Researches in Sport Sciences and Medical Plants

Winter 2021. Vol 1. Issue 2

Research Paper

The Effect of Dried Barberry Root Supplementation on Muscular Pain and Serum Antioxidant Enzymes Following a Session of Eccentric Exhaustion Exercise in Non-athlete Women

Nematollah Nikmanesh, Hadi Ghaedi*
Department of Sports Physiology, Lamerd Branch, Islamic Azad University, Lamerd, Iran

Received: 1 October 2020
Revised: 5 December 2020
Accepted: 1 January 2021

Use your device to scan and read the article online

Keywords:
Muscular Pain, Antioxidant Enzymes,
Eccentric Exhaustion Activity

Abstract

Introduction: Antioxidant use can affect delayed muscle soreness, inflammation, and oxidative markers**.** The aim of the present study was to investigate the effect of dried barberry root supplementation on muscle pain and serum superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and glutathione peroxidase (GPX) following a session of eccentric exhausting activity in non-athlete women.

Materials and methods: In this quasi-experimental study, thirty non-athlete women aged 20 to 30 years were randomly divided into three groups of 10, including 1- eccentric exhaustion activity (control group), 2- eccentric exhaustion activity + placebo (placebo group) and 3- eccentric exhaustion activity + barberry supplement (Barberry group). On the pretest day, all three groups participated in an exhaustive eccentric activity**.** Blood samples were taken from the subjects before and after the activity. Then, the subjects participated in a group-specific supplementation program for 2 weeks. Groups 2 and 3 received dried barberry root and flour powder with a daily dose of 3 capsules of 250 mg respectively. After two weeks of receiving the interventions, all three groups again participated in the post-test similar to the pre-test in the eccentric exhausting physical activity with the same intensity and duration .Blood samples were taken again from the subjects before and after this activity To analyze the data, 2 × 4 factor analysis of variance (2 groups and 4 times of measurement) including Bonferroni *post- hoc* test was used($P \geq 0.05$).

Findings: Eccentric exhausting activity and eccentric exhausting activity+barberry supplement had no significant effect on changes in serum levels of SOD and CAT ($P \leq 0.05$). Althougheccentric exhausting activity significantly increased serum GPX levels and muscle pain ($P \leq 0.05$); this increase was less in the barberry supplement group ($P \geq 0.05$).

Conclusion: It seems that one session of eccentric exhausting activity can increase muscle soreness and serum GPX levels in non-athlete women. However, 14 days of barberry supplementation can reduce its levels.

Citation: Nikmanesh N, Ghaedi H. The effect of dried barberry root supplementation on muscular pain and serum antioxidant enzymes following a session of eccentric exhaustion exercise in non-athlete women. Res Sport Sci Med Plants. 2021; 1 (2): 13- 25.

***Corresponding author:** Hadi Ghaedi
Address: Department of Sports Physiology, Lamerd Branch, Islamic Azad University, Lamerd, Iran
Tell: 00989177828667
Email: ghaedi.hadi@gmail.com

Extended Abstract

Introduction

Delayed onset muscle soreness or pain (DOMS) usually occurs following strenuous physical activity, running downhill, plyometric exercises and eccentric contractions as the result of weight training (1). Delayed muscle soreness, which is usually accompanied by inflammation and pain, occurs 12 hours after an activity, so that the pain reaches its peak between 48 and 72 hours and usually heals 5 to 7 days later (2). Physical activity and exercise, depending on its intensity and type, increase the formation of free radicals (8). It seems that an exercise session increases oxidative stress levels in muscle tissue, and meanwhile the activated pathways by adenosine monophosphate (CAMP) activate the protein kinase pathway and are effective in increasing antioxidant enzymes (9). Currently, the main and effective treatment of many diseases is done with chemical drugs, but these compounds have many side effects, so researchers are looking for herbal compounds to treat and prevent these diseases (15).
Barberry plant by the scientific name of Berberis vulgari from the Berberidaceae family is one of the native plants of Iran and is known as an anti-inflammatory plant in traditional Iranian medicine (16). Barberry with its antioxidant properties reduces lipid peroxidation. Thus, it protects antioxidant enzymes such as superoxide dismutase (SOD) against oxygen free radicals and hydrogen peroxide (21). Many studies have examined the effect of using different drugs to treat or reduce DOMS, but the side effects of these drugs have led the researchers to extremely pay attention to medicinal plants. However, the effect of barberry extract on serum antioxidant enzymes (SOD, GPX and CAT) following an exhaustive eccentric exercise and muscle soreness has not been completely understood yet, therefore, the aim of the present study was to determine the effect of dried barberry root supplementation on muscle pain and serum antioxidant enzymes following a session of exhaustive eccentric activity in non-athlete women.

Materials and Methods

In this quasi-experimental study, 30 non-athlete women with the age range of 20 to 30 years were purposefully selected as the statistical sample. Next, the subjects were randomly divided into three groups of 10 people including 1) Activity exhaustive eccentric (control group), 2) Activity exhaustive eccentric + placebo (placebo group), and 3) Activity exhaustive eccentric + supplement barberry (Group barberry). First, the whole research process (supplementation, physical activity and sampling) with its objectives and possible risks were explained to the subjects in a session and the demographic information of the subjects (including age, height, weight and BMI) along with consent written letters were obtained from them voluntarily. They also attended a physical education session one week before the study to get familiar with the process of doing physical activities. On the pretest day, all three groups participated in an exhaustive eccentric activity. Blood sampling was performed before and after the activity. Then, the subjects participated in a group-specific supplementation program for 2 weeks in such a way that one group received a capsule containing dried barberry root at a daily dose of 3 capsules of 250 mg (barberry group) (27) This group were called barberry group. Also, another group as a placebo group received flour in capsules similar to barberry capsules in appearance and dose. In this way, the placebo group received the flour each day in 250 mg exactly the same as barberry group. After two weeks of receiving the interventions, all three groups again participated in the same eccentric exhausting physical activity with the same intensity and duration (posttest). Blood samples were taken from the subjects before and after the posttest and SOD, GPX and CAT levels were also measured for each blood sample by using laboratory kits. To determine the severity of pain before and after the intervention, a standard VAS chart (visual pain ruler) was used and people were asked to mark their muscle pain intensity on a 10 cm line (from zero without pain to 10 cm severe pain). If the subjects marked a score of more than 3 cm on the visual ruler of pain, they were included in the study and subjects with mild muscle pain (score between 0-3) were excluded from the study (29). To analyze the findings, 2 × 4 factorial analysis of variance (2 groups and 4 measurement times) along with Bonferroni's *post- hoc* test (P≥0.05) was used in this study.

Findings

The results of factorial analysis of variance showed that although there was no significant difference in changes in serum levels SOD (P=0.27) and CAT (P=0.73) in the research

groups in the four measurement times , the muscle pain increased significantly after exhaustive eccentric activity (P=0.0001). But this increase in barberry consumption group (after barberry consumption) was significantly less than placebo and control groups (P=0.001). Also, serum levels of GPX increased significantly after eccentric exhausting activity (P=0.001), but this increase was significantly lower in the barberry consumption group (after barberry consumption) than in the placebo and control groups (P=0.001). The results of Bonferroni's *post- hoc* test showed that GPX levels and muscle pain in barberry, control and placebo groups increased significantly after the first activity compared to the levels before the first activity (P=0.001). Also, these levels of GPX and muscle pain in barberry, control and placebo groups increased significantly after the second activity compared to the levels before the second activity (P=0.001).

Discussion

Based on the findings of the present study, eccentric and barberry exhausting activities had no significant effect on SOD and CAT; but eccentric exhausting activity led to a significant increase in GPX and muscle pain in non-athlete women. The results of the present study also showed that muscle pain after 14 days of barberry supplementation and after one session of eccentric exhausting activity was associated with a smaller increase compared to the placebo and control groups. Regarding the effect of antioxidant supplements, the findings of the present study are in line with some previous ones (30). Barberry has bioactive compounds with many therapeutic effects. Therefore, it can be widely used in food, pharmaceutical and supplement industries (32). The anti-inflammatory effects of barberry have been investigated in several studies. With respect to the available reports on the anti-inflammatory effects of barberry, it can be argued that barberry extract may have been able to reduce inflammation by inhibiting the release of environmental inflammatory mediators; Furthermore, decreased vascular permeability is likely to be another mechanism by which barberry extract reduces inflammation (32). In the present study, the increase in GPX was probably due to an increase in oxidative stress after exercise, and the lack of a significant change in SOD and CAT may have been due to the lack of need for these enzymes to suppress oxidative stress, and if these oxidative stresses increased further, these enzymes would likely increase as well. However, 14 days of barberry supplementation resulted in a lower increase in GPX in the barberry group than in the placebo and control groups. It seems that it may be possible in the present study to justify the increase in GPX activity due to the exercise on the basis of this principle that exercise increases the activity of antioxidant enzymes. In general, barberry supplementation appears to affect both muscle soreness and antioxidant enzymes in non-athlete women. However, due to the short supplementation period of barberry and also due to the fact that the activity was in one session, more research is needed to shed light on the effects of barberry more accurately.

Conclusion

It seems that one session of eccentric exhausting activity can increase muscle soreness and serum GPX levels in non-athlete women. However, 14 days of barberry supplementation can reduce its levels.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

The present study has been approved by the Research Council of the Islamic Azad University, Lamerd Branch.

Funding

The present study was funded by the authors of the article.

Authors' contributions

Design and conceptualization: Hadi Ghaedi; Methodology and data analysis: Hadi Ghaedi, nematollah nikmanesh; Supervision and writing: Hadi Ghaedi, nematollah nikmanesh; Final edit: Hadi Ghaedi

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

مقاله پژوهشی

تاثیر مکمل گیری ریشه خشک شده زرشک بر درد عضلانی و سطوح سرمی آنزیم-های آنتی اکسیدانی بدنبال یک جلسه فعالیت وامانده ساز اکسنتریک در زنان غیر ورزشکار

نعمت اله نیک منش، هادی قائدی*
گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد لامرد، دانشگاه آزاد اسلامی، لامرد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۰ مهر ۱۳۹۹
تاریخ داوری: ۱۵ آذر ۱۳۹۹
تاریخ پذیرش: ۱۲ دی ۱۳۹۹

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

واژه‌های کلیدی:
زرشک، درد عضلانی، آنزیم آنتی اکسیدانی، فعالیت وامانده ساز اکسنتریک

چکیده

مقدمه و هدف: مصرف مواد آنتی اکسیدانی می‌توانند کوفتگی یا درد عضلانی تاخیری، التهاب و شاخص‌های اکسایشی را تحت تاثیر قرار دهند. هدف از پژوهش حاضر، بررسی تاثیر مکمل گیری ریشه خشک شده زرشک بر درد عضلانی و سوپراکسید دیسموتاز (SOD)، کاتالاز (CAT) و گلوتاتیون پراکسیداز (GPX) سرم بدنبال یک جلسه فعالیت وامانده ساز اکسنتریک در زنان غیر ورزشکار بود.

مواد و روش ها: در این مطالعه نیمه تجربی ۳۰ زن غیر ورزشکار ۲۰ تا ۳۰ ساله به طور تصادفی در سه گروه ۱۰ نفری شامل ۱) فعالیت وامانده ساز اکسنتریک (گروه کنترل)، ۲) فعالیت وامانده ساز اکسنتریک + دارونما (گروه دارونما) و ۳) فعالیت وامانده ساز اکسنتریک + مکمل زرشک (گروه زرشک) قرار گرفتند. در روز پیش آزمون، هر سه گروه در یک فعالیت وامانده ساز اکسنتریک شرکت کردند. قبل و بعد از فعالیت نمونه خونی از آزمودنی‌ها گرفته شد. سپس به مدت ۲ هفته، آزمودنی‌ها در برنامه مکمل‌گیری مختص به گروه خود شرکت کردند. گروه های ۲ و ۳ به ترتیب ریشه خشک شده زرشک و پودر آرد با دوز روزانه ۳ کپسول ۲۵۰ میلی گرمی دریافت کردند. بعد از دو هفته دریافت مداخلات، هر سه گروه در پس آزمون مشابه با پیش آزمون در فعالیت بدنی وامانده ساز اکسنتریک با همان شدت و مدت شرکت کردند و مجددا قبل و بعد از این فعالیت نیز نمونه خونی از آزمودنی ها گرفته شد. جهت تجزیه و تحلیل یافته ها از آزمون آماری تحلیل واریانس عاملی ۴ × ۲ (۲ گروه و ۴ زمان اندازه گیری) همراه با آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده شد ($P\leq ۰/۰۵$).

یافته‌ها: فعالیت وامانده ساز اکسنتریک و فعالیت وامانده ساز اکسنتریک + مکمل زرشک اثر معنی داری بر تغییرات سطوح سرمی SOD و CAT نداشت ($P\geq ۰/۰۵$) با این وجود فعالیت وامانده ساز اکسنتریک منجر به افزایش معنی دارسطوح سرمی GPX و درد عضلانی شد ($P\leq ۰/۰۵$) در حالی که این افزایش در گروه مصرف مکمل زرشک کمتر بود ($P\leq ۰/۰۵$).

بحث و نتیجه گیری: به نظر می رسد یک وهله فعالیت وامانده ساز اکسنتریک می تواند درد عضلانی و سطوح سرمی GPX را در زنان غیر ورزشکار افزایش دهد با این وجود ۱۴ روز مکمل گیری زرشک می تواند سطوح آن را کاهش دهد.

* **نویسنده مسئول:** هادی قائدی
نشانی: گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد لامرد، دانشگاه آزاد اسلامی، لامرد، ایران
تلفن: ۰۹۱۷۷۸۲۸۶۶۷
پست الکترونیکی: ghaedi.hadi@gmail.com

مقدمه

کوفتگی یا درد عضلانی تاخیری[1] (DOMS) معمولا به دنبال انجام فعالیتهای بدنی سنگین و غیرمعمول، دویدن در سرازیری، تمرینات پلایومتریک و انقباضهای برونگرا ناشی از تمرین با وزنه رخ می دهد (۱). کوفتگی عضلانی تاخیری که معمولا با التهاب و درد همراه است تا ۱۲ ساعت پس از فعالیت رخ می دهد، بطوریکه این درد بین ۴۸ تا ۷۲ ساعت به اوج خود می رسد و معمولا ۵ تا ۷ روز بعد التیام می یابد (۲). تحقیقات در خصوص درد عضلانی در حین فشار بدنی برای اولین بار در دهۀ ۶۰ میلادی به وسیلۀ کادول و اسمیت[2] (۱۹۹۶)، دربارۀ شدت درد در حین تمرینات استقامتی ایزومتریک انجام شد (۳). تخریب عضلانی ناشی از فعالیت ورزشی با خطوط Z شناور، به هم ریختگی عمومی تارچه‌ها، تضعیف تولید نیروی بیشینه و ظهور پروتئین‌های عضلانی در درون خون مشخص می‌شود که با کوفتگی عضلانی تاخیری همراه است. تخریب تارهای عضلانی موجب تحریک فرایندهای التهابی و به دنبال آن فعال شدن پروتئازها می‌شود که در نهایت به آسیب بیشتر به تار عضلانی منتهی می‌شود (۴). همچنین بدنبال این تمرینات و ایجاد کوفتگی عضلانی، فشار اکسیداتیو افزایش می‌یابد (۵). البته در بدن انسان برای مقابله و از بین بردن رادیکال‌های آزاد و اکسیدان‌ها که به سرعت تشکیل می‌شوند، سیستم‌های دفاعی آنتی اکسیدانی وجود دارد. سیستم دفاع آنتی اکسیدانی شامل دفاع آنزیمی و غیر آنزیمی می‌باشد (۶). نقش و اثربخشی اولین خط دفاعی آنتی اکسیدانی که اساساً شامل سوپراکسید دیسموتاز (SOD)[3] ، کاتالاز (CAT)[4] و گلوتاتیون پراکسیداز (GPX)[5] در کل استراتژی دفاعی آنتی اکسیدان ها مهم است و ضروری است ، به ویژه در مورد رادیکال آنیون سوپر اکسید که به طور مداوم در متابولیسم طبیعی بدن ، به ویژه از طریق مسیر تولید انرژی میتوکندری ایجاد می شود (۷). عدم تعادل بین تولید رادیکال‌های آزاد و قابلیت دفاعی آنتی اکسیدان‌ها شرایطی به نام استرس اکسیداتیو به وجود می‌آورد (۶). فعالیت بدنی و ورزش با توجه به شدت و نوع آن موجب افزایش شکل گیری رادیکال‌های آزاد می‌شود (۸). به نظر می رسد یک جلسه فعالیت ورزشی موجب افزایش سطوح استرس اکسیداتیو در بافت عضلانی می گردد، در این زمان مسیرهای فعال شده توسط آدنوزین منوفسفات حلقوی(CAMP) منجر به فعالسازی مسیر پروتئین کینازها شده و در افزایش آنزیم های آنتی اکسیدانی اثر گذار است (۹). شواهد فراوانی نشان می‌دهد تحت شرایط فیزیولوژیک و پاتولوژیک گوناگونی از جمله فعالیت‌های بدنی، تمرین در ارتفاع زیاد و عدم تحرک، آنزیم‌های آنتی اکسیدانی نمی‌توانند به طور کامل از آسیب اکسایشی جلوگیری کنند (۱۰). به ویژه اگر مصرف مواد آنتی کسیدانی برون زاد توسط ورزشکاران به میزان کافی نباشد (۱۱ و ۱۲). در همین راستا گومز[6] و همکاران (۲۰۰۸) بیان داشتند فعالیت ورزشی با شدت متوسط می‌تواند موجب افزایش آنزیم‌های آنتی اکسیدان شود در حالی که انجام یک برنامه تمرینی با حجم بالا و در مدت طولانی می‌تواند موجب تخریب اکسیداتیو سلول شده و هومئوستاز آن را مختل نماید (۱۳). تمرینات برونگرا باعث افزایش طول عضله و به دلیل استرس مکانیکی سبب آسیب به سارکولم و آسیب عضلانی می‌شود. فرآیندهای التهابی منجر به افزایش تولید رادیکال‌های آزاد و فشار اکسیداتیو می‌شود (۱۴).

در حال حاضر درمان اصلی و موثر بسیاری از بیماریها با داروهای شیمیایی انجام می شود اما این ترکیبات دارای عوارض جانبی متعددی هستند بنابراین پژوهشگران به دنبال یافتن ترکیبات گیاهی برای درمان و پیشگیری از این بیماریها هستند (۱۵). گیاه زرشک با نام علمی Berberis vulgari از خانواده Berberidaceae ازجمله گیاهان بومی ایران است که در طب سنتی ایران به عنوان گیاه ضد التهاب شناخته شده است (۱۶). این گیاه به طور فراوان در کوهستان های شمال شرق ایران و خراسان رویش دارد و در طب سنتی به شکل های مختلفی مورد استفاده قرار می گیرد (۱۷). مطالعات نشان داده اند، آب زرشک سرشار از ترکیب های آنتی اکسیدانی است که مهمترین آنها بربرین، برامین، پالماتین و مالیکاسید هستند (۱۸ و ۱۹). همچنین نشان داده شده است که زرشک دارای مزایای بی شماری برای سلامتی است، مانند مزایای ضد التهابی. علاوه بر این، می تواند به عنوان یک گیاه دارویی برای درمان انواع اختلالات مانند دیابت، بیماری کبدی، درد کیسه صفرا، دستگاه گوارش، بیماری های دستگاه ادراری و سنگ صفرا مورد استفاده قرار گیرد (۲۰). زرشک با خاصیت آنتی اکسیدانی خود پراکسیداسیون لیپید را کاهش می دهد. بنابراین، از آنزیم های آنتی اکسیدان مانند SOD در برابر رادیکال های آزاد اکسیژن و پراکسید هیدروژن حمایت می کند (۲۱). اشرف و همکاران (۲۰۱۴) بیان کردند که میوه زرشک احتمالا از طریق تعدیل آنزیم های سم زدایی کننده و ترکیبات آنتی اکسیدانی خود باعث بهبود آسیب های کبدی می شود (۲۲). بر اساس گزارش مطلب و همکاران(۲۰۰۵) گیاه زرشک دارای فنولیک بسیار بوده و سهم بالایی در مهار رادیکال های آزاد دارد (۲۳).

[1] Delayed Onset Muscle Soreness
[2] Caldwell and Smith
[3] Superoxide dismutase
[4] Catalase
[5] Glutathione peroxidase
[6] Gomez

تحقیقات زیادی تأثیر استفاده از داروهای مختلف را جهت درمان یا کاهش DOMS بررسی کرده اند، اما اثرات جانبی این داروها باعث شده است تا توجه زیادی به گیاهان دارویی در میان پژوهشگران شکل گیرد. در همین راستا، مطالعات مختلفی به بررسی تاثیر گیاهان دارویی بر **DOMS** و استرس اکسیداتیو پرداخته اند. موری هارا[1] و همکاران (۲۰۰۸)، عصاره ی سیر کهنه را بر خستگی ناشی از فعالیت بدنی در موش‌های صحرایی و اثرات این ماده را برآنزیم**SOD** مورد مطالعه قرار داده و به این نتیجه رسیدند که استفاده کوتاه مدت از سیر بر کاهش فشار اکسایشی در موش‌های صحرایی ویستار تاثیر مثبت دارد (۲۴). باسو[2] و همکاران(۲۰۰۹) نیز نشان دادند، انار ضمن مقابله با اثرات نامطلوب فشار اکسایشی ناشی از بیماری-ها، شاخص آسیب‌های غشای سلولی مانند مالون دی آلدئید را کاهش داده و ظرفیت ضد اکسایشی سرم و نیتریک اکساید را افزایش می‌دهد (۲۵). ترومبولد[3] (۲۰۱۱) تأثیر آب انار را بر قدرت و کوفتگی عضلانی تأخیری بررسی کرد و نتیجه گرفت که آب انار در مقایسه با دارونما، از اُفت قدرت، کوفتگی عضلانی و شاخص‌های التهابی جلوگیری می‌کند (۲۶). با این حال، تاثیر مصرف عصاره زرشک بر آنزیم‌های سرمی آنتی اکسیدانی (SOD، GPX و CAT) به دنبال یک وهله فعالیت وامانده ساز اکسنتریک و ایجاد کوفتگی عضلانی هنوز به خوبی مشخص نیست، لذا هدف از پژوهش حاضر، تعیین تاثیر مکمل گیری ریشه خشک شده زرشک بر درد عضلانی و آنزیم های آنتی اکسیدانی سرم بدنبال یک جلسه فعالیت وامانده ساز اکسنتریک در زنان غیر ورزشکار است.

مواد و روش ها

این پژوهش از نوع نیمه تجربی با طرح پیش آزمون و پس آزمون با گروه دارونما به صورت دوسو کور انجام شد. ۳۰ زن غیر ورزشکار با دامنه سنی ۲۰ تا ۳۰ سال به صورت هدفمند و در دسترس به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند. معیارهای ورود به مطالعه عبارت بودند از: نداشتن سابقه بیماریهای قلبی-عروقی، متابولیکی،کلیوی، تنفسی، پرفشارخونی، اسکلتی-عضلانی؛ نداشتن دردهای عضلانی مزمن؛ عدم شرکت در فعالیتهای ورزشی منظم در شش ماه قبل از شروع تحقیق؛ عدم مصرف مکملها یا داروهای ضدالتهابی و ضد اکسایشی؛ نداشتن اضافه وزن و شاخص توده بدن (BMI) بین ۲۰ تا ۲۵ کیلوگرم/مترمربع و و همچنین معیارهای خروج از مطالعه شامل داشتن بیماری و مصرف داروهای خاص در حین دوره تحقیق بود. در ادامه آزمودنی ها به طور تصادفی در سه گروه۱۰ نفری شامل ۱) فعالیت وامانده ساز اکسنتریک (گروه کنترل)، ۲) فعالیت وامانده ساز اکسنتریک + دارونما (گروه دارونما) و ۳) فعالیت وامانده ساز اکسنتریک + مکمل زرشک (گروه زرشک) قرار گرفتند. 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 اطلاعات جمعیت شناختیآزمودنی ها (شامل سن، قد، وزن و BMI) نیز همراه با رضایتنامه کتبی داوطلبانه از آنها اخذ گردید. همچنین آنها یک هفته قبل از پژوهش در یک جلسه آشنایی با نحوه انجام فعالیت بدنی شرکت کردند. در روز پیش آزمون، هر سه گروه در یک فعالیت وامانده ساز اکسنتریک شرکت کردند.

قبل و بعد از فعالیت نمونه گیری خونی صورت گرفت. سپس به مدت ۲ هفته، آزمودنی‌ها در برنامه مکمل‌گیری مختص به گروه خود شرکت کردند، به طوری که یک گروه مکمل کپسول حاوی ریشه خشک شده زرشک را با دوز روزانه ۳ کپسول ۲۵۰ میلی‌گرمی دریافت کردند (۲۷). که گروه زرشک محسوب می-شوند.

یک گروه نیز به عنوان گروه دارونما، پودر آرد را در کپسول‌های مشابه به لحاظ ظاهر و دوز با کپسول‌های زرشک دریافت کردند؛ به طوری که پودر آرد در گروه دارونما به همان میزان ۲۵۰ میلی گرم روزانه و در کپسول‌های کاملا همسان با گروه زرشک مصرف شد. گروه کنترل نیز هیچ مکملی دریافت نکرد. بعد از دو هفته دریافت مداخلات، هر سه 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 گیری خونی صورت گرفت و سطوح سرمی SOD، GPX و CAT با استفاده از کیت های آزمایشگاهی اندازه گیری شدند. این نکته قابل ذکر است که رژیم غذایی آزمودنی‌ها در این دو هفته از طریق پرسشنامه یادآمد تغذیه ۲۴ ساعته اندازه گیری شد.

اجرای برنامه تمرینی فعالیت وامانده ساز اکسنتریک به این صورت بود که قبل از انجام فعالیت برنامه گرم کردن به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد و سپس آزمودنیها با استفاده از تردمیل (، hp/CosmuseمدلSaturn, ساخت کشور آلمان) با استفاده از پروتکل استد تا حد خستگی و واماندگی انجام می دادند. آزمودنی‌ها این تمرینات را پشت به صفحه تردمیل انجام می دادند (۲۸). قبل و بعد از جلسه فعالیت بدنی، نمونه خونی از از ورید بازویی آزمودنی‌های سه گروه به میزان ۶ سی‌سی گرفته

[1] Morihara
[2] Basu
[3] Trombold

شد. نمونه‌های جمع آوری شده داخل لوله‌های استریل حاوی K3EDTR 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. مقادیر SOD و GPX از طریق کیت کمپانی IBL آلمان به ترتیب با حساسیت‌های ۰/۳ و ۰/۱۳ U/L بدست آمدند. CAT نیز از طریق کیت‌های تهیه شده از شرکت زل بیو ساخت آلمان اندازه گیری شد. جهت تعیین شدت درد قبل و بعد از مداخله ، از نمودار استاندارد VAS (خط کش دیداری درد) استفاده شد و از افراد خواسته شد که روی خط ۱۰ سانتی متری، شدت درد عضلانی خود را علامت بزنند (از صفر بدون درد تا ۱۰ سانتی متر درد شدید). در صورتیکه افراد مورد پژوهش نمره بیشتر از ۳ سانتیمتر را در خط کش دیداری درد علامت می زدند وارد مطالعه می شدند و افراد با درد عضالانی خفیف (نمره بین ۰-۳) از مطالعه خارج شدند (۲۹). جهت تجزیه و تحلیل یافته ها از آزمون آماری تحلیل واریانس عاملی ۴ × ۲ (۲ گروه و ۴ زمان اندازه گیری) همراه با آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده شد ($P\leq ۰/۰۵$).

یافته ها

میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای مورد مطالعه در جدول ۱ گزارش شده است. نتایج آزمون تحلیل واریانس عاملی نشان داد اگرچه تفاوت معنی داری در تغییرات سطوح سرمی SOD ($P=۰/۲۷$) و CAT ($P=۰/۷۳$) در گروه های تحقیق در چهار زمان اندازه گیری وجود نداشت با این وجود درد عضلانی بعد از فعالیت وامانده ساز اکسنتریک به طور معنادار افزایش یافت ($P=۰/۰۰۱$)، اما این افزایش در گروه مصرف زرشک (بعد از مصرف زرشک) به طور معنی دار کمتر از گروه های دارونما و کنترل بود ($P=۰/۰۰۱$) همچنین سطوح سرمی GPX بعد از فعالیت وامانده ساز اکسنتریک به طور معنادار افزایش یافت ($P=۰/۰۰۱$)، اما این افزایش در گروه مصرف زرشک (بعد از مصرف زرشک) به طور معنی دار کمتر از گروه های دارونما و کنترل بود ($P=۰/۰۰۱$). نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی نشان داد سطوح GPX و درد عضلانی در گروه های زرشک، کنترل و دارونما بعد از فعالیت اول به طور معنی داری نسبت به سطوح قبل از فعالیت اول افزایش یافته است ($P=۰/۰۰۱$) همچنین این سطوح GPX و درد عضلانی در گروه های زرشک، کنترل و دارونما بعد از فعالیت دوم به طور معنی داری نسبت به سطوح قبل از فعالیت دوم افزایش یافته است ($P=۰/۰۰۱$).

جدول ۱. سطوح سرمی SOD، GPX و CAT همراه با درد عضلانی در گروه های سه گانه تحقیق

متغیرها	گروه	قبل از فعالیت اول	بعد از فعالیت اول	قبل از فعالیت دوم	بعد از فعالیت دوم	P
درد عضلانی (VAS)	زرشک	۰/۰۳ ± ۰/۰۶	۴ ± ۰/۶۶	۰/۰۳ ± ۰/۰۶	۲/۶۰ ± ۱/۰۲ ***	۰/۰۰۱
	دارونما	۰/۰۱ ± ۰/۰۳	۳/۱۵ ± ۱/۵۸	۰/۰۱ ± ۰/۰۳	۲/۹۵ ± ۱/۸۰	
	کنترل	۰/۰۷ ± ۰/۱۴	۳/۹۷ ± ۱/۵۵	۰/۰۷ ± ۰/۱۴	۴/۲۲ ± ۱/۵۴	
SOD (U/L)	زرشک	۱۴۶۶/۹۵ ± ۵۰۶/۱۹	۱۴۶۶/۲۰ ± ۵۰۵/۸۸	۱۴۷۰/۶۲ ± ۵۱۲/۹۰	۱۴۶۴/۶۴ ± ۴۹۸/۷۶	۰/۲۷
	دارونما	۱۳۴۱/۹۰ ± ۵۰۳/۶۲	۱۳۴۶/۹۱ ± ۵۰۰/۸۶	۱۳۴۲/۳۱ ± ۵۰۱/۲۷	۱۳۴۷/۷۵ ± ۴۹۸/۲۷	
	کنترل	۱۶۷۸/۴۴ ± ۵۷۲/۶۰	۱۶۷۸/۱۳ ± ۵۷۴/۲۶	۱۶۷۸/۲۵ ± ۵۷۴/۴۷	۱۶۸۰/۶۷ ± ۵۷۰/۰۰۷	
GPX (U/L)	زرشک	۵۲۹/۱۰ ± ۱۰۲/۰۴	۵۵۴ ± ۹۸/۳۵	۵۲۸/۹۰ ± ۱۰۲/۰۲	۵۴۳/۳۰ ± ۹۹/۶۲ ***	۰/۰۰۱
	دارونما	۶۱۶/۱۵ ± ۱۰۱/۴۶	۶۴۱/۹۰ ± ۹۸/۷۲	۶۱۶/۳۰ ± ۱۰۰/۵۲	۶۴۳/۹۰ ± ۹۵/۸۰	
	کنترل	۵۵۵/۸۰ ± ۱۰۹/۲۵	۵۷۴/۲۰ ± ۱۰۴/۹۹	۵۵۶/۸۰ ± ۱۰۸/۳۸	۵۷۷/۲۰ ± ۱۰۶/۱۸	
CAT (µmol/l)	زرشک	۱۰/۸۹ ± ۱/۷۹	۱۰/۹۷ ± ۱/۷۲	۱۱/۰۸ ± ۱/۹۳	۱۱ ± ۱/۹۷	۰/۷۳
	دارونما	۱۲/۲۸ ± ۱/۷۰	۱۲/۳۶ ± ۱/۶۶	۱۲/۴۸ ± ۱/۶۲	۱۲/۵۱ ± ۱/۷۷	
	کنترل	۱۱/۵۵ ± ۱/۴۱	۱۱/۶۴ ± ۱/۳۵	۱۱/۵۳ ± ۱/۵۶	۱۱/۵۸ ± ۱/۴۸	

*** $P\leq ۰/۰۰۱$ کاهش معنی دار در پس آزمون نسبت به گروه های دارونما و کنترل

بحث و بررسی

بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، فعالیت وامانده ساز اکسنتریک و زرشک تاثیر معناداری بر SOD و CAT نداشتند؛ اما فعالیت وامانده ساز اکسنتریک منجر به افزایش معنادار GPX و درد عضلانی در زنان غیر ورزشکار شد. نتایج تحقیق حاضر همچنین نشان داد که درد عضلانی به دنبال مصرف۱۴روز مکمل گیری زرشک و پس از یک جلسه فعالیت وامانده ساز اکسنتریک با افزایش کمتری در مقایسه با گروه های دارونما و کنترل همراه بود. یافته های حاضر در خصوص تاثیر مکمل های آنتی اکسیدانی همسو با برخی یافته های پیشین است (۳۰). در یک پژوهش، هوشمند مقدم و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی تأثیر مصرف دو هفته مکمل آب زرشک بر التهاب ناشی از فعالیت شدید هوازی در دختران جوان فعال پرداختند. در مطالعه آنها، ۲۰ زن جوان شکل تصادفی در دو گروه ۱۰ نفری تجربی (دریافت کننده مکمل آب زرشک) و کنترل (دریافت کننده دارونما) قرار گرفتند. افراد گروه تجربی روزانه ۲۵۰ میلی گرم آب زرشک طبیعی و افراد گروه کنترل روزانه ۲۵۰ میلی گرم دارونما به مدت دو هفته دریافت کردند. بعد از دو هفته، افراد هر دو گروه در یک جلسه فعالیت شدید هوازی شرکت کردند. میزان پروستاگلاندین E2 سرمی، قبل و بعد از مصرف و بلافاصله پس از آزمون تا مرز واماندگی (آزمون بروس) اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که میزان پروستاگلاندین E2 سرمی پس از فعالیت شدید ورزشی در گروه تجربی کاهش معنی داری در مقایسه با گروه کنترل داشت. آنها چنین نتیجه گیری کردند که به طور کلی مصرف ۲ هفته آب زرشک می تواند برای کمک به بهبود عملکرد ورزشی از طریق کاهش آثار التهابی PGE2، در فعالیت ورزشی شدید مؤثّر باشد (۳۱). با توجه به مطالعات اندک در خصوص مکمل زرشک و نبود مطالعه ای مشابه با این پژوهش، مطالعه حاضر با توجه به جستوجوهای محقق، نخستین پژوهش در زمینه تأثیر مکمل زرشک بر شاخص های سرمی آنتی اکسیدان ناشی از فعالیت ورزشی وامانده ساز در زنان غیر ورزشکار می باشد. زرشک دارای ترکیبات زیست فعال با اثرات درمانی فراوان می باشد. بنابراین می توان از آن به طور گسترده در صنایع غذایی، دارویی و مکمل سازی استفاده کرد. اثرات ضد التهابی زرشک در چند مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است (۳۲).

فرضیه های متعددی برای سازوکار آسیب عضلانی و کوفتگی عضلانی ناشی از تمرینات ورزشی ارائه شده است که از میان آنها می توان به فرضیات اسید لاکتیک، اسپاسم عضلانی، آسیب بافت همبند، التهاب و تورم اشاره نمود. اعتقاد بر این است که انقباضات اکسنتریک، در تمامی افراد صرف نظر از سن، جنس و یا سطح آمادگی می تواند باعث کوفتگی عضلانی شود؛ اما در افرادی که قبلاً و به حد کافی تمرینات مقاومتی انجام نداده اند تأثیر بیشتری دارد (۳۳). فرضیه ای که اجماع محققین بر آن اعتقاد دارند بیان می کند که به دنبال تمرینات اکسنتریک شدید، آسیبی به اتصال تاندون عضله وارد می شود که باعث تجمع کلسیم می گردد، تنفس سلولی را مهار می کند و تولید آدنوزین تری فسفات را مختل می کند. در دقایق بعدی و در مرحلهٔ التهاب از آسیب، نوتروفیل های موجود در گردش خون افزایش می یابند. در عرض ۶ تا ۱۲ ساعت بعد از آسیب ماکروفاژها در محل آسیب دیده وارد شده و هیستامین فعال تولید می کنند. در ۴۸ ساعت پس از آسیب، تعداد ماکروفاژها و مونوسیت ها به اوج میرسد. ماکروفاژها در مواجهه با التهاب، رهایش پروستاگلاندین ها را تحریک می کنند که پایانه های عصبی نوع III و IV را به تحریکات حرارتی، مکانیکی و شیمیایی حساس می سازند (۳۳). اثرات ضد التهابی عصاره زرشک در مطالعات محدودی مورد بررسی قرار گرفته است (۳۲). یسیلادا[1] (۲۰۰۲) نشان داد اثرات ضد درد، ضد التهاب و ضد تب توسط ریشه این گیاه ظاهر می شود (۳۴). در پژوهشی گولیانگ کوئی[2] همکاران(۲۰۰۹) نشان دادند، عصاره زرشک قادر است فعالیت ERK وp38 Mark را که از واسطه های درگیر در التهاب است، کنترل نماید. بنابراین می توان احتمال داد که آثار عصاره زرشک از طریق این واسطه ها باشد (۳۵). با توجه به گزارش های موجود راجع به اثرات ضد التهابی گیاه زرشک می توان چنین استدلال کرد که احتمالاً عصاره گیاه زرشک از طریق مهار آزادسازی واسطه های التهابی محیطی توانسته است میزان التهاب را کاهش دهد؛ همچنین به احتمال زیاد کاهش نفوذپذیری عروقی، یکی دیگر از سازوکارهایی است که عصاره گیاه زرشک در کاهش میزان التهاب انجام می دهد (۳۲). یکی از دلایل احتمالی که بیانگر کاهش التهاب بعد از فعالیت می باشد، ممکن است ناشی از کاهشPGE2 سرمی در حالت استراحت بر اثر مصرف مکمل آب زرشک باشد که متعاقب آن PGE2 بعد از فعالیت یا نیز کاهش یافت. این پژوهش با اطلاعات موجود در طب سنتی ایران که زرشک را به عنوان گیاه ضد التهابی معرفی می نماید، همخوانی دارد (۱۶). با این حال مطالعات بیشتری در خصوص تاثیر زرشک بر پاسخ به ورزش شدید مورد نیاز می باشد.

در مطالعه حاضر افزایش GPX احتمالا بدنبال افزایش ناشی از استرس اکسیداتیو بعد از ورزش بروز کرده است و عدم تغییر معنادار SOD و CAT ممکن است به دلیل نیاز نبودن به این

[1] Yeşilada
[2] Guoliang Cui

آنزیم‌ها در سرکوب استرس اکسیداتیو بوده است و اگر استرس اکسیداتیو افزایش بیشتری پیدا می‌کرد شاید این آنزیم‌ها نیز افزایش می‌یافتند. با این حال، ۱۴ روز مکمل‌گیری زرشک منجر به افزایش کمتر GPX در گروه زرشک نسبت به گروه دارونما و کنترل شد. در راستای تاثیر فعالیت‌های بدنی بر استرس اکسیداتیو، ادلارد[1] و همکاران (۲۰۰۵) اظهار داشتند ورزش حاد و شدید منجر به افزایش استرس اکسیداتیو می‌گردد اما ورزش منظم و متوسط از طریق افزایش دفاع آنتی اکسیدانتی منجر به کاهش استرس اکسیداتیو خواهد شد (۳۶). کلوزه[2] و همکاران (۲۰۰۴) نیز نشان داده اند که دویدن با ۶۵ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه روی نوارگردان با شیب منهای ۱۵ درصد، موجب افزایش مالون دی آلدئیدمی‌شود (۳۷). در واقع هنگام فعالیت‌های استقامتی، تولید اجزا اکسیژن فعال رادیکال‌های آزاد اکسیژن یک نتیجه‌ی ضروری و غیر قابل جلوگیری متابولیسم هوازی می‌باشد. در پاسخ به ورزش شدید، بدن قادر به دفاع اکسیداتیو به دلیل کوتاهی مدت زمان ورزش نمی‌باشد. تمرینات فیزیکی تحت این شرایط، سطوح بالایی از گونه های واکنش پذیر اکسیژن ایجاد و باعث آسیب اکسیداتیو به ماکرومولکول‌ها خواهند گردید. در طی ورزش شدید، مصرف اکسیژن در بدن حدود ۸ تا ۱۰ برابر افزایش می یابد. به همین دلیل با افزایش تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن به علت افزایش مصرف اکسیژن، ممکن است ظرفیت دفاع آنتی اکسیدانی بدن تضعیف گردد (۳۸). مکانیسم‌های متعددی برای توجیه پاسخ آنزیم‌های آنتی اکسیدانی به ورزش ارائه شده است. به خوبی نشان داده شده است که متعاقب تمرینات ورزشی، تولید رادیکال‌های آزاد افزایش می‌یابد (۳۹). در نتیجه به دنبال آن مالون دی آلدئید که به عنوان یکی از شاخص‌های پراکسیداسیون لیپیدی غشاء گلبول‌های قرمز خون می‌باشد، افزایش می‌یابد (۴۰). به دنبال افزایش استرس اکسیداتیو در بدن، سیستم دفاعی سلول مانند آنزیم‌های آنتی اکسیدانی جهت مقابله با استرس اکسیداتیو تولید شده تحریک و فعال می‌شوند (۶). به نظر می‌رسد در مطالعه حاضر بتوان افزایش فعالیت GPX در اثر تمرین را بر اساس این اصل که انجام تمرینات ورزشی موجب افزایش فعالیت آنزیم-های آنتی اکسیدانی می‌شود را توجیه نمود. نقش GPX با کاهش پراکسید هیدروژن ، هیدروپراکسیدهای لیپید و سایر هیدروپراکسیدهای آلی حاصل می شود (۶). نتایج مطالعات انجام شده موید این نکته می‌باشد که فعالیت بدنی شدید از طریق افزایش ترشح هورمون‌هایی مانند اپی نفرین یا کاتکولامین‌های دیگر، متابولیسم پروستانوئیدها، گزانتین اکسیداز، NADPH اکسیداز و فعالیت ماکروفاژها بر فرآیندهای استرس اکسیداتیو اثر گذار بوده و موجب افزایش استرس اکسیداتیو و پراکسیداسیون لیپید می‌شود (۴۱). از طرفی فرآیند کاهش جریان خون موضعی در ابتدای تمرینات شدید و سپس برقراری مجدد گردش خون بافتی مورد نیاز که در ابتدای فعالیت‌های بدنی شدید در اندام‌هایی مانند عضلات فعال، کلیه-ها، طحال، کبد و غیره روی می‌دهد، به عنوان عامل دیگری در روند افزایش پراکسیداسیون لیپید محسوب می‌گردد (۴۲). در ابتدای فعالیت‌های بدنی با شدت زیاد به دلیل عدم هماهنگی میان میزان اکسیژن دریافتی و اکسیژن مورد نیاز بافت‌ها به خصوص در عضلات فعال و از سوی دیگر بروز فرآیند کاهش جریان خون موضعی و سپس برقراری مجدد گردش جریان خون بافتی، تولید انواع اکسیژن‌های فعال شده افزایش می‌یابد. در نتیجه لیپیدهای غیر اشباع غشاهای بافتی در معرض آسیب قرار می‌گیرند. با توجه به اینکه اکسیژن رسانی زیاد بافتی یکی از مهم ترین دلایل افزایش عوامل استرس اکسیداتیو می‌باشد و پاسخ استرس اکسیداتیو به ورزش تحت تأثیر عواملی از قبیل وضعیت سلامتی فرد، سن، جنس، نژاد، ژنتیک، میزان آمادگی جسمانی، تفاوت‌های فردی، پاسخ‌های متفاوت بافتی، تارهای عضلانی و انواع آن، شدت و مدت و نوع تمرین انجام شده و کاهش دریافت مواد غذائی ضد استرس اکسیداتیو در تغذیه روزانه افراد قرار می‌گیرد (۴۲)، نتایج متفاوت به دست آمده در تحقیقات مختلف دور از انتظار نیست. از همه مهم‌تر اینکه گوناگونی شاخص‌های پراکسیداسیون لیپیدی و شیوه‌های اندازه گیری و حساسیت آنها در پژوهش‌های مختلف نیز می‌تواند نتایج غیر هم سوئی به دنبال داشته باشد. عنوان شده است که تمرینات استقامتی، سبب افزایش فعالیت هر دو آنزیم SOD و GPX اریتروسیتی در عضلات اسکلتی می‌شود و احتمالاً تمرینات ورزشی با شدت زیاد عموماً بیشتر از تمرینات با شدت پایین در تنظیم فعالیت آنزیم‌هایSOD و GPX اریتروسیتی نقش دارند. در ضمن تنظیم میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی-اکسیدانی به دنبال تمرینات ورزشی به میزان زیاد استرس اکسیداتیو در عضلات اسکلتی وابسته می‌باشد (۴۳). گلوتاتیون یک نقش محوری در حفظ و نگهداری وضعیت ردوکس داخل سلولی و عملکرد آنزیم‌های آنتی آکسیدانی در طول تمرینات حاد و کوتاه مدت شدید و تمرینات طولانی مدت با شدت کم بازی می‌کند (۴۴). بنابراین به نظر میرسد مصرف مکمل زرشک احتمالاً هم وضعیت کوفتگی عضلانی و هم آنزیم های آنتی اکسیدانی را در زنان غیر ورزشکار تحت تاثیر قرار می دهد. هر چند به دلیل دوره مکمل گیری کوتاه زرشک و همچنین یک

[1] Adlard
[2] Close

جلسه بودن فعالیت به تحیقات بیشتری جهت روشن شدن دقیق تر اثرات زرشک نیاز می باشد

نتیجه گیری

با توجه به یافته های تحقیق حاضر به نظر می رسد یک وهله فعالیت وامانده ساز اکسنتریک می تواند درد عضلانی و سطوح سرمی GPX را در زنان غیر ورزشکار افزایش دهد با این وجود ۱۴ روز مکمل گیری زرشک می تواند سطوح آن را کاهش دهد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در مطالعه حاضر فرمهای رضایت نامه آگاهانه توسط تمامی آزمودنی‌ها تکمیل شد.

حامی مالی

هزینه‌های مطالعه حاضر توسط نویسندگان مقاله تامین شد.

مشارکت نویسندگان

طرح و ایده پردازی: هادی قائدی؛ روش شناسی و تحلیل داده ها: نعمت الله نیک منش و هادی قائدی؛ نگارش: هادی قائدی و نعمت الله نیک منش؛ ویرایش نهایی: هادی قائدی.

تعارض منافع

بنابر اظهارات نویسندگان مقاله حاضر فاقد هرگونه تعارض منافع می باشد

References

1. Pesenti FB, da Silva RA, da Silva LA, Frisseli A, Macedo CdSG. Cold water immersion effects on doms, muscle recruitment, dynamic postural control and sleep quality in soccer players: A randomized and blinded study. Physical Ther Sport. 2020; 45: e4. [DOI:10.1016/j.ptsp.2020.04.017]
2. Asjodi F, Arazi H, Samarin SF. Comparing the effects of dietary supplementation with carbohydrate and whey protein at two ratios on muscle damage indices after eccentric resistance exercise. Iranian J Nutr Sci Food Tech. 2013; 7 (4): 83- 92. http://nsft.sbmu.ac.ir/article-1-933-fa.html
3. Braun WA, Dutto DJ. The effects of a single bout of downhill running and ensuing delayed onset of muscle soreness on running economy performed 48 h later. Eur J Appl Physiol. 2003; 90 (1): 29- 34. [DOI:10.1007/s00421-003-0857-8] [PMID:12783232]
4. White JP, Wilson JM, Austin KG, Greer BK, St John N, Panton LB. Effect of carbohydrate-protein supplement timing on acute exercise-induced muscle damage. J Int Society Sports Nutr. 2008; 5 (1): 1- 7. [DOI:10.1186/1550-2783-5-5]
5. Close GL, Ashton T, Cable T, Doran D, Holloway C, McArdle F, et al. Ascorbic acid supplementation does not attenuate post-exercise muscle soreness following muscle-damaging exercise but may delay the recovery process. Br J Nutr. 2006; 95 (5): 976-81. [DOI:10.1079/bjn20061732] [PMID:16611389]
6. Adwas AA, Elsayed A, Azab A, Quwaydir F. Oxidative stress and antioxidant mechanisms in human body. J Appl Biotechnol Bioeng. 2019; 6 (1): 43. [DOI:10.15406/jabb.2019.06.00173]
7. Ighodaro O, Akinloye O. First line defence antioxidants-superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and glutathione peroxidase (GPX): Their fundamental role in the entire antioxidant defence grid. Alex J Med. 2018; 54(4): 287- 93. [DOI:10.1016/j.ajme.2017.09.001]
8. Cooper C, Vollaard NB, Choueiri T, Wilson M. Exercise, free radicals and oxidative stress. Biochem Society Trans. 2002; 30 (2): 280- 5. [PMID:12023865]
9. Kheyrdeh M, Nora M, Fashi RJ, Rakhshanizadeh A. The effect of eight

weeks of high intensity interval training with Citrus Aurantium extract consumption on oxidative stress and antioxidant levels of soleus muscle in elderly rats. Res Sport Sci Med Plants. 1 (1): 29- 38. [DOI:10.30495/varzesh.2020.677910]
10. Tokmakidis SP, Volaklis KA. Training and detraining effects of a combined-strength and aerobic exercise program on blood lipids in patients with coronary artery disease. J Cardiopulm Rehabil. 2003; 23 (3): 193- 200. [DOI:10.1097/00008483-200305000-00006] [PMID:12782903]
11. Finaud J, Lac G, Filaire E. Oxidative stress : relationship with exercise and training. Sports Med. 2006;36(4):327-58. [DOI:10.2165/00007256-200636040-00004] [PMID:16573358]
12. Sen CK. Antioxidants in exercise nutrition. Sports Med. 2001; 31 (13): 891- 908. [DOI:10.2165/00007256-200131130-00001] [PMID:11708399]
13. Gomez-Cabrera M-C, Domenech E, Viña J. Moderate exercise is an antioxidant: upregulation of antioxidant genes by training. Free Radical Biol Med. 2008; 44 (2): 126- 31. [DOI:10.1016/j.freeradbiomed.2007.02.001] [PMID:18191748]
14. Jamurtas AZ, Fatouros IG. Eccentric exercise, muscle damage and oxidative stress. International Perspective on Topics in Sports Medicine and Sports Injury. 2012. IPTSMSI. 2012; 2012: 113- 130. [DOI:10.5772/28588]
15. Arvin Z, Hoseini SA. The effect of swimming training with Coriandrum Sativum extract on glycemic indices in diabetic rats. Res Sport Sci Med Plants. 1 (1): 19- 28. [DOI:10.30495/varzesh.2020.677909]
16. Khorasani A. Treasure of pharmacy. Tehran: Islamic Revolution Edu Pub; 1991.
17. Končić MZ, Kremer D, Karlović K, Kosalec I. Evaluation of antioxidant activities and phenolic content of Berberis vulgaris L. and Berberis croatica Horvat. Food Chem Toxicol. 2010; 48 (8-9): 2176- 80. [DOI:10.1016/j.fct.2010.05.025] [PMID:20488218]
18. Malayeri MRM, Dadkhah A, Fatemi F, Dini S, Torabi F, Tavajjoh MM, et al. Chemotherapeutic effect of Berberis integerrima hydroalcoholic extract on colon cancer development in the 1, 2-dimethyl hydrazine rat model. Zeitschrift für Naturforschung C. 2016; 71 (7-8): 225- 32. [DOI:10.1515/znc-2015-0117] [PMID:27232632]
19. Mahdavi N, Joukar S, Najafipour H, Asadi-Shekaari M. The promising effect of barberry (Zereshk) extract against experimental pulmonary microvascular remodeling and hypertension: A comparison with sildenafil. Pharmaceut Biol. 2016; 54 (3): 509- 15. [DOI:10.3109/13880209.2015.1050676] [PMID:26023989]
20. Zarei A, Changizi-Ashtiyani S, Taheri S, Ramezani M. A quick overview on some aspects of endocrinological and therapeutic effects of Berberis vulgaris L. Avicenna J Phytomed. 2015; 5 (6): 485. [PMID:26693406] [PMC:4678494].
21. Thirupurasundari CJ, Padmini R, Devaraj SN. Effect of berberine on the antioxidant status, ultrastructural modifications and protein bound carbohydrates in azoxymethane-induced colon cancer in rats. Chem Biol Interact. 2009; 177 (3): 190- 5. [DOI:10.1016/j.cbi.2008.09.027]
22. Ashraf H, Zare S, Farnad N. The effect of aqueous extract of barberry fruit on liver damage in streptozotocin-induced diabetic rats. J Shahrekord Uuniv Med Sci. 2013; 15. http://78.39.35.44/article-1-1304-en.html
23. Motalleb G, Hanachi P, Kua S. Evaluation of phenolic content and total antioxidant activity in Berberis vulgaris fruit extract. J Biol Sci. 2005; 5 (5): 648-653. [DOI:10.3923/jbs.2005.648.653]
24. Morihara N, Nishihama T, Ushijima M, Ide N, Takeda H, Hayama M. Garlic as an anti-fatigue agent. Mol Nutr Food Res. 2007; 51 (11): 1329- 34. [DOI:10.1002/mnfr.200700062]
25. Basu A, Penugonda K. Pomegranate juice: a heart-healthy fruit juice. Nutr Rev. 2009; 67 (1): 49- 56.

[DOI:10.1111/j.1753-4887.2008.00133.x] [PMID:19146506]
26. Trombold JR, Reinfeld AS, Casler JR, Coyle EF. The effect of pomegranate juice supplementation on strength and soreness after eccentric exercise. J Strength Cond Res. 2011; 25 (7): 1782-8. [DOI:10.1519/JSC.0b013e318220d992] [PMID: 21659887]
27. Nematshahi M, MirHamidi SM, Asadi A. The effect of dried barberry root on the symptoms of opiate withdrawal syndrome in patients undergoing methadone maintenance therapy-double-blind clinical trial. 2020. [DOI:10.29252/jmp.19.74.335]
28. Balaghi Inaloo F, Shakeryan S, Ghanbarzadeh M. The effects of two acute eccentric and concentric exercises on serum irisin level and insulin resistance index in inactive obese women. J Arak Univ Med Sci. 2016; 19 (9): 12- 21. http://jams.arakmu.ac.ir/article-1-4521-en.html
29. Hawker GA, Mian S, Kendzerska T, French M. Measures of adult pain: Visual analog scale for pain (vas pain), numeric rating scale for pain (nrs pain), mcgill pain questionnaire (mpq), short-form mcgill pain questionnaire (sf-mpq), chronic pain grade scale (cpgs), short form-36 bodily pain scale (sf-36 bps), and measure of intermittent and constant osteoarthritis pain (icoap). Arthritis Care Res. 2011; 63 (S11): S240- S52. [DOI:10.1002/acr.20543] [PMID:22588748].
30. Choobine S, 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. J Sport Biosci. 2013; 4 (15): 121- 33. [DOI:10.22059/jsb.2013.29782]
31. Hooshmand Moghadam B, Kordi MR, Mahdian S. The effect of Barberry Juice supplement on Prostaglandin E2 level caused by intense aerobic activity in active young girls. J Bir Univ Med Sci. 2017; 24: 1- 9. http://journal.bums.ac.ir/article-1-2235-en.html
32. Joukar S, Mahdavi N. Alterations of blood pressure and ECG following two-week consumption of Berberis integerrima fruit extract. Int Scholarly Res Notices. 2014; 2014. [DOI:10.1155/2014/209683] [PMID:27351000] [PMCID:4897583]
33. Cheung K, Hume PA, Maxwell L. Delayed onset muscle soreness. Sports Med. 2003; 33 (2): 145- 64. [DOI:10.2165/00007256-200333020-00005] [PMID:12617692]
34. Yeşilada E, Küpeli E. Berberis crataegina DC. Root exhibits potent anti-inflammatory, analgesic and febrifuge effects in mice and rats. J Ethnopharm. 2002; 79 (2): 237- 48. [DOI:10.1016/s0378-8741(01)00387-7] [PMID:11801387]
35. Cui G, Qin X, Zhang Y, Gong Z, Ge B, Zang YQ. Berberine differentially modulates the activities of ERK, p38 MAPK, and JNK to suppress Th17 and Th1 T cell differentiation in type 1 diabetic mice. J Biol Chem. 2009; 284 (41): 28420- 9. [DOI:10.1074/jbc.M109.012674] [PMID:19661066] [PMCID:PMC2788891]
36. Adlard PA, Perreau VM, Cotman CW. The exercise-induced expression of BDNF within the hippocampus varies across life-span. Neurobiol Aging. 2005; 26 (4): 511- 20. [DOI:10.1016/j.neurobiolaging.2004.05.006] [PMID:15653179]
37. Close GL, Ashton T, Cable T, Doran D, MacLaren DP. Eccentric exercise, isokinetic muscle torque and delayed onset muscle soreness: the role of reactive oxygen species. Eur J Appl Physiol. 2004; 91 (5): 615- 21. [DOI:10.1007/s00421-003-1012-2] [PMID:14685863]
38. Radák Z, Kaneko T, Tahara S, Nakamoto H, Pucsok J, Sasvári M, et al. Regular exercise improves cognitive function and decreases oxidative damage in rat brain. Neurochem Int. 2001; 38 (1): 17-23. [DOI:10.1016/s0197-0186(00)00063-2] [PMID:10913684]

39. Centner C, Zdzieblik D, Dressler P, Fink B, Gollhofer A, Koenig D. Acute effects of blood flow restriction on exercise-induced free radical production in young and healthy subjects. Free Rad Res. 2018; 52 (4): 446- 54. [DOI:10.1080/10715762.2018.1440293] [PMID:29448855]
40. Spirlandeli A, Deminice R, Jordao A. Plasma malondialdehyde as biomarker of lipid peroxidation: effects of acute exercise. Int J Sports Med. 2014; 35 (01): 14- 8. [DOI:10.1055/s-0033-1345132] [PMID:23771832]
41. Cunningham P, Geary M, Harper R, Pendleton A, Stover S. High intensity sprint training reduces lipid peroxidation in fast- twitch skeletal muscle. J Exer Physiol. 2005; 8(6): 8-25.
42. Chevion S, Moran DS, Heled Y, Shani Y, Regev G, Abbou B, et al. Plasma antioxidant status and cell injury after severe physical exercise. PNAS. 2003; 100 (9): 5119- 23. [DOI:10.1073/pnas.0831097100] [PMID:12702774] [PMCID:154308]
43. Ji L, Zhang Y. Antioxidant and anti-inflammatory effects of exercise: role of redox signaling. Free Rad Res. 2014; 48 (1): 3- 11. [DOI:10.3109/10715762.2013.844341] [PMID:24083482]
44. Child R, Brown S, Day S, Donnelly A, Roper H, Saxton J. Changes in indices of antioxidant status, lipid peroxidation and inflammation in human skeletal muscle after eccentric muscle actions. Clin Sci. 1999; 96 (1): 105- 15. [PMID:9857113]