

مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش

سال هشتم، شماره اول؛
 بهار و تابستان ۱۴۰۰؛ صفحات ۳۶-۴۳

مقاله پژوهشی

اثر کوتاه مدت مکمل کوئرستین بر شاخص‌های التهابی و استرس اکسیداتیو افراد فعال پس از فعالیت

ورزشی شدید

صفا جباری^۱، مهدی کارگرفرد^{۲*}

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۰۹

چکیده

هدف: کوئرستین یکی از فلاونوئیدهای (Flavonoids) مهم موجود در بیش از بیست ماده گیاهی است که به عنوان مکمل ضدالتهابی شناخته شده است. به همین دلیل نیز، کوئرستین به عنوان یک مکمل طبیعی مورد توجه ورزشکاران قرار گرفته است. هدف از پژوهش حاضر ارزیابی اثر کوتاه مدت دریافت مکمل کوئرستین بر شاخص‌های التهابی و استرس اکسیداتیو افراد فعال است. **روش شناسی:** در یک مطالعه نیمه تجربی، تعداد ۲۵ دانشجوی دختر فعال با دامنه‌ی سنی ۲۴-۱۸ سال بطور داوطلبانه انتخاب و سپس بصورت تصادفی در دو گروه افراد فعال همراه با دریافت مکمل کوئرستین (AQ) و گروه افراد فعال با دریافت دارونما (AP) قرار گرفتند. گروه AQ، ۵۰۰ میلی گرم مکمل کوئرستین و گروه AP، ۵۰۰ میلی گرم دارونما، ۱/۵ ساعت قبل از آزمون دریافت نمودند. هر دو گروه فعالیت ورزشی شدید را براساس پروتکل بروس قبل و بعد از مصرف مکمل کوئرستین اجرا کردند. سطوح شاخص‌های التهابی اینترلوکین ۸ (IL-8) و استرس اکسیداتیو ۸ ایزوپروستان (8-IsoP) قبل و در پایان مداخله اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از آزمون‌های آماری وابسته و آنالیز کوواریانس با کنترل پیش‌آزمون در سطح کمتر از ۰/۰۵ تجزیه و تحلیل شد. **یافته‌ها:** پس از مداخله، اگر چه سطوح IL-8 و 8-IsoP در گروه AQ در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون کاهش داشت، اما این کاهش تنها در میزان IL-8 معنی‌دار بود (p < ۰/۰۵). نتایج نیز کاهش معنی‌داری در سطوح IL-8 و 8-IsoP در گروه AQ در مقایسه با گروه AP در پس‌آزمون نشان داد (p < ۰/۰۵). **نتیجه گیری:** نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که مکمل کوئرستین در کاهش التهاب و استرس اکسیداتیو پس از فعالیت ورزشی شدید موثر است.

واژه‌های کلیدی: مکمل کوئرستین، اینترلوکین ۸، ایزوپروستان، فعالیت ورزشی شدید



با اسکن QR فوق می‌توانید جزئیات مقاله حاضر را در سایت www.jahssp.azaruniv.ac.ir/ مشاهده کنید

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
 ۲. استاد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران. (نویسنده مسئول):
 m.kargarfard@spr.ui.ac.ir

نحوه ارجاع: صفا جباری، مهدی کارگرفرد. اثر کوتاه‌مدت مکمل کوئرستین بر شاخص‌های التهابی و استرس اکسیداتیو افراد فعال پس از فعالیت ورزشی شدید. مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش ۱۴۰۰؛ (۱)۸: ۳۶-۴۳.

DOR: <https://dorl.net/dor/10.22049/JAHSSP.2021.27237.1351>



Copyright ©The authors

Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

Short-term effect of Quercetin supplementation on inflammatory and oxidative stress indices of active individuals after intense exercise

Safa Jabbari¹, Mehdi Kargarfard*²

Received 2021 April 29; Accepted 2021 June 14

Abstract

Aim: Quercetin is one of the important bioflavonoids present in more than twenty plants material and which is known as an anti-inflammatory supplement. For this reason, quercetin is considered by athletes as a natural supplement. The aim of this study was to evaluate the short-term effect of quercetin supplementation on inflammatory and oxidative stress indices in active individuals. **Methods:** In a semi-experimental study, 25 female active students aged 18-24 years voluntarily were selected and then randomly divided into two groups: active subjects receiving quercetin supplementation (AQ) and active subjects receiving placebo (AP). The AQ group received 500 mg of quercetin supplementation and the AP group received 500 mg of placebo 1.5 hours before the test. Both groups performed strenuous exercise according to the Bruce protocol before and after taking Quercetin supplementation. The levels of Interleukin8 (IL-8) and 8-Isoprostane (8-IsoP) indices were measured before and at the end of intervention. Data were analyzed using dependent t-test and analysis of covariance with pretest control at a level less than 0.05. **Results:** After the intervention, although the levels of IL-8 and 8-IsoP decreased in the post-test compared to the pretest in the AQ group, but this decrease was only significant in the level of IL-8 ($p < 0.05$). The results also showed a significant decrease in IL-8 and 8-IsoP levels of AQ group compared to AP group in post-test ($p < 0.05$). **Conclusion:** The results of this study showed that quercetin supplementation is effective in reducing inflammation and oxidative stress after strenuous exercise.



Scan this QR code to see the accompanying video, or visit jahssp.azaruniv.ac.ir

1. Master of Sports Physiology, Faculty of Sports Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran
2. Professor of Sports Physiology, Faculty of Sports Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran. (Corresponding Author):
Email: m.kargarfard@spr.ui.ac.ir

Keywords: Quercetin supplement, Interleukin-8, 8-Isoprostane, Intense exercise

Cite as: Safa Jabbari, Mehdi Kargarfard. Short-term effect of quercetin supplementation on inflammatory characteristics and oxidative stress in active individuals after strenuous exercise. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2021; 8(1): 36-43.

DOR: <https://dorl.net/dor/10.22049/JAHSSP.2021.27237.1351>



مقدمه

با وجود اینکه شرکت در فعالیت‌های ورزشی به صورت منظم و با شدت مناسب، سازگاری‌های فیزیولوژیکی بسیاری را به همراه دارد و از بیماری‌های قلبی عروقی، دیابت، چاقی و انواع مختلف سرطان‌ها جلوگیری می‌کند (۱)، اما انجام فعالیت ورزشی شدید منجر به تولید رادیکال‌های آزاد و متعاقب آن، آسیب‌های ناشی از استرس اکسایشی و صدمات سلولی می‌شود (۲). هشت ایزوپروستآن^۱ (8-Isop) ترکیبی شبه پروستاگلاندین، نسبتاً پایدار و مخصوص پراکسیداسیون لیپیدها است که آن را به یک نشانگر زیستی بالقوه قابل اطمینان از استرس اکسیداتیو در مایعات مختلف بدن تبدیل می‌کند (۳). هنگام فعالیت‌های شدید ورزشی، مکانیزم‌های آنتی‌اکسیدانی درون‌زاد بدن به طور ناکارآمد عمل کرده و از آسیب‌های اکسایشی به نحو مطلوب جلوگیری نمی‌کنند (۲) لذا افزایش استرس اکسایشی در عضلات و سایر بافت‌های فعال بدن، منجر به کاهش نیروی عضلانی و خستگی می‌شود (۴).

التهاب پاسخ سیستم ایمنی بدن به محرک‌هایی مانند عوامل بیماری‌زا و سلول‌های آسیب‌دیده است که با حذف محرک‌های آسیب‌رسان و شروع روند بهبودی، عمل می‌کند. التهاب یک مکانیسم دفاعی است که برای سلامتی حیاتی بوده و با محافظت از بدن در برابر عفونت، بافت آسیب‌دیده را به عملکرد طبیعی فیزیولوژیکی آن بازمی‌گرداند (۵). اینترلوکین^۲ ۸ (IL-8)، یک سیتوکین است که توسط انواع مختلفی از سلول‌ها بر اثر تحریک با محرک‌های التهابی تولید می‌شود و نقش مهمی در التهاب شدید ایفا می‌کند (۶). فعالیت ورزشی شدید، غالباً با سندرم بیش‌ترمیمی همراه است، که با علائم خستگی، اختلال در عملکرد سیستم ایمنی بدن، تروما در بافت‌ها، التهاب ماهیچه‌ها و احشای بدن و مشکلات بهداشتی مزمن بروز می‌کند (۷)؛ علاوه بر این، پاسخ التهابی متعاقب آن ممکن است باعث افزایش آسیب‌های عضلانی، کاهش عملکرد طبیعی عضله، تسریع در شروع خستگی و تأخیر در بهبود عضلات شود (۸). یکی از راهکارهای کاهش سطح نشانگرهای التهابی در خون، مصرف مواد مغذی ضد-التهابی است که از این طریق به کاهش آسیب‌های عضلانی پس از ورزش کمک می‌کنند (۹). تحقیقات گسترده‌ای در مورد خاصیت آنتی‌اکسیدانی و ضد-التهابی این مواد مغذی در رابطه با ورزش انجام شده است، اما نکته ای که وجود دارد این است که نتایج بدست آمده به دلیل مشکلات که در کنترل تعدادی از عوامل مخدوش‌کننده از قبیل نوع، زمان، دوز مکمل و فاکتورهای آموزشی وجود دارد، هنوز هم قطعی نیستند (۱۰-۱۲).

فعالیت ورزشی شدید باعث سازگاری سریع در سیستم‌های قلبی عروقی، غدد درون ریز، عضلات اسکلتی و CNS شده و با تغییرات فیزیولوژیکی همراه خواهد بود (۱۳). اگرچه تمرینات شدید ورزشی و تمرینات سنگین با افزایش حالت ضد التهابی همراه است، اما از طرفی تولید همزمان سیتوکین‌های ضد التهابی، این پاسخ التهابی به ورزش را، محدود می‌کند (۱۴). فعالیت ورزشی شدید، علاوه بر افزایش نشانگرهای التهابی و ضد التهابی، می‌تواند منجر به افزایش عفونت و کاهش عملکرد سیستم ایمنی بدن ورزشکاران شود. همچنین نشان داده شده است شدت و طول مدت تمرین بر پاسخ ایمنی به جلسه تمرین شدید اثرگذار است (۱۵).

در حال حاضر، استفاده از مکمل‌ها برای تقویت قدرت و استقامت ماهیچه‌های ورزشکاران موضوعی فراگیر در جوامع ورزشی محسوب می‌شود. همچنین با توجه به افزایش میزان استرس اکسیداتیو در جریان فعالیت ورزشی با شدت

بالا، برای حفظ سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی و محافظت از آسیب اکسایشی، استفاده از مکمل‌های آنتی‌اکسیدانی می‌تواند راهکار مناسبی باشد (۲). فلاونوئیدها، گروهی از مکمل‌های ورزشی با خاصیت آنتی‌اکسیدانی بوده و برجسته‌ترین فلاونوئید در میوه‌ها و سبزیجات، کوئرتستین است که همواره بیشترین سهم را در رژیم غذایی انسان دارد و به عنوان یک آنتی‌اکسیدان تقویت کننده سلامتی در نظر گرفته می‌شود (۱۶، ۱۷).

کوئرتستین در بیشتر سبزیجات و میوه‌های خوراکی، به ویژه در سیب، آجیل، گیاهان، پیاز و شراب گیلاسایف می‌شود و دارای فعالیت‌های بیولوژیکی مربوط به توانایی آن در مهار آنزیم‌ها و اثرات آن بر پاسخ‌های ایمنی است. اثرات دارویی کوئرتستین، مانند فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی، ضدآلرژی، ضدپیری و ضدسرطان، همچنین اثر تنظیم کننده آن بر اینترلوکین ۶ (IL-6)، IL-8، فاکتور نکروز توموری آلفا (TNF- α) کاملاً تأیید شده است (۱۸، ۱۹). تحقیقات مهم و قابل اعتماد دیگری نشان دهنده خواص مفید دیگری از جمله خاصیت ضدآسمی، ضد پرفشاری خون، ضد دیابت، ضد نفوس و کاهش دهنده خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی و عروقی در افراد مصرف کننده کوئرتستین است (۱۶، ۱۷).

در پژوهشی مصرف حاد مکمل‌های مبتنی بر کوئرتستین از افزایش شاخص‌های التهابی پس از ورزش مانند TNF- α و اینترلوکین ۱ β (IL-1 β) جلوگیری نکرد (۲۰). در مقابل، تحقیقی دیگر نشان داد که مصرف مکمل کوئرتستین به مدت ۱۴ روز می‌تواند ضعف ناشی از فعالیت ورزشی برونرگا، اختلال عملکرد عصبی عضلانی و پارامترهای بیوشیمیایی را به دلیل اثر ضد التهابی و آنتی-اکسیدانی قوی آن بهبود بخشد (۲۱). همچنین در مطالعه‌ای مصرف سه هفته-ای کوئرتستین در مقایسه با گروه دارونما، باعث کاهش واسطه‌های التهابی پس از ورزش مانند IL-6 و TNF- α پس از یک دوره دوچرخه سواری ۳ ساعته شد (۲۲). در تحقیقی بر روی ۲۰ زن شناگر تمرین کرده، مصرف مکمل کوئرتستین به مدت ۲ هفته باعث کاهش شاخص‌های التهابی پس از یک جلسه تمرین شدید شنا گردید و نشان داد کوئرتستین می‌تواند عملکرد ضد التهابی را در یک جلسه شنا تا حد و اماندگی بهبود بخشد (۲۳). پژوهشی دیگر با مکمل‌دهی ۷ روزه کوئرتستین روی مردان جوان ورزشکار نشان داد که کوئرتستین در پیشگیری از التهاب پس از یک جلسه ورزش مقاومتی و امانده‌ساز موثر بود (۲۴). بنابراین، به نظر می‌رسد که نتایج متفاوت گزارش شده از اثر مصرف کوئرتستین بر شاخص‌های التهابی تا حد زیادی به دوز و مدت زمان مصرف مکمل کوئرتستین و همچنین به نوع، شدت و مدت زمان تمرین تجربی وابسته است. با توجه به اینکه در مطالعات دیگر، مدت مصرف مکمل کوئرتستین و مدت و نوع انجام فعالیت ورزشی در بازه‌ی زمانی از یک تا چند هفته متغیر بوده است و همچنین با در نظر گرفتن اثرات مفید مکمل‌های غذایی برای افراد درگیر در فعالیت‌های شدید، این پرسش مطرح می‌شود که آیا کاهش مدت و دوز مصرف مکمل کوئرتستین و کاهش تعداد جلسات همراه با افزایش شدت فعالیت ورزشی تأثیری بر میزان التهابی و استرس اکسیداتیو پس از فعالیت ورزشی شدید دارد؟ بدین منظور، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر مصرف کوتاه‌مدت مکمل کوئرتستین بر شاخص‌های التهابی (IL-8) و استرس اکسیداتیو (8-Isop) افراد فعال پس از یک جلسه فعالیت ورزشی شدید طراحی گردید.

2. Interleukin-8

1. 8-Isoprostane

روش پژوهش

در این پژوهش نیمه تجربی، دوسوکور با دارونما-کنترل، ۲۵ دانشجوی دختر با دامنه‌ی سنی ۲۴-۱۸ سال بصورت داوطلبانه شرکت کردند. سپس داوطلبان بطور تصادفی در دو گروه افراد فعال با دریافت مکمل کوئرستین (AQ) و افراد فعال با دریافت دارونما^۲ (AP) تقسیم شدند. معیار ورود به تحقیق برای افراد فعال، داشتن سابقه ورزشی بین یک تا سه سال و انجام ورزش منظم در طول هفته بود، که شامل دانشجویانی می‌شد که بطور منظم هر هفته حداقل ۳ جلسه ورزش می‌کردند یا اعضای تیم‌های ورزشی ملی و باشگاهی بودند. همچنین برای جلوگیری از خطا در نتایج تحقیق، افراد مجوز ورود به پژوهش را پس از معاینه توسط پزشک، دریافت کردند. در این معاینه، سلامت عمومی داوطلبان، نداشتن هیچگونه آسیب‌دیدگی و عدم ابتلا به بیماری‌های خاص از قبیل بیماری قلبی (آریمی خطرناک، نارسایی احتقانی، ایسکمی)، ریوی (آسم یا آمفیزم) و کلیوی بررسی گردید. پس از شرکت در جلسه توجیهی درباره اهداف و مراحل پژوهش، از آزمودنی‌ها خواسته شد فرم رضایت شرکت در تحقیق را تکمیل نمایند. سپس آزمودنی‌ها در یک جلسه جداگانه با نحوه کار با تردمیل و انجام پروتکل بروس آشنا و اندازه گیری اولیه شامل قد، وزن و شاخص توده بدنی آزمودنی‌ها انجام شد. لازم به ذکر است که برای مشابه بودن تقریبی تغذیه، آزمودنی‌ها از دانشجویان خوابگاهی انتخاب گردیدند.

برنامه تمرینی

در این تحقیق برای هر دو جلسه فعالیت ورزشی (سالن ورزشی شهید بهرامیان، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان) از پروتکل بروس بر روی تردمیل (۲۵) در جلسه اول (پیش آزمون) و دوم (پس آزمون) استفاده شد. آزمون تا زمانی ادامه یافت که آزمودنی‌ها دیگر نتوانستند به فعالیت ادامه دهند (تا حد واماندگی). به محض مشاهده تغییرات شدید و غیرطبیعی در تنفس و ضربان قلب (نزدیک به حداکثر ضربان قلب محاسبه شده برای هر فرد) و بروز علائم سرگیجه، سیانوز و رنگ پریدگی شدید، آزمون متوقف می‌شد. قبل از مراجعه آزمودنی‌ها به آزمایشگاه جهت آزمون، تذکرات لازم از قبیل پوشیدن لباس و کفش ورزشی، مصرف صبحانه یکسان، مصرف مکمل و دارونما در ساعت معین قبل از تست به آنها داده شد. آزمودنی‌ها در دو جلسه در این تحقیق شرکت کردند و بمنظور از بین رفتن اثرات خونگیری و تمرین شدید جلسه اول، به مدت یک هفته استراحت کردند (۲۶). پس از آن جلسه دوم آزمون برگزار گردید و تمامی مراحل جلسه اول تکرار شد.

مصرف مکمل و دارونما

صبحانه ویژه مشترک در هر دو روز پیش آزمون و پس آزمون حاوی مقدار یکسان مواد غذایی شامل ۴۵ گرم نان، ۱۵ گرم کره و یک لیوان آب جوش بود (۲۷). در پیش آزمون یک و نیم ساعت پس از صرف صبحانه آزمون بروس از هر دو گروه به عمل آمد و در پس آزمون، پس از صرف صبحانه و یک ساعت و نیم قبل از انجام آزمون، گروه AQ، ۵۰۰ میلی گرم مکمل کوئرستین (سولاری، آمریکا) (۲۳) و گروه AP، ۵۰۰ میلی گرم دارونما (دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، ایران) دریافت نمودند. پیش از آغاز آزمون، قوطی‌های دارای مکمل و دارونما، توسط فردی غیر از پژوهشگر علامت گذاری شدند تا عدم اطلاع پژوهشگر و آزمودنی‌ها از نوع کپسول‌های دریافتی مراعات شود. به صورت مستمر از آزمودنی‌ها خواسته می‌شد رژیم غذایی معمول خود را حفظ کنند و در طول مراحل تحقیق به فعالیت روزمره خود ادامه دهند و از ایجاد هرگونه تغییر در فعالیت فیزیکی و رژیم غذایی اجتناب نمایند.

جمع آوری نمونه خونی و روش اندازه گیری

از هر آزمودنی در هر دو جلسه خون‌گیری به عمل آمد (شکل ۱). نخستین نمونه‌گیری خونی در پیش‌آزمون، بدون مصرف هرگونه مکمل یا دارونما و دومین نمونه‌گیری خونی در پس‌آزمون، با مصرف مکمل و دارونما بوده که از محل ورید پیش‌آرنجی بازوی راست آزمودنی‌ها گرفته شد. هر دو مرحله نمونه‌گیری بلافاصله پس از اتمام پروتکل بروس گرفته شد، در شرایطی که ۱/۵ ساعت از خوردن صبحانه مشترک آنها گذشته بود و در ۲۴ ساعت قبل از نمونه‌گیری، فعالیت شدید ورزشی نداشتند و همچنین شب قبل از جمع آوری نمونه خونی حداقل ۸ ساعت خوابیده بودند. در این تحقیق اندازه‌گیری میزان شاخص التهابی IL-8 توسط کیت آزمایشگاهی انسانی الایزا اینترلوکین هشت (بوستریبولوجیکال تکنولوژی، آمریکا) و اندازه‌گیری شاخص استرس اکسیداتیو 8-IsoP توسط کیت آزمایشگاهی انسانی الایزا هشت ایزوپرستان (هوانگجو ایستییوفارم، چین) صورت گرفت. با آزمایشگاه تشخیص طبی جهت خونگیری از آزمودنی‌ها در محل اجرای آزمون و بلافاصله پس از خاتمه پروتکل بروس و همچنین نگهداری از نمونه‌های خون جهت انجام آزمایشات مربوطه بر روی نمونه‌های خونی، هماهنگی‌های لازم بعمل آمد.

تحلیل آماری

بلافاصله پس از آماده شدن نتایج آزمون ورزش و نمونه‌های خونی، داده‌های مورد نیاز از برگه‌های آزمایش استخراج و جهت انجام تجزیه و تحلیل آماری در نرم افزار SPSS وارد گردید. در ابتدا از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف برای برقراری فرض طبیعی داده‌ها استفاده شد. پس از تأیید برقراری فرض طبیعی داده‌ها، از شاخص‌های آزمون توصیفی از قبیل میانگین و انحراف معیار و همچنین رسم نمودار برای توصیف داده‌های هر دو گروه استفاده شد. از آزمون‌های آمار استنباطی نظیر t مستقل برای مقایسه‌ی میانگین سن و ویژگی‌های بدنی گروه‌ها استفاده شد. به منظور مقایسه‌ی میانگین مقادیر IL-8 و 8-IsoP بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر گروه از آزمون t وابسته استفاده شد. همچنین، برای مقایسه بین گروهی (گروه AQ با گروه AP) در متغیرهای وابسته مورد نظر از روش آماری تحلیل کوواریانس با کنترل پیش-آزمون، بکارگرفته شد. کلیه عملیات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۳ در سطح معناداری $p \leq 0.05$ اجرا شد.

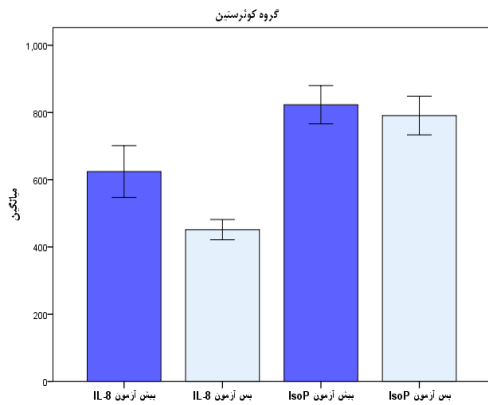
یافته‌ها

در شروع مطالعه، ویژگی‌های بدنی آزمودنی‌ها از جمله سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی و همچنین شاخص‌های التهابی و استرس اکسیداتیو به تفکیک دو گروه در جدول (۱) گزارش شده است. براساس یافته‌های جدول (۱)، بین میانگین سن و متغیرهای بدنی و شاخص‌های IL-8 و 8-IsoP آزمودنی‌های دو گروه AQ و AP تفاوت معناداری مشاهده نشد ($p > 0.05$). به عبارت دیگر، ویژگی‌های اندازه گیری شده در هر دو گروه تقریباً یکسان هستند و از تجانس لازم برخوردار بودند. پس از تأیید فرض طبیعی بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف اسمیرنوف ($p > 0.05$)، در ادامه برای تحلیل داده‌ها از آمار پارامتریک استفاده شد. یافته‌ها و مقایسه میانگین سطوح IL-8 و 8-IsoP پیش‌آزمون و پس‌آزمون به تفکیک گروه‌های AQ و AP و همچنین نتایج تحلیل کوواریانس در جدول (۲) و نمودارهای ۱ و ۲ آورده شده است. طبق نتایج بدست آمده در جدول ۲، اگر چه میانگین سطوح IL-8 و 8-IsoP در گروه AQ در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون کاهش داشت، ولی این کاهش تنها در میانگین سطوح

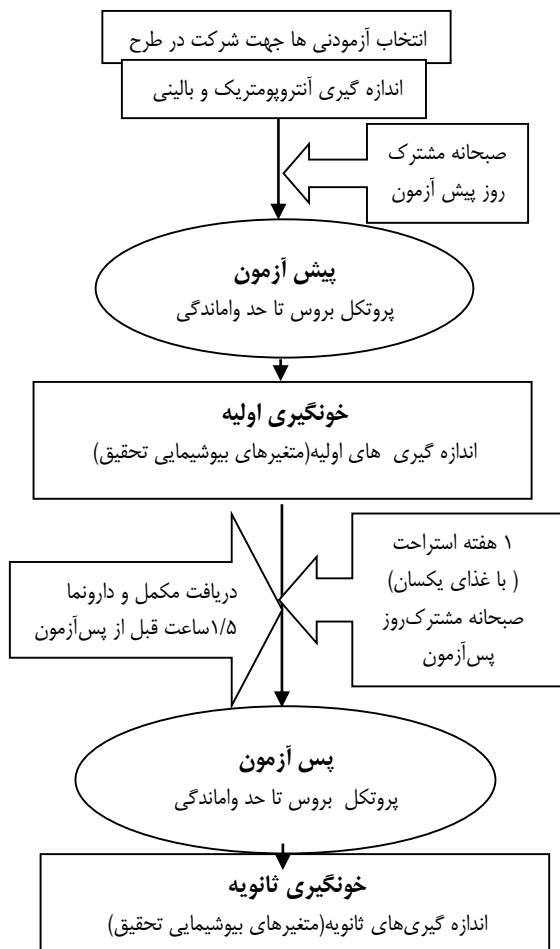
^۲. Active individuals who take Placebo

^۱. Active individuals who take Quercetin





نمودار (۲) مقایسه ی میانگین سطوح IL-8 و 8-IsoP قبل و بعد از آزمون در گروه AQ



شکل (۱) طرح شماتیک تحقیق

بحث

نتیجه اصلی مطالعه حاضر این است که مصرف مکمل کوئرستین (۵۰۰ میلی گرم قبل از فعالیت ورزشی شدید) منجر به کاهش معنی داری در پاسخ شاخص‌های IL-8 و 8-IsoP گروه مکمل در مقایسه با گروه دارونما پس از یک جلسه فعالیت ورزشی شدید می‌شود. قابل ذکر است که در گروه AQ مقایسه ی بین نتایج پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان دهنده ی کاهش در سطوح IL-8

IL-8 معنی دار بود ($p=0/008$). همچنین، میانگین سطوح 8-IsoP و IL-8 در گروه AP در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون افزایش داشت، که این افزایش معنادار نبود ($p>0/05$). همچنین، مقایسه بین گروهی با استفاده از تحلیل کوواریانس در جدول ۲ نشان می‌دهد که سطوح IL-8 و 8-IsoP در پس‌آزمون (با در نظر گرفتن پیش‌آزمون بعنوان متغیر کنترل) در گروه AQ نسبت به گروه AP کاهش معناداری داشت ($p\leq 0/05$).

جدول (۱) مقایسه بین میانگین متغیرهای بدنی و شاخص‌های التهابی و استرس اکسیداتیو گروه‌های AQ و AP

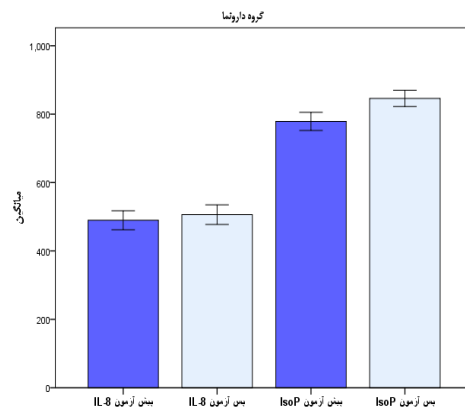
متغیر	گروه فعال با کوئرستین (۱۵ نفر)	گروه فعال با دارونما (۱۰ نفر)	معناداری
	mean±SD	mean±SD	
سن (سال)	۲۲/۳۳ ± ۰/۸۷	۲۲/۷۵ ± ۰/۶۲	۰/۲۰۱
قد (سانتی متر)	۱۶۴/۱۳ ± ۲/۹۵	۱۶۲/۱۰ ± ۳/۲۱	۰/۱۱۷
وزن (کیلوگرم)	۵۷/۳۳ ± ۴/۶۵	۵۵ ± ۶/۲۴	۰/۲۹۵
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مجذور متر)	۲۱/۳۱ ± ۲/۰۲	۲۰/۹۵ ± ۲/۰۴	۰/۶۲۸
IL-8 (پیکوگرم در میلی لیتر)	۶۲۴/۲ ± ۲۹۸/۹۳	۴۸۹/۶ ± ۸۷/۷۵	۰/۰۶
8-IsoP (پیکوگرم در میلی لیتر)	۸۲۳/۹۲ ± ۲۲۰/۹۲	۸۷۸/۷۲ ± ۸۴/۱۲	۰/۳۳

mean±SD نشان دهنده: میانگین ± انحراف معیار

جدول (۲) مقایسه ی درون گروهی و بین گروهی بین متغیرهای تحقیق در دو گروه AQ و AP

تغییرات	مراحل	گروه ها متغیرها
بین گروهی	پیش آزمون mean ± SD پس آزمون mean ± SD درون گروهی	
*۰/۰۰۸	۴۵۱/۴۷ ± ۱۱۶/۳۵	کوئرستین IL-8
*۰/۰۰۹	۴۸۹/۶۱ ± ۸۷/۷۵	دارونما IL-8
۰/۱۸	۸۲۳/۹۲ ± ۲۲۰/۹۲	کوئرستین 8-IsoP
*۰/۰۲۳	۸۷۸/۷۲ ± ۸۴/۱۲	دارونما 8-IsoP

**اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵



نمودار (۱) مقایسه ی میانگین IL-8 و 8-IsoP قبل و بعد از آزمون در گروه AP

در روز کوئرتین به مدت سه هفته قبل از مسابقه فوق مارا ۱۶۰ کیلومتر قادر به کاهش سطح CRP افزایش یافته یا افزایش سیتوکین‌های پلازما نبود و توانست آسیب عضلانی را کاهش دهد. این امر به دلیل فعالیت شدید ناشی از اجرای یک مسابقه طولانی ۱۶۰ کیلومتری است (۳۶). همچنین در پژوهشی با استفاده از ۱۲۰ میلی گرم رسوراترول و ۲۲۵ میلی گرم کوئرتین طی ۶ روز و ۲۴۰ میلی گرم رسوراترول و ۴۵۰ میلی گرم کوئرتین در روز ۷، گزارش کرده‌اند که مکمل رسوراترول حاد و کوئرتین نمی‌تواند از افزایش سیتوکین پیش التهابی IL-8 پس از یک ساعت دویدن با هشتاد درصد VO2max در مردان سالم تمرین کرده، جلوگیری نماید (۳۷). به علاوه، گزارش شده است که مکمل کوئرتین نمی‌تواند نشانگر آسیب‌های عضلانی و پاسخ التهابی سیتوکین‌ها (IL-6 و CRP) پس از ورزش شدید برون‌گرا را کاهش دهد (۳۸). علاوه بر این مصرف ۱۰۰۰ میلی گرم مکمل کوئرتین ۱۵ دقیقه قبل از ورزش سنگین ۲ ساعته بر روی تردمیل با شدت ۷۰ درصد VO2max نسبت به دارونما، که باعث افزایش شدیدی در سطح IL-8 خون شده و کوئرتین پلازما را افزایش داد، اما با التهاب پس از ورزش یا تغییرات ایمنی مقابله نکرد. در این مطالعه دویدن شدید باعث افزایش شاخص‌های التهابی شد ولی مکمل کوئرتین در کاهش آن‌ها موثر نبود (۲۰). این تفاوت در نتایج پژوهش‌های فوق‌الذکر با تحقیق حاضر احتمالاً علاوه بر تفاوت در پروتکل‌های ورزشی اجرا شده، از دوزها و دوره‌های مختلف مصرف مکمل نیز نشأت می‌گیرد. در مطالعه حاضر، دوز و مدت زمان مصرف مکمل کوئرتین کمتر از سایر پژوهش‌های قید شده بود. در مطالعات حیوانی نیز درباره اثرات مکمل کوئرتین بر التهاب نتایج ضد و نقیض است (۳۲، ۳۹)، که به وضوح نشان داده‌اند که اثرات ضد التهابی کوئرتین وابسته به دوز است (۳۹).

از دیدگاه دیگر در طی ورزش، متابولیسم اکسیژن و افزایش تولید رادیکال‌های آزاد بدن، منجر به خستگی عضلانی به خصوص در طول فعالیت ورزشی‌های شدید یا طولانی مدت می‌شود. ورزش هوازی حاد باعث افزایش سطح نشانگرهای آسیب اکسیداتیو لیپیدها، پروتئین‌ها و DNA می‌شود. ورزش حاد هوازی بر سطح آنتی‌اکسیدان و تعادل ردوکس تأثیر می‌گذارد. بنابراین، ورزش حاد هوازی عاملی برای ایجاد استرس اکسیداتیو در موجودات در نظر گرفته می‌شود. با اینحال، شواهد مستقیمی که نشان می‌دهد ورزش حاد هوازی باعث افزایش رادیکال‌های آزاد و سایر آنتی‌اکسیدان‌ها می‌شود بسیار محدود است (۴۰). تعداد کمی از مطالعات، میزان شاخص‌های استرس اکسیداتیو خون به دنبال مکمل کوئرتین را بررسی کرده‌اند. طبق پژوهش حاضر، استرس اکسیداتیو و میزان 8-IsOP بین آزمودنی‌های دریافت کننده کوئرتین نسبت به دریافت کننده دارونما تفاوت معنی‌داری داشت. در مطالعه‌ای باتوجه به نیمه عمر کوتاه کوئرتین و تغییرات بیوشیمیایی کوئرتین پس از جذب، دوز کمتر آن نسبت به مطالعات قبلی توانست باعث کاهش معنی‌دار استرس اکسیداتیو و افزایش معنی‌دار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در گروه دریافت کننده مکمل شود (۳۱). تحقیقی دیگر، تفاوت معنی‌داری در F2-IsOP¹ بین قبل و بعد از مکمل دهی در گروه مصرف کننده کوئرتین همراه ویتامین C نشان داد که در نتیجه کوئرتین در حضور ویتامین C تاثیر دارد (۳۲). همچنین تجویز تولید رادیکال‌های آزاد و پراکسیداسیون لیپید شوند (۴۲). مکانیسم قابل توجهی این است که کوئرتین تولید رادیکال‌های آزاد را در حین فعالیت بدنی در عضله اسکلتی کاهش می‌دهد (۴۳-۴۵).

این مطالعه چندین محدودیت دارد. محدودیت اول این است که در تحقیق حاضر از یک طرح کوتاه مدت و مقطعی استفاده شد. بنابراین،

8-IsOP بود، ولی این کاهش در گروه AP مشاهده نشد. همانطور که قبلاً بیان شد، در این مطالعه فقط اثر مکمل کوئرتین بر پاسخ IL-8 و 8-IsOP بررسی شده است.

فعالیت‌های سنگین بدنی موجب افزایش شاخص‌های التهابی و بروز آسیب‌های عضلانی در ورزشکاران می‌شود (۲۸) و مکمل کوئرتین می‌تواند سیتوکین‌های ضدالتهابی در گردش خون را کاهش داده و مسیرهای التهابی و استرس اکسیداتیو را مهار کند (۲۳). نتایج مطالعه حاضر، برخی گزارش‌ها درباره اثر کوئرتین بر پاسخ التهابی به فعالیت ورزشی را تأیید می‌کند. در تأیید یافته‌های پژوهش حاضر، یک دوره ۲۴ روزه مکمل کوئرتین (۱۰۰۰ میلی گرم در روز) منجر به کاهش سطح پلازما IL-8 پس از دوچرخه سواری ۳ ساعته در دوچرخه سواران مرد تمرین کرده می‌شود (۲۲). همچنین در پژوهشی، یک جلسه فعالیت مقاومتی ومانده‌ساز باعث افزایش معنی‌دار غلظت IL-6 به عنوان شاخص التهاب سلولی، در گروه دارونما شده و مصرف مکمل کوئرتین باعث تعدیل و جلوگیری از افزایش معنی‌دار غلظت IL-6 در گروه دریافت کننده مکمل شد (۲۴). ۸ هفته مصرف مکمل کوئرتین به همراه ویتامین C باعث کاهش IL-6 در ورزشکاران غیر حرفه‌ای شد (۲۹). در مطالعه‌ای تحت عنوان بررسی اثرات ترکیبی کوئرتین-رسوراترول (۵۰۰ میلی گرم کوئرتین و ۵۰۰ میلی گرم رسوراترول به مدت ۲۱ روز) بر پاسخ‌های التهابی و عملکرد ورزشی در مردان غیر ورزشکار، مصرف ترکیبی این مکمل‌ها باعث کاهش التهاب IL-6 و افزایش عملکرد ورزشی شد (۱۷). پژوهش دیگری تأثیر دو هفته مصرف کوئرتین (۱۰۰۰ میلی گرم در روز) در مقایسه با دارونما، بر عملکرد ورزشی و بیونژن میوکندریایی عضلات اسکلتی در مردان جوان و تمرین نکرده را بررسی کرد که نتایج آن به کاهش قابل توجه میزان التهاب و استرس اکسیداتیو پس از ورزش اشاره داشت (۳۰). طبق پیشنهاد پژوهشی دیگر، مصرف مکمل‌های کوئرتین طولانی مدت (۱۰ هفته) می‌تواند باعث کاهش سطح گردش شاخص التهابی IL-6 در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ شود (۳۱). در تحقیقی اثر مصرف ۲ ماهه مکمل فلاونوئید کوئرتین (۵۰۰ میلی گرم) در ورزشکاران مرد غیر حرفه‌ای ای سالم با ورزش منظم مطالعه شد و نتایج مطالعه کاهش قابل توجهی در سطح CRP را نشان داد (۳۲). یکی از اصلی‌ترین خواص کوئرتین توانایی تعدیل التهاب است اما سازوکار اثر کوئرتین در کاهش سطوح شاخص‌های التهابی به طور کامل مشخص نشده است. پژوهشی گزارش کرد که کوئرتین (دوز معادل ۸۰ میلی گرم) هر دو التهاب حاد و مزمن را از طریق مهار آنزیم‌های التهابی کاهش می‌دهد و در نتیجه باعث کاهش واسطه‌های التهابی مانند پروستاگلاندین‌ها می‌شود و می‌تواند سطح فاکتور خطر التهابی (CRP) را کاهش دهد (۳۳). کوئرتین بیان ژن سیتوکین‌های التهابی IL-6 و TNF α و رونویسی IL-1 β را در ماکروفاژهای انسانی کشت داده شده که در آسیب‌های عضلانی ثانویه مشارکت دارند، تضعیف کرده و اثرات ضد التهابی خود را از طریق مهار NF-K κ اعمال می‌کند (۳۴). نقش مهار کوئرتین بر روی واسطه‌های التهابی از طریق پاسخ ضعیف TNF- α به دنبال فعالیت ورزشی شدید در گروه کوئرتین تأیید شده است (۲۳). مطالعه‌ای نشان داد که کوئرتین مانع بیان ژن و تولید سیتوکین پیش التهابی در سلول‌های تک هسته‌ای خون محیطی می‌شود که این اثر از طریق تعدیل آبشار عبور پیام توضیح داده می‌شود (۳۵). اما هنوز مکانیسم ضد التهاب کوئرتین پس از ورزش کاملاً درک نشده است (۲۲).

برخلاف نتایج مطالعه حاضر، در مطالعه‌ای که التهاب را با استفاده از CRP، IL-6، IL-8، IL-10 و TNF- α اندازه‌گیری کرد، مصرف ۱۰۰۰ میلی گرم

¹. F2-Isoprostane

- mediated inflammation and angiogenesis. *International Journal of Inflammation*. 2011;2011:908468.
7. Tang Y, Li J, Gao C, Xu Y, Li Y, Yu X, et al. Hepatoprotective effect of quercetin on endoplasmic reticulum stress and inflammation after intense exercise in mice through phosphoinositide 3-kinase and nuclear factor-kappa B. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2016;2016.
 8. Powers SK, Nelson WB, Hudson MB. Exercise-induced oxidative stress in humans: cause and consequences. *Free Radical Biology and Medicine*. 2011;51(5):942-50.
 9. Ackerman J, Clifford T, McNaughton LR, Bentley DJ. The effect of an acute antioxidant supplementation compared with placebo on performance and hormonal response during a high volume resistance training session. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2014;11(1):10.
 10. Sureda A, Tejada S, del Mar Bibiloni M, Antoni Tur J, Pons A. Polyphenols: Well beyond the antioxidant capacity: Polyphenol supplementation and exercise-induced oxidative stress and inflammation. *Current Pharmaceutical Biotechnology*. 2014;15(4):373-9.
 11. Braakhuis AJ, Hopkins WG. Impact of dietary antioxidants on sport performance: a review. *Sports Medicine*. 2015;45(7):939-55.
 12. Patrizio F, Ditroilo M, Felici F, Duranti G, De Vito G, Sabatini S, et al. The acute effect of quercetin on muscle performance following a single resistance training session. *European Journal of Applied Physiology*. 2018;118(5):1021-31.
 13. Rahman ZA, Abdullah N, Singh R, Sosroseno W. Effect of acute exercise on the levels of salivary cortisol, tumor necrosis factor- α and nitric oxide. *Journal of Oral Science*. 2010;52(1):133-6.
 14. Shaw DM, Merien F, Braakhuis A, Dulson D. T-cells and their cytokine production: The anti-inflammatory and immunosuppressive effects of strenuous exercise. *Cytokine*. 2018;104:136-42.
 15. Simpson R, Kunz H, Agha N, Graff R. Exercise and the regulation of immune functions. *Prog Mol Biol Transl Sci*. 2015; 135: 355–380.
 16. Goktepe M, Gunay M. The effect of quercetin administration on exercise. *Free Radical and Antioxidant Enzym Levels*. 2014;2(5):775-88.
 17. Punduk Z, Hismiogullari AA, Yavuz O, Rahman K. The dietary combination of Quercetin and resveratrol supplementation may improve exercise tolerance in young untrained males by modulating IL-6 and NGAL response. *American Journal of Sports Science*. 2015;3(2):29-35.
 18. Karuppagounder V, Arumugam S, Thandavarayan RA, Sreedhar R, Giridharan VV, Watanabe K. Molecular targets of quercetin with anti-inflammatory properties in atopic dermatitis. *Drug Discovery Today*. 2016;21(4):632-9.
 19. Xu D, Hu M-J, Wang Y-Q, Cui Y-L. Antioxidant activities of quercetin and its complexes for medicinal application. *Molecules*. 2019;24(6):1123.
 20. Konrad M, Nieman DC, Henson DA, Kennerly KM, Jin F, Wallner-Liebmann SJ. The acute effect of ingesting a quercetin-based supplement on exercise-induced inflammation and immune changes in runners. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2011;21(4):338-46.
 21. Bazzacchi I, Patrizio F, Ceci R, Duranti G, Sabatini S, Sgrò P, et al. Quercetin supplementation improves neuromuscular function recovery from muscle damage. *Nutrients*. 2020;12(9):2850.
- نتیجه گیری دربارۀ علیت یا رابطۀ بین علت و معلول امکان پذیر نبود. دوم، تعداد کم آزمودنی‌ها و استفاده از فقط زنان فعال در تحقیق حاضر بود که نتایج مطالعه ممکن است نتوان مطالعه ما را برای کشف تفاوت بین گروه‌ها محدود کرده باشد و همچنین قابلیت تعمیم به مردان یا سایر قومیت‌ها نداشته باشد.
- علاوه بر این، مطالعات بالینی انجام شده، مزایای کوئرستین را بصورت جزئی بررسی نکرده‌اند. اکثر مطالعات آزمایشگاهی (in vitro) و حیوانی تأییدکننده‌ی اثرات مثبت کوئرستین بر عملکرد اندوتلیال، استرس اکسیداتیو، عملکرد ورزشی، شاخص‌های التهابی و آسیب عضلانی است. ولی با توجه به حجم کم مطالعات انسانی و متناقض بودن نتایج آنها نمی‌توان به نتیجه قاطع در ورزشکاران دست پیدا کرد. شایان ذکر است که اثرات مفید کوئرستین فقط در نمونه‌های غیرحرفه‌ای مشاهده شد. مطالعات انجام شده در این زمینه به علت تفاوت‌هایی همچون پارامترهای اندازه‌گیری، ترکیبات آزمون، محدودیت در طراحی آزمایش، تفاوت‌های فردی بین آزمودنی‌ها و عوامل محیطی مختلف نتایج متفاوتی بدست آورده‌اند.
- ### نتیجه گیری
- با توجه به نتایج تحقیق حاضر، می‌توان نتیجه گرفت که مصرف کوئرستین قبل از یک فعالیت ورزشی شدید می‌تواند منجر به کاهش شاخص‌های التهابی و استرس اکسیداتیو در مقایسه با گروه دارونما گردد. به عبارت دیگر مصرف کوئرستین توسط ورزشکاران و افراد فعال، تأثیر معنی‌داری در کاهش میزان التهاب و استرس اکسیداتیو آنها دارد و می‌تواند از فواید آن در این خصوص بهره ببرند.
- پیشنهاد می‌شود پژوهش در دامنه‌های سنی متفاوت و بالاخص روی سالمندان، جنسیت مذکر در همین دامنه سنی و با مقایسه‌ی جنسیتی فاکتورها، با پروتکل تمرین و یا دوره، زمان و میزان مکمل‌دهی متفاوت‌تر، با دامنه‌ی طولانی‌تر انجام گیرد و همچنین مصرف مکمل کوئرستین در ترکیب با سایر مکمل‌ها بر روی افراد سنجیده شود.
- ### تشکر و قدردانی
- این مقاله از پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشکده علوم ورزشی دانشگاه اصفهان استخراج شده است. مراتب تشکر صمیمانه خود را از تمامی کسانی که در طول این پژوهش محقق را یاری دادند، اعلام می‌دارد.
- ### منابع
1. Barton M, Cardillo C. Exercise is medicine: key to cardiovascular disease and diabetes prevention. *Cardiovascular Research*. 2020;117(2):360-3.
 2. Gorbanian B, Fakhrpour R, Saberi Y, Dehbashi M. Effect of 10 weeks of aerobic training with sesamin supplementation on non-enzymatic antioxidant. *Research in Medicine*. 2021;44(4):613-20.
 3. Catalán V, Frühbeck G, Gómez-Ambrosi J. Chapter 8 - Inflammatory and oxidative stress markers in skeletal muscle of obese subjects. In: del Moral AM, Aguilera García CM, editors. *Obesity*: Academic Press; 2018. p. 163-189.
 4. Powers SK, Radak Z, Ji LL. Exercise-induced oxidative stress: Past, present and future. *The Journal of Physiology*. 2016;594(18):5081-92.
 5. Chen L, Deng H, Cui H, Fang J, Zuo Z, Deng J, et al. Inflammatory responses and inflammation-associated diseases in organs. *Oncotarget*. 2017;9(6).
 6. Qazi BS, Tang K, Qazi A. Recent advances in underlying pathologies provide insight into interleukin-8 expression-

- improve Exercise performance? is it related to changes in the immune system and inflammatory biomarkers? A systematic review of clinical studies since 2005. *Nutrients*. 2021;13(4):1132.
37. McAnulty LS, Miller LE, Hosick PA, Utter AC, Quindry JC, McAnulty SR. Effect of resveratrol and quercetin supplementation on redox status and inflammation after exercise. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2013;38(7):760-5.
 38. O'Fallon KS, Kaushik D, Michniak-Kohn B, Dunne CP, Zambraski EJ, Clarkson PM. Effects of quercetin supplementation on markers of muscle damage and inflammation after eccentric exercise. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2012;22(6):430-7.
 39. Li Y, Yao J, Han C, Yang J, Chaudhry MT, Wang S, et al. Quercetin, inflammation and immunity. *Nutrients*. 2016;8(3):167.
 40. Kawamura T, Muraoka I. Exercise-induced oxidative stress and the effects of antioxidant intake from a physiological view point. *Antioxidants(Basel)*. 2018;7(9):119-126.
 41. Chiş I, Mureşan A, Oros A, Nagy A, Clichici S. Protective effects of Quercetin and chronic moderate exercise(training) against oxidative stress in the liver tissue of streptozotocin-induced diabetic rats. *Acta Physiologica Hungarica*. 2016;103(1):49-64.
 42. Clarkson PM. Antioxidants and physical performance. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*. 1995;35(1-2):131-41.
 43. Askari G, Ghiasvand R, Karimian J, Feizi A, Paknahad Z, Sharifirad G, et al. Does quercetin and vitamin C improve exercise performance, muscle damage, and body composition in male athletes? *Journal of Research in Medical Sciences: The Official Journal of Isfahan University of Medical Sciences*. 2012;17(4):328-31.
 44. Ashrafi F, Haghshenas S, Nematbakhsh M, Nasri H, Talebi A, Eshraghi-Jazi F, et al. The role of magnesium supplementation in cisplatin-induced nephrotoxicity in a rat model: no nephroprotectant effect. *International Journal of Preventive Medicine*. 2012;3(9):637-43.
 45. Askarian M, Maharlouie N. Irrational antibiotic use among secondary school teachers and university faculty members in Shiraz, Iran. *International Journal of Preventive Medicine*. 2012;3(12):839-45.
 22. Nieman DC, Henson DA, Davis JM, Angela Murphy E, Jenkins DP, Gross SJ, et al. Quercetin's influence on exercise-induced changes in plasma cytokines and muscle and leukocyte cytokine mRNA. *Journal of Applied Physiology*. 2007;103(5):1728-35.
 23. Gholami M, Ardestani M. Effects of quercetin supplementation on exercise induced inflammation and immune cell changes after exhausting swimming in adolescent girls. *Asian Journal of Sports Medicine*. 2018;9(3).
 24. Mahmoudi, Khalil, Munich, Allah Kh., Yazdani. The effect of quercetin supplementation on CRP and IL-6 after a debilitating resistance training session in young men. *Animal Physiology and Development*. 2018; 12 (No. 1 Winter 1397): 47-57. [In Persian]
 25. Sarma S, Levine BD. Beyond the bruce protocol: advanced exercise testing for the sports cardiologist. *Cardiology Clinics*. 2016;34(4):603-8.
 26. Romero-Fallas O, Soto-Arias M, Moncada-Jimenez J. Maximal oxygen consumption in college students is reliable following four consecutive trials. *Journal of Physical Education and Sport*. 2012;12(4):476.
 27. Fakhraei, Fathi M, Zadeh Ah. Acute effects of two energy drinks (Red Bull and Powerid) on aerobic and anaerobic performance of young footballers. *International Congress on Science and Football*. 2016: 6-16. [In Persian]
 28. Fernández-Lázaro D, Mielgo-Ayuso J, Seco Calvo J, Córdova Martínez A, Caballero García A, Fernandez-Lazaro CI. Modulation of exercise-induced muscle damage, inflammation, and oxidative markers by curcumin supplementation in a physically active population: A systematic review. *Nutrients*. 2020;12(2):501.
 29. Askari G, Ghiasvand R, Paknahad Z, Karimian J, Rabiee K, Sharifirad G, et al. The effects of quercetin supplementation on body composition, exercise performance and muscle damage indices in athletes. *International Journal of Preventive Medicine*. 2013;4(1):21-6.
 30. Nieman DC, Williams AS, Shanely RA, Jin F, McAnulty SR, Triplett NT, et al. Quercetin's influence on exercise performance and muscle mitochondrial biogenesis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2010;42(2):338-45.
 31. Zahedi M, Ghiasvand R, Feizi A, Asgari G, Darvish L. Does quercetin improve cardiovascular risk factors and inflammatory biomarkers in women with type 2 diabetes: A double-blind randomized controlled clinical trial. *International Journal of Preventive Medicine*. 2013;4(7):777.
 32. Askari G, Ghiasvand R, Feizi A, Ghanadian SM, Karimian J. The effect of quercetin supplementation on selected markers of inflammation and oxidative stress. *Journal of Research in Medical Sciences: The Official Journal of Isfahan University of Medical Sciences*. 2012;17(7):637.
 33. David AVA, Arulmoli R, Parasuraman S. Overviews of biological importance of quercetin: A bioactive flavonoid. *Pharmacognosy Reviews*. 2016;10(20):84.
 34. Overman A, Chuang C, McIntosh M. Quercetin attenuates inflammation in human macrophages and adipocytes exposed to macrophage-conditioned media. *International Journal of Obesity*. 2011;35(9):1165-72.
 35. Nair MP, Kandaswami C, Mahajan S, Chadha KC, Chawda R, Nair H, et al. The flavonoid, quercetin, differentially regulates Th-1(IFN γ) and Th-2(IL4) cytokine gene expression by normal peripheral blood mononuclear cells. *Biochimica et Biophysica Acta(BBA)-Molecular Cell Research*. 2002;1593(1):29-36.
 36. Ruiz-Iglesias P, Gorgori-González A, Massot-Cladera M, Castell M, Pérez-Cano FJ. Does flavonoid consumption