Researches in Sport Sciences and Medical Plants

Summer 2022. Vol 3. Issue 8

Research Paper

The Effect of Salvia Extract Supplementation on Inflammation, Oxidative Stress, Muscle Injury and Pain Following an Exhaustive Eccentric Exercise in non-Athlete Women

Zahra Koohestani Sini[1], Craig Duncan[2], Mohammad-Ali Kohanpour [3*], Sara Naeimi[4]

1. Department of General Courses, Faculty of Medicine, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran
2. Australian Catholic University, Strathfield, Australia; Performance Intelligence Agency, Sydney, Australia
3. Department of Physical Education and Sports Science, Zand University, Shiraz, Iran
4. Postgraduate Student of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, ferdowsi university, mashhad, Iran

Received: 2022/4/30
Revised: 2022/7/25
Accepted:2022/8/19

Use your device to scan and read the article online

DOI:
10.30495/VARZESH.2022.1967784.1042

Keywords:
Salvia, Delayed Onset Muscle Soreness, Eccentric Exercise, Oxidative Stress, Muscle Damage

Abstract

Introduction: Delayed onset muscle soreness is one of the problems in people starting exercise and researchers are looking for ways to reduce it. The aim of the present study was to investigate of the effect of a period of salvia extract supplementation on the indicators of delayed onset muscle soreness following exhaustive eccentric exercise in non-athlete women.

Materials and Methods: 20 non-athlete women aged 20 to 30 years were randomly divided into two groups of placebo and salvia extract. On the pre-test day, both groups participated in an exhaustive eccentric activity. Then, for two weeks, the supplement group received salvia extract and the placebo group received flour powder (200 mg/kg daily with similar capsules). After two weeks, both groups participated in the same physical activity similar to the pre-test (post-test). Blood samples were taken before and 24 hours after both activities and muscle pain was measured. CK, LDH, GPX, SOD, MDA, TNF-α, IL-1β, CRP and lactate levels were measured for each blood sample. To examine the changes in the variables, analysis of variance mixed with repeated measures and independent t-test at the level of $P \leq 0.05$ were used.

Findings: The results showed that muscle pain and levels of CK, LDH, GPX, MDA, TNF-α, IL-1β, CRP and lactate increased significantly after eccentric exhaustion activity, but their increase was significantly lower in the salvia extract group than in the placebo group (P=0.036, P=0.043, P=0.009, P=0.001, P=0.006, P=0.002, P=0.007, P=0.005 and P=0.011, respectively).

Conclusion: Short-term salvia extract supplementation may reduce the rate of increase in delayed onset muscle soreness following an exhaustive eccentric exercise due to flavonoids and phenolic compounds.

Citation: Koohestani Sini Zahra, Duncan Craig, Kohanpour Mohammad-Ali, Naeimi Sara The Effect of Salvia Extract Supplementation on Inflammation, Oxidative Stress, Muscle Injury and Pain Following an Exhaustive Eccentric Exercise in non-Athlete Women . Res Sport Sci Med Plants. 2022; 3 (8):33-43

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

Extended Abstract

Introduction

Delayed onset muscle soreness (DOMS) usually begins 24 hours after exercise, peaks between 24 and 48 hours after exercise, and resolves completely 5 to 7 days after exercise (2). Intense exercise increases energy requirements and inosine monophosphate and hypoxanthine (11). Hypoxanthine is then converted to uric acid and free radicals, leading to an increase in reactive oxygen species (ROS) (12). Increased ROS levels lead to increased inflammatory cascade (13), which is directly related to cell membrane damage (14). Thus, general features of DOMS include increased muscle pain, decreased muscle function and strength (15). Meanwhile, skeletal muscle enzymes including creatine kinase (CK) and lactate dehydrogenase (LDH) leak which indicates damage to muscle cell membranes and also malondialdehyde (MDA) increases as an indicator of increased ROS and lipid peroxidation (16-19). The use of dietary supplements has always been of interest to athletes, but in the last decade, researchers have paid much attention to medicinal plants with antioxidant properties for no side effects (20). Salvia limbata has been used for many years in different parts of the world. The presence of phenolic compounds in its extract has caused the antioxidant properties of this plant (26, 27). The results of studies show that sage can minimize the damaging effects of oxidative conditions by reducing free radicals (21). The aim of the present study was to investigate the effect of a period of salvia extract supplementation on the indicators of DOMS following exhaustive eccentric exercise in non-athlete women.

Materials and Methods

This quasi-experimental study was performed with pre-test and post-test design with placebo group. Twenty non-athlete women were randomly assigned to two groups of placebo and salvia (10 in each group). Inclusion criteria included not being an athlete, being healthy and not having a specific disease, not being treated with medication, not smoking, not drinking alcohol, age range 20 to 30 years and BMI above 20 and less than 25. Exclusion criteria also included unwillingness to continue participating in the study, non-compliance with interventions and illness. On the pre-test day, both groups participated in an exhaustive eccentric activity. Blood samples were taken before and after the activity. Then, for 2 weeks, the subjects participated in a supplementation program for their group, so that one group received salvia extract supplement at a dose of 200 mg / kg body weight daily in capsules (23, 24). One group received flour powder (in the form of capsules similar to the salvia group) as a placebo group. After two weeks of receiving the interventions, both groups again participated in the same eccentric exhausting physical activity with the same intensity and duration as they did in the pre-test (post-test). Blood samples were taken before and after this activity. To compare and evaluate the changes of variables in the two research groups and in four blood sampling times (before and after the pre-test activity, and before and after the post-test activity), analysis of variance mixed with repeated measures was used. Independent t-test was used to compare the changes between the two groups. A significance level of $P \leq 0.05$ was considered.

Findings

There was no significant change in SOD levels ($P=0.20$) but muscle pain and levels of CK, LDH, GPX, MDA, TNF-α, IL-1β, CRP and lactate increased significantly after eccentric exhaustion exercise, But their increase in sage group was significantly less than placebo group ($P<0.05$).

Discussion

Eccentric exhausting activity did not alter SOD levels but resulted in a significant increase in muscle pain and CK, LDH, GPX, MDA, TNF-α, IL-1β, CRP, and lactate levels in non-athlete women, but 14 days of salvia extract supplementation resulted in a smaller increase in these variables. Consistent with the present findings, Cao et al. (2020) reported that 24 to 48 hours after strenuous exercise and during the recovery period, DOMS and its indicators increased significantly (15). Intense exercise mechanical stress has been shown to lead to permeability of cell membranes (sarcolemma rupture), resulting in muscle enzymes such as CK and LDH, which are blood markers of muscle damage, leaking into the bloodstream and increasing levels (12,18,26,27). In this regard, Serinken et al. (2013) also observed an increase in muscle pain at 24 and 48 hours after eccentric activity (28). McFarlin et al. (2016) reported similar findings for inflammatory factors and oxidative stress (29). The findings of the present study are consistent with the results of some studies that observed a decrease in these biomarkers after exercise following the use of other antioxidant supplements (30, 31). Salvia extract contains phenolic compounds and flavonoids which have antioxidant power and free radical control (34, 33). Past studies have shown the antioxidant effects of salvia extract (36). The antioxidant properties of flavonoids are due to the fact that they can absorb free radical electrons (37). Effective phenolic compounds in salvia extract that have antioxidant roles include ursolic acid, rosmarinic acid, carnosic acid and cirsimaritin (39). Phenolic acids, especially caffeic acid and rosmarinic acid, have a catholic structure and can scavenge radicals (40). Phenolic compounds exert

their antioxidant effects on living organisms, possibly by stimulating the antioxidant endogenous immune system. Polyphenols can increase the excretion of oxidant species by stimulating enzymes such as glutathione S-transferase (GST) as well as stimulating antioxidant enzymes (41).

Conclusion

Exhaustive Eccentric Exercise may increase delayed onset muscle soreness and its symptoms in non-athlete women; but short-term salvia supplementation will significantly reduce this increase. This effect of sage is probably due to the flavonoids and phenolic compounds in this plant.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

The study was approved by the Ethics Committee of the Australian Catholic University.

Funding

Islamic Azad University of Lamerd Branch

Authors' contributions

Design and conceptualization: Zahra Koohestani Sini; Methodology and data analysis: Mohammad-Ali Kohanpour; Supervision and final writing: Craig Duncan.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

مقاله پژوهشی

بررسی تاثیر مکمل گیری عصاره مریم گلی بر التهاب، استرس اکسیداتیو، آسیب و درد عضلانی بدنبال یک وهله فعالیت وامانده ساز اکسنتریک در زنان غیر ورزشکار

زهرا کوهستانی سینی[۱]، کریگ دانکن[۲]، محمدعلی کهن پور[۳*]، سارا نعیمی[۴]

۱- مدرس دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد

۲- دانشگاه کاتولیک استرالیا، استرانفیلد، آژانس اطلاعات عملکرد، سیدنی، استرالیا

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران

۴- گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه زند، شیراز، ایران

تاریخ دریافت:۱۴۰۱/۲/۱۰
تاریخ داوری:۱۴۰۱/۵/۳
تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۵/۲۸

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

DOI:
10.30495/VARZESH.2022.1967784.1042

واژه‌های کلیدی:
مریم گلی، کوفتگی عضلانی، فعالیت اکسنتریک، استرس اکسیداتیو، آسیب عضله

چکیده

مقدمه و هدف: کوفتگی عضلانی تاخیری یکی از مشکلات افراد در شروع تمرینات ورزشی است و پژوهشگران بدنبال راهکارهای کاهش آن می‌باشند. هدف از پژوهش حاضر، بررسی تاثیر یک دوره مکمل گیری عصاره مریم گلی بر شاخص‌های کوفتگی عضلانی تاخیری بدنبال فعالیت وامانده ساز اکسنتریک در زنان غیر ورزشکار بود.

مواد و روش‌ها: ۲۰ زن غیر ورزشکار ۲۰ تا ۳۰ ساله به طور تصادفی در دو گروه دارونما و مریم گلی 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 مریم گلی و گروه دارونما، پودر آرد (دوز ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم 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 از هر دو فعالیت، نمونه خونی اخذ و درد عضلانی اندازه گیری شد. برای هر نمونه خونی نیز سطوح CK، LDH، GPX، SOD، MDA، TNF-α، IL-1β، CRP و لاکتات اندازه گیری شد. جهت بررسی تغییرات متغیرها، از آزمون‌های تحلیل واریانس آمیخته با اندازه گیری تکراری و t مستقل در سطح $P\leq0.05$ استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که درد عضلانی و سطوح CK، LDH، GPX، MDA، TNF-α، IL-1β، CRP و لاکتات بعد از فعالیت وامانده ساز اکسنتریک به طور معنادار افزایش یافتند، اما افزایش آنها در گروه مریم‌گلی به طور معنادار کمتر از گروه دارونما بود (به ترتیب P=0.036، P=0.043، P=0.009، P=0.001، P=0.006، P=0.002، P=0.007، P=0.005 و P=0.011).

بحث و نتیجه گیری: احتمالا مکمل‌گیری کوتاه مدت مریم‌گلی، میزان افزایش کوفتگی عضلانی تاخیری را متعاقب یک وهله فعالیت وامانده ساز اکسنتریک به واسطه‌ی فلاونوئیدها و ترکیبات فنلی کاهش می‌دهد.

* **نویسنده مسوول:** محمدعلی کهن پور
نشانی: دانشجوی کارشناسی ارشد گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران
تلفن: ۰۹۱۲۸۱۶۴۰۴۹
پست الکترونیکی: dr.kohanpour@gmail.com

مقدمه

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 (۶-۴)؛ 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) و همچنین تنفس میتوکندریایی در طی تمرین، استرس اکسیداتیو را افزایش می‌دهد (۱۰). ورزش شدید باعث افزایش انرژی مورد نیاز و اینوزین مونوفسفات و هیپوگزانتین[1] می‌شود (۱۱). هیپوگزانتین 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 (۱۶-۱۹).

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 کاهش علاقه و انگیزه برای ادامه تمرینات شود. 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، مریم گلی با نام علمی Salvia limbata از خانواده نعناع می‌باشد. وجود ترکیبات فنولیک در عصاره آن، باعث خواص آنتی‌اکسیدانی این گیاه شده است (۲۶،۲۷). نتایج مطالعات نشان می‌دهد گیاه مریم گلی از طریق کاهش رادیکال‌های آزاد، می‌تواند اثرات مخرب ناشی از شرایط اکسایشی را به حداقل برساند (۲۱). این گیاه حاوی ترکیبات متنوعی مانند فلاونوئیدهای مختلف، تانن‌ها[2] و ترپنوئیدهایی مانند مونوترپن‌ها[3]، دیترپن‌ها[4]، سرکوییترپن‌ها و تتراترپنوئید می‌باشد. از اثرات فارماکولوژیکی ترترپنوئیدها می‌توان به اثرات ضددردی، ضد التهابی، کاهش دهنده فشارخون، آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی آنها اشاره نمود. خواص ضد التهابی بارز ترپنوئیدهای مریم‌گلی سبب شده است با استفاده از عصاره این گیاه، مولکول‌های داروئی قدرتمندی برای درمان بیماری‌های التهابی مزمن مانند؛ روماتیسم، آسم، التهابات روده‌ای و تصلب شرائین و غیره طراحی و ساخته شوند (۲۲).

با این حال، تاکنون اثر مصرف عصاره این گیاه بر کوفتگی عضلانی بعد از ورزش در مطالعات اندکی مورد بررسی قرار گرفته است. بنابراین، هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر مکمل گیری عصاره مریم گلی بر شاخص‌های کوفتگی عضلانی تاخیری بدنبال یک وهله فعالیت وامانده ساز اکسنتریک در زنان غیر ورزشکار بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش از نوع نیمه تجربی با طرح پیش آزمون و پس آزمون با گروه دارونما انجام شد. ۲۰ زن غیر ورزشکار با سن ۲۵/۲±۰۵/۸۵ سال، قد ۱۶۶/۸۵±۳/۷۵ سانتیمتر، وزن ۶۵±۴/۰۹ کیلوگرم، شاخص توده بدن (BMI) ۲۳/۰±۳۶/۷۴ کیلوگرم بر متر مربع و حداکثر اکسیژن مصرفی (VO2max) ۳۴/۴۵±۳/۲۸ میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه به صورت هدفمند در دسترس انتخاب شدند و به طور تصادفی در دو گروه دارونما و مریم گلی 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. معیارهای ورود به مطالعه شامل غیر ورزشکار بودن، سالم بودن و نداشتن بیماری خاص، قرار نداشتن تحت درمان دارویی، نکشیدن سیگار، عدم مصرف نوشیدنی‌های الکلی، دامنه سنی ۲۰ تا ۳۰ سال و BMI بالاتر از ۲۰ و کمتر از ۲۵ بود. معیارهای خروج از مطالعه نیز شامل عدم تمایل به ادامه شرکت در پژوهش، عدم پیروی از مداخلات و بیمار شدن بود. 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، BMI و

[1] Hypoxanthine
[2] Tannins
[3] Monoterpenes
[4] Diterpenes

VO2max 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 بعد از فعالیت نمونه خونی از آنها اخذ شد. سپس به مدت ۲ هفته، آزمودنی‌ها در برنامه مکمل‌گیری مختص به گروه خود شرکت کردند، به طوری که یک گروه مکمل عصاره مریم گلی را با دوز ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن روزانه به صورت کپسول دریافت کردند که گروه آزمایش محسوب می‌شدند (۲۳،۲۴). یک گروه نیز به عنوان گروه دارونما، پودر آرد (به صورت کپسول هم‌شکل با گروه مریم گلی) 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 بعد از این فعالیت نیز نمونه خونی از آنها اخذ شد. برای هر نمونه خونی نیز سطوح کراتین کیناز (CK)، لاکتات دهیدروژناز (LDH)، گلوتاتیون پراکسیداز (GPX)، سوپر اکسید دسموتاز (SOD)، مالون دی آلدهید (MDA)، فاکتور نکروز دهنده تومور آلفا (TNF-α)، اینترلوکین۱ بتا (IL-1β)، پروتئین واکنشی C (CRP) و لاکتات اندازه گیری 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 وامانده ساز اکسنتریک از نوع موازی و بدین صورت بود که ابتدا یک جلسه فعالیت برونگرا مقاومتی با دستگاه پشت پا به این صورت بود که قبل از انجام فعالیت برنامه گرم کردن به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد و سپس اجرای پروتکل ۵ ست با ۱۵ تکرار در هر ست با وزنه ای معادل ۲۰ تکرار بیشینه برای هر آزمودنی انجام شد. استراحت بین هر ست نیز ۱ دقیقه بود (۲۵). بعد از آن فعالیت هوازی روی نوارگردان با شیب منفی ۱۵٪ و شدت ۷۰ تا ۷۵٪ ضربان قلب بیشینه تا رسیدن به واماندگی انجام شد. در انتها نیز ۱۰ دقیقه سرد کردن در دستور کار قرار گرفت. برای تهیه عصاره مریم‌گلی ابتدا پودر بدست آمده از آن را به مدت ۲۴ ساعت تحت تاثیر اتانول ۹۶ درصد در دستگاه پرکولاسیون قرار گرفت. هر ۱۰۰ گرم مریم‌گلی 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. محاسبه BMI از طریق تقسیم مجذور قد به متر بر وزن به کیلوگرم انجام شد و VO2max نیز از طریق آزمون بروس و در حضور پزشک اندازه گیری شد. قبل و بعد از هر دو جلسه فعالیت بدنی، نمونه خونی از از ورید بازیلیک[1]ساعد آزمودنی‌های دو گروه به میزان ۶ سی‌سی گرفته شد. نمونه‌های جمع آوری شده داخل لوله‌های استریل حاوی K3EDTA ریخته شد. لوله‌های هپارینه و EDTA 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 CK و LHD با استفاده از کیت پارس آزمون و اتوآنالایزر اندازه گیری شدند. سطوح MDA با استفاده از کیت HpLc ساخت کشور آلمان با حساسیت ۰/۹۲ میکرومول بر لیتر به دست آمد. سطوح SOD و GPX نیز از طریق کیت کمپانی IBL آلمان به ترتیب با حساسیت‌های ۰/۳ و ۰/۱۳ U/L بدست آمدند. سطوح TNF-α از طریق کیت شرکت Diaclone فرانسه با درجه حساسیت ۸ پیکو گرم بر میلی‌لیتر به اندازه گیری شد. سطوح IL-1β نیز از طریق کیت شرکت Diaclone فرانسه با درجه حساسیت ۲ پیکو گرم بر میلی‌لیتر اندازه گیری شد. لاکتات با استفاده از روش آنزیمی و کیت پارس آزمون اندازه گیری شد. سطوح CRP نیز به روش الایزا و با استفاده از کیت تجاری الایزا، شرکت انتاریو کانادا با حساسیت ۱۰ نانوگرم بر میلی لیتر اندازه گیری شد. جهت اندازه-گیری درد عضلانی نیز از پرسشنامه مقیاس دیداری درد (VAS) استفاده شد. مقیاس دیداری اندازه گیری شدت درد، یک خط کش ۱۰ سانتیمتری می‌باشد که در انتهای سمت چپ آن واژه بدون درد و در انتهای سمت راست آن واژه شدیدترین حالت درد نوشته شده است. فرد با توجه به میزان درد خود، روی پیوستار علامت می‌گذارد.

جهت مقایسه و بررسی تغییرات متغیرها در دو گروه پژوهش و در چهار زمان خون گیری (دو بار قبل و بعد از فعالیت پیش آزمون، و دو بار قبل و بعد از فعالیت پس آزمون)، از آزمون آماری تحلیل

[1]Basilic vein

واریانس آمیخته با اندازه گیری تکراری در یک طرح ۴×۲ (۲ گروه و ۴ زمان) استفاده شد. جهت مقایسه میزان تغییرات 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

میانگین و انحراف معیار متغیرهای مورد مطالعه در جدول ۱ و نتایج آزمون تحلیل واریانس آمیخته در جدول ۲ گزارش شده است. نتایج آزمون t مستقل جهت مقایسه تغییرات دو گروه نیز در جدول ۳ خلاصه شده است. در مورد سطوح SOD هیچ تغییر معناداری مشاهده نشد ($P=0.20$)، اما درد عضلانی و سطوح CK، LDH، GPX، MDA، TNF-α، IL-1β، CRP و لاکتات بعد از فعالیت وامانده ساز اکسنتریک به طور معنادار افزایش یافتند، ولی افزایش آنها در گروه مریم‌گلی به طور معنادار کمتر از گروه دارونما بود ($P<0.05$).

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار متغیرهای مورد مطالعه در چهار زمان اندازه گیری

متغیر	گروه	قبل از فعالیت اول	بعد از فعالیت اول	قبل از فعالیت دوم	بعد از فعالیت دوم
CK (واحد بین الملل بر لیتر)	مریم‌گلی	۱۱۷/۸۰ ± ۴/۰۷	۱۴۷/۴۰ ± ۱۳/۶۱	۱۱۶/۳۰ ± ۳/۶۵	۱۳۶/۲۰ ± ۷/۳۴
	دارونما	۱۱۹/۲۰ ± ۴/۸۲	۱۴۸/۵۰ ± ۱۴/۰۱	۱۱۸/۷۰ ± ۵/۶۹	۱۴۸/۸۰ ± ۱۵/۵۵
LDH (واحد بین الملل بر لیتر)	مریم‌گلی	۳۱۸/۴۰ ± ۳/۹۲	۳۴۷/۴۰ ± ۱۲/۷۲	۳۱۷/۳۰ ± ۳/۹۱	۳۳۷/۴۰ ± ۸/۸۹
	دارونما	۳۰۱/۲۰ ± ۴۰/۳۶	۳۴۰/۹۰ ± ۴۱/۹۳	۳۰۰/۹۰ ± ۳۹/۷۰	۳۳۸/۵۰ ± ۳۸/۸۱
SOD (U/L)	مریم‌گلی	۱۵۵۰/۱۸ ± ۵۱۳/۶۲	۱۵۵۳/۴۸ ± ۵۱۷/۰۱	۱۵۵۱/۲۵ ± ۵۱۷/۶۰	۱۵۵۴/۷۹ ± ۵۱۱/۰۳
	دارونما	۱۵۷۹/۶۹ ± ۶۰۱/۰۲	۱۵۸۲/۹۸ ± ۵۹۹/۷۲	۱۵۸۲/۰۹ ± ۶۰۴/۵۰	۱۵۷۹/۳۸ ± ۶۰۱/۳۲
GPX (U/L)	مریم‌گلی	۵۴۸/۶۰ ± ۹۸/۴۷	۵۷۱/۵۰ ± ۹۲/۳۶	۵۴۷/۵۰ ± ۹۷/۷۴	۵۶۱/۲۰ ± ۹۳/۴۲
	دارونما	۵۹۱/۹۰ ± ۱۱۴/۳۴	۶۱۲/۹۰ ± ۱۱۲/۱۰	۵۹۳/۲۰ ± ۱۱۳/۰۴	۶۱۴ ± ۱۱۲/۷۵
MDA (میکرومول بر لیتر)	مریم‌گلی	۲/۰۱ ± ۰/۵۸	۲/۹۳ ± ۰/۴۹	۲/۱۳ ± ۰/۶۰	۲/۴۴ ± ۰/۵۲
	دارونما	۲/۱۶ ± ۰/۷۳	۲/۸۵ ± ۰/۷۱	۲/۰۵ ± ۰/۵۱	۲/۹۶ ± ۰/۷۳
TNF-α (pg/ml)	مریم‌گلی	۷/۴۶ ± ۱/۱۰	۹/۳۳ ± ۱/۱۷	۷/۴۵ ± ۱/۱۱	۸/۴۷ ± ۱/۰۹
	دارونما	۷/۳۰ ± ۱/۰۷	۹/۳۹ ± ۱/۰۵	۷/۲۵ ± ۱/۱۵	۹/۳۷ ± ۱/۴۱
IL-1β (pg/ml)	مریم‌گلی	۲/۷۱ ± ۰/۴۵	۳/۷۴ ± ۰/۳۹	۲/۸۹ ± ۰/۴۱	۳/۳۶ ± ۰/۵۵
	دارونما	۲/۵۴ ± ۰/۴۴	۳/۸۸ ± ۰/۶۵	۲/۶۳ ± ۰/۴۸	۳/۸۶ ± ۰/۳۷
CRP (ng/ml)	مریم‌گلی	۱۳۱۶/۵۳ ± ۴۰۱/۰۳	۱۸۵۵/۶۰ ± ۴۲۵/۴۷	۱۳۰۸/۶۷ ± ۳۹۴/۶۱	۱۶۳۱/۰۰۸ ± ۳۱۴/۶۸
	دارونما	۱۱۵۷/۰۶ ± ۳۶۱/۵۴	۱۶۰۶/۳۶ ± ۱۹۵/۲۰	۱۱۵۶/۳۰ ± ۳۶۰/۹۶	۱۵۸۶/۲۵ ± ۱۹۰/۸۶
لاکتات (میکرومول بر لیتر)	مریم‌گلی	۱/۸۲ ± ۰/۳۳	۳/۷۷ ± ۰/۵۶	۱/۷۹ ± ۰/۳۳	۳/۱۴ ± ۰/۶۴
	دارونما	۱/۵۷ ± ۰/۵۴	۳/۴۴ ± ۰/۷۵	۱/۵۹ ± ۰/۵۲	۳/۴۸ ± ۰/۷۱
درد عضلانی (VAS)	مریم‌گلی	۰/۰۲ ± ۰/۰۴	۳/۹۰ ± ۰/۸۴	۰/۰۲ ± ۰/۰۴	۴/۵۰ ± ۰/۵۲
	دارونما	۰/۰۷ ± ۰/۱۴	۴/۴۵ ± ۰/۶۸	۰/۰۷ ± ۰/۱۴	۴/۵۵ ± ۱/۰۱

جدول ۲- نتایج آزمون تحلیل واریانس آمیخته با اندازه گیری تکراری

متغیر	F	P	اندازه اثر
CK	۳/۳۸	* ۰/۰۴۴	۰/۳۸
LDH	٤/۷٦	* ۰/۰۱۵	۰/٤۷
SOD	۱/۷۰	۰/۲۰	۰/۲٤
GPX	٥/۸۱	* ۰/۰۰۷	۰/٥۲
MDA	٦/۰۸	* ۰/۰۰٦	۰/٥۳
TNF-α	۳/٦۲	* ۰/۰۳٦	۰/٤۰
IL-1β	٤/٥۰	* ۰/۰۱۸	۰/٤٥
CRP	۳/۳٥	* ۰/۰٤٥	۰/۳۸
لاکتات	۳/٤۲	* ۰/۰٤۳	۰/۳۹
VAS	٤/۰۰۹	* ۰/۰۳۷	۰/۳۲

* معنادار در سطح $P\leq0.05$

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

متغیر	دلتا۱	دلتا۲	دلتا
CK	۰/۹۶	۰/۰۶	٭ ۰/۰۳۶
LDH	۰/۰۶	٭ ۰/۰۰٤	٭ ۰/۰٤۳
GPX	۰/٦۸	۰/۰٦	٭ ۰/۰۰۹
MDA	۰/۲٦	٭ ۰/۰۰۳	٭ ۰/۰۰۱
TNF-α	۰/٦٤	٭ ۰/۰۳۸	٭ ۰/۰۰٦
IL-1β	۰/۱٦	٭ ۰/۰۰۲	۰/۰٦
CRP	۰/٤٤	۰/۲۸	٭ ۰/۰۰۷
لاکتات	۰/٦۸	٭ ۰/۰۲٤	٭ ۰/۰۰۵
VAS	۰/۱۵	٭ ۰/۰۱۱	۰/۲۲

٭ 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 ترکیبی اکسنتریک تغییری در سطوح SOD ایجاد نکرد اما منجر به افزایش معنادار درد عضلانی و سطوح CK، LDH، GPX، MDA، TNF-α، IL-1β، CRP و لاکتات در زنان غیر ورزشکار شد اما ۱۴ روز مکمل‌گیری عصاره مریم گلی منجر به افزایش کمتر در این متغیرها شد. تا به حال تاثیر عصاره مریم گلی 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،۲۶،۲۷). در همین راستا، سرینکن و همکاران (۲۰۱۳) نیز افزایش درد عضلانی را در ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از فعالیت اکسنتریک مشاهده کردند (۲۸). مک‌فارلین و همکاران (۲۰۱۶) نیز یافته‌های مشابهی برای فاکتورهای التهابی و استرس اکسیداتیو گزارش کردند (۲۹).

یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج برخی از مطالعات که کاهش این بیومارکرها پس از فعالیت ورزشی را بدنبال مصرف دیگر مکمل-های آنتی‌اکسیدان مشاهده کردند، همسو می‌باشد (۳۰،۳۱). مطالعات زیادی در زمینه تأثیر مکمل گیری مریم‌گلی بر شاخص-های کوفتگی عضلانی تاخیری ناشی از فعالیت ورزشی انجام نشده است، به گونه‌ای که ما نتوانستیم مطالعه مشابه‌ای را پیدا کنیم. آنچه در پژوهش حاضر مشاهده شد، افزایش کمتر شاخص-های کوفتگی عضلانی بعد از فعالیت وامانده ساز بدنبال مصرف عصاره مریم‌گلی بود. محققین زیادی در سال‌های اخیر به مطالعه اثرات آنتی‌اکسیدان گیاهان پرداخته‌اند (۳۲). در این میان، عصاره گیاه مریم گلی شامل ترکیبات فنلی، فلاونوئیدی و غیره می‌باشد که قدرت آنتی‌اکسیدانی و کنترل رادیکال‌های آزاد را دارد (۳۴،۳۳). در مطالعات گذشته نشان داده شده است که عصاره آبی–الکلی مریم گلی اثرات محافظتی در برابر پراکسیداسیون لیپیدی آنزیمی و غیرآنزیمی دارد (۳۵). ماساکی و همکاران (۱۹۹۵) نیز اثرات آنتی‌اکسیدانی عصاره هیدروالکلی مریم گلی را در آزمایشات خود نشان دادند (۳۶). ویژگی آنتی‌اکسیدانی فلاونوئیدها از این رو است که می‌توانند الکترون‌های رادیکال‌های آزاد را از آن خود کنند (۳۷). ترکیبات فنولی به آسانی اتم هیدروژن را از گروه OH آروماتیک به یک رادیکال آزاد داده و موجب پایداری الکترون منفرد می‌شوند (۳۸). از ترکیبات موثر فنولی موجود در عصاره مریم‌گلی که نقش آنتی‌اکسیدانی دارند می‌توان

از اورسلیک اسید، روزمارینیک اسید، کارنوسیک اسید و کیرسیماریتین نام برد (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،۳۷). ترکیبات فنولیک اثرات آنتی-اکسیدان 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). در هرصورت، نیازمند مطالعات بیشتری در خصوص تاثیر عصاره مریم‌گلی بر شاخص‌های کوفتگی عضلانی تاخیری بدنبال فعالیت وامانده ساز اکسنتریک در افراد غیر ورزشکار 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 زنان غیر ورزشکار می‌شود، اما مکمل‌گیری کوتاه مدت مریم‌گلی، میزان افزایش در این کوفتگی و شاخص‌های آن را به طور معنادار کاهش خواهد داد. این تاثیر مریم‌گلی، احتمالا به واسطه‌ی فلاونوئیدها و ترکیبات فنلی موجود در گیاه می‌باشد. البته مصرف عصاره مریم‌گلی، کوفتگی عضلانی ناشی از فعالیت وامانده ساز اکسنتریک 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 کاتولیک استرالیا تائید شد.

حامی مالی

دانشگاه آزاد اسلامی واحد لامرد

مشارکت نویسندگان

طراحی و ایده پردازی: زهرا کوهستانی سینی؛ روش شناسی و تحلیل داده‌ها: محمد علی کهن پور؛ نظارت و نگارش نهایی: کریگ دانکن.

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. DOI: 10.2165/00007256-198908040-00004.
2. Armstrong RB. Mechanisms of exercise-induced delayed onset muscular soreness: a brief review. Med Sci Sports Exerc. 1984; 16 (6): 529–38. PMID: 6392811.
3. Hody S, Croisier JL, Bury T, Rogister B, Leprince P. Eccentric muscle contractions: risks and benefits. Front Physiol. 2019; 10: 536. DOI: 10.3389/fphys.2019.00536.
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. DOI: 10.1016/0022-510x(83)90058-8.
5. Fridén J, Sjöström M, Ekblom B. A morphological study of delayed muscle soreness. Experientia. 1981; 37 (5): 506–7. DOI: 10.1007/BF01986165.
6. Fridén J, Lieber RL. Eccentric exercise-induced injuries to contractile and cytoskeletal muscle fibre components. Acta Physiol Scand. 2010; 171 (3): 321–6. DOI: 10.1046/j.1365-201x.2001.00834.x.
7. Tiidus PM. Radical species in inflammation and overtraining. Can J Physiol Pharm. 1998; 76 (5): 533. DOI: 10.1139/cjpp-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. DOI: 10.1002/mus.24077. Epub 2013 Dec 3.
9. Kim J, Lee J. A review of nutritional intervention on delayed onset muscle soreness. J Exerc Rehabil. 2014; 10 (6): 349–56. DOI: 10.12965/jer.140179.
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. DOI: 10.1016/j.cbpa.2005.08.005.
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. DOI: 10.1007/BF01665856.
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. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181d1d318.
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. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2004.05.008.
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. DOI: 10.1113/expphysiol.2009.050526.
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. DOI: 10.1186/s12970-020-00371-8.
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. DOI: 10.1016/j.clinbiochem.2008.04.008.
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. DOI: 10.1097/00005768-200203000-00010.
18. Paola B, Giuseppe L, Nicola M. Biochemical markers of muscular damage. Clin Chem Lab Med. 2010; 48 (6): 757–67. DOI: 10.1515/CCLM.2010.179.
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. DOI: 10.1519/14823.1.
20. Meamarbashi A. Herbs and natural supplements in the prevention and treatment of delayed-onset muscle soreness. AJP. 2017; 7 (1): 16-26. DOI: 10.22038/AJP.2016.6621.
21. Esmaeili MA, Sonbol A, Kanani MR, Sadeghi H, Karimian pour N. Evaluation of the effect of Salvia sahendica on tissue damages induced by alcohol in oxidative stress conditions in the rat: Effect on liver and kidney oxidative parameters. Pharma Sci. 2010; 15 (4): 315-22 [In Persian].
22. Karami M, Hossini E, Shahbi Majd N, Ebrahimzadeh MA, Alemy S. Salvia limbata: Botanical, Chemical, Pharmacological and Therapeutic Effecte. J Clin Exc 2015; 3 (2): 1-14 [In Persian]. http://ce.mazums.ac.ir/article-1-137-en.html.
23. Ahmadi R, Balali Sh, Tavakoli P, Mafi M, Haji Gh. The effect of hydroalcoholic leaf extract of Salvia officinalis on serum levels of FSH, LH, testosterone and testicular tissue in rats. Feyz J Kashan Uni Med Sci. 2013; 17 (3): 225-31. http://feyz.kaums.ac.ir/article-1-1955-en.html.
24. Arzi A, Sarkaki A, Aghel N, Nazari Z, Zarei Naserabadi M. The effect of Saliva Officinalis Hydroalcoholic extract on analgesic effect of morphine in rat. Jundishapur Scientific Med J 2011; 10: 506-12.
25. Curtis D, Fallows S, Morris M, McMakin C. The efficacy of frequency specific microcurrent therapy on delayed onset muscle soreness. Journal of Bodywork & Movement Therapies. 2010; 14: 272-279. DOI: 10.1016/j.jbmt.2010.01.009.
26. 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.
27. 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. DOI: 10.1249/mss.0b013e31802dd74e.
28. Serinken MA, Gençoğlu C, Kayatekin BM. 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. PMCID: PMC4115956
29. McFarlin BK, Venable A, Henning AL, Sampson JB, Pennel K, Vingren JL, et al. Reduced inflammatory and muscle damage biomarkers following oral supplementation with bioavailable curcumin. BBA Clinical. 2016; 5: 72–78. DOI: 10.1016/j.bbacli.2016.02.003.

30. 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 [In Persian]. DOI: 10.22059/JSB.2020.75172.
31. Anderson SD, Daviskas E. The mechanism of exercise enduced asthma is. J Allergy Clin Immunol. 2000; 106 (3): 453-9. DOI: 10.1067/mai.2000.109822.
32. 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].
33. Generalić I, Skroza D, Ljubenkov I, Katalinić A, Burčul F, Katalinić V. Influence of the phenophase on the phenolic profile and antioxidant properties of Dalmatian sage. Food Chem. 2011; 127: 427-433. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.01.013.
34. Santos-Gomesa PC, Seabrab RM, Andradeb PB, Manuel Ferreira M. Phenolic antioxidant compounds produced by in vitro shoots of sage (Salvia officinalis L.). Plant Sci. 2002; 162: 981- 987. DOI: 10.1078/0176-1617-00831.
35. Hohmann J, Zupkó I, Rédei D, Csányi M, Falkay G, Máthé I, et al. Protective effects of the aerial parts of Salvia officinalis, Melissa Officinalis and Lavandula angustifolia and their constituents against enzymedependent and enzyme-independent lipid peroxidation. Planta Med. 1999; 65: 576-578. DOI: 10.1055/s-2006-960830.
36. Masaki H, Sakaki S, Atsumi T, Sakurai H. Activeoxygen scavenging activity of plant extracts. Biol Pharm Bull. 1995; 18: 162-166. DOI: 10.1248/bpb.18.162.
37. Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga G. Structureantioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. Free Radic Biol Med. 1996; 20: 933-956. DOI: 10.1016/0891-5849(95)02227-9.
38. Duthie G, Crozier A. Plant-derived phenolic antioxidants. Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 2000; 3: 447-451. DOI: 10.1097/00075197-200011000-00006.
39. Cuvelier ME, 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. 1996; 73: 645-652. DOI: 10.1007/bf02518121.
40. Croft KD. The chemistry and biological effects of flavonoids and phenolic acids. Ann N Y Acad Sci. 1998; 854: 435-442. DOI: 10.1111/j.1749-6632.1998.tb09922.x.
41. Ferguson LR. Role of plant polyphenols in genomic stability. Mutat Res. 2001; 475: 89-111. DOI: 10.1016/s0027-5107(01)00073-2.