Research Paper

The Effect of Beetroot Supplementation on Oxidative Stress and Delayed Onset Muscle Soreness after an Exhaustive Eccentric Exercise in Competitive Soccer Players

Mohammad Reza Pourbahram[1], Zahra Koohestani Sini[2], Sara Naeimi[3], Mohammad-Ali Kohanpour[4*], Mahnaz Seifi[5]

1- Senior Expert in Sports Physiology of Birjand University, Physical Education Teacher in Sistan and Baluchistan, Iran

2- Physical Education Teacher in Khorasan Razavi, Iran

3- MSc Student of Plant Pathology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

4- Assistant Professor of Exercise Physiology, Department of Physical Education and Sports Science, Zand University, Shiraz, Iran

5- Senior Expert in Sports Physiology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

Received:2022/6/17
Revised:2022/8/2
Accepted:2022/8/23

Use your device to scan and read the article online

DOI:
10.30495/varzesh.2023.1979591.1051

Keywords:
Beetroot, Muscle Soreness, Oxidative Stress, Muscle Damage, Football Players

Abstract

Introduction: The aim of the present study was to investigate the effect of beetroot supplementation on oxidative stress and delayed onset muscle soreness after an exhaustive eccentric exercise in competitive soccer players.

Materials and Methods: 20 male competitive football players of Mashhad, aged between 17 and 19 years, were randomly assigned to placebo and beetroot groups. On the pre-test day, both groups participated in an exhaustive eccentric exercise. Then, for 2 weeks, the supplement group received beetroot extract and the placebo group received flour powder (200 mg daily dose with identical capsules). After two weeks, both groups again participated in the same physical activity as the pre-test (post-test). Before and 24 hours after both activities, blood samples were taken and muscle pain was measured. CK, LDH, GPX, SOD and MDA levels were measured for each blood sample.

Findings: The results showed that muscle pain and levels of CK, LDH, GPX and MDA increased significantly after eccentric exercise, but their increase in the beetroot group was significantly lower than the placebo group ($P<0.05$).

Conclusion: Probably, the short-term supplementation of beet reduces the rate of delayed onset muscle soreness following a bout of eccentric resistance activity due to its antioxidant substances.

Citation: Pourbahram M. R., Koohestani Sini Z., Naeimi S., Kohanpour M. A., Seifi M.. The Effect of Beetroot Supplementation on Oxidative Stress and Delayed Onset Muscle Soreness after an Exhaustive Eccentric Exercise in Competitive Soccer Players. Researches in Sport Sciences and Medical Plants. 2022; 3 (9):47-54

Corresponding author: Mohammad-Ali Kohanpour
Address: Assistant Professor of Exercise Physiology, Department of Physical Education and Sports Science, Zand University, Shiraz, Iran
Tell: 09128164049
Email: dr.kohanpour@gmail.com

مقاله پژوهشی

تاثیر مصرف مکمل چغندر بر استرس اکسیداتیو و کوفتگی عضلانی تاخیری بدنبال یک وهله فعالیت وامانده ساز اکسنتریک در فوتبالیست‌های رقابتی

محمدرضا پور بهرام[۱]، زهرا کوهستانی سینی[۲]، سارا نعیمی[۳]، محمدعلی کهن پور[۴*]، مهناز سیفی[۵]

۱-کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه بیرجند، دبیر تربیت بدنی سیستان و بلوچستان

۲- دبیر تربیت بدنی آموزش و پرورش استان خراسان رضوی

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد بیماری شناسی گیاهی، گروه گیاه پزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۴- استادیار فیزیولوژی ورزش، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه زند شیراز

۵-کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی،دانشگاه فردوسی مشهد،ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۳/۲۷
تاریخ داوری: ۱۴۰۱/۵/۱۱
تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۶/۱

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید

DOI:
10.30495/varzesh.2023.197959 1.1051

واژه‌های کلیدی:
چغندر، کوفتگی عضلانی، استرس اکسیداتیو، آسیب عضله، فوتبالیست‌ها

چکیده:

مقدمه و هدف: هدف از پژوهش حاضر، بررسی تاثیر مصرف مکمل چغندر بر استرس اکسیداتیو و کوفتگی عضلانی تاخیری بدنبال یک وهله فعالیت وامانده ساز اکسنتریک در فوتبالیست‌های رقابتی بود.

مواد و روش‌ها: ۲۰ پسر فوتبالیست رقابتی شهر مشهد با دامنه سنی ۱۷ تا ۱۹ سال به طور تصادفی در دو گروه دارونما و چغندر قرار گرفتند. در روز پیش آزمون، هر دو گروه در یک فعالیت وامانده ساز اکسنتریک شرکت کردند. سپس به مدت ۲ هفته، گروه مکمل، عصاره چغندر و گروه دارونما، پودر آرد (دوز ۲۰۰ میلی‌گرم روزانه با کپسول هم‌شکل) دریافت کردند. بعد از دو هفته، هر دو گروه بار دیگر در همان فعالیت بدنی مشابه با پیش آزمون شرکت کردند (پس آزمون). قبل و ۲۴ ساعت بعد بعد از هر دو فعالیت، نمونه خونی اخذ و درد عضلانی اندازه گیری شد. برای هر نمونه خونی نیز سطوح CK، LDH، GPX، SOD و MDA اندازه گیری شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که درد عضلانی و سطوح CK، LDH، GPX و MDA بعد از فعالیت وامانده ساز اکسنتریک به طور معنادار افزایش یافتند، اما افزایش آنها در گروه چغندر به طور معنادار کمتر از گروه دارونما بود ($P<0.05$). تغییرات SOD در هیچکدام از گروه‌ها معنادار نبود ($P>0.05$).

بحث و نتیجه گیری: احتمالا مکمل‌گیری کوتاه مدت چغندر، میزان افزایش کوفتگی عضلانی تاخیری را متعاقب یک وهله فعالیت وامانده ساز اکسنتریک به واسطه‌ی مواد آنتی‌اکسیدانی که دارد کاهش می‌دهد.

* **نویسنده مسوول:** محمدعلی کهن پور
نشانی: استادیار فیزیولوژی ورزش، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه زند شیراز
تلفن: ۰۹۱۲۸۱۶۴۰۴۹
پست الکترونیکی: dr.kohanpour@gmail.com

مقدمه

فوتبال یک ورزش با شدت بالا است و فوتبالیست‌های رقابتی در معرض تمرینات و مسابقات بسیار شدید با فواصل زمانی محدود قرار می‌گیرند که می‌تواند زمان ریکاوری را تحت تاثیر قرار دهد. یکی از پدیده‌هایی که در زمان ریکاوری بروز می‌کند و می‌تواند منجر به کاهش عملکرد ورزشی فوتبالیست‌ها شود، کوفتگی عضلانی تاخیری (DOMS) می‌باشد. بدین جهت که کوفتگی عضلانی تاخیری مربوط به زمان ریکاوری بعد از ورزش است، به کارگیری استراتژی‌هایی جهت کاهش آن اهمیت دارد. کوفتگی عضلانی می‌تواند باعث شود فوتبالیست، جلسات تمرینی را در هفته از دست دهد یا نتواند با کیفیت مناسب تمرین کند و این می‌تواند منجر به دور شدن از اهداف تمرینی شود. به طور کلی، پیشگیری یا کاهش کوفتگی عضلانی تاخیری منجر به دوره ریکاوری بهتر و در نتیجه بهبود عملکرد ورزشی می‌گردد.

کوفتگی عضلانی تاخیری (DOMS) آسیب فراساختاری است که بعد از ورزش رخ می‌دهد و با حساسیت و کوفتگی موضعی عضلانی مشخص می‌شود (۱). این کوفتگی معمولا از ۲۴ ساعت بعد از ورزش شروع می‌شود، اوج آن بین ۲۴ تا ۴۸ ساعت بعد از ورزش است و ۵ تا ۷ روز بعد از ورزش به طور کامل از بین می‌رود (۲). احتمالا DOMS بوسیله‌ی مجموعه‌ای از فاکتورهای مورفولوژیکی مختلف ایجاد می‌شود (۳) که شامل این موارد می‌باشد: فشار بیش از حد به عضلات منجر به آسیب مکانیکی و التهاب می‌شود (۴-۶)؛ نوتروفیل‌ها و ماکروفاژها در منطقه ملتهب شده تجمع می‌یابند که منجر به التهاب ثانویه و شروع روند تعمیر می‌شوند (۷،۸)؛ پاسخ التهابی، غلظت مواد دردآور شامل برادی کینین، لکوترین‌ها و پروستوگلاندین را افزایش می‌دهند (۹)؛ تنفس میتوکندریایی در طی تمرین، استرس اکسیداتیو را افزایش می‌دهد (۱۰). ورزش شدید باعث افزایش انرژی مورد نیاز و اینوزین مونوفسفات و هیپوکسانتین می‌شود (۱۱). هیپوکسانتین سپس به اسید اوریک و رادیکال‌های آزاد تبدیل شده و منجر به افزایش گونه‌های آزاد اکسیژن واکنش پذیر (ROS) می‌شود (۱۲). افزایش سطح ROS منجر به افزایش آبشار التهابی می‌شود (۱۳) که به طور مستقیم با آسیب غشاء سلول مرتبط است (۱۴). بنابراین، ویژگی‌های عمومی DOMS شامل افزایش درد عضله، کاهش عملکرد و قدرت عضله می‌باشد (۱۵). در این میان، آنزیم‌های عضله اسکلتی شامل کراتین کیناز (CK) و لاکتات دهیدروژناز (LDH) نشت می‌کنند که افزایش آنها نشان دهنده‌ی آسیب غشاء سلول عضلانی است و همچنین مالون دی آلدهید (MDA) به عنوان یک شاخص افزایش ROS و پراکسیداسیون لیپید افزایش می‌یابد (۱۹-۱۶).

در همین راستا، استفاده از مکمل‌های غذایی همواره مورد توجه ورزشکاران بوده است اما در دهه گذشته، پژوهشگران توجه زیادی به گیاهان دارویی با خواص آنتی‌اکسیدانی به جهت نداشتن عوارض داشته‌اند (۲۰). در این میان، یکی از گیاهان دارویی که سال‌هاست در نقاط مختلف جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد، چغندر است که از مجموعه‌ای از ترکیبات فنلی شامل اسیدهای فنولیک، فلاونوئیدها، اسیدهای آلی و معدنی تشکیل شده است (۲۱). چغندر همچنین حاوی مقادیر کمتری از ترکیبات دیگر مانند اسید اسکوربیک است که ممکن است ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل را افزایش دهد و توانایی بدن برای مبارزه با گونه‌های فعال اکسیژن را افزایش دهد (۲۲). پژوهشگران اثرات مصرف حاد و مزمن آب چغندر را در افراد و ورزشکاران بررسی کرده‌اند اما آنها به یافته‌های متناقضی دست یافته‌اند (۲۳-۲۵) و شواهد زیادی در زمینه اثر مصرف این گیاه در بازیکنان فوتبال وجود ندارد و تاکنون اثر مصرف عصاره این گیاه بر کوفتگی عضلانی بعد از ورزش در فوتبالیست‌های رقابتی مورد مطالعه قرار نگرفته است. بنابراین، هدف از پژوهش حاضر هدف از پژوهش حاضر، بررسی تاثیر مصرف مکمل چغندر بر استرس اکسیداتیو و کوفتگی عضلانی تاخیری بدنبال یک وهله فعالیت وامانده ساز اکسنتریک در فوتبالیست‌های رقابتی بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش از نوع نیمه تجربی با طرح پیش آزمون و پس آزمون با گروه دارونما انجام شد. جامعه آماری پژوهش شامل کلیه فوتبالیست‌های پسر ۱۷ تا ۱۹ ساله شهر تهران با شاخص توده بدنی بالاتر از ۲۰ و کمتر از ۲۴ بودند. از میان جامعه آماری، ۲۰ نفر به صورت هدفمند در دسترس انتخاب شدند و به طور تصادفی در دو گروه دارونما و چغندر قرار گرفتند (هر گروه ۱۰ نفر). قبل از شروع پژوهش ماهیت، اهداف و خطرات این مطالعه در جلسه حضوری برای آزمودنی‌ها توضیح داده شد و از آنان جهت شرکت در این مطالعه رضایت نامه کتبی اخذ شد. آنها دارای بیماری خاص نبوده و تحت درمان دارویی نیز قرار نداشتند. ضمن اینکه سیگار نمی‌کشیدند و نوشیدنی‌های الکلی نیز مصرف نمی‌کردند. در واقع آنها فوتبالیست‌های رقابتی بودند که در سه سال گذشته به صورت رسمی به ورزش فوتبال مشغول بودند و در یک سال گذشته در لیگ برتر جوانان مشهد بازی می‌کردند. ابتدا در یک جلسه تمام روند پژوهش (مکمل گیری، فعالیت بدنی و نمونه گیری) همراه با اهداف آن و نیز خطرات احتمالی به آزمودنی‌ها توضیح داده شد و اندازه گیری‌های مربوط به قد، وزن، شاخص توده بدن و حداکثر اکسیژن مصرفی انجام شد. همچنین آنها یک هفته قبل از پژوهش در یک جلسه آشنایی با نحوه انجام فعالیت بدنی شرکت کردند. در روز پیش آزمون، هر دو گروه در یک فعالیت وامانده

ساز اکسنتریک شرکت کردند. قبل و ۲۴ ساعت بعد از فعالیت نمونه خونی از آنها اخذ شد. سپس به مدت دو هفته، آزمودنی‌ها در برنامه مکمل‌گیری مختص به گروه خود شرکت کردند، به طوری که یک گروه مکمل عصاره چغندر را با دوز ۲۰۰ میلی‌گرم روزانه به صورت کپسول دریافت کردند که گروه آزمایش محسوب می‌شدند. یک گروه نیز به عنوان گروه دارونما، پودر آرد (به صورت کپسول هم‌شکل با گروه چغندر) دریافت کردند. بعد از دو هفته دریافت مداخلات، هر دو گروه بار دیگر در همان فعالیت بدنی وامانده ساز اکسنتریک با همان شدت و مدت که در روز پیش آزمون انجام داده بودند، شرکت کردند (پس آزمون). قبل و ۲۴ ساعت بعد از این فعالیت نیز نمونه خونی از آنها اخذ شد. برای هر نمونه خونی سطوح CK، LDH، GPX، SOD و MDA اندازه گیری شد. همزمان با نمونه گیری خونی در پیش آزمون و پس آزمون، جهت اندازه‌گیری درد عضلانی نیز از مقیاس VAS استفاده شد. کنترل دقیق تغذیه امکان پذیر نبود و از آزمودنی‌ها خواسته شد از رژیم غذایی طبیعی خود استفاده کنند. کنترل رژیم غذایی در این دو هفته از طریق پرسشنامه یادآمد تغذیه ۲۴ ساعته صورت گرفت.

پروتکل فعالیت بدنی در هم در پیش آزمون و هم در پس آزمون بدین صورت بود که آزمودنی‌ها بعد از انجام ۱۵ دقیقه نرمش به انجام فعالیت بدنی شامل تمرین شبیه سازی فوتبال پرداختند. این تمرین شامل شش دورهٔ ۱۵ دقیقه‌ای تمرینات ویژه شامل راه رفتن، دریبل توپ از میان موانع، دویدن به عقب، دویدن با سرعت روی چهار خط مستقیم به مسافت ۵۰ متر به صورت رفت و برگشت بود که روی زمین چمن اجرا شد. آزمودنی‌ها بعد از هر ۱۵ دقیقه در مدت زمان ۱/۵ دقیقه استراحت مجاز به نوشیدن آب بودند. ضربان قلب آزمودنی‌ها در دقایق ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ هر نیمه از تمرین ثبت شد. بیشاپ و همکاران در سال ۱۹۹۹ این پروتکل تمرینی را اجرا کرده‌اند. انتخاب این پروتکل به لحاظ شباهت زیاد مراحل آن با فنون معمول ورزش فوتبال است و محقق با هدف انتقال فشار واقعی تمرینات فوتبال به آزمودنی‌ها از آن استفاده می‌کنند (۲۶).

برای تهیه عصاره چغندر ابتدا پودر بدست آمده از آن را به مدت ۲۴ ساعت تحت تاثیر اتانول ۹۶ درصد در دستگاه پرکولاسیون قرار گرفت. هر ۱۰۰ گرم چغندر تحت تاثیر ۱۰۰ گرم اتانول قرار گرفت. بعد از ۲۴ ساعت شیر دستگاه باز شد و مایع از آن خارج شد. مایع خارج شده تا زمانی که اتانول اضافه شده بیرنگ شود از صافی عبور داده شد و عصاره بدست آمده در روتاری قرار گرفت و سپس به منظور خشک شدن در زیر هود قرار داده شد. بعد از تهیه عصاره، مقدار مورد نظر در کپسول‌های هم شکل ریخته شد.

وزن با ترازوی دیجیتال سکا ساخت کشور آلمان و قد نیز با قد سنج سکا ساخت کشور آلمان اندازه گیری شد. شاخص توده بدن (BMI) از طریق تقسیم مجذور قد به متر بر وزن به کیلوگرم محاسبه شد و حداکثر اکسیژن مصرفی (VO2max) نیز از طریق تست بروس و در حضور پزشک اندازه گیری شد. قبل و بعد از هر دو جلسه فعالیت بدنی، نمونه خونی از ورید میانی (باسلیک) آزمودنی‌های سه گروه به میزان ۶ سی‌سی گرفته شد. نمونه‌های جمع آوری شده داخل لوله‌های استریل حاوی K3EDTR ریخته شد. لوله‌های هپارینه و EDTR درون یخ قرار گرفت و سپس تا چند دقیقه در دمای محیط باقی ماند. سپس توسط سانتریفیوژ به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۳۵۰۰ RPM، سرم از پلاسما جدا شد. کلیه نمونه‌های خونی به صورت فریز شده در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد تا رسیدن به آزمایشگاه نگهداری و در آنجا نیز با دمای ۷۰- درجه سانتی‌گراد فریز شدند. کلیه مراحل نمونه گیری برای هر یک از آزمودنی‌ها در شرایط یکسان انجام شد. همچنین هر آزمودنی کلیه جلسات فعالیت را در ساعت و زمان مخصوص به خود شروع و به اتمام رساند که این زمان برای کلیه جلسات تمرینی وی یکسان بود. سطوح کراتین کیناز (CK) و لاکتات دهیدروژناز (LHD) با استفاده از کیت پارس آزمون و اتوآنالایزر اندازه گیری شدند. سطوح مالون دی آلدهید (MDA) با استفاده از کیت HpLc ساخت کشور آلمان با حساسیت ۰/۹۲ میکرومول بر لیتر به دست آمد. سوپر اکسید دسموتاز (SOD) و گلوتاتیون پراکسیداز (GPX) نیز از طریق کیت کمپانی IBL آلمان به ترتیب با حساسیت‌های ۰/۳ و ۰/۱۳ U/L بدست آمدند.

جهت مقایسه و بررسی تغییرات متغیرها در دو گروه پژوهش از آزمون t مستقل بین میزان تغییرات (دلتا) استفاده شد. جهت مقایسه ویژگی‌های دو گروه نیز از آزمون t مستقل استفاده شد. سطح معنی داری برابر با $P\leq0.05$ در نظر گرفته شد. تمام محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۹ انجام شد.

یافته‌ها

مقایسه سن، قد، وزن، BMI و VO2max آزمودنی‌های دو گروه در جدول ۱ ارائه شده است. میانگین و انحراف معیار متغیرهای مورد مطالعه در جدول ۲ و نتایج آزمون t مستقل بین میزان تغییرات دو گروه نیز در جدول ۳ خلاصه شده است. بین ویژگی-های دو گروه تفاوت معنادار وجود نداشت ($P>0.05$). در مورد سطوح SOD هیچ تغییر معناداری مشاهده نشد ($P=0.93$)، اما درد عضلانی و سطوح CK، LDH، GPX و MDA بعد از فعالیت وامانده ساز اکسنتریک به طور معنادار افزایش یافتند، ولی افزایش آنها در گروه چغندر به طور معنادار کمتر از گروه دارونما بود ($P<0.05$).

جدول ۱- مقایسه ویژگی‌های دو گروه

متغیر	گروه	انحراف معیار ± میانگین	t	p
سن (سال)	چغندر	۱۷/۸۰ ± ۰/۷۸	۰/۲۹	۰/۷۷
	دارونما	۱۷/۹۰ ± ۰/۷۳		
قد (سانتیمتر)	چغندر	۱۷۳/۹۰ ± ۳/۰۳	۱/۳۴	۰/۱۹
	دارونما	۱۷۶/۱۰ ± ۴/۲۰		
وزن (کیلوگرم)	چغندر	۶۸/۱۰ ± ۳/۸۴	۰/۸۷	۰/۳۹
	دارونما	۶۹/۷۰ ± ۴/۳۲		
BMI (kg/m^2)	چغندر	۲۲/۵۰ ± ۰/۸۷	۰/۱۷	۰/۸۶
	دارونما	۲۲/۴۵ ± ۰/۴۸		
VO2max (ml/kg/min)	چغندر	۴۴/۲۰ ± ۱/۶۱	۰/۶۶	۰/۹۴
	دارونما	۳۳/۳۰ ± ۴/۴۷		

جدول ۲- میانگین و انحراف معیار متغیرهای مورد مطالعه در چهار زمان اندازه گیری

متغیر	گروه				
CK (واحد بین الملل بر لیتر)	چغندر	۱۱۷/۳۰ ± ۲/۹۸	۱۵۲/۹۰ ± ۱۴/۸۹	۱۱۵/۸۰ ± ۲/۴۸	۱۳۸/۲۰ ± ۸/۱۴
	دارونما	۱۱۹/۷۰ ± ۵/۳۷	۱۴۷ ± ۱۴/۲۸	۱۱۹/۲۰ ± ۶/۰۳	۱۴۶/۸۰ ± ۱۶/۶۳
LDH (واحد بین الملل بر لیتر)	چغندر	۳۱۹ ± ۴/۲۹	۳۵۰/۹۰ ± ۱۳/۹۸	۳۱۸/۲۰ ± ۴/۵۶	۳۴۰/۹۰ ± ۱۲/۰۰۴
	دارونما	۳۰۰/۶۰ ± ۴۰/۰۲	۳۳۷/۴۰ ± ۴۰/۵۸	۳۰۰ ± ۳۹/۱۹	۳۳۵ ± ۳۷/۷۱
SOD (U/L)	چغندر	۱۶۹۴/۹۸ ± ۴۷۷/۶۲	۱۷۰۰/۷۰ ± ۴۷۶/۸۳	۱۶۹۷/۵۶ ± ۴۷۹/۵۴	۱۶۹۸/۲۵ ± ۴۷۵/۶۸
	دارونما	۱۴۳۴/۸۹ ± ۵۹۹/۸۴	۱۴۳۵/۷۶ ± ۶۰۰/۹۰	۱۴۳۵/۷۸ ± ۶۰۴/۸۴	۱۴۳۵/۹۲ ± ۵۹۸/۸۱
GPX (U/L)	چغندر	۵۷۹/۴۰ ± ۹۸/۳۸	۶۰۳/۷۰ ± ۹۲/۰۳	۵۷۸/۲۰ ± ۹۸/۴۱	۵۹۰/۹۰ ± ۹۴/۶۳
	دارونما	۵۶۱/۲۰ ± ۱۱۷/۸۰	۵۷۷/۸۰ ± ۱۱۵/۷۵	۵۶۲/۴۰ ± ۱۱۷/۲۲	۵۸۸ ± ۱۱۳/۹۵
MDA (میکرومول بر لیتر)	چغندر	۱/۸۴ ± ۰/۵۱	۲/۸۴ ± ۰/۶۳	۱/۹۹ ± ۰/۵۹	۲/۴۵ ± ۰/۷۱
	دارونما	۲/۳۳ ± ۰/۷۰	۲/۹۴ ± ۰/۵۹	۲/۱۹ ± ۰/۵۰	۲/۹۵ ± ۰/۵۶
درد عضلانی (VAS)	چغندر	۰/۰۱ ± ۰/۰۳	۴/۱۵ ± ۰/۸۱	۰/۰۱ ± ۰/۰۳	۳/۴۵ ± ۰/۷۲
	دارونما	۰/۰۸ ± ۰/۱۴	۴/۲۰ ± ۰/۸۲	۰/۰۸ ± ۰/۱۴	۴/۶۰ ± ۰/۸۰

جدول ۳- نتایج آزمون t مستقل جهت مقایسه میزان تغییرات دو گروه

متغیر	دلتا۱	دلتا۲	دلتا
CK	۰/۲٤	۰/۳٦	٭ ۰/۰۳۲
LDH	۰/٤۱	۰/۰٦	٭ ۰/۰۲٦
GPX	۰/۱۳	۰/۱۲	٭ ۰/۰۱۷
SOD	٭ ۰/۰۰۱	۰/۳۹	۰/۹۳
MDA	٭ ۰/۰٤۹	۰/۱۸	٭ ۰/۰۰۸
VAS	۰/۹۵	٭ ۰/۰۰۵	٭ ۰/۰۰۳

٭ معنادار در سطح $P\leq0.05$

دلتا۱: تفاضل میانگین قبل و بعد از فعالیت اول

دلتا۲: تفاضل میانگین قبل و بعد از فعالیت دوم

دلتا: تفاضل دلتا۱ و دلتا۲

بحث و بررسی

داده‌های حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که بین سن، قد، وزن، شاخص توده بدن و حداکثر اکسیژن مصرفی دو گروه پژوهش تفاوت معنادار وجود نداشت و لذا دو گروه از منظر این متغیرها همگن بودند. بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، فعالیت شبیه سازی شده فوتبال تغییری در سطوح SOD ایجاد نکرد اما منجر به افزایش معنادار درد عضلانی و سطوح CK، LDH، GPX

و MDA در فوتبالیست‌های پسر شد اما ۱۴ روز مکمل‌گیری عصاره چغندر منجر به افزایش کمتر در این متغیرها شد. تا به حال تاثیر عصاره چغندر بر شاخص‌های کوفتگی عضلانی بدنبال فعالیت‌های بدنی شدید مورد مطالعه قرار نگرفته است و پژوهش حاضر برای اولین بار این بررسی را انجام داد. لذا نمی‌توان این یافته‌ها را با دیگر یافته‌ها مقایسه کرد و در تفسیر یافته‌ها می‌بایست احتیاط کرد. همسو با یافته‌های حاضر، کائو و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند که ۲۴ تا ۴۸ ساعت بعد از ورزش شدید و در دوره ریکاوری، کوفتگی عضلانی تاخیری و شاخص‌های آن به طور معنادار افزایش یافتند (۱۵). نشان داده شده است که فشار مکانیکی ورزش شدید منجر به نفوذ پذیری غشای سلول (پارگی سارکولما) شده و در نتیجه آنزیم‌های عضلانی مانند CK و LDH که مارکرهای خونی آسیب عضلانی هستند به درون خون نشت کرده و سطوح آنها افزایش می‌یابد (۱۲،۱۸،۲۷،۲۸). در همین راستا، سرینکن و همکاران (۲۰۱۳) نیز افزایش درد عضلانی را در ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از فعالیت اکسنتریک مشاهده کردند (۲۹). مک‌فارلین و همکاران (۲۰۱۶) نیز یافته‌های مشابهی برای فاکتورهای التهابی و استرس اکسیداتیو گزارش کردند (۳۰).

تمرین فوتبال می‌تواند منجر به تولید مقادیر زیادی از گونه‌های اکسیژن فعال شود که می‌تواند زمان رسیدن به خستگی را کاهش دهد و بر عملکرد ورزشی تاثیر بگذارد. سیستم‌های دفاعی بدن نیز با این ترکیبات مقابله می‌کنند، اما گاهی اوقات با شکست مواجه می‌شوند. یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج برخی از مطالعات که کاهش این بیومارکرها پس از فعالیت ورزشی را بدنبال مصرف دیگر مکمل‌های آنتی‌اکسیدان مشاهده کردند، همسو می‌باشد (۳۱،۳۲). مطالعه حاضر، نخستین پژوهش در زمینه تأثیر مکمل گیری چغندر بر شاخص‌های کوفتگی عضلانی تاخیری ناشی از فعالیت ورزشی می‌باشد. آنچه در پژوهش حاضر مشاهده شد، افزایش کمتر شاخص‌های کوفتگی عضلانی بعد از فعالیت وامانده ساز بدنبال مصرف عصاره چغندر بود. محققین زیادی در سال‌های اخیر به مطالعه اثرات آنتی‌اکسیدان گیاهان پرداخته‌اند (۳۳). در این میان، مطالعات محدودی در مورد خواص آنتی‌اکسیدانی چغندر انجام شده است، اما بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در موارد حیوانی و انسانی پس از مصرف طولانی مدت چغندر نشان داده شده است (۳۷-۳۴). این یافته‌ها در تائید یافته‌های حاضر هستند و احتمالا به دلیل ترکیبات فنلی از جمله اسیدهای فنولیک و فلاونوئیدهای چغندر می‌باشد (۲۱). ویژگی آنتی‌اکسیدانی فلاونوئیدها از این رو است که می‌توانند الکترون‌های رادیکال‌های آزاد را از آن خود کنند (۳۸). ترکیبات فنولی به آسانی اتم هیدروژن را از گروه OH آروماتیک به یک رادیکال آزاد داده و موجب پایداری الکترون منفرد می‌شوند (۳۹). اسیدهای فنولیک به ویژه کافئیک اسید و روزمارینیک اسید، دارای ساختار کتکولی بوده و می‌توانند رادیکال‌ها را پاکسازی کنند (۴۰). پاکسازی رادیکال‌های آزاد توسط ترکیبات فنولی برای ویژگی آنتی‌اکسیدانی آنها بسیار اهمیت دارد و می‌تواند با شکستن واکنش زنجیره‌ای رادیکال آزاد، از شروع آن جلوگیری کند (۴۰،۳۸). ترکیبات فنولیک اثرات آنتی‌اکسیدان خود را در بدن موجودات زنده، احتمالا با تحریک سیستم دفاعی اندوژنز آنتی‌اکسیدانی اعمال می‌کنند. پلی‌فنول‌ها می‌توانند با القای آنزیم‌هایی چون گلوتاتیون اس-ترانسفراز (GST) موجب افزایش دفع گونه‌های اکسیدان و همچنین تحریک آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان شوند (۴۱). علاوه بر این، اسید اسکوربیک موجود در چغندر، می‌تواند منجر به افزایش اثرات آنتی‌اکسیدانی این گیاه شود (۲۲). در هرصورت، نیازمند مطالعات بیشتری در خصوص تاثیر عصاره چغندر بر شاخص‌های کوفتگی عضلانی تاخیری بدنبال فعالیت شدید در فوتبالیست‌های رقابتی با در نظر گرفتن مکانیسم‌های احتمالی می‌باشیم.

نتیجه گیری

بر اساس یافته‌های حاضر، چنین نتیجه گیری می‌شود که احتمالا یک وهله فعالیت وامانده ساز اکسنتریک باعث افزایش کوفتگی عضلانی تاخیری و شاخص‌های آن در فوتبالیست‌های رقابتی می‌شود، اما مکمل‌گیری کوتاه مدت عصاره چغندر، میزان افزایش در این کوفتگی و شاخص‌های آن را به طور معنادار کاهش خواهد داد. این تاثیر چغندر، احتمالا به واسطه‌ی ترکیبات فنلی از جمله اسیدهای فنولیک و فلاونوئیدها و نیز اسید اسکوربیک موجود در گیاه می‌باشد. البته مصرف عصاره چغندر، کوفتگی عضلانی ناشی از فعالیت شدید شبیه سازی شده فوتبال را به طور کامل برطرف نکرد؛ اما به طور معناداری از میزان آن کاست.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مطالعه توسط کمیته اخلاق دانشگاه زند شیراز تائید شد.

حامی مالی

دانشگاه زند شیراز

مشارکت نویسندگان

طراحی و ایده پردازی: محمد رضا پور بهرام و امیر حسین تلواری؛ روش شناسی و تحلیل داده‌ها: محمد علی کهن پور؛ نظارت و نگارش نهایی: زهرا کوهستانی سینی و سارا نعیمی.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان مقاله حاضر فاقد هرگونه تعارض منافع می‌باشد.

References

1. Safran MR, Seaber AV, Garrett WE. Warm-up and muscular injury prevention an update. Sports Med. 1989;8(4):239.
2. Armstrong RB. Mechanisms of exercise-induced delayed onset muscular soreness: a brief review. Med Sci Sports Exerc. 1984;16(6):529–38.
3. Hody S, Croisier JL, Bury T, Rogister B, Leprince P. Eccentric muscle contractions: risks and benefits. Front Physiol. 2019;10:536.
4. Newham DJ, McPhail G, Mills KR, Edwards RH. Ultrastructural changes after concentric and eccentric contractions of human muscle. J Neurol Sci. 1983; 61(1):109–22.
5. Fridén J, Sjöström M, Ekblom B. A morphological study of delayed muscle soreness. Experientia. 1981;37(5):506–7.
6. Fridén J, Lieber RL. Eccentric exercise-induced injuries to contractile and cytoskeletal muscle fibre components. Acta Physiol Scand. 2010;171(3):321–6.
7. Tiidus PM. Radical species in inflammation and overtraining. Can J Physiol Pharm. 1998;76(5):533.
8. Hyldahl RD, Hubal MJ. Lengthening our perspective: morphological, cellular, and molecular responses to eccentric exercise. Muscle Nerve. 2014;49(2): 155–70.
9. Kim J, Lee J. A review of nutritional intervention on delayed onset muscle soreness. Part I. J Exerc Rehabil. 2014;10(6):349–56.
10. Close GL, Ashton T, Mcardle A, Maclaren DPM. The emerging role of free radicals in delayed onset muscle soreness and contraction-induced muscle injury. Comp Biochem Physiol, Part A: Mol Integr Physiol. 2005;142(3):257–66.
11. Gross M, Kormann B, Zöllner N. Ribose administration during exercise: effects on substrates and products of energy metabolism in healthy subjects and a patient with myoadenylate deaminase deficiency. Klin Wochenschr. 1991;69(4):151–5.
12. Athanasios C, Fatouros IG, Vassilios G, Alexandra A, Jamurtas AZ, Nikolaidis MG, et al. Time course of changes in performance and inflammatory responses after acute plyometric exercise. J Strength Cond Res. 2010;24(5): 1389–98.
13. Aoi W, Naito Y, Takanami Y, Kawai Y, Sakuma K, Ichikawa H, et al. Oxidative stress and delayed-onset muscle damage after exercise. Free Radical Bio Med. 2004;37(4):480–7.
14. Powers SK, Jose D, Kavazis AN, Talbert EE. Reactive oxygen species are signalling molecules for skeletal muscle adaptation. Exp Physiol. 2010;95(1):1–9.
15. Cao W, Qiu J, Cai T, Yi L, Benardot D, Zou M. Effect of D-ribose supplementation on delayed onset muscle soreness induced by plyometric exercise in college students. Journal of the International Society of Sports Nutrition, (2020) 17:42.
16. Ascensão A, Rebelo A, Oliveira E, Marques F, Pereira L, Magalhães J. Biochemical impact of a soccer match-analysis of oxidative stress and muscle damage markers throughout recovery. Clin Biochem. 2008;41(10): 841–51.
17. Joohyung L, Goldfarb AH, Rescino MH, Sudhir H, Steve P, Kathy A. Eccentric exercise effect on blood oxidative-stress markers and delayed onset of muscle soreness. Med Sci Sports Exerc. 2002;34(3):443–8.
18. Paola B, Giuseppe L, Nicola M. Biochemical markers of muscular damage. Clin Chem Lab Med. 2010;48(6):757–67.
19. Bloomer RJ, Goldfarb AH, Wideman L, Mckenzie MJ, Consitt LA. Effects of acute aerobic and anaerobic exercise on blood markers of oxidative stress. J Strength Con Res. 2005;19(2):276–85.
20. Meamarbashi A. (2017). Herbs and natural supplements in the prevention and treatment of delayed-onset muscle soreness. AJP, 7 (1): 16-26.
21. Clifford T, Howatson G, West D, Stevenson E. The potential benefits of red beetroot supplementation in health and disease. Nut. 2015;7(4):2801-22.
22. Vasconcellos J, Conte-Junior C, Silva D, Pierucci AP, Paschoalin V, Alvares TS. Comparison of total antioxidant potential, and total phenolic, nitrate, sugar, and organic acid contents in beetroot juice, chips, powder, and cooked beetroot. Fd Sci Biotech. 2016;25(1):79-84.
23. Bond V, Curry BH, Adams RG, Asadi MS, Millis RM, Haddad GE. Effects of dietary nitrates on systemic and cerebrovascular hemodynamics. Cardio Res Prac. 2013;4(3):1-9.
24. Brown Holy NNIaBON. Post-prandial effect of beetroot (beta vulgaris) juice on glucose and lipids levels of apparently healthy subjects. Eur J Pharm Med Res. 2017;4(5):60-62.
25. Wightman EL, Haskell-Ramsay CF, Thompson KG, Blackwell JR, Winyard PG, Forster J, et al. Dietary nitrate modulates cerebral blood flow parameters and cognitive performance in humans: a double-blind, placebo-controlled, crossover investigation. Physio Behv. 2015;14(9):149-58.
26. Bishap NC, Blanin AK, Robinson PJ, (1999). "The effects of Carbohydrate Supplementation on Immune Responses to a Soccer-Specific Exercise Protocol". J. Sports Science. 17: 787-796.
27. Tofas T, Jamurtas AZ, Fatouros I, Nikolaidis MG, Koutedakis Y, Sinouris EA, et al. Plyometric exercise increases serum indices of muscle damage and collagen breakdown. J Strength Con Res. 2008;22(2):490–6.
28. Erick D, Janne A, Masaki I, Jouni K, Sami K, Heikki KL, et al. Bimodal recovery pattern in human skeletal muscle induced by exhaustive stretch-shortening cycle exercise. Med Sci Sports Exerc. 2007;39(3):453.
29. Mehmet Akif Serinken, Celal Gençoğlu, Berkant Muammer Kayatekin. The Effect of Eccentric

Exercise-Induced Delayed-Onset Muscle Soreness on Positioning Sense and Shooting Percentage in Wheelchair Basketball Players. Balkan Med J 2013; 30: 382-6.
30. McFarlin BK., Venable A, Henning AL, Sampson JB, Pennel K, Vingren JL, Hill DW. Reduced inflammatory and muscle damage biomarkers following oral supplementation with bioavailable curcumin. BBA Clinical 5 (2016) 72–78.
31. Choobine C, Akbarnejad A. Borjian M, Kordi MR. The Effect of Omega-3 Supplementation on Serum Prostaglandin E2 in Athlete Women after a Single Bout of Exhaustive Exercise. Sport Biosciences. 2012; 15(4): 121-32. [Persian]
32. Anderson SD, Daviskas E. The mechanism of exercisenduced asthma is... . J Allergy Clin Immunol. 2000; 106(3):453-9.
33. Abdolmaleki M, Bahrami Nezhad S, Salari M, Abbasi S, Panjehke N. Antifungal Activity of Peppermint (Mentha piperita L.) on Phytopathogenic Fungi. J Med Plants. 2011; 2 (38) :26-34.[Persian]
34. Kujawska M, Ignatowicz E, Murias M, Ewertowska M, Mikołajczyk K, Jodynis-Liebert J. Protective effect of red beetroot against carbon tetrachlorideand N-nitrosodiethylamine-induced oxidative stress in rats. J Agri Fd Chem. 2009;57(6):2570-75.
35. Lu X, Wang Y, Zhang Z. Radioprotective activity of betalains from red beets in mice exposed to gamma irradiation. Eur J Pharm. 2009;61(5):223-27.
36. El Gamal AA, AlSaid MS, Raish M, Al-Sohaibani M, Al-Massarani SM, Ahmad A, et al. Beetroot (Beta vulgaris L.) extract ameliorates gentamicin-induced nephrotoxicity associated oxidative stress, inflammation, and apoptosis in rodent model. Med Inflam. 2014;2(1):4-11.
37. Roth T. Benefits of beetroot supplementation on maximal exercise, blood pressure, and the redox state of blood. Prof Med J. 2015;11(5):23-32.
38. Duthie G, Crozier A, Plant-derived phenolic antioxidants. Curr Opin Clin Nutr Metab Care 3 (2000) 447-451.
39. Cuvelier M.E, Richard H, Berset C, Antioxidative activity and phenolic composition of pilot-plant and commercial extracts of sage and rosemary. Journal of the American Oil Chemists' Society 73 (1996) 645-652.
40. Croft KD, The chemistry and biological effects of flavonoids and phenolic acids. Ann N Y Acad Sci 854 (1998) 435-442.
41. Ferguson LR, Role of plant polyphenols in genomic stability. Mutat Res 475 (2001) 89-111.