University of Birjand

Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport Research Paper

Spring 2023, 11(25), 38-52

Received: Nov 10, 2021 Revised: Feb 10, 2022 Accepted: Feb 18, 2022

Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport

Changes in serum irisin, myonectin and insulin resistance levels in obese and overweight women: The Impact of green coffee supplement and type of exercise training

Seyede Zolaikha Hashemi Chashmi[1], Soheil Azizi[2*], Ali Ghaemian[3], Mahna Gholami[4]

1.Assistant Professor at Department of Exercise Physiology, Payame Noor University, Tehran, Iran.

2. Associated Professor at Cardiovascular Research Center, Mazandaran University of Medical Science, Sari, Iran.

3. Professor of Cardiovascular Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran.

4. MSc in Cardiovascular Research Center, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran.

Abstract

Background and Aim: Exercise training along with green coffee consumption can be considered as an important strategy to control obesity. The aim of present study was to compare the effect of aerobic, resistance and combined exercise trainings along with green coffee supplement on serum levels of irisin, myonectin and insulin resistance in obese women. **Materials and Methods:** In this quasi-experimental study, 60 women with a range of 25 ± 5 years old and body mass index of 30 ± 5 kg/m^2 were purposefully selected and randomly divided into five groups (n=12) as aerobic training+supplement, resistance training+supplement, combination training+supplement, supplement and control. The intensity of aerobic training was considered 50 to 75% of the maximal heart rate and for resistance training it was 55 to 70% of one maximum repetition. Trainings were performed for three days per week during eight weeks. During the same period, green coffee was consumed at a dose of 400 mg daily before dinner. Fasting blood samples were taken 24 hours before the first training session and 48 hours after the last training session. For statistical analysis the covariance and Bonferroni tests were applied for results extraction at the significant level of $p<0.05$. **Results:** Serum levels of irisin and myonectin in the both exercised and consumed green coffee, significantly increased as compared to pre-exercise and other groups. Moreover, insulin resistance significantly decreased after aerobic and combination training along with supplement compared to other groups and even before pre-exercise; however, after resistance training and supplement, its amount increased compared to other groups. **Conclusion**: All three exercises performed together with green coffee supplement, could increase myokines such as irisin and myonectin, in addition it can affecting body composition and weight losing, and also improve insulin action and reduced insulin resistance. However, combined exercise and aerobic training with supplementation produced greater improvements in insulin and insulin resistance compared to resistance training with supplementation.

Keywords: Exercise training, Green coffee, Myonecti, Irisin, Obesity.

Cite this article:

Hashemi Chashmi, S.Z., Azizi, S., Ghaemian, A., & Gholami, M. (2023). Changes in serum irisin, myonectin and insulin resistance levels in obese and overweight women: The Impact of green coffee supplement and type of exercise training. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport, 11***(25), 38-52.**

***Coressponding Author, Address: Mazandaran Heart Center, Dr. Sohail Azizi's laboratory, Artesh Blvd, Sari, Mazandaran, Iran;**

Email; soheil_azizi@yahoo.com

https://doi.org/10.22077/jpsbs.2022.4852.1679

Copyright: © 2022 by the authors. Licensee **Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport (JPSBS)**. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

نشریه مطالعات کاربردی علوم‌زیستی در ورزش
مقاله پژوهشی
بهار ۱۴۰۲، دوره ۱۱، شماره ۲۵، ص ۵۲-۳۸
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۱۹ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۱۱/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۲۹

تغییرات سطوح سرمی آیریزین، مایونکتین و مقاومت به انسولین در زنان چاق و دارای اضافه وزن: تاثیر مصرف مکمل قهوه سبز و نوع تمرین

سیده زلیخا هاشمی چاشمی[۱]، سهیل عزیزی[۲*]، علی قائمیان[۳]، مهنا غلامی[۴]
۱. استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.
۲. دانشیار مرکز تحقیقات قلب و عروق، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران.
۳. استاد مرکز تحقیقات قلب و عروق، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران.
۴. کارشناس ارشد مرکز تحقیقات قلب و عروق، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: انجام تمرینات ورزشی به همراه مصرف قهوه سبز می‌تواند به عنوان یک راهکار برای کنترل چاقی در نظر گرفته شود. هدف مطالعه حاضر، مقایسه تاثیر تمرینات هوازی، مقاومتی و ترکیبی به همراه مصرف قهوه سبز، بر سطوح سرمی آیریزین، مایونکتین و مقاومت به انسولین در زنان چاق بود. **روش تحقیق:** در این پژوهش نیمه‌تجربی، ۶۰ آزمودنی زن با دامنه سنی ۵±۲۵ سال و شاخص توده بدنی ۵±۳۰ به‌صورت هدفمند انتخاب و به طور تصادفی به پنج گروه ۱۲ نفری شامل: تمرین هوازی+مکمل، تمرین مقاومتی+مکمل، تمرین ترکیبی+مکمل، مکمل و کنترل تقسیم شدند. شدت تمرین هوازی ۵۰ تا ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب و شدت تمرین مقاومتی ۵۵ تا ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه بود. تمرینات طی هشت هفته با تکرار سه روز در هفته انجام شدند. قهوه سبز روزانه قبل از شام به میزان ۴۰۰ میلی‌گرم مصرف شد. ۲۴ ساعت قبل از اولین و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین نمونه‌های خونی در حالت ناشتا گرفته شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش‌های تحلیل کوواریانس و بونفرونی در سطح $p<0/05$ استفاده گردید. **یافته‌ها:** سطوح آیریزین و مایونکتین در گروه‌های تمرین و قهوه سبز نسبت به پیش از تمرین و نسبت به سایر گروه‌ها، افزایش معنی‌داری داشت. به علاوه، مقاومت به انسولین بعد از تمرین هوازی و ترکیبی به همراه مکمل نسبت به سایر گروه‌ها و حتی نسبت به پیش از تمرین نیز کاهش معنی‌داری پیدا کرد؛ اما بعد از تمرین مقاومتی و مکمل مقدار آن نسبت به سایر گروه‌ها افزایش داشت. **نتیجه‌گیری:** هر سه تمرین اجرا شده همراه با مکمل قهوه سبز، با افزایش مایوکاین‌هایی مانند آیریزین و مایونکتین، علاوه بر تاثیر بر ترکیب بدن و کاهش وزن، باعث بهبود عمل انسولین و کاهش مقاومت به انسولین شدند؛ با این حال اجرای تمرین ترکیبی و هوازی همراه با مکمل، در مقایسه با تمرین مقاومتی همراه با مکمل، بهبود بیشتری در انسولین و مقاومت به انسولین ایجاد کرد.

واژه‌های کلیدی: تمرین ورزشی، قهوه سبز، مایونکتین، آیریزین، چاقی.

*نویسنده مسئول، آدرس: مازندران، ساری، بلوار ارتش، مرکز قلب مازندران، آزمایشگاه دکتر سهیل عزیزی؛
پست الکترونیک: soheil_azizi@yahoo.com
https://doi.org/10.22077/jpsbs.2022.4852.1679

مقدمه

چاقی و اضافه وزن به عنوان مشکل عمومی محسوب شده و دارای شیوع بالایی در سراسر جهان می‌باشد. این مشکل یکی از نگرانی‌های بهداشت عمومی در سراسر جهان است که با افزایش خطر بسیاری از بیمارهای مزمن، از جمله دیابت، اختلال در نیمرخ چربی، فشار خون بالا و سرطان همراه است (کاساندرا و کریستا[1]، ۲۰۱۶) و یکی از عوامل مهم در ایجاد بیماری‌های قلبی- عروقی است (کاوان[2] و دیگران، ۲۰۱۸). متابولیسم عضلات اسکلتی تنظیم کننده مهمی در کنترل گلوکز کل بدن و هموستاز چربی به حساب می‌آید. علاوه براین، کاهش میزان جذب گلوکز در عضله اسکلتی به واسطه انسولین، به عنوان مکانیسم اساسی مهم دیابت نوع دو شناخته شده است (هک[3] و دیگران، ۲۰۰۷). اصلاح سبک زندگی به ویژه افزایش فعالیت بدنی، پتانسیل درمانی زیادی برای معکوس کردن مقاومت به انسولین در عضلات اسکلتی دارد و نقش متابولیسم عضله اسکلتی در تنظیم متابولیسم گلوکز و چربی بخوبی نشان داده شده است (دهقانی یونارتی و دیگران، ۲۰۲۱؛ موسوی و دیگران، ۲۰۱۶).

با ظهور پرتئومیکس[4]، مایوکاین‌ها[5] به عنوان عوامل مترشحه از عضله شناسایی شده‌اند (پترسون[6] و دیگران، ۲۰۱۴). آیریزین[7] یکی از مایوکاین‌های تجزیه پروتئینی پراکسی‌زوم‌ها است که در سازوکارهای مولکولی تبدیل بافت چربی سفید به قهوه‌ای شرکت می‌کند. آیریزین به وسیله فیبرونکتین نوع ۳ حاوی پروتئین ۵[8] (FNDC5) بیان می‌شود و با کمک هم فعال کننده یک آلفا گیرنده گاما فعال‌شده با تکثیر پروکسی زوم[9] (PGC-1α) القا می‌گردد و پس از تولید و ترشح به گردش خون، از طریق اتصال به گیرنده خود در سطح بافت چربی سفید، این بافت را به بافت چربی قهوه‌ای تبدیل می‌کند (بوستروم[10] و دیگران، ۲۰۱۲). این فرآیند به تولید گرما در مقابل ذخیرهٔ انرژی به صورت ATP می‌انجامد. تحقیقات نشان داده است که به دلیل کارکرد آیریزین در گرمازایی، این هورمون موجب کاهش تودهٔ چربی می‌شود. مقادیر بالای آیریزین ارتباط معکوسی با چاقی و مقاومت به انسولین دارد (عابدی و دیگران، ۲۰۱۷). مایونکتین[11] نو ترکیبی است که باعث فسفریله شدن پروتئین کیناز فعال شونده با AMP[12] (AMPK)، افزایش فراخوانی سطح سلولی ناقل گلوکز-۴ یا GLUT4[13]، بهبود سرعت جذب گلوکز و تحریک اکسیداسیون اسیدچرب می‌شود. این عامل بر خلاف سایر مایوکاین‌ها، فقط در عضله اسکلتی بیان می‌شود و به نظر می‌رسد نقش پیام‌رسانی بین عضله اسکلتی، کبد و بافت چربی را بر عهده دارد (پترسون و دیگران، ۲۰۱۴؛ لی[14] و دیگران، ۲۰۱۷). مطالعات نشان داده‌اند که اختلال در تولید و عملکرد مایونکتین، می‌توانند گیرنده‌های انسولینی را غیر فعال و مقاومت به انسولین را افزایش دهد (گاماس[15] و دیگران ، ۲۰۱۵). انقباضات عضلانی بیان ژن مایونکتین را افزایش می‌دهد (پترسون و دیگران، ۲۰۱۴) و مداخله فعالیت بدنی و تغذیه، می‌تواند با بهبود چاقی، موجب پیشگیری از بروز بیماری‌های مرتبط با آن شود.

قهوه یکی از پر مصرف‌ترین نوشیدنی‌های جهان محسوب می‌شود که دانه‌های آن حاوی مقادیر بالایی از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی با خواص ضد چاقی می‌باشد (سانچز[16] و دیگران، ۲۰۰۵). تحقیقات نشان داده‌اند که قهوه سبز از طریق مکانیسم‌های گوناگون به کاهش چاقی و افزایش چربی سوزی کمک می‌کند. قهوه سبز حاوی دو ماده موثر متابولیکی، با نام اسیدکلروژنیک[17] و کافئین می‌باشد. اسید کلروژنیک موجود در قهوه سبز، علاوه بر کاهش ۴۵ درصدی جذب چربی موجود در غذا، سوخت و ساز را نیز تحریک می‌کند. آنتی اکسیدان اصلی در عصاره قهوه سبز، یعنی اسید کلروژنیک، در آزاد شدن آنزیم گلوکز ۶ - فسفات[18]، آنزیم کلیدی در مسیر گلیکولیز و تعیین کننده فرآیند سوخت و ساز مواد سوختی در سلول نقش دارد (دونلی[19] و دیگران، ۱۹۹۲). کافئین، دیگر ماده موجود در قهوه سبز نیز بر سوخت و ساز چربی تاثیر دارد (شریفی و دیگران، ۲۰۱۷). از سوی دیگر، مطالعات جدید نشان داده‌اند که پلی‌فنول‌ها، به‌عنوان متابولیسم ثانویه گیاهان، با اثرات آنتی‌اکسیدانی خود و کاهش سطح رادیکال‌های آزاد عضله، به عنوان یکی از عوامل مداخله‌گر در آتروفی عضلانی، بر کاهش تخریب پروتئین‌ها و در نتیجه، مهار آتروفی عضلانی موثرند (ساکت و دیگران، ۲۰۱۷) فرم گلیکوزیله[20] پلی فنول اسید کلروژنیک (CGA) مهم‌ترین پلی فنول در قهوه سبز می‌باشد که پس از برشته شدن، به اسید کافئیک و اسید کوئینیک[21] شکسته می‌شود.

1. Cassandra & Krista
2. Cowan
3. Heck
4. Proteomics
5. Myokine
6. Peterson
7. Irisin
8. Fibronectin type III domain- containing 5
9. Peroxisome proliferator-activated receptor-gamma coactivator1α
10. Bostrom
11. Myonectin
12. AMP-activated protein kinase
13. Glucose transporter 4
14. Li
15. Gamas
16. Sanchez
17. Chlorogenic acid
18. Glucose 6 - phosphate
19. Donelly
20. Glycosylated
21. Caffeic acid & Quinic acid

گزارش‌های علمی حاکی از آن است که اسید کلروژنیک و اسید کافئیک، آنتی اکسیدان‌هایی هستند که به پیشگیری از بیماری‌هایی مانند دیابت نوع دوم و بیماری قلبی- عروقی منجر می‌شوند (فاریاس-پریرا[1]، ۲۰۱۹). بنابراین، می‌توان انتظار داشت که مصرف قهوه سبز به عنوان منبعی غنی از اسیدکلروژنیک، موجب بهبود ترکیب بدن و هموستاز شود. با توجه به این که در منابع به نقش فعالیت بدنی در بهبود ترکیب بدن و هموستاز گلوکز اشاره شده است (محمدی و دیگران، ۲۰۲۰)، انتظار می‌رود در نتیجه مصرف قهوه سبز و داشتن تمرینات ورزشی منظم، شاهد بهبود بیشتر ترکیب بدن و هموستاز گلوکز باشیم.

طبق توصیه‌های انجمن دیابت آمریکا و دانشکده طب ورزش آمریکا، انجام فعالیت بدنی منظم برای حفظ سلامتی، پیشگیری و درمان بیماری‌ها مفید است و به منظور دست‌یابی به این اهداف، بهتر است که تمرینات هوازی و مقاومتی به طور همزمان انجام شوند. دلیل این موضوع را می‌توان در افزایش اثرگذاری آن‌ها نسبت به انجام مجزای تمرینات هوازی یا مقاومتی دانست (مارویک[2] و دیگران، ۲۰۰۹) در پژوهش‌هایی که به بررسی اثر تمرینات همزمان بر ترکیب بدن و هموستاز گلوکز پرداخته‌اند، اشاره شده که تمرینات همزمان اثرات اندکی بر وزن، اثرات کم تا متوسطی بر میزان چربی بدن، و اثرات بالایی بر حساسیت به انسولین دارند (لیبردی[3] و دیگران، ۲۰۱۲). از این‌رو، می‌توان انتظار داشت که نوع تمرین ورزشی، اثرات متفاوتی بر چاقی و هموستاز گلوکز افراد داشته باشد. با توجه به نقش مایونکتین و آیریزین در کنترل متابولیسم بدن و این‌که مطالعات محدودی به صورت همزمان به مقایسه سه شیوه تمرینی در این زمینه پرداخته اند، در این مطالعه بر آن شدیم که به بررسی مقایسه تاثیر انواع تمرینات مقاومتی، هوازی و ترکیبی به همراه مصرف مکمل قهوه سبز، بر سطوح سرمی آیریزین، مایونکتین و مقاومت به انسولین در زنان چاق و دارای اضافه وزن پرداخته شود.

روش تحقیق

نمونه و جامعه آماری: این پژوهش کاربردی و از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون ـ پس‌آزمون بود. پس از نصب پوستر و فراخوان شرکت در تحقیق در دانشگاه پیام نور ساری، ۲۰۰ نفر زن چاق و دارای اضافه وزن برای شرکت در پژوهش مراجعه کردند. ابتدا پرسشنامه‌ای جهت دریافت اطلاعات فردی و پیشینه پزشکی تهیه و در اختیار مراجعه کنندگان قرار داده شد. معیارهای ورود به مطالعه شامل سن ۲۰ تا ۳۰ سال، شاخص توده بدنی (BMI) بین ۲۵ تا ۳۵ کیلوگرم/مترمربع، عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی- عروقی، کلیوی، هورمونی، عدم استعمال دخانیات و الکل، عدم مصرف دارو، نداشتن سابقه منظم حضور در فعالیت ورزشی در یک سال قبل از مطالعه، و عدم مصرف مکمل یا داروهای کاهنده وزن طی شش ماه قبل از مطالعه بود. معیار خروج از مطالعه داشتن هر نوع رژیم غذایی، غیبت بیش از سه جلسه در تمرینات، و عدم مصرف منظم مکمل قهوه سبز بود. ابتدا از بین ۲۰۰ فرد مراجعه کننده، تعداد ۶۰ نفر بر اساس معیارهای ورود به مطالعه انتخاب شدند. سپس این افراد به روش تصادفی ساده و با انجام قرعه‌کشی در پنج گروه ۱۲ نفره شامل گروه تمرین هوازی + مکمل قهوه سبز (AT+GCS)، گروه تمرین مقاومتی + مکمل قهوه سبز (RT+GCS)، گروه تمرین ترکیبی + مکمل قهوه سبز (CT+GCS)، گروه مکمل قهوه سبز به تنهایی (C+GCS)، و گروه کنترل (C) قرار گرفتند.

از شرکت کنندگان خواسته شد برگه یادآمد غذایی را در ۲۴ ساعت قبل از خون‌گیری اولیه و ثانویه، تکمیل نموده و سعی کنند مشابه همین برنامه غذایی اولیه را در ۲۴ ساعت قبل از مرحله خون‌گیری نهایی رعایت کنند، تا تأثیر رژیم غذایی قبل از خون‌گیری در نتایج به حداقل برسد. (آتشک و دیگران، ۲۰۱۴). به علاوه، به آزمودنی‌ها تاکید شد که در طول دوره تحقیق از فعالیت شدید و مصرف هرگونه دارو اجتناب کنند. در این مطالعه، کلیه استانداردهای اصول کار پژوهشی در مورد انسان که در اعلامیه هلسینکی[4] مشخص شده، رعایت شد و پروتکل آن در کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی مازندران با شناسه IR.MAZUMS.REC.1399.7736 به ثبت رسید.

نحوه سنجش عوامل ترکیب بدنی: اندازه‌گیری متغیرهای ترکیب بدنی قبل و پس از اتمام مداخلات انجام شد. وزن شرکت کنندگان در پژوهش توسط ترازوی SECA مدل ۷۵۰ با دقت ۱۰۰ گرم و ساخت کشور آلمان؛ قد آن‌ها توسط متر نواری عمود شده بر دیوار با دقت یک میلی‌متر؛ BMI با تقسیم وزن بر حسب کیلوگرم بر مجذور قد بر حسب متر؛ دور کمر با یک متر نواری در کمترین نقطه (بین انتهای پایینی قفسه سینه و ناف) دور باسن در پهن‌ترین ناحیه عضله سرینی؛ نسبت دور کمر به دور باسن (WHR) از تقسیم نسبت دور کمر به دور باسن بر حسب سانتی‌متر به دست آمد (عطارزاده حسینی و دیگران، ۲۰۱۷).

نحوه مصرف قهوه سبز: قهوه سبز استاندارد شده از شرکت بنیان سلامت کسری ایران مورد تایید سازمان غذا

1. Farias-Pereira
2. Marwick
3. Libardi
4. Helsinki

و دارو، از داروخانه‌های معتبر تهیه شد. آزمودنی‌ها به مدت هشت هفته، روزانه مقدار ۴۰۰ میلی‌گرم قرص قهوه را قبل از شام به روش دوسوکور مصرف کردند. در طول دوره با کنترل آزمودنی‌ها، هر فردی که از مصرف قرص قهوه امتناع ورزید، از تحقیق کنار گذاشته شد (دجیلی[1] و دیگران، ۲۰۱۶).

پروتکل های تمرینی اجراشده: پروتکل های تمرینی به سه شکل هوازی، مقاومتی و ترکیبی (مقاومتی + هوازی) به مدت هشت هفته و با تکرار سه جلسه در هفته اجرا شدند. پروتکل تمرین مقاومتی بدین صورت اجرا شد که بعد از اندازه‌گیری ترکیب بدن و آشناسازی آزمودنی‌ها با برنامه تمرین، مقدار یک تکرار بیشینه[2] (1RM) برای تمامی حرکات با استفاده از روش برزیسکی[3] (۱۹۹۵) به دست آمد. تمرین مقاومتی به صورت ایستگاهی و دایره‌ای انجام شد. حرکات شامل فلکشن و اکستنشن ران، پرس سینه، جلو بازو با هالتر، حرکت قایقی، و درازونشست بود (محمدی و دیگران، ۲۰۱۹). آزمودنی‌ها تمرینات مقاومتی را با شدت ۵۵ درصد 1RM در دو تا سه نوبت و با ۱۵ تا ۲۰ تکرار، طی دو هفته اول آغاز کردند. از هفته سوم تا ششم، حرکات هر ایستگاه با شدت ۶۰ تا ۶۵ درصد 1RM و با ۱۲تا ۱۵ تکرار در سه نوبت اجرا شد. سپس تمرین در دو هفته آخر با شدت ۷۰ درصد 1RM در سه نوبت و با ۱۲-۸ تکرار ادامه یافت. استراحت بین نوبت‌ها از ۶۰ ثانیه در هفته اول به ۱۲۰ ثانیه در هفته هشتم رسید. برای رعایت اصل اضافه بار، 1RM شرکت‌کنندگان هر دو هفته یک بار مورد محاسبه قرار گرفت و در هر جلسه بار تمرینی به دقت کنترل شد (محمدی و دیگران، ۲۰۲۰؛ آتشک و دیگران، ۲۰۱۴). برنامه تمرین هوازی در دو هفته اول با شدت ۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب (سن-۲۲۰) شروع شد و طی هشت هفته تا ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب افزایش یافت. ۱۰ دقیقه اول هر جلسه به گرم کردن با حرکات نرمشی و کششی و پنج دقیقه آخر، به سرد کردن با حرکات کششی اختصاص داشت. تمرین هوازی با ۳۰ دقیقه در جلسات اول شروع شد و به ۴۵ دقیقه در هفته آخر رسید (پوررنجبر و دیگران، ۲۰۱۸). شدت تمرین در دو هفته اول ۵۰ درصد، در دو هفته دوم با ۶۰ درصد، در دو هفته سوم با ۶۵ درصد، و در دو هفته آخر با ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب شرکت کنندگان بر روی نوارگردان به اجرا درآمد. ضربان قلب توسط ضربان سنج پولار ساخت کشور فنلاند اندازه‌گیری و ثبت شد. در برنامه تمرین ترکیبی، هر جلسه ابتدا با ۱۰ دقیقه گرم کردن (دویدن نرم و حرکات کششی) شروع شد و در ادامه، ابتدا تمرین هوازی و سپس تمرین مقاومتی با مشخصاتی که در سطرهای قبل توضیح داده شد، به اجرا درآمد. در پایان هم پنج دقیقه سرد کردن داشتند.

نحوه خون‌گیری و ارزیابی متغیرهای بیوشیمیایی: نمونه خون از ورید سیاهرگ بازویی در جلسه اول و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، در حالت ناشتا، بین ساعت هشت تا نه صبح، در حالت نشسته (وضعیت استراحت)، به مقدار ۱۰ سی سی اخذ گردید. پس از اتمام دوره تمرینی و گذشت ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین، در موقعیت کاملاً مشابه مرحله اول، نمونه خونی مرحله دوم گرفته شد. بلافاصله بعد از اتمام خون‌گیری در هر مرحله، برای جدا سازی نمونه‌های سرم با سرعت ۳۵۰۰ تا ۳۸۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شدند. سطوح آیریزین با استفاده از کیت الایزا با شماره کاتالوگ CK-E90905 با دامنه اندازه‌گیری ۱۵-۰/۰۵ پیکوگرم در میلی‌لیتر و میزان حساسیت ۰/۰۰۲۳ پیکوگرم در میلی‌لیتر؛ انسولین سرم با کیت الایزا با شماره کاتالوگ CK-E10732 با دامنه اندازه‌گیری ۶۰-۰/۲ پیکوگرم در میلی‌لیتر و میزان حساسیت ۰/۱۱ پیکوگرم در میلی‌لیتر؛ و مایونکتین با استفاده از کیت الایزا با شماره کاتالوگ CK-E91376 با دامنه اندازه‌گیری ۱۰-۰/۰۵ پیکوگرم در میلی‌لیتر و میزان حساسیت ۰/۰۳ پیکوگرم در میلی‌لیتر؛ همه ساخت شرکت ایست بیوفارم[4] کشور امریکا؛ اندازه‌گیری گردیدند. مقاومت انسولین با روش ارزیابی مدل هومئوستازی[5] (HOMA-IR) بر اساس حاصل ضرب گلوگز خون ناشتا (بر حسب میلی گرم/دسی لیتر) در غلظت انسولین ناشتا (بر حسب میلی واحد/لیتر) تقسیم بر عدد ثابت ۴۰۵ صورت گرفت (فردریخ[6] و دیگران، ۲۰۱۱)

روش‌های آماری: داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۹ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. به منظور تعیین طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک[7] استفاده شد. برای مقایسه پیش آزمون و پس آزمون گروه‌ها از آزمون t وابسته استفاده شد. سپس از آزمون تحلیل کوواریانس[8] و آزمون بونفرونی[9] برای مقایسه تغییرات گروه ها بهره برداری گردید. سطح معنی‌داری در کلیه موارد p<۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

مقادیر شاخص‌های ترکیب بدنی آزمودنی‌ها در جدول یک آمده است. آزمون t وابسته نشان داد که مقادیر BMI و دور کمر در هر سه گروه تمرینی که قهوه سبز مصرف کردند، نسبت به پیش‌آزمون، کاهش معنی‌داری پیدا کرده است (p<۰/۰۵)؛ اما مقدار WHR فقط در گروه تمرین مقاومتی کاهش معنی‌داری (p<۰/۰۵) نشان داد.

1. Dujaili
2. One-repetition maximum
3. Brzycki
4. Stop Biofarm
5. Homeostatic model
6. Friedenreich
7. Shapiro-Wilk
8. Covariance
9. Bonferroni

جدول ۱. توصیف شاخص‌های پیکرسنجی گروه های مختلف تحقیق

گروه‌ها	وزن (کیلوگرم)		شاخص توده بدنی (کیلوگرم/مترمربع)		دور کمر (سانتی‌متر)		نسبت دور کمر به دور باسن	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
کنترل	۷۹/۷۵ ± ۱/۳۴	۷۹/۴۲ ± ۱/۶۹	۳۰/۵ ± ۱/۳	۳۰/۲۲ ± ۱/۶۹	۹۶/۶ ± ۷/۴۰	۹۵/۶۳ ± ۶/۸۰	۰/۸۹ ± ۰/۰۸	۰/۸۶ ± ۰/۰۸
مکمل	۸۰/۶۵ ± ۴/۰۵	۸۰/۳۹ ± ۴/۱۵	۲۹/۸ ± ۲/۲	۲۹/۷ ± ۲/۲۹	۹۷/۴ ۵±/۹۰	۹۴/۹۰ ± ۳/۶۱	۰/۸۸ ± ۰/۰۷	۰/۸۵ ± ۰/۰۴
تمرین مقاومتی+مکمل	۹۰/۵۴ ± ۶	۸۵/۳ ± ۱۴/۹*	۳۳/۵±۵/۷	۳۱/۶ ± ۵/۴*	۹۶ ± ۸/۶۹	۹۱/۴۵ ± ۷/۰۷*	۰/۸۲ ± ۰/۰۵	۰/۸۳ ± ۰/۰۵
تمرین هوازی+ مکمل	۷۷/۵۳ ± ۸/۲۳	۷۴/۹۰ ± ۵/۴۱*	۲۹/۲ ± ۲/۳	۲۸/۲± ۱/۴۰*	۹۹/۳ ± ۷/۹۴	۹۵/۷۲ ± ۸/۸۸*	۰/۸۹ ± ۰/۰۹	۰/۸۳ ± ۰/۰۹*
تمرین ترکیبی+مکمل	۸۷/۵۲ ± ۱۷/۴۱	۸۵/۰۷±۱۶/۱۷*	۳۱/۶ ± ۶/۲	۳۰/۷ ± ۵/۷*	۹۷/۷ ± ۸/۹۲	۹۰/۰۹ ± ۸/۱۴*	۰/۸۶ ± ۰/۰۴	۰/۸۵ ± ۰/۰۴

*نشانه تفاوت معنی‌دار نسبت به مرحله پیش آزمون در سطح p<۰/۰۵.

به علاوه، نتایج آزمون t وابسته نشان داد که مقادیر مایونکتین، آیریزین در همه گروه‌ها به جز گروه کنترل و کنترل/قهوه سبز در مرحله پس‌آزمون نسبت به مرحله پیش‌آزمون، افزایش معنی‌داری داشته است. همچنین مقاومت به انسولین در گروه‌های تمرین مقاومتی و ترکیبی نسبت به پیش آزمون کاهش معنی‌داری داشت، اما در گروه تمرین هوازی این میزان کاهش معنی‌دار نبود. در گروه مکمل و کنترل تغییرات معنی‌داری نسبت به پیش آزمون مشاهده نشد (جدول دو).

جدول ۲. نتایج آزمون t وابسته در مورد مقایسه متغیرهای فیزیولوژیک شرکت کنندگان گروه های مختلف پژوهش

متغیرها	گروه‌ها	پیش آزمون	پس آزمون	p
مایونکتین (نانوگرم/میلی‌لیتر)	کنترل	۴/۱۰±۱/۶۵	۴/۱۰±۱/۴۵	۰/۹۵
	مکمل	۴/۱۰±۲/۴۹	۴/۰۰±۲/۲۸	۰/۸۷
	تمرین هوازی + مکمل	۴/۱۰±۲/۳۸	۶/۱۰±۲/۰۷	۰/۰۰۸ *
	تمرین مقاومتی+ مکمل	۴/۱۰±۰/۲۳	۶/۰۰±۰/۹۹	۰/۰۰۱*
	تمرین ترکیبی + مکمل	۵/۰۰±۱/۶۳	۶/۰۰±۰/۴۴	۰/۰۰۱ *
آیریزین (نانوگرم/میلی‌لیتر)	کنترل	۴/۰۰±۱/۷۴	۴/۰۰±۱/۸۰	۰/۸۴
	مکمل	۳/۰۰±۱/۴۵	۳/۰۰±۱/۵۰	۰/۲۹
	تمرین هوازی + مکمل	۴/۰۰±۰/۳۰	۵/۰۰±۰/۴۵	۰/۰۰۱ *
	تمرین مقاومتی+ مکمل	۴/۰۰±۱/۵۷	۶/۰۰±۰/۵۸	۰/۰۰۱ *
	تمرین ترکیبی + مکمل	۴/۰۰±۰/۳۹	۵/۰۰±۱/۴۲	۰/۰۰۱ *
انسولین (میکرو یونیت/میلی‌لیتر)	کنترل	۴/۰۰±۱/۶۷	۴/۰۰±۱/۹۱	۰/۰۸
	مکمل	۴/۱۰±۲/۸۶	۲۱۰/۹۱±۴/۱۰	۰/۲۰
	تمرین هوازی + مکمل	۱/۰۰±۰/۳۵	۱۱۰/۸۰±۳/۱۰	۰/۰۰۶*
	تمرین مقاومتی+ مکمل	۶/۲۰±۱۲۰/۷۵	۵/۲۰±۰/۵۴	۰/۰۰۱ *
	تمرین ترکیبی + مکمل	۳/۱۰±۰/۸۱	۳/۱۰±۰/۲۴	۰/۰۰۴ *
گلوکز (میلی‌گرم بر دسی لیتر)	کنترل	۹۱/۲۰±۱/۴۹	۹۲/۲۰±۱/۸۷	۰/۴۷
	مکمل	۹۰/۲۰±۰/۴۷	۸۸/۳۰±۳۰/۱۶	۰/۰۷
	تمرین هوازی + مکمل	۹۲/۲۰±۰/۴۰	۸۶/۳۰±۰/۴۱	۰/۰۰۲*
	تمرین مقاومتی+ مکمل	۹۳/۲۰±۰/۱۱	۸۵/۳۰±۱/۶۹	۰/۰۰۱*
	تمرین ترکیبی + مکمل	۹۴/۲۰±۱/۱۵	۸۴/۲۰±۰/۴۱	۰/۰۰۱*
مقاومت به انسولین	کنترل	۰/۰۰±۰/۰۵	۰/۰۰±۰/۱۸	۰/۰۶
	مکمل	۱/۰۰±۰/۴۱	۰/۰۰±۰/۴۳	۰/۱۴
	تمرین هوازی + مکمل	۰/۰۰±۰/۲۹	۰/۰۰±۰/۴۰	۰/۰۰۲*
	تمرین مقاومتی+ مکمل	۱/۰۰±۰/۳۷	۱/۰۰±۰/۳۴	۰/۰۰۱*
	تمرین ترکیبی + مکمل	۱/۰۰±۰/۴۱	۰/۰۰±۰/۰۲	۰/۰۰۱*

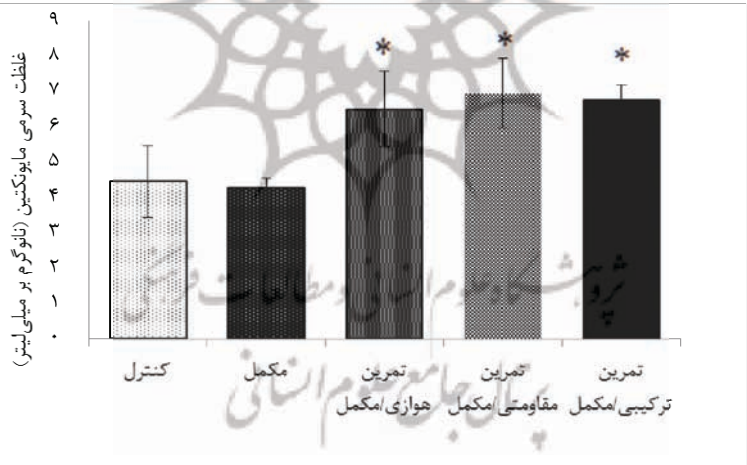
*نشانه تفاوت معنی‌دار نسبت به مرحله پیش آزمون در سطح p<۰/۰۵.

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس در مورد مقایسه گروه های مختلف

متغیرها	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	مقدار p
مایونکتین	۶۹/۵۱۳	۴	۱۷/۳۷۸	۲۱/۵۸	۰/۰۰۱*
آیریزین	۳۵/۵۵۲	۴	۸/۸۸۸	۴۶/۶۶	۰/۰۰۱*
انسولین	۱۸/۹۵۶	۴	۴/۷۳۹	۷/۳۷	۰/۰۰۱*
گلوکز	۳۸۶۴۰/۷۴۵	۴	۹۶۶۰/۱۸۶	۱۰/۵۲۵	۰/۰۰۱*
مقاومت به انسولین	۱/۴۳۰	۴	۰/۳۵۸	۱۰/۲۹۲	۰/۰۰۱*

*نشانه تفاوت معنی‌دار بین گروه ها در سطح p<۰/۰۰۱.

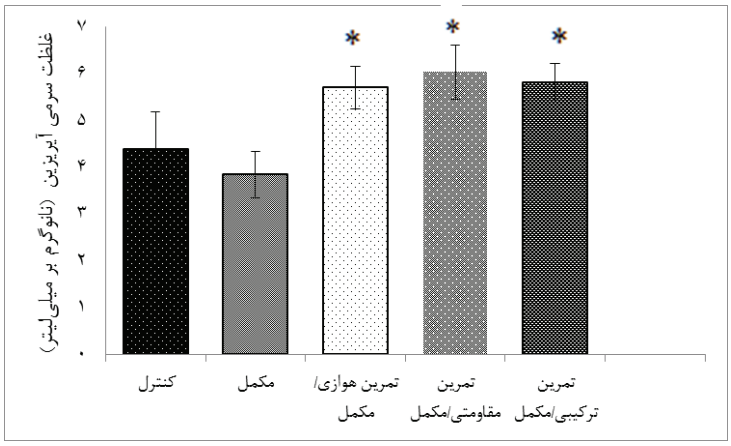
روش تحلیل کوواریانس نشان داد که مایونکتین سرمی بین گروه‌های مختلف تحقیق تفاوت معنی‌داری دارد (p=۰/۰۰۱ و F=۲۱/۵۸) دارد. بر اساس نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی، سطوح سرمی مایونکتین پس از مداخله تمرین هوازی + مکمل ۵۱/۶۳ درصد نسبت به گروه مکمل (p=۰/۰۰۰۱ و MD=۲/۱۷) و ۴۵/۸۴ درصد نسبت به گروه کنترل (p=۰/۰۰۰۱ و MD=۲/۰۱) افزایش معنی‌دار پیدا کرد. تمرین مقاومتی + مکمل موجب افزایش معنی‌دار ۶۲/۱۴ درصدی این شاخص نسبت به گروه مکمل (p=۰/۰۰۰۱ و MD=۲/۶۰) و افزایش معنی‌دار ۵۵/۹۵ درصدی آن نسبت به گروه کنترل (p=۰/۰۰۰۱ و MD=۲/۴۵) شد. به علاوه، تمرین ترکیبی + مکمل نسبت به گروه مکمل (p=۰/۰۰۰۱ و MD=۲/۴۰) و گروه کنترل (p=۰/۰۰۱ و MD=۲/۲۴) به ترتیب افزایش معنی‌دار ۵۷/۴۷ و ۵۱/۴۶ درصدی نشان داد. همچنین مقادیر مایونکتین پس از تمرین مقاومتی + مکمل نسبت به تمرین هوازی + مکمل، افزایش ۶/۹۳ درصدی (p=۱/۰۰ و MD=۰/۴۳) و نسبت به تمرین ترکیبی + مکمل، افزایش ۲/۹۲ درصدی (p=۱/۰۰ و MD=۰/۲۰) (غیر معنی‌دار) پیدا کرد. علاوه‌براین، مقادیر این شاخص بعد از تمرین ترکیبی + مکمل افزایش غیر معنی‌دار ۳/۸۵ درصدی نسبت به تمرین هوازی + مکمل داشت (p=۱/۰۰ و MD=۰/۲۲) داشت (شکل یک).



شکل ۱. مقایسه تغییرات مایونکتین سرمی بین گروه‌های مختلف تحقیق. * نشانه تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه کنترل و مکمل در سطح p<۰/۰۵.

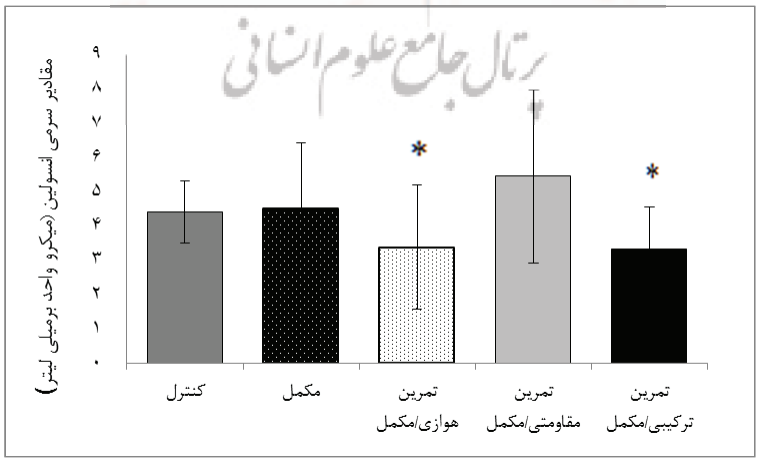
نتایج حاصل از روش تحلیل کوواریانس نشان داد که آیریزین تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های پژوهش دارد (p=۰/۰۰۱، F=۴۶/۶۶). با اجرای آزمون تعقیبی بونفرونی مشخص گردید که سطوح سرمی آیریزین پس از تمرین هوازی + مکمل به ترتیب افزایش معنی‌دار ۴۸/۳۱ درصدی نسبت به گروه مکمل (p=۰/۰۰۰۱ و MD=۱/۷۱) و افزایش ۳۰/۰۱ درصدی نسبت به گروه کنترل (p=۰/۱۰ و MD=۱/۴۹) داشته است. تمرین مقاومتی + مکمل افزایش معنی‌دار ۵۶/۸۸ درصدی نسبت به مصرف مکمل (p=۰/۰۰۰۱ و MD=۱/۷۲) و افزایش ۴۵/۷۸ درصدی نسبت به گروه کنترل (p=۰/۰۱ و MD=۱/۵۰) ایجاد کرد. به علاوه، تمرین ترکیبی + مکمل نسبت به مصرف مکمل، افزایش معنی‌دار ۵۲/۴۹ درصدی (p=۰/۰۰۰۱ و MD=۱/۸۳) و نسبت به گروه کنترل، افزایش معنی‌دار ۳۲/۳۴ درصدی (p=۰/۰۰۰۱ و MD=۱/۶۰) نشان داد. همچنین آیریزین سرمی پس از تمرین مقاومتی + مکمل نسبت به تمرین هوازی

+ مکمل افزایش غیرمعنی‌دار ۵/۷۷ درصدی (p=۱/۰۰ و MD=۰/۰۱) و نسبت به تمرین ترکیبی+ مکمل، افزایش غیر معنی دار ۳/۹۵ درصدی داشت (p=۱/۰۰ و MD=-۰/۱۰) داشت (شکل دو).



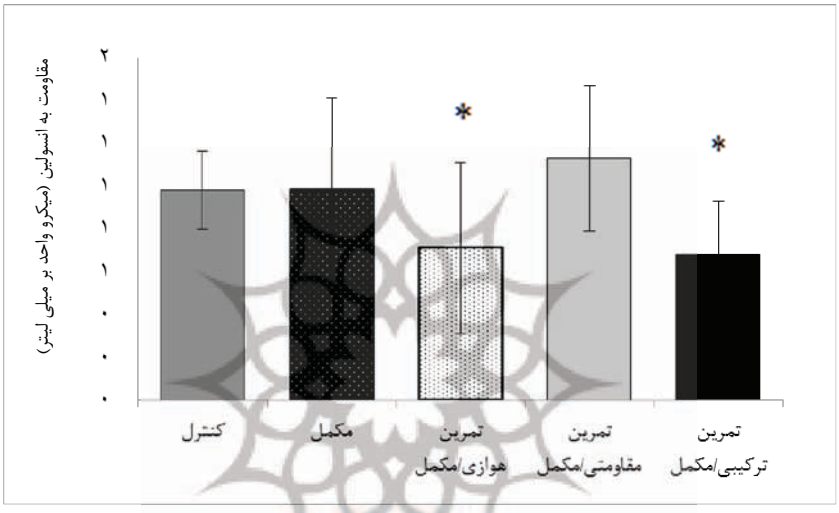
شکل ۲. مقایسه تغییرات آیریزین سرمی بین گروه‌های مختلف تحقیق. ❊ نشانه تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه کنترل و مکمل در سطح p<۰/۰۵.

نتایج روش تحلیل کوواریانس در مورد انسولین نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های پژوهش وجود دارد (p=۰/۰۰۱، F=۷/۳۷) وجود دارد. بر اساس نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی، سطوح سرمی انسولین پس از تمرین هوازی + مکمل به ترتیب کاهش ۲۴/۸۸ درصدی نسبت به گروه مکمل (p=۰/۰۰۰۱ و MD=-۰/۴۵) و کاهش ۲۳/۱۸ درصدی نسبت به گروه کنترل داشت (p=۰/۰۰۰۱ و MD=۱/۴۹). تمرین مقاومتی + مکمل افزایش غیرمعنی‌دار ۲۰/۸۸ درصدی نسبت به گروه مکمل (p=۰/۶۰ و MD=۰/۷۰) و افزایش معنی دار ۲۳/۶۳ درصدی نسبت به گروه کنترل (p=۰/۰۴ و MD=۱/۱۷) پیدا کرد. از طرف دیگر، تمرین ترکیبی + مکمل نسبت به مصرف مکمل، کاهش معنی‌دار ۲۶ درصدی (p=۰/۰۰۴ و MD =-۱/۳۰) و نسبت به گروه کنترل، کاهش معنی‌دار ۲۴/۷۷ درصدی (p=۰/۰۰۰۱ و MD=-۱/۷۶) نشان داد. همچنین مقادیر انسولین پس از تمرین هوازی + مکمل، کاهش معنی دار ۳۷/۸۶ درصدی نسبت به تمرین مقاومتی + مکمل داشت (p=۰/۰۰۰۱ و MD=-۰/۲۵)؛ اما تمرین ترکیبی+ مکمل کاهش غیر معنی دار ۳۹/۱۵ درصدی نسبت به تمرین مقاومتی+ مکمل (p=۱/۰۰ و MD=-۰/۵۹) پیدا کرد. مقادیر انسولین بعد از تمرین ترکیبی+ مکمل نیز کاهش غیر معنی دار ۲/۰۷ درصدی نسبت به تمرین هوازی (p=۰/۱۹ و MD=-۰/۸۴) داشت (شکل سه).



شکل ۳. مقایسه تغییرات انسولین بین گروه‌های مختلف تحقیق. ❊ تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه کنترل، مکمل و تمرین مقاومتی+مکمل در سطح p<۰/۰۵.

نتایج تحلیل کوواریانس در مورد مقاومت به انسولین نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های پژوهش وجود دارد (F=۱۰/۲۹، p=۰/۰۰۱). بر اساس نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی، سطح مقاومت به انسولین پس از تمرین هوازی + مکمل، به ترتیب کاهش ۲۷/۵۵ درصدی نسبت به گروه کنترل (p=۰/۰۰۰۱ و MD=-۰/۲۵) و کاهش ۲۷/۵۵ درصدی نسبت به گروه مکمل داشت (p=۰/۰۰۱ و MD=-۰/۱۴). تمرین مقاومتی + مکمل موجب افزایش غیرمعنی‌دار ۱۵/۳۰ درصدی این متغیر نسبت به گروه مکمل (p=۱/۰۰ و MD=۰/۲۳) و افزایش غیر معنی دار ۱۵/۳۰ درصدی نسبت آن نسبت به گروه کنترل (p=۱/۰۰ و MD=۰/۳۴) شد. از طرف دیگر، تمرین ترکیبی + مکمل نسبت به مصرف مکمل کاهش ۳۰/۶۱ درصدی (p=۰/۰۰۱ و MD=-۰/۳۶) و نسبت به گروه کنترل، کاهش معنی‌دار ۳۰/۶۱ درصدی (p=۰/۰۰۰۱ و MD=-۰/۴۷) در این متغیر نشان داد. به علاوه، مقاومت به انسولین پس از تمرین هوازی + مکمل کاهش معنی‌دار ۳۷/۱۶ درصدی نسبت به تمرین مقاومتی + مکمل داشت (p=۰/۰۰۱ و MD=۰/۰۹۱)؛ اما تمرین ترکیبی+ مکمل کاهش معنی دار ۳۹/۸۲ درصدی نسبت به تمرین مقاومتی+ مکمل (p=۰/۰۰۱ و MD =-۰/۱۳) ایجاد کرد. مقاومت به انسولین بعد از تمرین ترکیبی + مکمل، تفاوت معنی داری (p=۰/۰۷ و MD =-۰/۲۲) با تمرین هوازی + مکمل نداشت (شکل چهار).



شکل ۴.مقایسه تغییرات مقاومت به انسولین بین گروه های مختلف. * نشانه تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه کنترل، مکمل و تمرین مقاومتی+مکمل در سطح p<۰/۰۵.

بحث

نتایج به دست آمده از این مطالعه نشان داد که مداخله تمرینی (هوازی، مقاومتی و ترکیبی) همراه با مکمل قهوه سبز (با مشخصه‌های به اجرا در آمده)، موجب کاهش معنی‌دار شاخص‌های وزن، BMI و WHR شد؛ اما مصرف قهوه سبز به تنهایی تاثیری معنی‌داری بر این شاخص‌ها نداشت. نتایج برخی از مطالعات گذشته با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد؛ به گونه‌ای که کریم‌نژاد و دیگران (۲۰۱۹) و لیبردی و دیگران (۲۰۱۲) در مطالعات مشابهی، ضمن بررسی اثر همزمان مصرف قهوه سبز و تمرین ترکیبی و مقاومتی در زنان چاق، کاهش وزن و شاخص‌های ترکیب بدنی (وزن، دور کمر، دورباسن و نسبت دور کمر به دور باسن) در زنان چاق را نشان داده اند. نتایج پژوهش بعضی از پژوهشگران نیز مانند فاریاس-پریرا و دیگران (۲۰۱۹) و ناگو[1] و دیگران (۲۰۰۷) با یافته‌های این مطالعه همسو نیست. نتایج آن ها نشان داده که مصرف روزانه ۸۰۰ میلی‌گرم قهوه سبز باعث کاهش وزن می‌شود؛ ضمن آن که کاهش سطح تری گلیسیرید پلاسما به ترتیب به میزان ۲۳ و ۲۹ درصد در مقایسه با گروه کنترل را به همراه دارد. علت عدم همخوانی یافته‌ها احتمالاً در اختلاف دوز مصرفی قهوه سبز می‌باشد. در پژوهش حاضر، مصرف قهوه سبز به میزان ۴۰۰ میلی‌گرم در روز بود که به تنهایی تاثیر چندانی بر چربی سوزی و اکسیداسیون چربی زنان چاق نداشت؛ اما در پژوهش فاریاس-پریرا و دیگران (۲۰۱۹) این میزان ۸۰۰ میلی‌گرم در روز بود. به نظر می‌رسد هر چه دوز قهوه سبز مصرفی بالاتر باشد (تا ۸۰۰ میلی‌گرم)، بر ترکیب بدنی و کاهش وزن موثرتر است؛ زیرا اسیدکلروژنیک بیشتری دارد (شریفی و دیگران، ۲۰۱۷).

علاوه بر این‌ها، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که هشت هفته تمرین هوازی، مقاومتی و ترکیبی به همراه مصرف قهوه سبز باعث افزایش آیریزین زنان چاق و دارای اضافه وزن می‌شود. نتیجه تحقیق حاصل با نتایج بلوهر[2] و

1. Nagao
2. Bluhr

دیگران (۲۰۱۴)، خدادادی و دیگران (۲۰۱۴) و میاموتو[1] و دیگران (۲۰۱۵) همخوانی دارد. یافته‌های این پژوهشگران نشان داده که مصرف قهوه سبز به همراه تمرینات ورزشی، باعث افزایش آیریزین نسبت به گروه کنترل می شود. با این حال، یافته‌های ما با نتایج کوردیوو[2] و دیگران (۲۰۱۴) مبنی بر عدم تغییر این شاخص پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی و قدرتی (۵۰ تا ۶۰ درصد 1RM) و ترکیبی در مردان و زنان چاق؛ همخوانی ندارد. واتاناب[3] و دیگران (۲۰۰۶) مصرف روزانه ۱۲۸ میلی لیتر آب میوه و سبزیجات به همراه ۰/۴۸ گرم عصاره قهوه سبز (روزانه ۱۴۰ میلی‌گرم اسیدکلروژنیک) را به مدت ۶۰ روز در افراد مبتلا به افزایش فشار خون مورد بررسی قرار داده و بهبودی در شاخص توده بدنی آزمودنی‌ها مشاهده نکردند. علت همسو نبودن یافته‌های این پژوهش با مطالعات یاد شده می‌تواند به دلیل متفاوت بودن آزمودنی‌ها از نظر سن، جنس و میزان فعالیت باشد. در مورد مکانیسم اثر تمرینات ورزشی بر آیریزین باید گفت که این عامل در پاسخ به ورزش از عضلات ترشح شده و وارد گردش خون می‌شود. سپس در بافت چربی موجب بیان ژن UCP-1 می‌گردد که خود قهوه‌ای شدن چربی زیرپوستی و همچنین بافت چربی احشایی را در پی دارد (میاموتو و دیگران، ۲۰۱۵). افزایش آیریزین پس از تمرین می‌تواند با استرس اکسایشی ناشی از ورزش ارتباط داشته باشد، زیرا که P38MAPK و کیناز تنظیم شونده با سیگنال خارج سلولی[4] (ERK) را فعال می‌کند و این ها هم می‌توانند PGC-1α را تحریک کنند، عاملی که خود تنظیم کننده تبدیل FNDC5 به آیریزین است. تمرینات ورزشی طولانی مدت نیز از طریق افزایش FNDC5، PGC-1α، عامل مرکزی و مهم عامل نوروتروفیک مشتق از مغز[5] (BDNF) و اینترلوکین-۶[6] (IL-6) بر افزایش آیریزین موثرند (جعفری و دیگران، ۲۰۲۱؛ حاجی زاده انور و دیگران، ۲۰۲۰).

علاوه بر تمرین، مصرف همزمان قهوه سبز مداخله دیگری بود که در این پژوهش به کار گرفته شد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که سطوح سرمی آیریزین و مایونکتین در همه گروه‌های مصرف کننده مکمل قهوه سبز نسبت به گروه کنترل، افزایش پیدا کرده است. همسو با نتایج این تحقیق، نادری و دیگران (۲۰۱۷) به تاثیر هشت هفته تمرین ترکیبی و مصرف قهوه سبز بر سطح سرمی آدیپسین[7] و مقاومت به انسولین در زنان چاق پرداخته و نشان داده‌اند که تمرین به همراه مصرف قهوه سبز، می تواند باعث کاهش آدیپسین سرم و کاهش مقاومت به انسولین گردد. در مقابل، انگ[8] و دیگران (۲۰۱۲) پس از شش هفته مصرف ترکیبی عصاره برگ زیتون، دانه قهوه سبز و چغندر؛ هیچ‌گونه تغییری در بهبود گلوکز و حساسیت به انسولین مشاهده نکرده اند. قهوه سبز با مهار آنزیم کبدی گلوکز ۶- فسفاتاز، نقش مهمی در تنظیم هموستاز قند خون از طریق سرعت بخشیدن به حذف یک گروه فسفات بازی می‌کند، روندی که به طور موثر انتشار گلوکز کبدی به جریان خون را تسهیل می کند. اعتقاد بر آن است که اسید کلروژنیک موجود در قهوه سبز، باعث مهار انتقال دهنده‌های گلوکز شده و در نتیجه، منجر به کاهش گلوکز خروجی از کبد می‌شود (نادری و دیگران، ۲۰۱۷).

از دیگر نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر، افزایش سطوح مایونکتین سرمی پس از تمرینات منظم ورزشی (هوازی، مقاومتی و ترکیبی) و مصرف همزمان قهوه سبز بود. همسو با یافته‌های ما، علیزاده و دیگران (۲۰۱۷) نشان داده اند که انجام یک دوره تمرین مقاومتی دایره‌ای در مردان چاق، باعث افزایش سطوح پلاسمایی مایونکتین می شود. همچنین الماسی و دیگران (۲۰۲۰) به بررسی تاثیر هشت هفته تمرین تناوبی هوازی و مصرف مکمل قوه سبز بر سطوح مایونکتین سرم، هورمون شبه متئورین سرم و مقاومت به انسولین در زنان چاق پرداخته و نشان داده اند که سطوح سرمی مایونکتین و عامل شبه متئورین پس از تمرینات ورزشی (هوازی و تناوبی) و مصرف همزمان قهوه سبز، به‌طور معنی داری افزایش می یابد. تحقیقات نشان داده اند که افزایش سطح مایونکتین در هنگام ورزش باعث فسفوریلاسیون AMPK می‌گردد و خود، افزایش به کارگیری GLUT4 و افزایش جذب گلوکز و تحریک اکسیداسیون اسیدهای چرب آزاد را به دنبال دارد. بنابراین، افزایش ترشح آن در نتیجه انقباض عضلات در هنگام ورزش، می‌تواند مسیرهای تولید انرژی مورد نیاز در هنگام انقباض را فعال کند. به عبارت دیگر، مایونکتین نقشی مانند انسولین ایفا می‌کند، اما این افزایش در سطح مایونکتین با دو ساعت تاخیر پس از مصرف گلوکز یا لیپید اتفاق می‌افتد (ژو[9] و دیگران ۲۰۰۸). در واقع، مایونکتین عمل برداشت گلوکز یا اسیدهای چرب را با تاخیر انجام می دهد. با این حال، نتایج ناهمسویی نیز وجود دارد. پدرسون و دیگران (۲۰۱۴) به بررسی تاثیر نه هفته فعالیت ورزشی هوازی بر بیان مایونکتین در عضله رت‌های نر پرداخته و تغییر معنی‌داری پس از تمرین در بیان ژن مایونکتین مشاهده

1. Miyamoto
2. Kurdiova
3. Watanabe
4. Extracellular signal-regulated kinases
5. Brain derived neurotrophic factor
6. Interleukine_6
7. Adipsin
8. Ong
9. Zou

نکردند. دلیل این ناهمسویی احتمالاً به خاطر طبیعی بودن وزن آزمودنی‌های مطالعه فوق بوده، به طوری که در حالت طبیعی بودن وزن، معمولا تغییر معنی‌دار این مایوکاین پس از تمرین دیده نمی‌شود (پدرسون و دیگران، ۲۰۱۴). مطالعات نشان داده اند که مایونکتین عمدتاً در عضلات اسکلتی بیان شده و از طریق فعالیت بدنی و رژیم غذایی تحریک می‌شود. بنابراین، افزایش سطوح مایونکتین پس از انقباض عضلانی، می‌تواند آبشارهای سلولی را فعال کرده و موجب افزایش نیاز به انرژی در حین انقباض شود (گواو[1] دیگران، ۲۰۲۰؛ بوستروم و دیگران، ۲۰۱۲). کاهش سطح گلوکز خون با انجام تمرینات ورزشی در عضلات نیز از طریق جابجایی و انتقال پروتئین انتقال دهنده گلوکز (GLUT4) به غشای پلاسمایی فعال می‌شود. افزایش سطح مایونکتین و آیریزین پلاسما به کاهش مقاومت انسولین می انجامد، به طوری که ترشح مایونکتین به مکانیسم‌های جبرانی علیه مقاومت انسولینی در انسان کمک می‌کند (تولوزا[2] و دیگران، ۲۰۱۸). لی و دیگران (۲۰۱۷) نشان داده‌اند که سطوح گردش خون مایونکتین می‌تواند به طور قابل توجهی با اختلال تحمل گلوکز و دیابت نوع دو ارتباط داشته باشد و حتی می‌تواند یک نشانگر مفید برای تشخیص حالت پیش دیابتی و دیابتی شدن در نظر گرفته شود.

در ارتباط با انسولین، نتایج بعضی از مطالعات گذشته با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد. در تحقیق وسدی و دیگران (۲۰۱۶)، کاهش انسولین پس از چهار هفته فعالیت ورزشی استقامتی در گروه تمرین + قهوه نسبت به گروه کنترل، مشاهده شده است. تحقیقات نقش احتمالی فعالیت ورزشی در کاهش انسولین را میانجی‌گری GLUT4 می‌دانند. با ادامه فعالیت ورزشی و ایجاد سازگاری، گیرنده‌های انسولینی قادر به پاسخ مناسب تر به مقدار پایین‌تر انسولین می‌شوند و این امر خود موجب کاهش قند خون و در نهایت، جلوگیری از ابتلا به دیابت می‌گردد. برخی محققان سازوکار بهبود انسولین را تنظیم اجزای گیرنده انسولین (مانند غلظت پروتئین گیرنده انسولین، پروتئین کیناز B و سنتز گلیکوژن) و همچنین GLUT4 با تمرین می‌دانند. نقش تمرین در افزایش عملکرد انسولین از طریق کاهش تجمع تری گلیسیریدهای درون سلولی و افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب، توضیح داده شده است (آذری و دیگران، ۲۰۱۸). از طرف دیگر، مقاومت به انسولین پس از اجرای تمرینات هوازی و تمرینات ترکیبی به همراه مصرف قهوه سبز (در مقایسه با سایر مداخله ها)، به طور معنی دار کاهش یافت. شواهد دال بر آن است که عضله اسکلتی نقش کلیدی در ایجاد مقاومت به انسولین دارد، زیرا فعالیت بدنی می‌تواند به بهبود متابولیسم گلوکز، چربی و حساسیت انسولینی منجر شود. این نتیجه با نتایج نادری و دیگران (۲۰۱۷) و جرج[3] و دیگران (۲۰۱۱) همخوانی دارد. نادری و دیگران نشان داده اند بعد از هشت هفته تمرین ترکیبی و مصرف مکمل قهوه سبز در زنان چاق، گلوکز خون و مقاومت به انسولین بهبود می‌یابد. همچنین جرج و دیگران بیان کرده اند بعد از دوازده هفته تمرین هوازی، مقاومتی و ترکیبی؛ مقاومت به انسولین در بیماران دیابت قندی کاهش پیدا می کند. با این حال، یافته‌های ما با نتایج پژوهش‌های چوی[4] و دیگران (۲۰۰۹) و استفانو[5] و دیگران (۲۰۱۲) همخوانی ندارد. در تحقیق چوی و دیگران، سه ماه تمرین ترکیبی (هوازی و مقاومتی) تاثیر معنی‌داری بر سطح انسولین، گلوکز و مقاومت به انسولین نداشته است. استفانو و دیگران به بررسی تمرین هوازی با شدت بالا و شدت پایین در بیماران دیابت نوع دو پرداخته و عدم تغییر معنی‌دار مقاومت به انسولین را گزارش نموده اند. به نظر می‌رسد مکانیسم این کاهش نیز همانند مکانیسم اثرگذاری آیریزین و مایونکتین از طریق افزایش GLUT4 و انتقال آن به غشای پلاسمایی در عضله اسکلتی و از طریق فعال سازی AMPK باشد (سانز[6] و دیگران، ۲۰۱۰). مصرف قهوه سبز به همراه انجام تمرینات ورزشی می‌تواند بر هموستاز گلوکز اثرگذار باشد. اسیدکلروژنیک موجود در قهوه سبز در روده کوچک جذب شده و می‌تواند از طریق مهار گلوکز-۶ فسفات ترانس لوکاز[7] و کاهش شیب سدیم مشتق از غشای آپیکال[8] انتقال‌دهنده گلوکز، موجب تاخیر در جذب گلوکز شود (فاریاس- پریرا، ۲۰۱۹). بر اساس نتایج مطالعه حاضر، با افزایش آیریزین و مایونکتین، برداشت اسید چرب آزاد پلاسمایی توسط بافت چربی و کبد از طریق انتقال دهنده‌های اسیدچرب تحت تاثیر قرار می‌گیرد و در نهایت، منجر به تغییرات وزن می‌شود. تغییرات وزنی مشاهده شده در این پژوهش موید این مطلب است. به نظر می‌رسد که طول دوره تمرین و شدت، از دیگر عوامل تاثیرگذار در تغییرات وزن باشد.

نتیجه گیری: با مرور تحقیقات گذشته، مشخص می‌شود که عواملی همچون شدت، مدت و نوع تمرین؛ از عوامل موثر بر ترشح آیریزین، مایونکتین و انسولین هستند. به نظر می‌رسد افزایش این شاخص‌ها بیشتر به مقدار انرژی مصرفی تمرین ارتباط داشته باشد تا نوع تمرین (شریفی و دیگران، ۲۰۱۷). بین تاثیر تمرین هوازی و ترکیبی در

1. Guo
2. Toloza
3. Jorge
4. Choi
5. Stefano
6. Sanz
7. Translucase
8. Apical

مقایسه با تمرین مقاومتی بر انسولین تفاوت معنی‌داری وجود داشت که خود نشان‌دهنده تاثیر نوع تمرین بر این شاخص می‌باشد. به نظر می‌رسد برای به دست آوردن نتایج موثرتر، بهتر است از تمرین هوازی و ترکیب این تمرین با تمرین مقاومتی استفاده شود؛ زیرا در این صورت کاهش انسولین، افزایش متابولیسم بدن و در نهایت، کاهش وزن بیشتری را شاهد خواهیم بود. از محدودیت‌های عمده مطالعه حاضر، می‌توان به فقدان گروه‌های تمرینی صرف (تنها) و عدم اندازه‌گیری نیم‌رخ لیپیدی اشاره کرد که تحلیل دقیق و تفسیر نتایج را مشکل می‌سازد. انجام مطالعه بیشتر با رفع این محدودیت‌ها، موجب دست‌یابی به نتایج دقیق‌تری خواهد شد. با توجه به این‌که قهوه سبز، تمرین هوازی و تمرین ترکیبی توانستند همسو با اکثریت مطالعات پیشین، موجب بهبود ترکیب بدنی، آیریزین، مایونکتین و انسولین سرمی آزمودنی‌های پژوهش شوند، می‌توان انتظار داشت که اثر توامان این مداخله‌ها، بیشتر از تاثیر هر یک به تنهایی باشد. از این رو، به زنان چاق و دارای اضافه وزن پیشنهاد می‌شود که برای کاهش وزن و بهبود ترکیب بدنی که به عنوان عواملی مهم در بروز بیماری‌ها محسوب می‌شوند، تمرینات ترکیبی را به همراه مصرف قهوه سبز در دستور کار قرار دهند.

تضاد منافع

نویسندگان این مقاله، هیچ تضاد منافعی در انتشار این مقاله ندارند.

قدردانی و تشکر

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی با شماره ۷۷۳۶ مورخ ۱۳۹۹/۰۸/۲۵ دانشگاه علوم پزشکی مازندران می‌باشد و بدین وسیله از موسسه حامی و کلیه آزمودنی‌های شرکت‌کننده در این پژوهش تقدیر و تشکر می‌کنیم.

منابع

Abedi, B., Akhlaghi, R., & Saremi, A. (2017). Acute effect of endurance exercise on plasma irisin and insulin resistance in obese/overweight women. *Complementary Medicine Journal Arak University of Medical Sciences, 2***(23), 1887- 1896. [In Persian]**

Almasi Zefreei, A., Taghian, F., & Jalali Dehkordi, K. (2020). Effect of 8 weeks aerobic exercises and green coffee supplement on serum myonectin, meteorin-like, and insulin resistance in obese women. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences, 30***(187), 58-67. [In Persian]**

Alizadeh, H., Safarzadeh, A., & Talebi-Garakani, E. (2017). Effect of resistance training on serum meteorin-like hormone level and insulin resistance index in overweight adolescen boys. *Journal of Arak University of Medical Sciences, 20***(124), 54-67. [In Persian]**

Atashak, S., Peeri, M., Azarbayjani, M.A., & Stannard, S.R. (2014). Effects of ginger (Zingiber officinale Roscoe) supplementation and resistance training on some blood oxidative stress markers in obese men. *Journal of Exercise Science & Fitness, 12,* **26-30. [In Persian]**

Attarzadeh Hosseini, S.R., Rahimi, G.R.M., & Ghaemi, J. (2017). Comparing waist circumference, waist-to-hip ratio and waist-to-stature ratio in predicting overweight/obese male students. *Razi Journal of Medical Sciences, 24***(161), 67-76. [In Persian]**

Azari, N., Rahmati, M., Fathi, M. (2018). The effect of endurance exercise on blood glucose, insulin and insulin resistance in patients with type II diabetes a systematic review and meta-analysis of studies in Iran. *Iranian Journal of Diabetes and Metabolism, 17***(2), 65-79. [In Persian]**

Bluher, S., Panagiotou., G., Petroff, D., Markert, J., Wagner, A., & Klemm, T. (2014). Effects of a 1-year exercise and lifestyle intervention on irisin, adipokines, and inflammatory markers in obese children. *Obesity, 22***(7), 1701-8.**

Bostrom, P., Wu, J., Jedrychowski, M.P., Korde, A., Ye, L., & Lo, J.C. (2012). A PGC1-α-dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis. *Nature, 481***(7382), 463-8.**

Brzycki, M. A. (1995). *A Practical Approach to Strength Training*. **2th Edition. Indianapolis. Master Press. p. 62-65.**

Cassandra, A., & Krista, D. (2016). Obesity epidemiology trends by race/ethnicity, gender, and education: National Health Interview Survey, 1997-2012. *Gastroenterology Clinics of North America, 45*(**45), 571-9.**

Choi, K.M., Kim, T.N., Yoo, H.J., Lee, K.W., Cho G.J., & Hwang, T.G. (2009). Effect of exercise training on AFABP, lipocalin–2 and RBP 4 levels in obese women. *Clinical Endocrinology, 70*, **569-74.**

Cowan, A.J., Allen, C., Barac, A., Basaleem, H., Bensenor, I., & Curado, M.P. (2018). Global burden of multiple myeloma: a systematic analysis for the global burden of disease study 2016. *JAMA Oncology, 4*(**9), 1221-7.**

Dehghani Yunarti, F., & Minasian, V. (2021). Effect of exercise timing on blood glucose levels. *JAMS, 24*(**3), 334-34.**

Donelly, K., & McNaughton, L. (1992). The effect of two levels of caffeine ingestion on excess postexercise oxygen consumption in untrained women. *European Journal of Applied Physiology, 65*(**5), 459-63.**

Dujaili, E., Abu, h., M.N., & AlTurk, W. (2016). Effect of green coffee bean extract consumption on blood pressure and anthropometric measures in healthy volunteers: a pilot crossover placebo controlled study. *Jordan Journal of Pharmaceutical Sciences, 9*(**3), 181-191.**

Farias-Pereira, R., Oshiro, J., Kim, K.H., & Park. (2019). Green coffee bean extract and **5-O-caffeoylquinic acid regulate fat metabolism in Caenorhabditis elegans.** *Journal of Functional Foods, 48,* **586-593.**

Friedenreich, C.M., Neilson, H.K., Woolcott, C.G., McTiernan, A., Wang, Q., Ballard-Barbash, R., & Courneya, K.S. (2011). Changes in insulin resistance indicators, IGFs, and adipokines in a year-long trial of aerobic exercise in postmenopausal women. *Endocrine-Related Cancer, 18*(**3**), **357.**

Gamas, L., Matafome, P., & Seiça, R. (2015). **Irisin and myonectin regulation in the insulin resistant muscle: implications to adipose tissue: muscle crosstalk.** *Journal of Diabetes Research, 2015*, **1-8.**

Guo, A., Li, K., & Xiao, Q. (2020). Sarcopenic obesity: Myokines as potential diagnostic biomarkers and therapeutic targets? *Experimental Gerontology, 139*(**2020**), **111022.**

Hadjizadeh, A.S., Kordi, M., Pournemati, P., Farajnia, S., Gharadaghi, N., & Rahmati, M. (2020). The effects of cold water immersion post repeated sprint activity on serum PGC-1α and irisin in young active men. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport Research, 8*(**15**), **8-20. [In Persian]**

Heck, J.N., Mellman, D.L., Ling, K., Sun, Y., Wagoner, M.P., & Schill, N.J. (2007). A conspicuous connection: structure defines function for the phosphatidylinositol-phosphate kinase family. *Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology, 42*(**1**), **15-39.**

Jafari, M., & Ravasi, A.A. (2021). Acute and chronic effects of exercise on irisin in healthy adults. *Medical Science Journal of Islamic Azad University, 31*(**2**), **135-145. [In Persian]**

Jorge, M.L., deOliveira, V.N., Resende, N.M., Paraiso, L.F., Calixto, A., & Diniz, A.L. (2011). The effects of aerobic, resistance and combined exercise on metabolic control, inflammatory markers, adipocytokines and muscle insulin signaling in patients with type 2 diabetes mellitus. *Metabolism, 60*(**9**), **1244-52.**

Karimnezhad, N., Mahdavi, R.M., Izaddoust, F., & Shabani, R. (2019). The smultaneous effects of green coffee and combine exercise training on body composition and glucose homeostasis in obese and overweight women. *Journal of Medicinal Herbs, 4*(**72**), **215-227. [In Persian]**

Khodadadi, H., Rajabi, H., Attarzadeh, S.R., & Abbasian, S. (2014). The effect of high Intensity Interval training (HIIT) and pilates on levels of Irisin and Insulin resistance in overweight women. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism, 16*(3), 190-6. [In Persian]

Kurdiova, T., Balaz, M., Vician, M., Maderova, D., Vlcek, M., & Valkovic, L. (2014). Effects of obesity, diabetes and exercise on FNDC5 gene expression and irisin release in human skeletal muscle and adipose tissue: in vivo and in vitro studies. *Journal of Physiology, 592*, 1091-107.

Li, F., Li, Y., Duan, Y., Hu, C.A.A., Tang, Y., & Yin, Y. (2017). Myokines and adipokines: involvement in the crosstalk between skeletal muscle and adipose tissue. *Cytokine & Growth Factor Reviews, 33*, 73-82.

Libardi, C.A., DeSouza, G.V., Cavaglieri, C.R., Madruga, V.A., & Chacon-Mikahil, M. (2012). Effect of resistance, endurance, and concurrent training on TNF-a, IL-6, and CRP. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 44*(1) 6-50.

Marwick, T.H., Hordern, M.D., Miller, T., Chyun, D.A., Bertoni, A.G., & Blumenthal, R.S. (2009). Exercise training for type 2 diabetes mellitus. *Circulation, 119*(25), 3244-62.

Miyamoto-Mikami, E., Sato, K., Kurihara, T., Hasegawa N, Fujie, S., & Fujita, S. (2015). Endurance training-induced increase in circulating irisin levels is associated with reduction of abdominal visceral fat in middle-aged and older adults. *PloS One, 10*(3), e0120354.

Mohammadi, H., & Avandi, S.M. (2020). Effect of eight weeks resistance training with ginger supplementation on malondialdehyde and body compostion index in type 2 diabetes patients. *Koomesh, 21*(1), 73-82. [In Persian]

Moosavi, S.M., & Ganbarzadeh, M. (2016). Reviewing the physiological effects of aerobic and resistance training on insulin resistance and some biomarkers in non-alcoholic fatty liver disease. *Feyz, 20*(3), 282-96.

Naderi, L., & Sharifi, G.H. (2017). Comparison of the effect of 8 weeks concurrent training and green coffee supplementation on serum adipsin and Insulin resistance in obese women. *Armaghan-e-Danesh, 22*(5), 623-636. [In Persian]

Nagao, T., Hase, T., & Tokimitsu, I. (2007). A green tea extract high in catechins reduces body fat and cardiovascular risks in humans. *Obesity, 15*(6), 1473-83.

Ong, K. W., Hsu, A., & Tan, B.K. (2012). Chlorogenic acid stimulates glucose transport in skeletal muscle via AMPK activation: a contributor to the beneficial effects of coffee on diabetes. *The Italian Diabetes and Exercise Study, 7*, 1–11.

Peterson, J.M., Mart, R., & Bond, C.E. (2014). Effect of obesity and exercise on the expression of the novel myokines, Myonectin and Irisin. *Peer-Reviewed Scientific Mega Journal, 2*, e410v1.

Pourranjbar, M., Arabnejad, N., Naderipour, K., & Rafie, F. (2018). Effects of aerobic exercises on serum levels of myonectin and insulin resistance in obese and overweight women. *Journal of Medicine and Life, 11*(4), 381–386.

Saket, A., Izadoost, F., & Shabani, R. (2017). The effect of combine training and green coffee consumption on the serum level of testosterone, IGF-1 and cortisol hormone in overweight and obese women. *Journal of Neyshabur University of Medical Sciences, 5*(2), 65-76. [In Persian]

Sanz, C., Gautier, J.F., & Hanaire, H. (2010). Physical exercise for the prevention and treatment of type 2 diabetes. *Diabetes & Metabolism, 36*(5), 346-51.

Sanchez-González, I., Jiménez-Escrig, A., & Saura-Calixto, F. (2005). In vitro antioxidant activity of coffees brewed using different procedures (Italian, espresso and filter). *Food Chemistry, 90*(1-2), 133-9.

Sharifi, M., Rohani, H., Shariat-Zadeh, M.J., & Mahallati, V.S. (2017). Effect of short-term green coffee supplementation on fat oxidation during exercise in obese women. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology, 4***(2), 18-23. [In Persian]**

Stefano, B., Zanuso, S., Cardelli, P., Salvi, L., & Bazuro, A. (2012). Effect of high- versus low-intensity supervised aerobic and resistance training on modifiable cardiovascular risk factors in type 2 diabetes. The italian dabetes and Exercise Stud (IDES). *PLoS One, 7***(11), 492-497.**

Toloza, F.J., Mantilla-Rivas, J.O., Pérez-Matos, M.C., Ricardo-Silgado, M.L., Morales-Alvarez, M.C., & Pinzón-Cortés, J.A. (2018). Plasma levels of myonectin but not myostatin or fibroblast-derived growth factor 21 are associated with insulin resistance in adult humans without diabetes mellitus. *Frontiers in Endocrinology, 9***, 1-8**

Vosadi, E., Ravasi, A.A., Soori, R., Mazaheri, Z., Shabkhiz, F., & Barzegar, H. (2016). The effect of four weeks of endurance exercise on the expression of muscle myonectin levels and insulin resistance in the adult rat. *Pathobiology, 19***(2), 89-97. [In Persian]**

Watanabe, T., Arai, Y., Mitsui, Y., Kusaura, T., Okawa, W., & Kajihara, Y. (2006). The blood pressure-lowering effect and safety of chlorogenic acid from green coffee bean extract in essential hypertension. *Clinical and Experimental Hypertension, 28***(5), 439-49.**

Zou, C., & Shao, J. (2008). Role of adipocytokines in obesity-associated insulin resistance. *The Journal of Nutritional Biochemistry, 19***(5), 277-86**

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی