیون میتوکندری را در سازگاری با ورزش مختل کنند ، پلی فنول ها مسیرهای اکسایش میتوکندری را تعدیل می کنند. بنابراین ممکن است پلی فنول ها در مقایسه با سایر آنتی اکسیدان ها به عنوان مکمل مناسب برای فعالیت ورزشی در نظر گرفته شوند (۳).

میوه، عصاره و آب توت فرنگی، غنی از پلی فنول‌های آنتوسیانین و مواد فیتوکیمیکال ها (اسید الاژیک، آنتوسیانین، کوئرستین و کاتچین)، ویتامین ها (اسید اسکوربیک و اسید فولیک) و مواد معدنی (اسیدهای آلی مثل مالیک، تارتاریک و سیتریک) است که در میان منابع غذایی پلی فنول ها و آنتی اکسیدان ها، دارای ظرفیت بسیار بالایی است (۷). عناصر تشکیل دهنده آنتوسیانین موجود در توت فرنگی بهترین ترکیبات پلی فنلی شناخته شده از نظر کمی است، به طوری که بیش از ۲۵ آنتوسیانین مختلف در آن وجود دارد (۸). تاکنون اثرات احتمالی مکمل توت فرنگی بر شاخص های اکسایشی، التهابی و آسیب سلولی ناشی از فعالیت ورزشی در هیچ پژوهشی بررسی نشده است. بنابراین، در پژوهش حاضر به بررسی تأثیر مکمل سازی توت فرنگی بر برخی شاخص های اکسایشی، التهابی و آسیب سلولی ناشی از فعالیت ورزشی در افراد غیر ورزشکار پرداخته شد.

روش شناسی

پژوهش حاضر در قالب طرح های نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون – پس‌آزمون، دو شرایطی (مکمل و دارونما)، متقاطع، تصادفی و بصورت دوسوکور انجام گردید. جامع آماری شامل زنان غیرورزشکار سالم جوان بود. برای انجام فعالیت پژوهشی، از بین افرادی که اعلام آمادگی کرده بودند و با توجه به شرایط ورود به تحقیق شامل: سالم بودن (با توجه به سوابق پزشکی)، سن ۲۰ تا

۳۰ سال، نداشتن رژیم غذایی خاص، نداشتن بیماری‌های قلبی-عروقی، عدم مصرف سیگار، داروهای خاص، الکل و مکمل های ضدالتهابی، ورزشکار نبودن (نداشتن فعالیت ورزشی منظم در طول ۶ ماه گذشته قبل از شروع پژوهش)، در نهایت ۱۴ نفر (در اوایل مرحله فولیکولی چرخه ماهیانه) به صورت تصادفی انتخاب و هر کدام از افراد دو شرایط مکمل و دارونما را تجربه نمودند. مشخصات فیزیولوژیکی آزمودنی ها در جدول شماره ۱ گزارش شده است. شاخص های ورودی پژوهش عبارتند از: سلامت بدنی (با توجه به پرسشنامه پزشکی)، دامنه سنی بین ۲۰ تا ۳۰ سال، نداشتن رژیم غذایی خاص یا محدود کننده، عدم مصرف تنباکو، داروهای خاص، الکل و مکمل های ورزشی (از ۶ ماه قبل)، آشنایی با فعالیت ورزشی مقاومتی، ورزشکار نبودن (نداشتن فعالیت ورزشی منظم طی ۶ ماه قبل از شروع پژوهش).

جدول ۱. مشخصات فیزیولوژیکی آزمودنی ها

سن(سال)	**۲۴/۷۵± ۳/۵**
قد (سانتی متر)	۱۶۲/۵± ۲/۷
وزن (کیلوگرم)	۷۰/۴± ۶/۳
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۶/۷± ۱/۲
چربی بدن (درصد)	۳۱/۳± ۴/۸

ابتدا جلسه توجیهی با حضور پژوهشگر و همکاران علمی پژوهش برای آشنا نمودن آزمودنی ها با نحوه ی اجرای کار، مشخص نمودن شرایط های پژوهش، روز شروع، نوبت های مصرف مکمل و جلسه برگزاری فعالیت و سایر توضیحات لازم، برگزار شد. در این جلسه از آزمودنی ها درخواست شد که از هرگونه فعالیت ورزشی غیر از پروتکل تحقیقی خودداری کنند و الگوی غذایی خود را تغییر ندهند و یادآمد غذایی ۲۴ ساعته را نیز قبل از روزهای آزمون تکمیل و اجرا کنند. سپس همه آزمودنی ها فرم رضایت نامه جهت شرکت در تحقیق حاضر را امضاء کردند.

یک هفته قبل از شروع پروتکل مصرف مکمل، تمامی آزمودنی ها به سالن آمادگی جسمانی و بدنسازی فراخوانده شدند تا هم با شیوه مناسب جابجا کردن وزنه ها و تکنیک صحیح نفس گیری آشنا شده و هم قدرت حداکثر آنها بصورت آزمون یک تکراربیشینه در حرکات مورد نظر محاسبه گردد. برای تعیین یک تکرار بیشینه از فرمول زیر استفاده شد.

$$\text{یک تکرار بیشینه} = \frac{\text{وزنه جابه جا شده (کیلو گرم)}}{[1/0278 - (0/0278 \times \text{تعداد تکرارتا خستگی})]}$$

دو هفته بعد از مصرف مکمل، هردو گروه آزمودنی برای اجرای آزمون پس از حدود ۱۰ دقیقه گرم کردن در یک جلسه تمرین مقاومتی با شدت ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه که شامل اجرای ۳ نوبت با تکرار ۸ تا ۱۰ تایی و ست سوم ادامه حرکت تا حد واماندگی از ۷ ایستگاه (پرس سینه، زیربغل با دستگاه، پرس پا، جلو ران، جلو بازو با هالتر، خم کردن زانو و سر شانه با هالتر) بود، شرکت کردند (۹). تمامی حرکات تحت نظارت پژوهشگر و همکاران مربی و متخصص تمرینی در سالن آمادگی جسمانی و بدنسازی اجرا شد.

عصاره‌گیری این تحقیق در بهار و در آزمایشگاه دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج انجام شد. برای تهیه مکمل مورد نیاز پژوهش حاضر، میوه ی توت فرنگی نوع کردستان از مناطق مختلف باغ های روستای قصریان شهرستان سنندج جمع آوری شد. به منظور بهینه سازی استخراج ترکیبات فنولی و فلانوئیدی و بررسی خاصیت آنتی اکسیدانی، توت فرنگی بلافاصله بعد از جمع آوری و جدا سازی ناخالصی ها در بسته های نایلونی بسته بندی و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان آزمایش نگهداری شد. میوه ها پس از تمیز کردن در دمای محیط و جدا کردن ناخالصی ها، کاملاً خرد شده و جهت تهیه عصاره فنولی از حلال آب استفاده گردید. میزان حلال برای تهیه عصاره به نسبت ۴ تا ۱۰ به ۱ میوه توت فرنگی(در این تحقیق ۵ به ۱ کار شد) می باشد. محلول حاصل به مدت ۲۴ ساعت در محیط تاریک، بسته و در دمای اتاق قرار گرفت و پس از صاف شدن توسط کاغذ صافی واتمن شماره ۱، به کمک قیف بوخنر تحت خلاء، توسط اواپراتور تحت خلاء مدل (Heidolph) ساخت آلمان، (دما ۴۵ درجه سلسیوس و ۲۷۰ دور در دقیقه) به صورت پودر عصاره استخراج انجام شد. از روش فریز درایر (۷۰- درجه سلسیوس) برای خارج کردن آب و تبدیل به پودر استفاده شد. پودر تولیدی و دارونما (مالتودکسترین)، در کپسول های خوراکی ۳۵۰ میلی گرمی قرار داده شد که در هر روز دو وعده پس از نهار و شام و به مدت ۱۴ روز توسط آزمودنی ها در دو شرایط مکمل و دارونما بصورت دوسوکور مصرف شد (۱۰). پس از دو هفته

پاکسازی (۱۱) جای آزمودنی ها در دو شرایط مکمل و دارونما عوض شده و سپس آزمون و خونگیری تکرار شد.

نمونه گیری خون بازویی آزمودنی‌ها در مرحله اول قبل از مکمل سازی پس از ۱۰ ساعت ناشتا (۸ صبح) گرفته شد. خونگیری پس از ۱۴ روز مکمل سازی در روز پانزدهم بصورت ناشتا و بلافاصله پس از فعالیت ورزشی نیز تکرار شد. از همه آزمودنی ها خواسته شد ۲۴ ساعت قبل از نمونه گیری خون از مصرف کافئین و هرگونه دارویی خودداری کنند. نمونه‌های خونی به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. پلاسمای به دست آمده به وسیله نمونه بردار در میکروتیوب ریخته و بلافاصله در فریزر ۲۰-درجه سانتیگراد قرار داده شدند.

آزمون ظرفیت آنتی اکسیدان (قدرت آنتی اکسیدانی احیاءکننده آهن) با استفاده از کیت شناسایی رنگ سنجی با شماره کاتالوگ K043-H1از شرکت ARBOR ASSAYS انجام گرفت. برای تعیین میزان کمی پروتئین واکنش پذیر C از کیت سنجش با حساسیت بالای ELISA ساخت شرکت بیو تکنو(Bio-Techno) استفاده شد. سنجش مقدار کراتین کیناز با استفاده از کیت CK-MB شرکت پیشتاز طب انجام گرفت. برای سنجش مالون دی آلدئید، به عنوان شاخص پراکسیداسیون لیپید نیز از روش Aust وBuege استفاده شد (۱۲).

تجزیه و تحلیل آماری

آزمون شاپیرو-ویلک برای بررسی طبیعی بودن و نرمال بودن داده ها استفاده شد. از آزمون آماری تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر طرح ۲×۳ (دو شرایط در سه زمان) بکار برده شد. برای بررسی و تعیین محل دقیق اختلاف میانگین ها از آزمون آماری تعقیبی بونفرونی بکار گرفته شد. کلیه عملیات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS 22 در سطح معنی داری (P≤۰/۰۵) به کار گرفته شد.

یافته‌ها

در خصوص ظرفیت آنتی اکسیدان، نتایج تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر نشان داد که اثر شرایط (F=۱۷۶/۱۵، p =۰/۰۰۱)، مراحل (F=۱۱۳/۸۶، p =۰/۰۰۱) و تعامل شرایط در مراحل (F=۴۷/۶۲، p =۰/۰۰۱) معنادار است. لذا در جهت مشخص شدن محل تفاوت ها و نظر به پذیرفتن فرض کرویت ماخلی، از آزمون تعقیبی بونفرونی جهت مقایسه میانگین ها استفاده شد. در جدول شماره ۲ نتایج مربوط به ظرفیت آنتی اکسیدانی تام و سایر متغیرها در مراحل قبل از مکمل سازی، قبل از فعالیت مقاومتی و پس از فعالیت مقاومتی نشان داده شده است.

ظرفیت تام آنتی اکسیدانی تام پس از ۱۴ روز مصرف مکمل عصاره توت فرنگی نسبت به قبل از مکمل سازی افزایش معنادار داشته است (p =۰/۰۰۱). همچنین پس از فعالیت مقاومتی نسبت به قبل از مکمل سازی بالاتر بود (p =۰/۰۰۳).

مالون دی آلدئید پس از ۱۴ روز مصرف مکمل عصاره توت فرنگی نسبت به قبل از مکمل سازی افزایش معنادار داشته است (p =۰/۰۲۴). سطوح مالون دی آلدئید در شرایط دارونما و در مراحل قبل از فعالیت مقاومتی و پس از فعالیت مقاومتی، بالاتر از شرایط مکمل بود (p =۰/۰۰۱). همچنین پس از فعالیت مقاومتی نسبت به قبل از مکمل سازی و قبل فعالیت مقاومتی بالاتر بود (p =۰/۰۰۱).

پروتئین واکنش پذیرC پس از ۱۴ روز مصرف مکمل عصاره توت فرنگی نسبت به قبل از مکمل سازی تغییر معناداری نداشت (p =۰/۱۵۶).

کراتین کیناز پس از ۱۴ روز مصرف مکمل عصاره توت فرنگی نسبت به قبل از مکمل سازی افزایش معنادار داشته است (p =۰/۰۰۱). در شرایط مکمل، سطوح کراتین کیناز در مرحله پس از فعالیت مقاومتی بیشتر از مرحله قبل از فعالیت مقاومتی بود (p =۰/۰۱۷). در شرایط دارونما و در مرحله پس از فعالیت مقاومتی بالاتر از شرایط مکمل بود (p =۰/۰۲۱). همچنین سطوح کراتین کیناز در این شرایط، پس از فعالیت مقاومتی نسبت به قبل از مکمل سازی و قبل فعالیت مقاومتی بالاتر بود (p =۰/۰۰۱).

جدول ۲. سطوح متغیرهای پژوهش قبل و پس از مکمل سازی در دو شرایط مکمل و دارونما

		شرایط مکمل	شرایط دارونما
ظرفیت آنتی اکسیدانی کل (میکرو مول بر لیتر)	قبل از مکمل سازی	۶۳۸/۳± ۸۵/۹	۶۸۴/۶± ۹۳/۷
	قبل از فعالیت مقاومتی	†۹۷۵/۵± ۱۰۴/۴	§۷۲۲/۱± ۱۳۵/۶
	پس از فعالیت مقاومتی	†۸۳۰/۸± ۹۸/۱	§۶۶۵/۵± ۱۱۹/۲
مالون دی آلدئید (میکرو مول بر لیتر)	قبل از مکمل سازی	۴/۱± ۰/۳	۴/۳± ۰/۴
	قبل از فعالیت مقاومتی	۳/۱± ۰/۸	§۴/۴± ۰/۷
	پس از فعالیت مقاومتی	¥۴/۸± ۰/۹	†¥§۶/۹± ۰/۶
پروتئین واکنش پذیر C (میکروگرم بر لیتر)	قبل از مکمل سازی	۳/۱± ۰/۴	۲/۹± ۰/۲
	قبل از فعالیت مقاومتی	۲/۷± ۰/۶	۳/۱± ۰/۴
	پس از فعالیت مقاومتی	۳/۲± ۰/۸	۳/۴± ۰/۸
کراتین کیناز (واحد بین المللی بر لیتر)	قبل از مکمل سازی	۴۳۰/۱± ۱۰۲/۵	۴۷۵/۸± ۱۱۲/۴
	قبل از فعالیت مقاومتی	۳۹۶/۸± ۱۲۳/۴	۴۱۳/۹± ۱۰۵/۱
	پس از فعالیت مقاومتی	۵۰۵/۸± ۲۰۶/۷	†¥§۶۳۹/۴± ۱۸۶/۳

§: تفاوت معنادار با شرایط مکمل.

†: تفاوت معنادار با قبل از مکمل سازی.

¥: تفاوت معنادار با قبل از فعالیت مقاومتی.

بحث و نتیجه گیری

بر خلاف ورزش هوازی، که در آن افزایش تنفس میتوکندری علت اصلی افزایش فاکتورهای اکسایشی محسوب می شود، پیشنهاد شده است که تولید رادیکال و استرس اکسیداتیو متعاقب فعالیت مقاومتی تا حد زیادی همراه با دوره های کوتاه ایسکمی به دنبال آن خونرسانی مجدد از انقباض شدید عضلانی، فعالیت مقادیر افزایش یافته آنزیم ها (گزانتین و NADPH اکسیداز)، متابولیسم پروستانوئید، انفجار تنفسی فاگوسیتیک، اختلال پروتئین های حاوی آهن و همچنین هومئوستازیس تغییر یافته کلسیم درون سلولی است. همچنین شروع مهاجرت سلول های التهابی به منطقه آسیب دیده ناشی از فعالیت های مقاومتی با افزایش التهاب همراه داست(۱). در پژوهش حاضر اثر مکمل سازی توت فرنگی بر برخی شاخص های اکسایشی، التهابی و آسیب سلولی ناشی از فعالیت ورزشی مقاومتی بررسی شد.

یکی از یافته های پژوهش ما این بود که مصرف مکمل توت فرنگی به مدت ۱۴ روز، موجب افزایش معنی داری در مقدار ظرفیت آنتی اکسیدان تام نسبت به قبل از دوره مکمل سازی و شرایط دارونما گردید. ظرفیت آنتی اکسیدان تام توانایی آنتی اکسیدانهای دریافتی برای برداشت رادیکالهای آزاد را توصیف می کند (۲) و بنظر می رسد عصاره توت فرنگی این اثر را داشته است. سازوکار تاثیرگذاری مکمل توت فرنگی در افزایش ظرفیت آنتی اکسیدان تام احتمالاً به این صورت است که توت فرنگی علاوه بر ویتامین ها و مواد معدنی مختلف، منبع مطلوبی برای پلی فنل ها می باشد و براساس مطالعات انجام گرفته پلی فنل ها آنتی اکسیدان های قوی هستند که هم می توانند ظرفیت آنتی اکسیدانی را بالا برده و هم می توانند رادیکال های آزاد را خنثی نموده و اثرات مضر سیتوتوکسیک این ترکیبات مهاجم را کاهش دهد (۱۳). در یک پژوهش کنترل شده آزمایشگاهی سوارز و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که مصرف کوتاه مدت توت فرنگی (۱۰ روز) باعث افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی می شود و گزارش کردند که توت فرنگی دارای ظرفیت آنتی اکسیدانی بالایی است که رابطه مثبتی با محتوای ترکیبات پلی فنلی و به طور خاص، آنتوسیانین ها دارد (۱۴). نتیجه دیگر پژوهش حاضر در خصوص متغیر مذکور این بود که ظرفیت آنتی اکسیدان تام پس از فعالیت مقاومتی در شرایط مصرف مکمل بطور معناداری بالاتر از شرایط دارونما بود و این امر بیانگر اثر حفاظتی مکمل حتی پس از انجام فعالیت ورزشی شدید است. اگرچه تابحال اثر عصاره توت فرنگی روی این عامل در هیچ پژوهشی گزارش نشده است اما این نتیجه با مطالعاتی که سایر آنتی اکسیدانها را در این شرایط بررسی کرده اند (۱۵, ۱۶) همخوانی دارد و با نتایج برخی دیگر (۱۷) همسو نیست. از سوی دیگر اثر فعالیت ورزشی حاد روی ظرفیت آنتی اکسیدان تام هنوز به روشنی مشخص نیست

بطوری که در مطالعات کاهش (۱۸)، افزایش (۱۹) و عدم تغییر (۱۷) این متغیر را گزارش کرده اند که نتایج پژوهش حاضر با پژوهش خسروی و همکاران (۱۳۹۸)، که ظرفیت آنتی اکسیدان تام پس از فعالیت ورزشی تغییر معناداری نداشت (p>۰/۰۵)، همسو است. باید تأکید کرد که سطح ظرفیت آنتی اکسیدان تام همیشه تغییر نمی کند و واکنش آن تحت تاثیر شدت، حجم و مدت فعالیت ورزشی و همچنین سایر عوامل درون زا (ژنومی و فنوتیپی) و برونزا قرار می گیرد (۲۰) و عدم همخوانی نتایج ممکن است به این دلایل باشد.

تجزیه پراکسیدهای ناپایدار و مشتق شده از اسیدهای چرب غیر اشباع منجر به تشکیل مالون دی آلدئید می شود که این فاکتور بعنوان یک شاخص پراکسیداسیون لیپید شناسایی شده است (۲۱). بسیاری از مطالعات گذشته گزارش کرده اند که سطوح مالون دی آلدئید پس از یک وهله فعالیت شدید افزایش پیدا کرده است (۲۲). در پژوهش ما نیز سطوح آن پس از فعالیت مقاومتی افزایش معناداری نشان داد که در راستای نتایج مطالعات قبلی در این زمینه بود. اما سطوح این شاخص پس از ۱۴ روز مصرف عصاره توت فرنگی در دو مرحله قبل و پس از فعالیت مقاومتی نسبت به شرایط دارونما پایین تر بود که حاکی از اثر مثبت این مکمل در کاهش پراکسیداسیون لیپید ناشی از فعالیت مقاومتی شدید می باشد. همچنین در پژوهش حاضر سطوح مالون دی آلدئید پس از مکمل سازی و قبل از فعالیت مقاومتی کمتر از مقادیر قبل از مکمل سازی بود که این مقدار از نظر آماری معنادار نبود و اما این کاهش باعث تفاوت معنادار آن با سطوح پس از فعالیت مقاومتی شده بود. به عبارتی دیگر اگر چه سطوح مالون دی آلدئید پس از فعالیت مقاومتی در شرایط مکمل بالاتر از قبل فعالیت بود اما بنظر می رسد این تفاوت ناشی از کاهش سطوح آن بدلیل مصرف مکمل در مرحله قبل فعالیت بوده است و سطوح آن پس از فعالیت تفاوت معناداری با قبل از مکمل سازی نداشت. تنها در یک پژوهش اثر توت فرنگی بر سطوح مالون دی آلدئید سنجیده شده است که در آن مدل های حیوانی روزانه ۴۰ میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن در هر روز عصاره توت فرنگی دریافت می کردند که این مقدار از افزایش مالون دی آلدئید ناشی از آسیب اتانول دریافتی حیوانات جلوگیری کرده بود (۱۴). با این حال، به دلیل نبود پژوهش مستقیم در مورد اثر عصاره توت فرنگی در فعالیت حاد روی مالون دی آلدئید، بررسی سایر تحقیقات مرتبط با آثار ضداکسایشی آنتی اکسیدانهای گیاهی، که به صورت دوره های مکمل گیری کوتاه بود، نشان داد که مکمل آب میوه نارنج قرمز تازه، آب میوه سیب بادام هندی، عصاره گیلاس و هسته انگور در تعدیل پاسخ مالون دی آلدئید به یک جلسه فعالیت ورزشی شدید نقش داشته اند (۲)، که با نتایج پژوهش ما همسو می باشند. گزارش شده است که تاثیر مصرف توت فرنگی ممکن است فراتر از میزان اثر مستقیم آنتی اکسیدانی آن باشد (۱۴). اطلاعات آزمایشگاهی نشان داده است که خواص آنتی اکسیدانی فلاونوئیدهای توت فرنگی که بطور موضعی در غشای سلولی و محل های لیپوپروتئین قرار گرفته است که به طور کلی به عنوان اهدافی برای پراکسیداسیون لیپیدها عمل می کنند، یک اثر متقابل محافظتی فلاونوئیدها با لایه های دو لایه لیپیدی را نشان می دهد (۷). این مکانیسم عمل می تواند تا حدودی نقش توت فرنگی را برای نتیجه پژوهش ما در خصوص تعدیل مالون دی آلدئید ناشی از کاهش عوامل فشارزای اکسیداتیو در پراکسیداسیون لیپیدی را توضیح دهد.

پروتئین واکنش پذیر C یک پروتئین واکنش دهنده فاز حاد است که توسط سلولهای کبدی در پاسخ به افزایش در اینترلوکین -۶ تولید می شود. افزایش سطح آن با التهاب سیستمیک ارتباط دارد. در برخی مطالعات افزایش این فاکتور پس از فعالیت ورزشی شدید گزارش شده است (۲۳) که در تعدادی دیگر این نتیجه گزارش نشده است (۲۴). در پژوهش حاضر پروتئین واکنش پذیر C در مراحل و شرایط مختلف تغییر معناداری نداشت. مشابه با نتایج پژوهش حاضر مدهام[1] و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهشی روی ۱۲ مرد کم تحرک گزارش کردند که یک جلسه فعالیت استقامتی یا مقاومتی تغییری در سطوح پروتئین واکنش پذیرC بلافاصله و سه ساعت پس از فعالیت نداشته است (۲۴). در پژوهشی دیگر یک وهله فعالیت استقامتی در ۱۲ مرد غیرورزشکار، تغییری در سطوح پروتئین واکنش پذیرC بلافاصله پس از فعالیت تا ۷ روز ایجاد نکرد (۲۵). اگرچه گزارش شده است که مواد آنتی اکسیدانی باعث کاهش سطوح پروتئین واکنش پذیرC می شوند (۲۶) اما در پژوهش حاضر سطوح آن پس از فعالیت تغییری نکرد و در این شرایط مکمل اثری روی آن نداشته است و همچنین سطوح استراحتی این فاکتور نیز متاثر از مصرف توت فرنگی نبود ممکن است بدلیل سطوح طبیعی آن در آزمودنی های ما، دوره مکمل سازی کوتاه و یا مقدار مصرف مکمل بوده باشد. به هرحال در مطالعات گذشته مصرف ترکیبی آنتی اکسیدانها (ویتامین های A، C، E، کاروتنوئیدها و ...) موجب کاهش سطوح استراحتی آن شده است نه یک عامل به تنهایی (۲۷).

فعالیت مقاومتی با ایجاد آسیب عضلانی موجب افزایش سطوح کراتین کیناز پلاسمایی می شود (۲۸). کراتین کیناز در نتیجه

1. Mendham

تخریب غشای سلول در اثر استرس اکسیداتیو یا آسیب بافتی و با از بین رفتن مستقیم غشای سلول و نکروز بافت، در پلاسما آزاد می شوند. در پژوهش حاضر مشابه با سایر مطالعات قبلی سطوح این آنزیم پس از فعالیت حاد مقاومتی افزایش معناداری پیدا کرد (۹). افزایش کراتین کیناز در شرایط مکمل از نظر آماری معنادار نبود و ممکن است ناشی از اثرات آنتی اکسیدانی توت فرنگی بوده باشد. بنظر می رسد مهار شاخص های استرس اکسیداتیو ناشی از فعالیت ورزشی ممکن است نتیجه ای از اثر آنتی اکسیدانی آنتوسیانین های توت فرنگی باشد، که قادر است هرگونه افزایش استرس اکسیداتیو در پلاسما را به سرعت خنثی کند (۲۹). نتایج مشابهی در آزمایشات تغذیه انسان مشاهده شده است که در آن عصاره آنتوسیانین در میوه و سبزیجات باعث افزایش میزان آنتی اکسیدان پلاسما می شود (۲۹) که در پژوهش ما نیز این امر پس از مصرف عصاره توت فرنگی مشاهده شد. این یافته ها، در ترکیب با مقدار زیادی آنتوسیانین در عصاره توت فرنگی، ما را به این نتیجه می رساند که آنتوسیانین ها به عنوان آنتی اکسیدان های موثر در کاهش استرس اکسیداتیو ناشی از فعالیت ورزشی شدید مقاومتی می تواند عمل کند. مشابه با پژوهش حاضر لیال و همکاران (۲۰۰۹) در پژوهشی گزارش کردند که عصاره توت سیاه مانع از افزایش کراتین کیناز پس از فعالیت حاد شدید در بزرگسالان سالم شده است (۲۹) و در پژوهش ای دیگر مصرف ۴۷۳ میلی لیتر آب میوه توت سیاه به مدت ۸ روز، از افزایش کراتین کیناز پس از فعالیت مقاومتی باشدت ۱۱۰ درصد بیشینه جلوگیری کرده است (۳۰). بهرحال در پژوهشی توسط سیلوا و همکاران (۲۰۱۷)، مصرف ۶ گرم سیترولین مالات اثری روی افزایش سطوح سرمی کراتین کیناز پس از فعالیت مقاومتی نگذاشته است (۳۱). همچنین جوکو و همکاران (۲۰۱۱) در پژوهشی تأثیر مصرف حاد پلی فنولهای چای سبز بر نشانگرهای خونی استرس اکسیداتیو و آسیب عضلانی بازیکنان فوتبال پس از فعالیت ورزشی شدید را بررسی کردند. آنها گزارش کردند که ۶۴۰ میلی گرم مکمل پلی فنولهای چای سبز از افزایش کراتین کیناز ۵ دقیقه و ۲۴ ساعت پس از فعالیت جلوگیری نکرده است (۳۲).

یکی از محدودیت های پژوهش حاضر، این بود که جهت بررسی دقیق تغییرات کراتین کیناز و پروتئین واکنش پذیر، می بایست زمان های خونگیری در ساعات مختلف پس از فعالیت تا ۴۸ ساعت تکرار می شد.

نتیجه گیری

پژوهش ما بطور کلی نشان داد که یک دوره کوتاه مدت مصرف عصاره توت فرنگی (۷۰۰ میلی گرم) در زنان جوان سالم غیرورزشکار با تعدیل برخی فاکتورهای استرس سلولی همراه است و ممکن است استرس اکسایشی ناشی از فعالیت ورزشی مقاومتی شدید را کاهش دهد که این امر با افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی کل، کاهش مالون دی آلدئید و تعدیل کراتین کیناز همراه بود. نتایج حاضر پیشنهاد می کند که مصرف توت فرنگی می تواند بر افزایش ظرفیت آنتی اکسیدانی و تعدیل استرس سلولی موثر باشد.

تضاد منافع

نویسندگان این مقاله هیچ گونه تضاد منافعی در رابطه با انتشار آن ندارند.

منابع

.۱ Fisher-Wellman K, Bloomer RJ. Acute exercise and oxidative stress: a 30 year history. Dynamic medicine. 2009;8(1):1.

.۲ Pandey KB, Rizvi SI. Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. Oxidative medicine and cellular longevity. 2009;2(5):270-8.

.۳ Badria FA. Evidence-based strategies in herbal medicine, psychiatric disorders and emergency medicine: BoD–Books on Demand; 2015.

.٤ McAnulty SR, McAnulty LS, Nieman DC, Dumke CL, Morrow JD, Utter AC, et al. Consumption of blueberry polyphenols reduces exercise-induced oxidative stress compared to vitamin C. Nutrition Research. 2004;24(3):209-21.

.٥ Chang W-H, Hu S-P, Huang Y-F, Yeh T-S, Liu J-F. Effect of purple sweet potato leaves consumption on exercise-induced oxidative stress and IL-6 and HSP72 levels. Journal of applied physiology. 2010;109(6):1710-5.

.٦ Swamy MS, Sivanna N, Tamatam A, Khanum F. Effect of poly phenols in enhancing the swimming capacity of rats. Functional Foods in Health and disease. 2011;1(11):482-91.

.٧ Tulipani S, Romandini S, Suarez JMA, Capocasa F, Mezzetti B, Battino M, et al. Folate content in different strawberry genotypes and folate status in healthy subjects after strawberry consumption. Biofactors. 2008;34(1):47-55.

.٨ Henning SM, Seeram NP, Zhang Y ,Li L, Gao K, Lee R-P, et al. Strawberry consumption is

Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport. 2019;7(14):141-52.
.۱۸ Briviba K, Watzl B, Nickel K, Kulling S, Bös K, Haertel S, et al. A half-marathon and a marathon run induce oxidative DNA damage, reduce antioxidant capacity to protect DNA against damage and modify immune function in hobby runners. Redox Report. 2005;10-۳۲۵:(٦) .۳۱
.۱۹ Kazemi M, Marandi SM, Movahedian Attar A, Haghighatian M, Rezaee Z. The effect of acute exercise on total antioxidant capacity and hydrogen peroxide in male Wistar rats. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport. 2014;2(3):29-37.
.۲۰ Lira Ferrari GS, Bucalen Ferrari CK. Exercise modulation of total antioxidant capacity (TAC): towards a molecular signature of healthy aging. Frontiers in Life Science. 2011;5(3-4):81-90.
.۲۱ Ayala A, Muñoz MF, Argüelles S. Lipid peroxidation: production, metabolism, and signaling mechanisms of malondialdehyde and 4-hydroxy-2-nonenal. Oxidative medicine and cellular longevity. 2014;2014.
.۲۲ Kiyici F, Kishali N. Acute effect of intense exercises on serum superoxide dismutase, catalase and malondialdehyde levels in soccer players. The Journal of sports medicine and physical fitness. 2012;52(1):107-11.
.۲۳ Kasapis C, Thompson PD. The effects of physical activity on serum C-reactive protein and inflammatory markers: a systematic review. Journal of the american College of Cardiology. 2005;45(10):1563-9.
.۲٤ Mendham AE, Donges CE, Liberts EA, Duffield R. Effects of mode and intensity on the acute exercise-induced IL-6 and CRP responses in a sedentary, overweight population. European journal of applied physiology. 2011;111(6):1035-45.
.۲۵ Markovitch D, Tyrrell RM, Thompson D. Acute moderate-intensity exercise in middle-aged men has neither an anti-nor proinflammatory effect. Journal of applied physiology. 2008;105(1):260-5.
.۲٦ Mazidi M, Kengne AP, Mikhailidis DP, Toth PP, Ray KK, Banach M. Dietary food patterns and glucose/insulin homeostasis: a associated with increased antioxidant capacity in serum. Journal of medicinal food. 2010;13(1):116-22.
.۹ Rahimi R, Ghaderi M, Mirzaei B, Faraji H. Acute IGF-1, cortisol and creatine kinase responses to very short rest intervals between sets during resistance exercise to failure in men. World Appl Sci J. 2010;8(10):1287-93.
.۱۰ Zaher E, Zhino R. Effect of Endurance Exercise Along with Strawberry Supplementation

on Lipid Profile and Inflammatory Markers in Overweight and

Inactive Young Women. J Kermanshah Univ Med Sci. 2019;23(3):e89331.
.۱۱ Jenkins DJ, Nguyen TH, Kendall CW, Faulkner DA, Bashyam B, Kim IJ, et al. The effect of strawberries in a cholesterol-lowering dietary portfolio. Metabolism. 200.٤٤-١٦٣٦:(١٢)٥٧;٨
.۱۲ Buege JA, Aust SD. [30] Microsomal lipid peroxidation. Methods in enzymology. 52: Elsevier; 1978. p. 302-10.
.۱۳ Heo HJ, Lee CY. Strawberry and its anthocyanins reduce oxidative stress-induced apoptosis in PC12 cells. Journal of agricultural and food chemistry. 2005;53(6):1984-9.
.۱٤ Alvarez-Suarez JM, Dekanski D, Ristić S, Radonjić NV, Petronijević ND, Giampieri F, et al. Strawberry polyphenols attenuate ethanol-induced gastric lesions in rats by activation of antioxidant enzymes and attenuation of MDA increase. PLoS One. 2011;6(10):e25878.
.۱۵ Afzalpour ME, Ghasemi E, Zarban A. Effects of an intensive resistant training sessions and green tea supplementation on malondialdehyde and total thiol in non-athlete women. 2014.
.۱٦ Jówko E, Sacharuk J, Balasińska B, Ostaszewski P, Charmas M, Charmas R. Green tea extract supplementation gives protection against exercise-induced oxidative damage in healthy men. Nutrition research. 2011;31(11):813-21.
.۱۷ Khosravi S, Tadibi V, Sheikholeslami-Vatani D. The acute effect of green tea supplementation on oxidative and antioxidant indices after resistance exercise at moderate and high intensities in trained wrestler men.

Regulatory, Integrative and Comparative Physiology. 2009;297(1):R70-R81.
.۳۰ Hutchison AT, Flieller EB, Dillon KJ, Leverett BD. Black currant nectar reduces muscle damage and inflammation following a bout of high-intensity eccentric contractions. Journal of dietary supplements. 2016;13(1):1-15.
.۳۱ Da Silva DK, Jacinto JL, De Andrade WB, Roveratti MC ,Estoche JM, Balvedi MC, et al. Citrulline malate does not improve muscle recovery after resistance exercise in untrained young adult men. Nutrients. 2017;9(10):1132.
.۳۲ Jówko E, Sacharuk J, Balasinska B, Wilczak J, Charmas M, Ostaszewski P, et al. Effect of a single dose of green tea polyphenols on the blood markers of exercise-induced oxidative stress in soccer players. International journal of sport nutrition and exercise metabolism. 2012;22(6):486-96.
cross-sectional study involving 24,182 adult Americans. Lipids in health and disease. 2017;16(1):1-9.
.۲۷ Rancaño KM, Ralston PA, Lemacks JL, Young-Clark I, Ilich JZ. Antioxidant intake in relation to serum C-reactive protein in mid-life and older African Americans. Ethnicity & health. 2020;25(8):1132-44.
.۲۸ Rezaei Zonooz S, Abed Natanzi H, Ghazalian F. The effect of ZMA supplementation on inflammatory factors of muscle injury (CK and LDH) following a bout of eccentric resistance exercise in non-athlete woman aged 18 to 28 years. Research in Exercise Nutrition. 2022;1(1):39-1.
.۲۹ Lyall KA, Hurst SM, Cooney J, Jensen D, Lo K, Hurst RD, et al. Short-term blackcurrant extract consumption modulates exercise-induced oxidative stress and lipopolysaccharide-stimulated inflammatory responses. American Journal of Physiology-