

The effect of 8 weeks of combined training (aerobic and resistance) on Irisin levels and its relationship with serum glucose in overweight men

Bradaran H¹, Rahmani-Nia^{1,2*}, Elmieh AR¹

1- Department of Physical Education, Faculty of Humanities, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, I.R. Iran.

2- Department of Sports Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Science, Guilan University, Rasht, I.R. Iran.

Received: 2020/08/29 | Accepted: 2020/11/17

Abstract:

Background: Irisin is expressed from Fndc5 protein in muscle cells and affects obesity and energy metabolism by converting white fat to brown. This study aimed to investigate the effects of 8 weeks of combined exercises on irisin levels and relationship between serum glucose in overweight men.

Materials and Methods: This semi experimental study was performed using a pre-test and post-test design, twenty two overweight young men (body mass index=28.67± 0.96 and age = 31.50±2.23) were selected and divided randomly into the two experimental groups: combined exercises (n=11) and control (n = 11). Combined exercise protocol (aerobic with of 65-85% of maximum heart rate and resistance with 50% of 1RM) was for 8 weeks and 3 sessions per week blood samples were taken from the subjects 24 and 48 hours before and after the research project to measure the serum level of irisin and glucose. Data were analyzed by t-test and Pearson correlations test.

Result: The results of the study showed that irisin levels decreased following 8 weeks of training intervention but this decrease was not significant ($P=0.14$), and serum glucose did not decrease significantly after 8 weeks of training ($P>0.05$). Pearson correlation coefficient did not show a significant relationship between irisin and serum glucose levels ($P>0.05$).

Conclusion: Combined exercise is one of the exercise methods to lose weight and achieve fitness in overweight people, which by converting white adipose to brown adipose to increase energy metabolism which helps overweight people.

Keywords: Exercise trainings, Irisin, Glucose, Overweight

*Corresponding Author

Email: frahmani2001@yahoo.com

Tel: 0098 911 331 7344

Fax: 0098 443 644 5280

Conflict of Interests: *No*

Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences, February, 2021; Vol. 24, No 6, Pages 649-657

Please cite this article as: Bradaran H, Rahmani-Nia F, Elmieh AR. The effect of 8 weeks of combined training (aerobic and resistance) on Irisin levels and its relationship with serum glucose in overweight men. *Feyz* 2021; 24(6): 649-57.

بررسی اثر ۸ هفته تمرینات ترکیبی (هوازی و مقاومتی) بر سطوح سرمی آیریزین و رابطه آن با گلوکز سرمی در مردان دارای اضافه‌وزن

حبیب برادران^۱، فرهاد رحمانی‌نیا^{۱*}، علیرضا علمیه^۱

خلاصه:

سابقه و هدف: آیریزین تحت تأثیر فعالیت بدنی از پروتئین Fndc5 در سلول‌های عضلانی بیان می‌شود و با تبدیل چربی سفید به قهوه‌ای بر چاقی و متابولیسم انرژی اثر می‌گذارد؛ هدف این مطالعه، بررسی اثر ۸ هفته تمرینات ترکیبی بر سطح آیریزین و ارتباط آن با گلوکز سرمی در مردان دارای اضافه‌وزن بود.

مواد و روش‌ها: مطالعه حاضر نیمه‌تجربی بود که با طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون انجام شد. تعداد ۲۲ مرد دارای اضافه‌وزن (۱۱ نفر) و کنترل (۱۱ نفر) تقسیم شدند. برنامه تمرین ترکیبی (هوازی با ۶۵ الی ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب و مقاومتی با ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه) به مدت ۸ هفته، هفته‌ای ۳ جلسه انجام شد. نمونه خونی آزمودنی‌ها ۲۴ و ۴۸ ساعت قبل و بعد از طرح تحقیق جهت اندازه‌گیری مقادیر سرمی آیریزین و گلوکز گرفته شد و تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط آزمون t و ضریب همبستگی پیرسون صورت گرفت. **نتایج:** نتایج مطالعه نشان داد که مقادیر آیریزین به‌دنبال ۸ هفته مداخله تمرینی کاهش یافت؛ اما این کاهش معنی‌داری نبود ($P=0/14$). همچنین گلوکز سرمی به‌دنبال ۸ هفته تمرین، کاهش معنی‌داری نیافت ($P>0/05$). ضریب همبستگی پیرسون هم ارتباط معنی‌داری بین سطوح آیریزین و گلوکز سرمی نشان نداد ($P>0/05$).

نتیجه‌گیری: تمرین ترکیبی به‌عنوان یکی از روش‌های تمرینی برای کاهش وزن و دستیابی به تناسب‌اندام در افراد دارای اضافه‌وزن مفید می‌باشد که با تبدیل چربی سفید به چربی قهوه‌ای به افزایش متابولیسم افراد دارای اضافه‌وزن کمک می‌کند.

واژگان کلیدی: تمرین ترکیبی، آیریزین، گلوکز، اضافه‌وزن

دو ماه‌نامه علمی - پژوهشی فیض، دوره بیست و چهارم، شماره ۶، بهمن - اسفند ۱۳۹۹، صفحات ۶۵۷-۶۴۹

مقدمه

امروزه یکی از مشکلات بزرگ جامعه، فقر فعالیت بدنی، اضافه‌وزن و چاقی است. نگاه دقیق به این اپیدمی، نشان‌دهنده توزیع فراوانی چاقی در اکثر کشورها از جمله ایران می‌باشد که تا حد زیادی تابع شرایط جنسیت، سن و عوامل اقتصادی - اجتماعی است. بنابراین وضعیت تأهل، فعالیت بدنی، شهرنشینی یا نوع رژیم غذایی از اصلی‌ترین متغیرهایی هستند که با اضافه‌وزن و چاقی بزرگسالان در کشور ما ارتباط دارند [۱]. در واقع چاقی یک مشکل چندعاملی است که به‌علت عدم تعادل انرژی از طریق ایجاد کاهش چشمگیر در فعالیت ورزشی و تغییر در الگوهای غذایی به‌وجود می‌آید. عضله اسکلتی به‌عنوان ارگان درون‌ریز، انواع مایوکاین‌ها را ترشح می‌کند که در تنظیم تعادل متابولیسمی از طریق ارتباط با بافت چربی مشارکت دارند [۲]. مطالعات نشان دادند که IL-6 و IL-15 و برخی از این مایوکاین‌ها از جمله آیریزین، نقش بارزی در تنظیم متابولیسم گلوکز و چربی ایفا می‌کنند [۳]. مایوکاین آیریزین از عضله اسکلتی ترشح و باعث تبدیل چربی سفید به قهوه‌ای می‌شود و از این طریق می‌تواند بر گرمای بدن اثر بگذارد و باعث کاهش وزن و بهبود هموستاز گلوکز شود [۴]. سازوکار افزایش آیریزین بدین‌صورت است که فعالیت ورزشی باعث افزایش PGC-1 α در عضله اسکلتی شده، PGC-1 α باعث تحریک پیش‌ساز آیریزین یعنی پروتئین غشایی FNDC5 در عضله می‌گردد و در نتیجه با شکست پروتئولیکی FNDC5، آیریزین در عضله تولید می‌شود [۳]. برخی مطالعات نشان داده‌اند، مقدار بافت چربی قهوه‌ای به‌طور معنی‌داری در افراد چاق کمتر است که بیانگر وجود رابطه منفی بین چربی قهوه‌ای و شاخص توده بدنی است [۵]. آیریزین کل انرژی مصرفی عضلانی را افزایش داده، به‌دنبال آن وزن بدن را کاهش می‌دهد؛ همچنین، در

امروزه یکی از مشکلات بزرگ جامعه، فقر فعالیت بدنی، اضافه‌وزن و چاقی است. نگاه دقیق به این اپیدمی، نشان‌دهنده توزیع فراوانی چاقی در اکثر کشورها از جمله ایران می‌باشد که تا حد زیادی تابع شرایط جنسیت، سن و عوامل اقتصادی - اجتماعی است. بنابراین وضعیت تأهل، فعالیت بدنی، شهرنشینی یا نوع رژیم غذایی از اصلی‌ترین متغیرهایی هستند که با اضافه‌وزن و چاقی بزرگسالان در کشور ما ارتباط دارند [۱]. در واقع چاقی یک مشکل چندعاملی است که به‌علت عدم تعادل انرژی از طریق ایجاد کاهش چشمگیر در فعالیت ورزشی و تغییر در الگوهای غذایی به‌وجود می‌آید.

۱. گروه تربیت بدنی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

۲. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

* نشانی نویسنده مسئول:

گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

تلفن: ۰۹۱۱۳۳۱۷۳۴۴ | دورنویس: ۰۴۳۳۶۴۴۵۲۸۰

پست الکترونیک: frahmani2001@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۶/۸ | تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۹/۸/۲۷

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع پژوهش‌های نیمه تجربی و کاربردی است که با طرح تحقیقی پیش‌آزمون و پس‌آزمون همراه با گروه‌های تصادفی (یک گروه تجربی و یک گروه شاهد) اجرا شد و با توجه به نوع طرح تحقیق، گروه‌های مختلف آزمودنی‌های انسانی (گروه تجربی و گروه شاهد) در دو مرحله (پیش از انجام تمرین و پس از اتمام ۸ هفته تمرین) به لحاظ برخی متغیرها بررسی شدند. تمامی مراحل اجرای پژوهش، شامل اجرای پروتکل تمرین و خون‌گیری براساس ضوابط کمیته اخلاقی انجام شد و ملاحظات اخلاقی برای شرکت‌کنندگان لحاظ شده است و با شناسه IR.IAU.RASHT.REC.1397.004 مورد تأیید کمیته اخلاق دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت قرار گرفته است و دارای ثبت کارآزمایی بالینی ایران به شماره IRCT20180226038879N1 می‌باشد.

نمونه آماری پژوهش حاضر را، ۲۲ مرد غیرفعال دارای اضافه‌وزن با دامنه سنی $(23/2 \pm 31/5)$ سن و نمایه توده بدن $(28/67 \pm 0/96)$ شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع تشکیل دادند که از میان مردان داوطلب و واجد معیارهای ورود به پژوهش به صورت هدفمند، انتخاب و به‌طور تصادفی‌سازی ساده در دو گروه (قرعه‌کشی برای قرارگیری در گروه کنترل و تمرین) تقسیم‌بندی شدند.

تعداد نمونه‌های پژوهش با استفاده از پژوهش‌های انجام‌یافته مشابه این پژوهش انتخاب شدند و فرمول مقایسه بین دو گروه به‌طور مستقل و ۲ بار اندازه‌گیری در هر گروه انجام شد که مقدار میزان خطای آلفا $= 0/05$ ، میزان توان آزمون (خطای بتا) $0/8$ و تعداد آزمودنی‌ها ۲۲ نفر تخمین زده شد که به صورت تصادفی‌سازی ساده به دو گروه تمرین ترکیبی ۱۱ نفر و گروه کنترل ۱۱ نفر، تقسیم شدند.

شرایط ورود آزمودنی‌ها به مطالعه عبارت بود از: عدم سابقه بیماری (قلبی - عروقی، دیابت، فشارخون، نارسایی کلیه و هیپوتیروئیدی)، داشتن دامنه سنی ۴۰-۲۵ سال، شاخص توده بدنی ۳۰-۲۷ (۱ اضافه‌وزن) و عدم فعالیت ورزشی منظم (طی ۶ ماه گذشته) که از این‌رو غیرفعال بودند و براساس پرسشنامه ارزیابی فعالیت بدنی در ۵ بخش (پرسشنامه بین‌المللی فعالیت بدنی برای افراد میانسال با روایی $0/5$ و پایایی $0/6$ ترجمه دانشگاه علوم پزشکی ایران)، شرایط مناسب برای شرکت در پژوهش را دارا بودند. شرایط خروج از مطالعه عبارت بود از: ورزشکار بودن (داشتن فعالیت بدنی منظم)، داشتن محدودیت‌های حرکتی (معلولیت و ناتوانی حرکتی)، مصرف سیگار و داروهای

کاهش مقاومت به انسولین مؤثر است و به کنترل بیماری دیابت نوع ۲ کمک می‌کند؛ بنابراین کاهش وزن، بهبود مقاومت به انسولین را به همراه دارد [۱-۳]. امروزه مزایای استفاده از تمرین ورزشی مناسب، به منظور گسترش درمان غیردارویی بیماری‌های متابولیکی و قلبی - عروقی به‌خوبی نشان داده شده است. فعالیت بدنی و ورزش، با پاسخ‌ها و سازگاری‌های فیزیولوژیک از سوی دستگاه‌های مختلف، همراه است و شناخت و بررسی این پاسخ یا سازگاری‌ها نقش مهمی را در واکنش‌های حیاتی و تأمین انرژی بدن ایفا می‌کنند [۶]. Winn و همکاران (۲۰۱۷) با اجرای یک تمرین ترکیبی گزارش کردند که آیریزین پلاسما پس از فعالیت‌های ایتروال متوسط و شدید هوازی افزایش می‌یابد، اما سطح آیریزین تا ۱۲۵ دقیقه پس از تمرین با شدت متوسط، بالا باقی می‌ماند. در حالی که پس از ۱۵ دقیقه فعالیت با شدت بالا سطح آیریزین به سطح پایه باز می‌گردد. نتایج نشان داد که بیشترین افزایش غلظت آیریزین بلافاصله پس از فعالیت بدنی رخ می‌دهد [۷]. Pekkala و همکاران (۲۰۱۴) میزان بیان آیریزین را در تمرینات شدید هوازی و تمرینات ترکیبی با شدت متوسط مقایسه نمودند. آیریزین سرم بلافاصله پس از هر دو پروتکل تمرینی افزایش یافت و پس از تمرینات شدید هوازی این افزایش بیشتر گزارش شد که نشان می‌دهد بیان آیریزین تحت تأثیر شدت تمرین قرار می‌گیرد [۸]. گزارش شده است که سطح آیریزین خون با افزایش چاقی کاهش می‌یابد و ارتباط معکوسی با شاخص توده بدن و درصد چربی بدن دارد [۹]. عابدی و همکاران که زنان چاق و دارای وزن طبیعی را مورد بررسی قرار داده بودند، بیان داشتند که بعد از فعالیت حاد هوازی بر روی تردمیل، آیریزین پلاسمایی افزایش یافت، ولی تفاوت معنی‌داری بین زنان چاق و دارای وزن طبیعی وجود نداشت [۱۰]. مرور پیشینه پژوهشی، اطلاعات متناقضی را درباره رابطه تمرین ترکیبی، آیریزین و متابولیسم گلوکز نشان می‌دهد. با توجه به تأثیر فعالیت ورزشی بر افزایش $PGC-1\alpha$ و اثر آن بر ترشح آیریزین که باعث تغییر چربی سفید به چربی قهوه‌ای می‌شود و نیز تأثیر بر کاهش وزن و همچنین ارتباط بین آیریزین با اضافه‌وزن و متابولیسم گلوکز و تأثیری که فعالیت ورزشی بر بهبود حساسیت به انسولین و تنظیم هموستاز بدن دارد، اهمیت ویژه سبک زندگی فعال در جهت پیشگیری و درمان بیماری‌ها بدون استفاده از دارو را نمایان می‌سازد [۱۱]. از این‌رو منطقی به نظر می‌رسد که تمرین ترکیبی، سطوح آیریزین را دستخوش تغییرات کند. در نتیجه این مطالعه با هدف بررسی این که آیا تمرین ترکیبی به مدت ۸ هفته می‌تواند باعث افزایش سطح سرمی آیریزین و تأثیر بر هموستاز گلوکز سرمی در افراد دارای اضافه‌وزن شود یا خیر؟ انجام شد.

چربی زیرپوستی آزمودنی‌ها، به روش سه‌نقطه‌ای چین زیرپوستی، در سه نقطه جلو ران، شکم و سینه، در سمت راست بدن، به وسیله کالیبر مدل Harpenden (ساخت کشور انگلیس) اندازه‌گیری شد و چگالی بدن، پس از جای‌گذاری در معادله عمومی Jackson and Pollack و فرمول Brzycki [۱۲]، برای تعیین درصد چربی در مردان محاسبه شد.

پروتکل تمرینی

برنامه تمرینی تحقیق حاضر، توسط سایر پژوهشگران نیز استفاده شده است که در این پژوهش ابتدا به صورت پایلوت (Pilot Study) جهت بررسی توانایی شرکت‌کنندگان اجرا شد و نتایج آن در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

تمرین ترکیبی شامل ۸ هفته تمرین هوازی دویدن روی تردمیل (ساخت کشور تایوان، مدل BCR ۱۲۲) با ۶۵ تا ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب (HRmax) به صورت پیش‌رونده به مدت ۲۰ تا ۳۵ دقیقه بود (که با شدت ۶۵ درصد به مدت ۲۰ دقیقه در دو هفته اول شروع و هر هفته ۲ دقیقه به زمان و ۵ درصد به شدت تمرین افزوده می‌شد) و تمرین مقاومتی به صورت تمرین‌های دایره‌ای بود که شامل پایین کشیدن میله (زیر بغل)، پرس سینه، پرس پا، دولو با دستگاه، جلو بازو، پشت ران با دستگاه، نشتر جانبی با دمبل (صلیب)؛ سرشانه با هالتر، با شدت ۸۰-۶۵ درصد ۱۲-۸ تکرار و ۴-۲ ست می‌شد که بین هر ایستگاه ۹۰-۶۰ ثانیه و بین هر ست ۳-۲ دقیقه استراحت بود [۱۳]. برای تعیین یک تکرار بیشینه از فرمول

$$\frac{0.2778}{\text{کیلوگرم}} = \text{تعداد تکرار خستگی} - \frac{1}{0.2778} \div \text{وزنه جابه‌چاشده}$$

(کیلوگرم) = (IRM) یک تکرار بیشینه، استفاده شد.

استروئیدی، داشتن بیماری دیابت و فشارخون بالا و داشتن شاخص توده بدنی بالای ۳۰ کیلوگرم بر مترمربع. همچنین به تمامی آزمودنی‌ها توصیه شد تا از هرگونه فعالیت بدنی و مصرف داروهای استروئیدی و مکمل‌های غذایی یا دارویی تا اتمام ۸ هفته طرح پژوهش خودداری کنند. بنابراین پس از تکمیل فرم آمادگی شرکت در فعالیت بدنی جسمانی، شرایط مناسب برای شرکت در پژوهش را دارا بودند.

یک روز قبل از شروع، کلیه آزمودنی‌ها جهت اخذ نمونه خونی پیش‌آزمون به صورت ۱۲ ساعت ناشتا، رأس ساعت ۸ تا ۱۰ صبح در محل آزمایشگاه حضور یافتند. نمونه خونی توسط پرسنل آزمایشگاه، از سرخرگ بازویی دست راست در حالت نشسته، به مقدار ۱۰ سی‌سی جمع‌آوری گردید و سپس بلافاصله جهت جداسازی سرم در دستگاه سانتریفیوژ با ۴۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه قرار داده شد. سرم‌های جداسازی شده در فریزر -۷۰ درجه برای ارزیابی‌های بعدی نگهداری شدند. آیریزین با استفاده از کیت‌های الیزا شرکت هانگژوایستیبوفارم (ساخت کشور چین) با حساسیت ۰/۰۲۴ نانوگرم بر میلی‌لیتر به روش الیزای ساندویچی طبق دستورالعمل ارائه شده در بروشور کیت‌ها سنجیده شد. گلوکز سرمی با استفاده از روش گلوکز اکسیداز توسط کیت‌های شرکت پارس‌آزمون (ساخت ایران، کرج) به روش آنزیماتیک استاندارد، با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر (Technicon, RA1000, USA) اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری‌های جسمانی و آنتروپومتریکی

قد با دستگاه قدسنج یاگلمی (ساخت ژاپن) و وزن با ترازوی دیجیتال مدل Bsr 441 محصول کشور چین اندازه‌گیری و شاخص توده بدنی از طریق فرمول شاخص توده بدنی (وزن تقسیم بر مجذور قد) محاسبه شد.

جدول شماره ۱ - پروتکل تمرینی

تمرین با وزنه (مقاومتی)	تمرین هوازی		تمرینات (هوازی و مقاومتی) در یک جلسه و بلافاصله پس از اتمام تمرین هوازی، با تمرین مقاومتی ادامه پیدا کرده است.	تمرین هوازی (دویدن روی تردمیل)		هفته‌ها
	تکرارها	ست‌ها		شدت	مدت	
تکرار ۸-۱۰	۳ ست	زیر بغل	تمرینات (هوازی و مقاومتی) در یک جلسه و بلافاصله پس از اتمام تمرین هوازی، با تمرین مقاومتی ادامه پیدا کرده است.	۶۵٪	۲۰ دقیقه	هفته اول
تکرار ۸-۱۰	۳ ست	پرس سینه	تمرینات (هوازی و مقاومتی) در یک جلسه و بلافاصله پس از اتمام تمرین هوازی، با تمرین مقاومتی ادامه پیدا کرده است.	۶۵٪	۲۲ دقیقه	هفته دوم
تکرار ۸-۱۰	۳ ست	پرس پا	تمرینات (هوازی و مقاومتی) در یک جلسه و بلافاصله پس از اتمام تمرین هوازی، با تمرین مقاومتی ادامه پیدا کرده است.	۶۵٪	۲۴ دقیقه	هفته سوم
تکرار ۸-۱۰	۳ ست	ساق با دستگاه	تمرینات (هوازی و مقاومتی) در یک جلسه و بلافاصله پس از اتمام تمرین هوازی، با تمرین مقاومتی ادامه پیدا کرده است.	۷۰٪	۲۶ دقیقه	هفته چهارم
تکرار ۸-۱۰	۳ ست	جلو بازو	تمرینات (هوازی و مقاومتی) در یک جلسه و بلافاصله پس از اتمام تمرین هوازی، با تمرین مقاومتی ادامه پیدا کرده است.	۷۵٪	۲۸ دقیقه	هفته پنجم
تکرار ۸-۱۰	۳ ست	ران با دستگاه	تمرینات (هوازی و مقاومتی) در یک جلسه و بلافاصله پس از اتمام تمرین هوازی، با تمرین مقاومتی ادامه پیدا کرده است.	۷۵٪	۳۰ دقیقه	هفته ششم
تکرار ۸-۱۰	۳ ست	صلیب	تمرینات (هوازی و مقاومتی) در یک جلسه و بلافاصله پس از اتمام تمرین هوازی، با تمرین مقاومتی ادامه پیدا کرده است.	۸۰٪	۳۲ دقیقه	هفته هفتم
تکرار ۸-۱۰	۳ ست	سرشانه با هالتر	تمرینات (هوازی و مقاومتی) در یک جلسه و بلافاصله پس از اتمام تمرین هوازی، با تمرین مقاومتی ادامه پیدا کرده است.	۸۰٪	۳۴ دقیقه	هفته هشتم

نتایج

مشخصات فردی آزمودنی‌ها به تفکیک در جدول شماره ۲ آورده شده است. در این جدول برخی از ویژگی‌های آزمودنی‌ها شامل وزن، شاخص توده بدنی، میزان چربی بدن و حداکثر اکسیژن مصرفی قابل مشاهده است. متوسط وزن آزمودنی‌ها قبل و بعد از تمرین به ترتیب ۸۸/۷۶ و ۸۷/۵۸ کیلوگرم بود. شاخص توده بدنی آن‌ها نیز در پیش‌آزمون برابر با $۲۸/۶۷ \pm ۰/۹۶$ کیلوگرم بر مترمربع بود که همگی دارای اضافه‌وزن محسوب می‌شدند. بیشینه اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها قبل از تمرینات ورزشی $۳۴/۲۰$ میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه بود که نشان‌دهنده آمادگی قلبی - عروقی و تنفسی پایین آن‌ها بود. اما بیشینه اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها بعد از تمرینات ورزشی به $۳۷/۱۰$ میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه افزایش یافت که نشان‌دهنده بهبود وضعیت آمادگی قلبی - عروقی و تنفسی آن‌ها بود.

گروه کنترل در طول این ۸ هفته در هیچ برنامه تمرین ورزشی شرکت نداشتند و برنامه عادی و روزمره خود را دنبال کردند. تجزیه و تحلیل آماری: برای تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده از تحقیق، از روش‌های آمار توصیفی، مانند میانگین و انحراف استاندارد و در سطح استنباطی نیز از آزمون t همبسته برای بررسی تفاوت آزمون‌های درون‌گروهی و از t مستقل برای بررسی تفاوت‌های بین‌گروهی در سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ و همچنین برای بررسی همبستگی بین متغیرهای تحقیق از ضریب همبستگی پیرسون در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ استفاده شد. پس از اجرای آزمون آماری کولموگروف - اسمیرنوف مشخص شد که داده‌های آماری در پیش‌آزمون و پس‌آزمون، از نظر توزیع، نرمال و از نظر همگنی واریانس‌ها، دارای همگنی مناسبی در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ هستند. میانگین و انحراف معیار شاخص‌های آنتروپومتریک، ترکیب بدنی و همچنین سطوح معنی‌داری متغیرها، مورد مطالعه قرار گرفت.

جدول شماره ۲ - مقادیر پایه و بعد از آزمون شاخص‌های تن‌سنجی و بیوشیمیایی آزمودنی‌ها

متغیر	تمرین ترکیبی (۱۱ نفر)		گروه کنترل (۱۱ نفر)	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون
وزن (کیلوگرم)	$۸۷/۰۰ \pm ۴/۶۵$	$۸۴/۴ \pm ۴/۳۱^{\circ}$	$۹۰/۳۱ \pm ۴/۱۲$	$۹۰/۳۱ \pm ۴/۱۲$
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	$۲۸/۶۷ \pm ۱/۰۴$	$۲۷/۶۳ \pm ۰/۹۹^{\circ}$	$۲۸/۸۵ \pm ۰/۸۹$	$۲۸/۸۵ \pm ۰/۸۹$
درصد چربی بدن	$۲۰/۵۲ \pm ۳/۶۸$	$۱۹/۳۴ \pm ۳/۴۵^{\circ}$	$۱۸/۹۸ \pm ۱/۲۰$	$۱۸/۹۸ \pm ۱/۲۰$
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر/کیلوگرم/دقیقه)	$۳۳/۶۳ \pm ۳/۰۸$	$۴۰/۷۵ \pm ۲/۳۵^{\circ}$	$۳۳/۹۵ \pm ۳/۲۱$	$۳۳/۹۵ \pm ۳/۲۱$
آیریزین (نانوگرم / دسی‌لیتر)	$۵/۸۹ \pm ۱/۰۵$	$۵/۴۶ \pm ۰/۹۳$	$۴/۸۸ \pm ۱/۰۸$	$۵/۲۸ \pm ۱/۱۴$
گلوکز (نانوگرم / دسی‌لیتر)	$۹۷/۱۸ \pm ۹/۷۴$	$۸۴/۰۹ \pm ۶/۵۴$	$۸۹/۲۷ \pm ۸/۱۰$	$۹۰/۹۰ \pm ۹/۱۴$

^o تفاوت معنی‌داری در متغیر مورد مطالعه وجود داشت. اعداد به‌صورت میانگین \pm انحراف استاندارد بیان شده است.

و $(P=۰/۰۰۱)$ ، درصد چربی بدن $(P<۰/۰۰۱ و P<۰/۰۰۵)$ آزمودنی‌ها شد. در بررسی تغییرات بین گروهی، نتایج آزمون t مستقل نشان داد که تغییرات سطح آیریزین در گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل از نظر آماری معنی‌دار نبود $(P>۰/۰۰۵)$. همچنین در مورد گلوکز سرمی، نتایج آزمون t مستقل نشان داد که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در مقایسه بین گروه کنترل و تمرین وجود ندارد $(P>۰/۰۰۵)$. نتایج این بررسی در جدول شماره ۳ ارائه شده است.

نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که تمرین ترکیبی (هوایی - مقاومتی)، پس از ۸ هفته سبب کاهش معنی‌داری در سطح سرمی آیریزین از $۵/۸۹ \pm ۱/۰۵$ به $۵/۴۶ \pm ۰/۹۳$ $(P=۰/۱۴)$ و کاهش معنی‌داری در سطح گلوکز سرمی از $۹۷/۱۸ \pm ۹/۷۴$ به $۸۴/۰۹ \pm ۶/۵۴$ $(P<۰/۰۰۲)$ شد ولی این کاهش‌ها معنی‌دار نبود. همچنین تغییرات در سطوح سرمی آیریزین و گلوکز سرمی در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل معنی‌دار نبود $(P>۰/۰۰۵)$ جدول شماره ۲. براساس یافته‌ها، تمرین ترکیبی پس از ۸ هفته به ترتیب سبب تغییر معنی‌داری در وزن بدن $(P<۰/۰۰۵ و P=۰/۰۰۱)$ ، شاخص توده بدنی $(P<۰/۰۰۵)$

جدول شماره ۳- نتایج t مستقل، میانگین و انحراف معیار شاخص‌های بیوشیمیایی دو گروه در حالت پایه و پس از ۸ هفته تمرین ترکیبی

متغیر	تمرین ترکیبی (۱۱ نفر)			گروه کنترل (۱۱ نفر)			نتایج آزمون تی مستقل	
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	P^{**} درون‌گروهی	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	P^{**} درون‌گروهی	T	P بین‌گروهی
گلوکز (میلی‌گرم / دسی‌لیتر)	۹۷/۱۸±۹/۷۴	۸۴/۰۹±۶/۵۴	۰/۲۰	۸۹/۲۷±۸/۱۰	۹۰/۹۰±۹/۱۴	۰/۷	۰/۹۳	۰/۳۵
آیریزین (نانوگرم بر میلی‌لیتر)	۵/۸۹±۱/۰۵	۵/۴۶±۰/۹۳	۰/۱۴	۴/۸۸±۱/۱۴	۵/۲۸±۱/۰۸	۰/۰۸	۰/۴۲	۰/۶۷

علاوه بر این نتایج آماری آزمون همبستگی پیرسون نشان داد که بین آیریزین و گلوکز سرمی همبستگی معنی‌داری وجود ندارد و همبستگی بین این دو ضعیف است که نتایج در جدول شماره ۴ ارائه شده است.

جدول شماره ۴- نتایج همبستگی پیرسون برای تعیین سطح

همبستگی بین آیریزین و گلوکز سرمی

متغیر	گروه	
	آیریزین	r پیرسون
گلوکز	تمرین	۰/۳۳
	کنترل	۰/۱۰
		P
		۰/۱۲
		۰/۷۶

اعداد به صورت میانگین \pm انحراف استاندارد بیان شده است.

عدم وجود رابطه معنی‌دار بین سطح آیریزین و گلوکز سرمی بعد از ۸ هفته مداخله تمرین هوازی و مقاومتی ($P > 0.05$).

بحث

هدف از مطالعه حاضر، بررسی تأثیر ۸ هفته تمرینات ترکیبی بر آیریزین سرم و ارتباط آن با گلوکز سرمی در مردان دارای اضافه‌وزن بود. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که ۸ هفته و هر هفته ۴ جلسه تمرین ترکیبی باعث کاهش معنی‌داری در وزن، شاخص توده و درصد چربی بدن در گروه تمرین ترکیبی نسبت به مقدار پایه شد. همچنین تغییرات ایجادشده در سطح آیریزین ($P=0.14$) و گلوکز سرمی ($P=0.2$)، علی‌رغم کاهش تحت تأثیر تمرین ترکیبی، از نظر آماری معنی‌دار نبود. همسو با یافته‌های پژوهش حاضر، Norheim و همکاران (۲۰۱۴)، ۱۲ هفته تمرین حاد و مزمن ورزشی را بر سطوح آیریزین و بافت چربی قهوه‌ای در مردان میانسال، بررسی نمودند و گزارش کردند که تمرینات مزمن، تأثیر معنی‌داری بر افزایش و یا کاهش سطح آیریزین ندارد [۱۴]. در پژوهش ساری صراف و همکاران (۲۰۱۷) نیز، پاسخ آیریزین، انسولین و نسبت توده احشایی عضلات بدن زنان چاق را به ۸ هفته

تمرینات ترکیبی و استقامتی مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها گزارش کردند که با وجود کاهش آیریزین در هر دو گروه تمرین ترکیبی و استقامتی، اختلاف معنی‌داری در آیریزین، گلوکز ناشتا و انسولین آزمودنی‌ها مشاهده نشد [۱۵]. Hecksteden و همکاران با بررسی ۲۶ هفته تمرین ترکیبی (هوازی - قدرتی) در افراد جوان چاق مشاهده کردند که میزان آیریزین در هیچ‌کدام از گروه‌ها نسبت به قبل از تمرین تغییری نکرد که آن‌ها این عدم تغییر آیریزین را به طولانی بودن دوره انجماد نمونه‌های سرم نسبت دادند [۱۶]. همسو با یافته‌های پژوهش حاضر، Timmons و همکاران (۲۰۱۴)، ارتباط بین انواع فعالیت‌های بدنی مقاومتی، هوازی، ترکیبی و آیریزین را مورد بررسی قرار دادند که تغییر معنی‌داری در سطوح آیریزین مشاهده نکردند؛ به همین دلیل تأثیر فعالیت‌بدنی بر آیریزین را تأیید نکردند و کاهش مقدار مقاومت انسولینی را نیز، نه در اثر افزایش آیریزین بلکه به‌عنوان یکی از آثار مثبت تمرین تلقی کردند [۱۷]. از جمله مکانیسم‌های اصلی که در اثر فعالیت ورزشی منجر به تحریک بیان PGC-1 α می‌شوند، فعال‌سازی AMPK است [۱۸]. شدت بالای تمرینات می‌تواند از طریق فعال‌سازی AMPK باعث افزایش آیریزین شود که نتیجه کاهش ATP و افزایش AMP سلولی است. فعال‌سازی AMPK منجر به فسفوریلاسیون و فعال‌سازی PGC-1 α به‌عنوان تنظیم‌کننده بیان FNDC 5، موجب ترشح آیریزین می‌شود [۱۹]. از آنجایی‌که نوع تمرین به کار برده شده در پژوهش حاضر، تمرین ترکیبی با شدت متوسط و افزایش بار پلکانی بود و ماهیت این تمرین شدت بسیار بالایی ندارد، شاید بتوان دلیل عدم معنی‌داری آیریزین را به این عامل نسبت داد. در مقابل و ناهمسو با یافته‌های پژوهش حاضر، Huh و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهش خود، افزایش قابل‌توجهی در سطوح آیریزین در پاسخ به فعالیت ورزشی تناوبی با شدت بالا (HIIT) نسبت به فعالیت ورزشی تداومی با شدت متوسط (MICE) را گزارش کردند که نشان می‌دهد شدت فعالیت ورزشی، عاملی مؤثر بر تحریک آیریزین است [۱۸]. در مطالعه‌ای دیگر، اثر یک جلسه فعالیت حاد و ۸ هفته تمرین مزمن (۲ تا ۳ ست) دویدن در یک مسیر ۸۵ متری، (با استراحت ۲

مشاهده نشده است [۲۳]. با توجه به این که در پژوهش حاضر بایوپسی (نمونه برداری یا تکه برداری) بافت عضلانی صورت نگرفته بود، می توان گفت که شاید بافت چربی سفید به قهوه‌ای تبدیل شده باشد، ولی در سطوح آیریزین، تغییری به وجود نیامده باشد. مشخص شده که بافت عضله اسکلتی بیشترین سهم را در ایجاد مقاومت به انسولین کل بدن دارد و تمرین ورزشی می تواند با بهبود متابولیسم گلوکز و چربی، حساسیت انسولین را بهبود دهد [۲۴]. کاهش پیام‌رسانی پس‌گیرنده‌های انسولین، کاهش پروتئین انتقال‌دهنده گلوکز GLUT4 و mRNA، کاهش فعالیت گلیکوژن سنتتاز و هگزوکیناز، افزایش رهایی و کاهش پاک شدن اسیدهای چرب آزاد، کاهش رهایی گلوکز از خون به عضله به علت کاهش مویرگ‌های عضله و تغییرات در ترکیب عضله در جهت کاهش برداشت گلوکز [۲۵]، باعث ایجاد مقاومت به انسولین می‌گردد. علاوه بر مورد فوق عوامل متعدد دیگری از جمله شدت، مدت زمان تمرین، فعالیت جسمانی روزانه جمعیت مورد مطالعه و همچنین دریافت رژیم استاندارد نیز می‌تواند در این امر دخیل باشد؛ به طوری که در پژوهش مردانیان و همکاران (۲۰۱۶)، تأثیر فعالیت هوازی به دنبال مصرف چهار نوع رژیم غذایی متفاوت معمولی، پرکربوهیدرات، پرپروتئین و پرچرب مورد بررسی قرار گرفت که نتایج حاکی از مصرف چهار نوع غذای متفاوت قبل از ورزش موجب کاهش معنی‌دار غلظت آیریزین سرم در گروه رژیم غذایی پرچرب شد؛ همچنین غلظت انسولین و گلوکز پس از مصرف هر چهار رژیم افزایش پیدا کرد که این افزایش در گروه رژیم پرکربوهیدرات معنی‌دار بود و بیشترین کاهش انسولین و گلوکز پس از فعالیت هوازی به دنبال مصرف رژیم پرکربوهیدرات مشاهده شد. از آنجایی که در پژوهش حاضر رژیم غذایی آزمودنی‌ها به طور کامل و دقیق کنترل نشده بود، شاید بتوان دلیل عدم معنی‌داری را به این مسأله نسبت داد [۲۶]. در مطالعه حاضر، مقادیر گلوکز آزمودنی‌ها در حد نرمال بوده است، شاید بتوان این عامل را دلیل دیگر عدم معنی‌داری گلوکز دانست. براساس یافته‌های این پژوهش، ارتباط معنی‌داری بین آیریزین و شاخص‌های بیوشیمیایی خون یافت نشد. نتایج برخی مطالعات حاکی از عدم ارتباط یا همبستگی مثبت و یا همبستگی منفی بین سطوح آیریزین و مقاومت به انسولین است [۲۸، ۲۷]. بنابراین، نتایج متفاوت در رابطه با تأثیرگذاری تمرینات بدنی بر سطح سرمی آیریزین و گلوکز سرمی می‌تواند به علت تفاوت‌های فردی و کنترل دقیق رژیم غذایی آزمودنی‌ها باشد که از محدودیت‌های این پژوهش به شمار می‌آیند و نیز تفاوت در پروتکل‌های تمرینی، همچون کوتاه‌بودن زمان تمرین، شدت و مدت دوره تمرینی، مقادیر توده عضلانی، مقادیر چربی سفید و قهوه‌ای در انسان در

دقیقه‌ای بین هر ست) بر مردان جوان سالم تمرین کرده را بررسی کردند و شاهد افزایش آیریزین پس از فعالیت حاد بودند. آن‌ها بیان داشتند در راستای کاهش ATP عضلانی و افزایش سوخت‌وساز پس از فعالیت حاد، میزان آیریزین در گردش به طور معنی‌داری افزایش یافته است که با نتایج مطالعه حاضر ناهمخوان است. Huh و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای دیگر بیان کردند که بین غلظت آیریزین و تغییرات سوخت‌وساز عضلانی در پاسخ به تمرین حاد ارتباط وجود دارد [۲۰]. در این پژوهش سطوح ATP اندازه‌گیری نشده بود، شاید عدم تغییر معنی‌دار آیریزین در پژوهش حاضر را بتوان به دلیل عدم تغییر در ATP عضلانی دانست. با توجه به این که بلافاصله پس از تمرین، سطوح ATP کاهش می‌یابد، این فرضیه مطرح می‌شود که آیریزین ممکن است دارای اثرات کوتاه‌مدت بر روی بازسازی و بازگرداندن تعادل ATP باشد، اما به سرعت به مقادیر پایه باز می‌گردد [۲۱]. اسلامی و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرین ترکیبی بر میزان آیریزین، مقاومت به انسولین و نیمرخ لیپیدی در دختران دارای اضافه پرخاشند و عنوان کردند که نتایج پژوهش حاضر نشان داد که ۱۲ هفته تمرین ترکیبی باعث کاهش معنی‌دار انسولین، کلسترول و تری‌گلیسرید شد؛ ولی با این حال، تغییر معنی‌داری در مقادیر آیریزین و گلوکز سرمی ایجاد نشد [۲۲]. آزمودنی‌های این پژوهش، افرادی با میانگین سنی ۳۱/۵ سال بودند؛ پس می‌توان عامل سنی را دلیل متفاوت بودن نتایج تحقیق حاضر با مطالعات پیشین دانست. در پژوهش دیگری که ۲۵ مرد و ۳۶ زن سالم و فعال سه پروتکل تمرینی را انجام دادند؛ گروه اول با حداکثر شدت (برای رسیدن به حداکثر اکسیژن مصرفی)، گروه دوم با شدت نسبی (۷۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی) و گروه سوم با شدت مطلق به فعالیت پرداختند. آزمودنی‌های مورد بررسی این پژوهش، شاخص توده بدنی ۲۲ داشتند که شاهد افزایش معنی‌دار آیریزین بودند [۱۷]. از آنجایی که افراد شرکت‌کننده در پژوهش حاضر را افراد دارای اضافه‌وزن (با میانگین شاخص توده بدنی ۲۹) تشکیل داده‌اند، احتمال می‌رود این مسأله دلیلی بر عدم معنی‌داری آیریزین باشد و البته باید تفاوت‌های جنسی نیز مورد توجه قرار گیرد که در مطالعات مختلف نتایج متناقضی در این زمینه گزارش شده است و می‌تواند از عوامل تأثیرگذار بر نتایج مطالعات باشد؛ به طوری که اسلامی (۲۰۱۸) همچون مطالعه حاضر تفاوت معنی‌داری را در آیریزین و گلوکز سرمی نمونه‌های آماری خود (دختران دارای اضافه‌وزن) مشاهده نکرد و عامل جنسیت را در نتایج به وجود آمده بی‌تأثیر ندانست. برخی مطالعات نشان داده‌اند که در تمرینات ورزشی علی‌رغم تبدیل بافت چربی سفید به قهوه‌ای، افزایشی در سطوح آیریزین پلاسما

مردان دارای اضافه‌وزن شده است. با این وجود، یافته‌ها و اطلاعات محدود و متناقض آثار این نوع تمرینات در افراد دارای اضافه‌وزن قطعی نبود و ضروری است که تحقیقات بیشتری در این زمینه با در نظر گرفتن تفاوت‌های فردی، کنترل دقیق‌تر رژیم غذایی آزمودنی‌ها و لحاظ کردن شدت و مدت متفاوت تمرین انجام گیرد.

تشکر و قدردانی

از تمام افراد مورد مطالعه و کلیه عزیزانی که ما را در روند اجرای این طرح یاری رساندند، تشکر و قدردانی می‌کنیم. این مقاله از پایان‌نامه دانشجویی نویسنده اول در مقطع دکتری - رشته فیزیولوژی ورزشی در دانشگاه آزاد رشت استخراج شده است.

References:

- [1] Lu Y, Li H, Shen SW, Shen Z, Xu M, Yang CJ, et al. Swimming exercise increases serum irisin level and reduces body fat mass in high-fat-diet fed Wistar rats. *Lipids Health Dis* 2016; 15(1): 93.
- [2] Fatouros IG. Is irisin the new player in exercise-induced adaptations or not? A 2017 update. *Clin Chem Lab Med* 2018; 56(4): 525-48.
- [3] Boström P, Wu J, Jedrychowski MP, Korde A, Ye L, Lo JC, et al. A PGC1- α -dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis. *Nature* 2012; 481(7382): 463-68.
- [4] Hiroyuki KT, Akiko H, Ikuko Sh, Tatsuya S, Toshiyuki K, Syoutarou O, et al. Association of serum concentrations of irisin and the adipokines adiponectin and leptin with epicardial fat in cardiovascular surgery patients. *PLoS ONE* 2018; 13(8): 137-53.
- [5] Van Marken, Lichtenbelt WD, Vanhommel JW, Smulders NM, Drossaerts JM, Kemerink G, et al. Cold-activated brown adipose tissue in healthy men. *N Engl J Med* 2009; 9 (15): 1500 - 1508.
- [6] Jack H Wilmore, David L, Castile CW, Larry K. «Physiology of Sport and Physical Activity» Translator: Moeine Z, Rahmani-Nia F, Rajabi H, Agha ali nejad H, Salami F. 978-964-486-070-Mobtaceran; 2016. P. 327.
- [7] Winn NC, Grunewald ZI, Liu Y, Heden TD, Nyhoff LM, Kanaley JA. Plasma irisin modestly increases during moderate and high-intensity afternoon exercise in obese females. *PLoS One* 2017; 12(1): 125-42.
- [8] Pekkala S, Wiklund PK, Hulmi J, Ahtiainen JP, Horttanainen M, Pöllänen E, et al. Are skeletal muscle FNDC5 gene expression and irisin release regulated by exercise and related to health?. *J Appl Physiol* 2014; 591(21): 5393-400.
- [9] Abedi B, akhlaghi r, saremi a. acute effect of endurance exercise on plasma irisin and insulin

مقایسه با نمایه توده بدن افراد شرکت‌کننده در این پژوهش و در آخر تفاوت در مدت‌زمان ذخیره‌سازی نمونه‌های سرم و روش‌های متفاوت اندازه‌گیری آیریزین در مقایسه با سایر مطالعات از دیگر محدودیت‌ها می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که ۸ هفته تمرین ترکیبی (هوازی و مقاومتی) باعث کاهش میزان سرم آیریزین و گلوکز سرمی مردان تمرین‌نکرده دارای اضافه‌وزن شد؛ هرچند که این تغییرات معنی‌دار نبود، اما همزمان ۸ هفته تمرین ترکیبی، باعث بهبود و کاهش معنی‌دار وزن بدن، شاخص توده بدنی، درصد چربی بدن، در

- resistance in obese/over weight women. *Complemen Med* 2017; 2(23): 1887-96. [in Persian]
- [10] Jafari M, Farzaneghi P. The Effect of a Regular Aerobic Exercise Combined with Consuming Garlic Extract on the Rest Levels of Plasma Irisin and FNDC5 of the Heart Tissues and Muscles of Aged Rats. *J UMP Soci Sci Techno Management* 2015; 3(1): 25-36. [in Persian]
 - [11] Hoshino D, Yoshida Y, Kitaoka Y, Hatta H, Bonen A. Highintensity interval training increases intrinsic rates of mitochondrial fatty acid oxidation in rat red and white skeletal muscle. *Appl Physiol Nutr Metab* 2013; 38(3): 326-33.
 - [12] Brzycki M. A practical approach to strength training. 1st ed. Mc Graw-Hill; 1993. P. 5457-63.
 - [13] Yazgaldi N, Nazari A. Investigating The Changes of Irisin and Brain-derived neurotrophic factor Levels due to The Combined Training. *JPSBS*. 2017; 4(2): 10-17.
 - [14] Norheim F, Langleite TM, Hjorth M, Holen T, Kielland A, Stadheim HK, et al. The effects of acute and chronic exercise on PGC-1 α , irisin and browning of subcutaneous adipose tissue in humans. *FEBS J* 2014; 281(3): 739-49.
 - [15] Sari-Sarraf V, Amirsasan R, Parnian Khajehdizaj N. Comparison of eight weeks of High-Intensity Interval Training (HIIT) and Continuous Training with ICR on Fat Mass and Lean Body Mass in Overweight Women. *JPSBS* 2019, 7(2), 3-3.
 - [16] Hecksteden A, Melissa Wegmann, Anke Steffen, JochenK raushaar, Arne Morsch, Sandra Ruppenthal, Lars Kaestner, et al. Irisin and exercise training in humans-Results from a randomized controlled training trial. *BMC Med* 2015; 11(1): 235.
 - [17] Timmons JA, Baar K, Davidsen PK, Atherton PJ. Is irisin a human exercise gene?. *Nature* 2012; 488 (7413): 9-10.
 - [18] Huh JY, Mougios V, Kabasakalis A, Fatouros I, Siopi A, Douroudos II, et al. Exerciseinduced irisin secretion is independent of age or fitness level and

increased irisin may directly modulate muscle metabolism through AMPK activation. *J Clin Endocrinol Metab* 2014; 99(11): 2154- 61.

[19] Huh JY, Siopi A, Mougios V, Park KH, Mantzoros CS. Irisin in response to exercise in humans with and without metabolic syndrome. *J Clin Endocrinol Metab* 2016; 100(3): 453 - 7.

[20] Huh JY, Panagiotou G, Mougios V, Brinkoetter M, Vamvini MT, Schneider BE, et al. FNDC5 and irisin in humans: I. Predictors of circulating concentrations in serum and plasma and II. mRNA expression and circulating concentrations in response to weight loss and exercise. *Metabolism* 2012; 61(12): 1725-38.

[21] Yasuda T, Nakajima T, Sawaguchi T, Nozawa N, Arakawa T, Takahashi R, et al. Short Physical Performance Battery for cardiovascular disease inpatients: implications for critical factors and sarcopenia. *Sci Rep* 2017; 7(1): 174-215.

[22] Eslami R. Effects of concurrent training on chemerin, irisin, insulin resistance and lipid profile in children girls with overweight. *JPSBS* 2018; 10(2): 77-87. [in Persian]

[23] Cooke A, Gomez YH, Mutter A, Mantzoros CS, Daskalopoulou SS. Irisin, a Novel Hormone and

Exercise Intensity in Young Healthy Subjects. *CJCA* 2013; 29 (10): 340-42.

[24] Raschke S, Elsen M, Gassenhuber H, Sommerfeld M, Schwahn U, Brockmann B, et al. Evidence against a beneficial effect of irisin in humans. *PloS One* 2013; 8(9): 736-50.

[25] Löffler D, Müller U, Scheuermann K, Friebe D, Gesing J, Bielitz J, et al. Serum irisin levels are regulated by acute strenuous exercise. *J Clin Endocrinol Metab* 2015; 100(4): 1289-99.

[26] Czajkowska A, Grazyna L, Krzysztof M, Jadwiga A, Piotr Z. The index of insulin resistance (FIRI) is not associated with plasma homocysteine levels in young, non-obese healthy men and women. *Biomed Hum Kin* 2011; 3(39): 14-7.

[27] Mardanian Qahfarhchi M, Habibi A, Mohammad Shahi M. Effect of acute aerobic activity following the use of four different diets on serum levels of irisin, insulin and glucose in overweight men. World Academy of Science. *J Clin Endocrinol Metab* 2017; 11(8). [in Persian]

[28] Tsuchiya Y, Ijichi T, Goto K. Effect of sprint training on resting serum irisin concentration - Sprint training once daily vs. twice every other day. *Metabolism* 2016; 65(4): 492-5.