

Effects of Circuit Resistance Training with *Crocus sativus* Supplementation on Insulin and Estradiol Hormones Response

Ghanbari-Niaki A.¹ PhD, Ardeshiri S.¹ MSc, Aliakbari-Baydokhty M.* MSc, Saeidi A.¹ MSc

*Physical Education Department, Physical Education & Sport Sciences Faculty, University of Birjand, Birjand, Iran

¹Exercise Physiology Department, Physical Education & Sport Science Faculty, Mazandaran University, Babolsar, Iran

Abstract

Aims: During recent years, consumption of nutritional supplements has become popular in the athletes to enhance muscle power, function, and hypertrophy. Since the chemical supplements cause side-effects, many experts focus on the traditional medications. The aim of this study was to investigate the effects of short-term circular resistance exercises with *Crocus sativus* Supplementation on the insulin and estradiol levels.

Materials & Methods: In the semi-experimental study, 44 untrained healthy men were selected from the students of Mazandaran University using census method in 2013. The samples were divided into four groups including "water-exercise", "petal sweat-exercise", "style-exercise", and "stigma-exercise". 2-week resistance exercises consisted of 12 stations (30 seconds with 40% of a maximum repetition per station; 5 sessions a week). 500mg *Crocus sativus* were daily consumed two times in the morning immediately after the exercises. Blood sampling was done before and 48 hours after the last session. Data was analyzed by SPSS 20 software using one-way ANOVA, Bonferroni post-hoc, and dependent T tests.

Findings: There was a significant increase in the estradiol level in stigma-exercise group than water-exercise group ($p=0.007$). There were significant increases in the plasma estradiol concentration in each stigma-exercise and style-exercise groups after the exercises ($p<0.05$). However, there was no significant difference between the mean of insulin concentrations in each group ($p>0.05$).

Conclusion: Circular resistance exercises with *Crocus sativus* supplementation lead to no change in insulin concentration. Nevertheless, consumption of the stigma of *Crocus sativus* flower can empower the effects of the resistance exercises and enhance estradiol.

Keywords

Resistance Training [<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68055070>];

Estradiol [<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68004958>];

Insulin [<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68007328>];

Crocus [<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68027622>]

* Corresponding Author

Tel: +985157332727

Fax: +985157332727

Address: NO 20, Chamran Street, Baydokht, Gonabad, Razavi Khorasan, Iran. Postal Code: 9694114439

aliakbaribidokhti@yahoo.com

Received: June 22, 2015

Accepted: January 11, 2016

ePublished: March 5, 2016

تاثیر تمرین مقاومتی دایره‌ای با مکمل زعفران بر پاسخ هورمون‌های انسولین و استرادیول

عباس قنبری نیایکی PhD

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

صادق اردشیری MSc

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

مهدی علی‌اکبری بیدختی* MSc

گروه تربیت بدنی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

ایوب سعیدی MSc

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

چکیده

اهداف: طی سال‌های اخیر استفاده از مکمل‌های غذایی برای بهبود قدرت، عملکرد و هایپرتروفی عضلانی در بین ورزشکاران رواج زیادی یافته است. با توجه به اثرات جانبی مکمل‌های شیمیایی، توجه بسیاری از متخصصان تغذیه به سوی داروهای سنتی معطوف شده است. هدف پژوهش حاضر، بررسی تاثیر تمرین مقاومتی دایره‌ای کوتاه‌مدت با مکمل‌سازی زعفران بر سطوح هورمون‌های استرادیول و انسولین بود.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق نیمه‌تجربی در سال ۱۳۹۲، ۴۴ مرد سالم تمرین‌نکرده از بین دانشجویان دانشگاه مازندران به‌روش سرشماری انتخاب و به چهار گروه؛ آب- تمرین، عرق گلبرگ- تمرین، ته‌گل- تمرین و سرگل- تمرین تقسیم شدند. تمرین مقاومتی شامل ۱۲ ایستگاه (هر ایستگاه ۳۰ ثانیه با شدت ۴۰٪ یک تکرار بیشینه) به‌مدت ۲ هفته (۵ جلسه در هفته) بود. روزانه ۵۰۰ میلی‌گرم زعفران صبح و بلافاصله بعد از تمرین استفاده شد. نمونه خونی قبل و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین گرفته شد. نتایج به‌کمک نرم‌افزار SPSS 20 و آزمون‌های آنالیز واریانس یک‌طرفه، تعقیبی بونفرونی و T وابسته تحلیل شدند.

یافته‌ها: هورمون استرادیول در گروه سرگل- تمرین نسبت به گروه آب- تمرین دارای افزایش معنی‌داری بود ($p=0/007$). افزایش معنی‌داری در غلظت استرادیول پلازما در گروه‌های سرگل- تمرین و ته‌گل- تمرین بعد از تمرین مشاهده شد ($p<0/05$)، اما تفاوت معنی‌داری در میانگین غلظت انسولین گروه‌ها مشاهده نشد ($p>0/05$).

نتیجه‌گیری: تمرین مقاومتی دایره‌ای همراه با مکمل‌دهی زعفران تغییری در غلظت هورمون انسولین ایجاد نمی‌کند، اما مصرف سرگل زعفران می‌تواند باعث تقویت اثر تمرین مقاومتی و افزایش هورمون استرادیول شود.

کلیدواژه‌ها: تمرین مقاومتی دایره‌ای، استرادیول، انسولین، زعفران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۰۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۲۱

*نویسنده مسئول: aliakbaribidokhti@yahoo.com

مقدمه

فعالیت ورزشی مقاومتی، سازگاری کوتاه‌مدت و طولانی‌مدتی را در عضلات اسکلتی به‌دنبال دارد. پاسخ حاد و اثر ورزش مقاومتی، در سطح گردش هر دو هورمون آنابولیک و کاتابولیک بالقوه سودمند است [1]. به‌نظر می‌رسد که تمرینات مقاومتی برای افزایش قدرت و توده بدون چرب و بهینه‌سازی غدد درون‌ریز یک عامل کمی باشد [2]. همچنین سازگاری با تمرینات مقاومتی کوتاه‌مدت در یک دوره پویا از زمان است که در آن پاسخ‌های عصبی عضلانی و مکانیزم‌های هورمونی به خواسته‌های خارجی محرک‌های تمرینی به‌وجود می‌آید [3].

استرادیول، قوی‌ترین و فعال‌ترین هورمون استروژنی از لحاظ بیولوژیک است [4]. استرادیول یک استروژن است. استروژن‌ها در زن‌های سالم موجب رشد تکامل اندام جنسی، حفظ عملکرد طبیعی ادراری- تناسلی و افزایش ثبات عروق خونی و در نتیجه جلوگیری از سرخ‌شدن و برافروختگی می‌شود. نزدیک به ۸۰٪ استرادیول در مردان ناشی از تبدیل تستوسترون و آندروستندین به استروژن است [5-7]. آروماتیزاسیون کربن شماره ۱۹ آندروژن‌ها یعنی تستوسترون و آندروستندین، باعث تولید استرادیول و استروژن می‌شود که تحت کنترل آنزیم آروماتاز است. طی مطالعات گذشته، استرادیول به‌عنوان هورمون زنانه و تستوسترون به‌عنوان هورمون مردانه مورد توجه بوده‌اند. امروزه با شناسایی اعمال مهم استروژن‌ها در دستگاه تناسلی مردان، نقش این هورمون در باروری مردان پررنگ‌تر شده است، چرا که فقدان گیرنده آلفای استروژن یا فقدان آروماتاز سبب اختلال در باروری می‌شود [8].

عملکرد استرادیول با اتصال به گیرنده استروژنی در سیتوپلاسم، باعث افزایش میزان ساخته‌شدن DNA، RNA و پروتئین‌های دیگر در بافت هدف می‌شود. همچنین در هیپوتالاموس میزان آزادشدن GnRH (هورمون آزادکننده گنادوتروپین‌ها) تحت تاثیر استروژن کاهش پیدا می‌کند و در هیپوفیز آزادشدن FSH (هورمون محرک فولیکول) و LH (هورمون لوتئینی‌کننده) کاهش می‌یابد. استرادیول به‌عنوان دارو در کمبود هورمون استروژن و بیماری‌های دیگر تجویز می‌شود. هر چند نقش اصلی این هورمون در بافت‌های تولید مثلی مانند رحم است، ولی در سایر بافت‌ها مانند استخوان، کبد، عروق خونی و مغز نیز تاثیر دارد [6].

انسولین باعث افزایش جذب گلوکز در عضله اسکلتی می‌شود که این اتفاق تا حد زیادی به‌وسیله جذب و فعال‌شدن پروتئین‌های خاص ناقل به غشای پلاسمایی صورت می‌گیرد که انتشار گلوکز را با توجه به شیب غلظت آن تسهیل می‌کنند. انسولین باعث افزایش جریان خون فیزیولوژیک به عضله اسکلتی می‌شود [9]. انسولین به‌طور قابل توجهی باعث افزایش سنتز پروتئین می‌شود، به‌خصوص در زمانی که اسیدهای آمینه کافی در دسترس باشد و به کاهش کاتابولیزم پروتئین منجر می‌شود. تغییرات غلظت انسولین سرم

شد و پس از آگاهی کامل و تکمیل پرسش‌نامه پزشکی، رضایت‌نامه کتبی از آنها گرفته شد. شرایط ورود به تحقیق شامل: عدم اعتیاد به مواد مخدر و الکل، نداشتن سابقه فعالیت ورزشی منظم حداقل به مدت ۶ ماه و عدم سابقه ابتلا به بیماری کلیوی، کبدی، قلبی-عروقی، دیابت یا هر گونه آسیب یا مشکل جسمی بود. این افراد به صورت همسان به چهار گروه: آب-تمرین (۱۱ نفر)، عرق گلبرگ زعفران-تمرین (۱۰ نفر)، ته‌گل زعفران-تمرین (۱۱ نفر) و سرگل زعفران-تمرین (۱۲ نفر) تقسیم شدند.

آزمودنی‌ها مقدار ۵۰۰ میلی‌گرم زعفران (سرگل و ته‌گل) طی دو مرحله، پس از صبحانه یک کپسول (۲۵۰ میلی‌گرم) و بلافاصله پس از تمرین کپسول دوم (۲۵۰ میلی‌گرمی) را به همراه ۱۰۰ میلی‌لیتر آب دریافت کردند. گروه عرق گلبرگ زعفران ۲۰۰ میلی‌لیتر عرق با دارونما (کپسول ۲۵۰ میلی‌گرمی) و گروه آب ۲۰۰ میلی‌لیتر آب با دارونما (کپسول ۲۵۰ میلی‌گرمی) مصرف نمودند.

دستورالعمل تمرین به این صورت بود که قبل از انجام تمرین مقاومتی دایره‌ای، ابتدا آزمودنی‌ها با محیط کار آشنا و طی سه جلسه مجزا برای تعیین 1RM (یک تکرار بیشینه) حرکات مورد نظر به محل تمرین مراجعه نمودند. طی این سه جلسه مقادیر 1RM حرکات اسکوات، پرس سینه هالتر، ساق پا دستگاه، سرشانه هالتر، پرس پا دستگاه، قایقی دستگاه، جلو پا دستگاه، جلو بازو سیم‌کش، پشت پا دستگاه، پشت بازو سیم‌کش، اکستنشن تنه، و دراز و نشست به دو روش آزمون و خطا و نیز با استفاده از معادله برزیسکی محاسبه شد^[17]. آزمودنی‌ها این حرکات را با ۴۰٪ 1RM میانگین با سرعت متوسط به مدت دو هفته (۵ جلسه در هفته) انجام دادند. هر جلسه تمرین شامل ۵ دقیقه گرم‌کردن و سپس انجام حرکات ۱۲ گانه بدون توقف بین ایستگاه‌ها و مدت انجام هر ایستگاه ۳۰ ثانیه بود. تعداد تکرار در هر ایستگاه برای آزمودنی‌ها ثبت شد. دو جلسه اول یک نوبت تمرین انجام شد. از جلسه سوم آزمودنی‌ها تمرین را دو نوبت و بین هر نوبت سه دقیقه استراحت فعال انجام دادند.

نمونه خون آزمودنی‌ها، صبح زود بعد از ۱۰ تا ۱۲ ساعت ناشتایی در دو مرحله ۴۸ ساعت قبل از شروع تمرینات و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین از ورید بازویی گرفته شد و در لوله‌های آزمایش حاوی EDTA (اتیلن دی‌آمین تترا استیک‌اسید) ریخته شد. نمونه‌های خونی با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند. سپس پلاسما جداسازی شده برای آنالیز هورمون‌های استرادیول و انسولین مورد استفاده قرار گرفت.

برای اندازه‌گیری هورمون‌ها از دستگاه (Elecsys 2010 HITACHI Roche، مدل ۲۰۲۰؛ ساخت مشترک آلمان و ژاپن) استفاده شد. استرادیول پلاسما با روش الایزا (ضریب تغییرات و حساسیت روش اندازه‌گیری به ترتیب ۲/۷٪ و ۹/۷ پیکوگرم در میلی‌لیتر) با استفاده از کیت تشخیص استرادیول انسان (شرکت

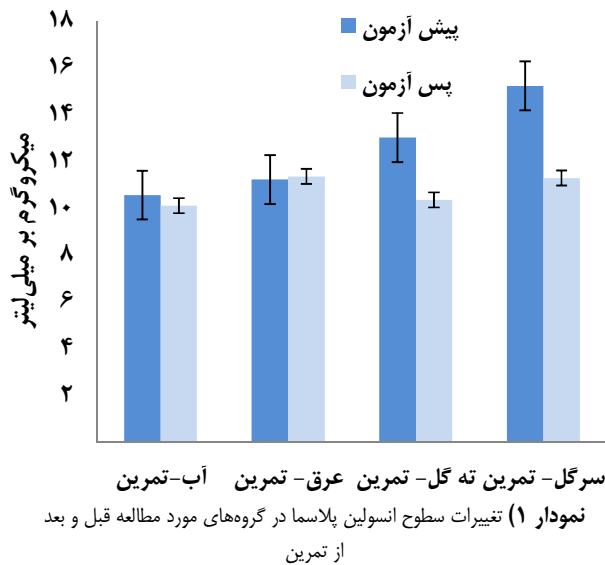
موازی با تغییرات قند خون است و این پاسخ زمانی افزایش می‌یابد که پروتئین یا کربوهیدرات، قبل، بعد یا در حین تمرین مصرف شود. نتایج نشان می‌دهد که غلظت انسولین سرم بعد از یک دوره تمرین مقاومتی حد کاهش می‌یابد. انسولین عمدتاً توسط رژیم غذایی و قند خون تحت تأثیر قرار می‌گیرد^[10-12]. بنابراین مصرف کربوهیدرات‌ها، اسیدهای آمینه یا ترکیب هر دو، قبل، حین یا بلافاصله پس از تمرین مقاومتی برای به حداکثر رساندن اثرات آنابولیزم انسولین در بافت عضلانی پیشنهاد می‌شود. مصرف مکمل، قبل یا حین تمرین مقاومتی به‌ویژه برای به حداکثر رساندن سنتز پروتئین مفید است، زیرا استفاده از اسیدآمینه‌ها در جریان خون عضلانی پس از تحویل آنها زمان‌بر است^[13].

طی سال‌های اخیر استفاده از مکمل‌های غذایی برای بهبود قدرت، عملکرد و هایپرتروفی در بین ورزشکاران رشته‌های مختلف رواج زیادی یافته است. با توجه به اثرات جانبی بسیاری از مکمل‌هایی که به صورت شیمیایی تهیه و تولید می‌شود، توجه بسیاری از متخصصان تغذیه به سوی داروهای گیاهی و سنتی معطوف شده است. زعفران در طب سنتی کاربردهای متنوعی از قبیل محرک قوای جنسی، ضداسپاسم، ضدافسردگی و التهاب داشته و از آن در درمان بسیاری از اختلالات وسیع همچون بیماری‌های قلبی-عروقی و ضایعات مغزی استفاده می‌شود. اخیراً مطالعات فارماکولوژی بر فعالیت زیستی عصاره‌های گیاهی و خواص آنتی‌اکسیدانی آن متمرکز شده است. عصاره زعفران شامل ترکیبات زیادی از جمله: آلفا-کروستین یک کاروتنوئید محلول در آب، کروستین، دی کروستین، تری کروستین، پیکروکروستین و سافرنال است^[14, 15]. زعفران جذب گلوکز را تحریک می‌کند و باعث افزایش حساسیت به انسولین در سلول عضله اسکلتی از طریق مکانیزم‌های متعدد می‌شود. این یافته‌ها نشان می‌دهد که اثر کاهنده قند خون زعفران مربوط به سوخت‌وساز فعالیت زعفران در عضله اسکلتی است^[16].

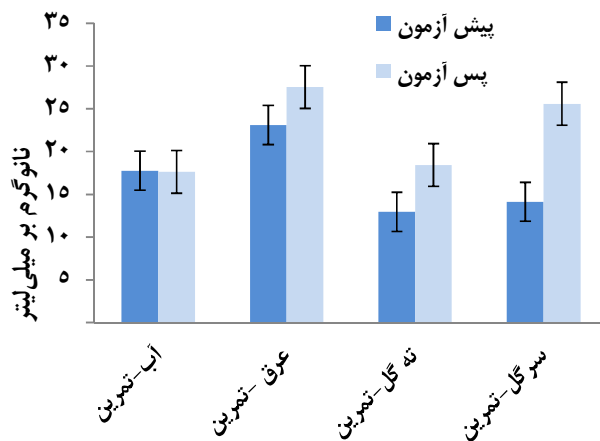
با توجه به اینکه مطالعات محدودی در زمینه تأثیر مصرف زعفران بر سطوح هورمون‌ها بعد از انجام فعالیت ورزشی، به‌ویژه تمرینات مقاومتی انجام شده است و از طرفی مطالعاتی در زمینه تأثیر بخش‌های تحتانی (کنج یا ته‌گل) و گلبرگ زعفران بر سطوح هورمون‌ها وجود ندارد، بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر تمرین مقاومتی دایره‌ای (۱۲ ایستگاهی) کوتاه‌مدت با مصرف مکمل زعفران بر سطوح هورمون‌های استرادیول و انسولین انجام شد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در قالب طرح نیمه‌تجربی در سال ۱۳۹۲ در بین دانشجویان پسر دانشگاه مازندران به‌اجرا درآمد. ۴۴ دانشجوی دانشگاه مازندران به‌صورت داوطلبانه در پژوهش شرکت کردند. قبل از شرکت در تحقیق، کلیه مراحل و روش کار برای آنها توضیح داده



نمودار ۱) تغییرات سطوح انسولین پلازما در گروه‌های مورد مطالعه قبل و بعد از تمرین



نمودار ۲) تغییرات سطوح استرادیول پلازما در گروه‌های مورد مطالعه قبل و بعد از تمرین (اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ بین قبل و بعد از تمرین در گروه‌های سرگل و ته‌گل مشاهده شد؛ تفاوت معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ بین گروه‌های آب و سرگل مشاهده شد)

بحث

در پژوهش حاضر پاسخ هورمون‌های انسولین و استرادیول پلازما به دو هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای، با و بدون مکمل‌دهی زعفران در مردان جوان دانشگاهی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که اجرای دو هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای با و بدون مکمل‌دهی زعفران می‌تواند باعث افزایش غلظت هورمون استرادیول پلازما شود، اما در غلظت انسولین پلازما تغییر معنی‌داری ایجاد نشد. مطالعات در ارتباط با تاثیر تمرین مقاومتی به‌همراه مکمل‌دهی زعفران بر پاسخ هورمون‌های انسولین و استرادیول پلازما بسیار اندک است.

IBL با کد RE52041؛ ساخت آلمان) تعیین شد. دامنه استاندارد ۳۶-۱۰ نانوگرم در میلی‌لیتر بود. انسولین پلازما نیز با روش الایزا (ضریب تغییرات و حساسیت روش اندازه‌گیری به ترتیب ۱/۸٪ و ۱/۷۶ میکرو واحد در میلی‌لیتر) با استفاده از کیت تشخیص انسولین انسان (شرکت DEMDITEC با کد DE2935؛ ساخت آلمان) تعیین شد. دامنه استاندارد ۲۵-۲ میکرو واحد در میلی‌لیتر بود. پس از تایید توزیع نرمال داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف، برای مقایسه بین گروه‌ها ابتدا اختلاف پیش‌آزمون و پس‌آزمون (d) محاسبه شد. سپس برای مقایسه بین مقادیر d به‌دست‌آمده، آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی بونفرونی مورد استفاده قرار گرفت. به‌منظور تعیین تغییرات درون‌گروهی از آزمون T وابسته استفاده شد. کلیه تجزیه و تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS 20 صورت گرفت.

یافته‌ها

میانگین آماری مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها در هر گروه در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱) میانگین آماری مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها در هر گروه

آب-تمرین	عرق-تمرین	ته‌گل-تمرین	سرگل-تمرین	
سن (سال)	۲۱/۹۱±۲/۳۴	۲۲/۰۰±۲/۳۵	۲۱/۱۸±۱/۷۲	۲۱/۵۰±۱/۹۳
قد (سانتی‌متر)	۱۷۸/۱۸±۴/۷۵	۱۷۵/۱۰±۶/۰۸	۱۷۵/۳۶±۴/۶	۱۷۵/۹۲±۵/۳۱
وزن (کیلوگرم)	۶۹/۹۱±۹/۴۰	۷۳/۱۰±۱۰/۵۱	۶۷/۳۶±۸/۲۱	۶۷/۴۲±۸/۴۶
نمایه توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۲/۰۰±۲/۹۶	۲۳/۹۰±۲/۷۲	۲۱/۸۲±۲/۶۰	۲۱/۷۵±۱/۹۶

بین گروه‌های مورد مطالعه، در سطوح هورمون انسولین تغییر معنی‌داری مشاهده نشد ($p=0/516$). همچنین بین سطوح انسولین، قبل و بعد از تمرین در گروه‌های آب-تمرین ($p=0/829$)، عرق-تمرین-تمرین ($p=0/954$)، ته‌گل-تمرین ($p=0/322$) و سرگل-تمرین ($p=0/064$) نیز اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (نمودار ۱). تغییرات سطوح هورمون استرادیول در بین گروه‌ها دارای اختلاف آماری معنی‌داری بود ($p=0/012$)، به این صورت که بین گروه‌های آب-تمرین و سرگل-تمرین تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($p=0/007$)، اما بین گروه‌های دیگر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین قبل و بعد از تمرین در گروه‌های ته‌گل-تمرین ($p=0/033$) و سرگل-تمرین ($p<0/001$) تفاوت معنی‌دار مشاهده شد، اما در گروه‌های آب-تمرین ($p=0/951$) و عرق-تمرین-تمرین ($p=0/239$) اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (نمودار ۲).

ندارد. از طرفی با نتایج کویلند و همکاران [24] که نشان دادند برنامه تمرینی استقامتی و مقاومتی در میزان استرادیول تغییراتی ایجاد می‌کند و باعث افزایش معنی‌دار استرادیول سرم می‌شود، ناهمسو است.

استرادیول باعث بهبود جریان خون عروق کرونری می‌شود [25، 15]. اثر حاد گشادکنندگی استرادیول از طریق فعال کردن نیتریک‌اکساید سنتاز و آزاد کردن نیتریک‌اکساید (NO) است. پیشنهاد شده است که این مکانیزم از طریق فعال شدن گیرنده آلفای استروژن‌ها رخ می‌دهد [27، 26، 17]. با کاهش استروژن‌ها از جمله استرادیول خطر ابتلا به دیابت افزایش می‌یابد که دلیل آن محرومیت از استروژن است که باعث کاهش پیش‌رونده در سطح انسولین و تحریک گلوکز و در نتیجه افزایش مقاومت به انسولین و کاهش حساسیت به انسولین می‌شود. بنابراین قابل تصور است که کاهش سوخت‌وساز گلوکز بدن تا حدودی مربوط به محرومیت از استروژن‌ها مخصوصاً استرادیول است.

در خصوص تمرین مقاومتی دایره‌ای همراه با مکمل دهی زعفران تحقیقی یافت نشد، اما احتمالاً زعفران به دلیل داشتن کاروتنوئیدهای فراوان به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان قوی [28] باعث افزایش بیوستز هورمون‌های استروئیدی می‌شود [29]. از طرفی، نقش هورمون استرادیول در سیستم ایمنی به‌خوبی شناخته شده است [10]. پس شاید ترکیب این دو عامل باعث بهبود سیستم دفاعی در بدن شود. با این حال برای رسیدن به پاسخ قطعی به تحقیقات بیشتری نیاز است.

از جمله محدودیت‌های این پژوهش، عدم کنترل دقیق رژیم غذایی (انرژی دریافتی و مصرفی) بود. همچنین در این پژوهش امکان تعیین تاثیر دوزهای مختلف مکمل زعفران و طولانی‌کردن دوره تمرین وجود نداشت. پیشنهاد می‌شود که در پژوهش‌های آینده از گروه‌های با دوزهای مختلف مکمل و شدت‌های مختلف تمرین مقاومتی در دوره‌های طولانی‌تر استفاده شود.

نتیجه‌گیری

تمرین مقاومتی دایره‌ای همراه با مکمل زعفران تغییری در میانگین غلظت هورمون انسولین ایجاد نمی‌کند، اما مصرف مکمل سرگل زعفران می‌تواند باعث تقویت اثر تمرین مقاومتی و افزایش هورمون استرادیول شود.

تشکر و قدردانی: در پایان از تمامی کسانی که ما را در انجام این پژوهش یاری نمودند به ویژه خانم دکتر فتحی معاونت محترم پژوهشی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه مازندران تقدیر و سپاسگزاری می‌نماییم.

تاییدیه اخلاقی: آزمودنی‌ها داوطلبانه فرم رضایت‌نامه کتبی را تکمیل و آمادگی خود را برای شرکت در پژوهش اعلام کردند.

تمرینات مقاومتی باعث پاسخ حاد هورمونی می‌شود. پاسخ حاد هورمونی برای رشد و بازسازی بافت‌ها حیاتی است. تغییرات استراحتی هورمون‌ها یکی از مهم‌ترین پیامدهای تمرینات مقاومتی است که باعث هایپرتروفی و افزایش قدرت عضلانی می‌شود. تمرینات مقاومتی باعث یک پاسخ حاد فیزیولوژیک و یک سازگاری مزمن می‌شود که برای افزایش قدرت عضلانی، هایپرتروفی و استقامت عضلانی محلی حیاتی است [13].

نتایج پژوهش حاضر در خصوص هورمون انسولین پلازما اختلاف معنی‌داری بین گروه‌ها نشان نداد که با تحقیق فنیچیا و همکاران [18] که نشان دادند تمرین مقاومتی کوتاه مدت تغییر معنی‌داری در میزان غلظت انسولین در زنان دیابتی ایجاد نمی‌کند و همچنین با نتایج مطالعه حسینی و همکاران [19] که نشان دادند مصرف عصاره زعفران همراه با تمرین مقاومتی در موش‌های دیابتی در میزان انسولین تغییر معنی‌داری ایجاد نمی‌کند، همخوانی دارد. از طرفی، با نتایج پژوهش احمدی‌زاد و همکاران همخوانی ندارد [20]. تمرین مقاومتی باعث کاهش غلظت انسولین می‌شود و دلیل آن را افزایش حساسیت به انسولین بیان کردند که مکانیزم ذکر شده برای آن افزایش پروتئین‌های انتقال‌دهنده گلوکز (GLUT4) است که منجر به افزایش حساسیت به انسولین می‌شود [10-12]. از آنجا که هنگام ورزش، میزان ترشح انسولین خون کاهش می‌یابد، سطح انسولینی پایه نیز کاهش می‌یابد. همچنین تمرین منجر به کاهش میزان mRNA لازم برای تولید پروانسولین و گلوکوکیناز در پانکراس می‌شود. کاهش mRNA پروانسولینی نشان‌دهنده کاهش سنتز انسولین در کبد است و از آنجا که وجود گلوکوکیناز در کبد برای حساسیت سلول‌های پانکراس به انسولین ضروری است، بنابراین کاهش میزان mRNA گلوکوکیناز ممکن است منجر به کاهش حساسیت این سلول‌ها به انسولین شده و میزان ترشح آن را کاهش دهد [21]. ممکن است یکی از دلایل معنی‌دار نبودن تمرین مقاومتی همراه با مکمل زعفران در مطالعه حاضر، شدت، مدت تمرین و دوز مصرفی مکمل زعفران باشد.

در پژوهش حاضر هورمون استرادیول پلازما اختلاف معنی‌داری بین گروه‌ها نشان داد که تفاوت بین گروه‌های آب-تمرین با سرگل-تمرین مشاهده شد و تمرین همراه با مکمل زعفران باعث افزایش معنی‌دار استرادیول شد. همچنین تفاوت معنی‌داری بین قبل و بعد از تمرین در گروه‌های ته‌گل-تمرین و سرگل-تمرین مشاهده شد. نتایج به‌دست‌آمده از برخی پژوهش‌ها مشابه نتایج پژوهش حاضر است که از آن جمله می‌توان به پژوهش خرم‌جاه و سرمیدان [22] و تکینسون و همکاران [23] اشاره نمود. نتایج مطالعه خرم‌جاه و سرمیدان نشان داد که برنامه تمرینی هوازی با شدت ۶۵-۷۵٪ حداکثر ضریب قلب تاثیر معنی‌داری بر استرادیول سرم ندارد. همچنین نتایج مطالعه تکینسون و همکاران نشان داد که برنامه تمرینی با شدت متوسط تاثیر معنی‌داری بر استرادیول سرم

Umbria). Food Chem. 2014;143:446-51.

15- Razavi BM, Imenshahidi M, Abnous K, Hosseinzadeh M. Cardiovascular effects of saffron and its active constituents: A review article. Saffron Agron Technol. 2014;1(2):3-13. [Persian]

16- Kang C, Lee H, Jung ES, Seyedian R, Jo M, Kim J, et al. Saffron (*Crocus sativus* L.) increases glucose uptake and insulin sensitivity in muscle cells via multipathway mechanisms. Food Chem. 2012;135(4):2350-8.

17- Ghanbari-Niaki A, Saeidi A, Aliakbari-Beydokhti, M, Ardeshiri S, Kolahdouzi S, Chaichi MJ, et al. Effects of Circuit Resistance Training with *Crocus Sativus* (Saffron) Supplementation on Plasma Viscosity and Fibrinogen. Ann Appl Sport Sci. 2015;3(2):1-10.

18- Fenicchia LM, Kanaley JA, Azevedo JL, Miller CS, Weinstock RS, Carhart RL, et al. Influence of resistance exercise training on glucose control in women with type 2 diabetes. Metabo. 2004;53(3):284-9.

19- Hosseini S, Nikbakht H, Azarbayjani MA. The effect of aqua extract of saffron with resistance training on glycemic indexes of streptozotocin induced diabetic rats. Armaghan Danesh. 2013;18(4):284-94. [Persian]

20- Ahmadizad S, Khodamoradi A, Ebrahim K, Hedayati M. Effects of resistance exercise intensity on adipokines and insulin resistance index. Iran J Endocrinol Metab. 2010;12(4):427-34. [Persian]

21- Yavari A, Nagaphipour F, Asgarzadeh AA, Niafar M, Mobseri M, Nikokhoslat S. Effect of aerobic exercise, resistance training or combined training on glycemic control and cardiovascular risk factors in patients with type 2 diabetes mellitus. J Tabriz Univ Med Sci. 2011;33(4):82-91. [Persian]

22- Khoram jah M, Sarmadiyn M. Effects 10 weeks of aerobic training on serum levels of estradiol and percent body fat in sedentary postmenopausal overweight women. Iraan J Breast Dis. 2015;8(2):35-43. [Persian]

23- Atkinson C, Lampe JW, Tworoger SS, Ulrich CM, Bowen D, Irwin ML, et al. Effects of a moderate intensity exercise intervention on estrogen metabolism in postmenopausal women. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev. 2004;13(5):868-74.

24- Copeland JL, Consitt LA, Tremblay MS. Hormonal responses to endurance and resistance exercise in females aged 19-69 years. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2002;57(4):B158-65.

25- Collins P, Rosano GM, Sarrel PM, Ulrich L, Adamopoulos S, Beale CM, et al. 17 β -Estradiol attenuates acetylcholine-induced coronary arterial constriction in women but not men with coronary heart disease. Circulation. 1995;92(1):24-30.

26- Bjornstrom L, Sjoberg M. Mechanisms of estrogen receptor signaling: Convergence of genomic and nongenomic actions on target genes. Mol Endocrinol. 2005;19(4):833-42.

27- Mendelsohn ME. Genomic and nongenomic effects of estrogen in the vasculature. Am J Cardiol. 2002;90(1):F3-4.

28- Melnyk JP, Wang S, Marcone MF. Chemical and biological properties of the world's most expensive spice: Saffron. Food Res Inte. 2010;43(8):1981-9.

29- Modaresi M, Messripour M, Asadi Marghmaleki M, Hamadani M. Effect of saffron (*Crocus sativus*) extract on level of FSH, LH and testosterone in mice. J Zanjan Univ Med Sci. 2008;16(63):11-8. [Persian]

تعارض منافع: تعارض منافی وجود ندارد.

منابع مالی: پژوهش حاضر، بدون بهره‌گیری از منابع مالی هر سازمان و نهادی به انجام رسیده است.

منابع

1- Fry AC, Lohnes CA. Acute testosterone and cortisol responses to high power resistance exercise. Fiziol Cheloveka. 2010;36(4):102-6.

2- Bosco C, Colli R, Bonomi R, von Duvillard SP, Viru A. Monitoring strength training: Neuromuscular and hormonal profile. Med Sci Sports Exerc. 2000;32(1):202-8.

3- Kraemer WJ, Volek JS, Bush JA, Putukian M, Sebastianelli WJ. Hormonal responses to consecutive days of heavy-resistance exercise with or without nutritional supplementation. J Appl Physiol. 1998;85(4):1544-55.

4- Chandler TJ, Brown LE. Conditioning for strength and human performance. Philadelphia Lippincott: Williams & Wilkins; 2008.

5- Gulliver LSM. Estradiol synthesis and metabolism and risk of ovarian cancer in older women taking prescribed or plant-derived estrogen supplementation. J Steroids Horm Sci. 2013;12:1-5.

6- Fragala MS, Kraemer WJ, Denegar CR, Maresh CM, Mastro AM, Volek JS. Neuroendocrine-immune interactions and responses to exercise. Sports Med. 2011;41(8):621-39.

7- Vitale C, Mendelsohn ME, Rosano GM. Gender differences in the cardiovascular effect of sex hormones. Nat Rev Cardiol. 2009;6(8):532-42.

8- Jafarian A, Akhondi MM, Pezhhan N, Sadeghi MR, Zarnani AH, Salehkhous S. Stimulatory effects of Estradiol and FSH on the restoration of spermatogenesis in azoospermic mice. J Reprod Infertil. 2009;9(4):317-24. [Persian]

9- Treebak JT, Pehmoller C, Kristensen JM, Kjobsted R, Birk JB, Schjerling P, et al. Acute exercise and physiological insulin induce distinct phosphorylation signatures on TBC1D1 and TBC1D4 proteins in human skeletal muscle. J Physiol. 2014;592(2):351-75.

10- Kraemer WJ, Solomon-Hill G, Volk BM, Kupchak BR, Looney DP, Dunn-Lewis C, et al. The effects of soy and whey protein supplementation on acute hormonal responses to resistance exercise in men. J Am Coll Nutr. 2013;32(1):66-74.

11- Reynolds TH, Supiano MA, Dengel DR. Regional differences in glucose clearance: effects of insulin and resistance training on arm and leg glucose clearance in older hypertensive individuals. J Appl Physiol. 2007;102(3):985-91.

12- Maiorana A, O'Driscoll G, Goodman C, Taylor R, Green D. Combined aerobic and resistance exercise improves glycemic control and fitness in type 2 diabetes. Diabetes Res Clin Pract. 2002;56(2):115-23.

13- Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. Sports Med. 2005;35(4):339-61.

14- Cossignani L, Urbani E, Simonetti MS, Maurizi A, Chiesi C, Blasi F. Characterisation of secondary metabolites in saffron from central Italy (Cascia,