

تأثیر دوازده هفته تمرین ترکیبی و مکمل اسپیرولینا بر آیریزین، $PGC1-\alpha$ و برخی شاخص‌های ترکیب بدنی مردان چاق

سعید رستمی^{۱*} - بیژن رجاییان^۲ - مهرانوش اسماعیلیان^۳

۱. استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، مؤسسه آموزش عالی راغب

اصفهانی، اصفهان، ایران. ۲. استادیار رفتار حرکتی، گروه تربیت بدنی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد

شاهین‌شهر، شاهین‌شهر، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۲۰، تاریخ تصویب: ۱۴۰۱/۰۲/۰۴)

چکیده

یکی از راهکارهای مناسب برای کنترل وزن و چاقی تمرینات منظم ورزشی و بهره‌مندی از مکمل‌های ضد اکسایشی است. هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرین ترکیبی و مکمل اسپیرولینا بر آیریزین، $PGC1-\alpha$ و برخی شاخص‌های ترکیب بدنی مردان چاق بود. در این پژوهش نیمه‌تجربی که با توجه به هدف، از نوع کاربردی است، ۶۰ مرد چاق ($BMI \geq 28$) با دامنه سنی ۲۰ تا ۴۵ سال به صورت هدفمند انتخاب و به روش تصادفی ساده در چهار گروه ۱۵ نفری؛ تمرین ترکیبی + اسپیرولینا، تمرین ترکیبی + دارونما، اسپیرولینا و گروه کنترل تقسیم شدند. پروتکل تمرین ترکیبی از تمرینات هوازی (استقامتی) و تمرینات مقاومتی به مدت ۱۲ هفته، هر هفته ۳ جلسه و هر جلسه به مدت ۶۰ دقیقه بود. گروه‌های تمرینی و اسپیرولینا به ترتیب روزانه دو عدد کپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی اسپیرولینا و دارونما مصرف کردند. برنامه تمرین هوازی شامل دویدن به مدت ۲۰ دقیقه با شدت معادل ۶۰ تا ۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره بود. همچنین تمرینات مقاومتی شامل ۱۰ حرکت ایستگاهی با شدت ۶۰ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه همراه با ۱۰ تکرار در هر حرکت برای ۲ ست متوالی در نظر گرفته شد. شاخص‌های ترکیب بدن نیز پیش و پس از تمرینات اندازه‌گیری شد. از آزمودنی‌ها در دو مرحله پیش و پس از آزمون ۱۰ میلی‌لیتر خون از سیاهرگ آنتی کوبیتال بازویی دست چپ پس از ۱۲ ساعت ناشتایی گرفته شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ و آزمون‌های آماری شاپیرو-ویلک، لوین و آنالیز واریانس یک‌راهه تجزیه و تحلیل شد. طبق آزمون آنالیز واریانس یکطرفه مقادیر پلاسمایی آیریزین ($P=0/019$) و وزن بدن ($P=0/004$) بین گروه‌های مختلف در سطح ۰/۰۵ تفاوت معناداری داشت، اما مقادیر BMI و WHR تفاوت معناداری نداشت ($P \geq 0/05$). بر همین اساس مقادیر پلاسمایی آیریزین و $PGC1-\alpha$ ، WHR و BMI بین گروه‌های تمرین + اسپیرولینا و تمرین + دارونما و همچنین مقادیر وزن بدن برای گروه‌های تمرین + اسپیرولینا، تمرین + دارونما و اسپیرولینا تفاوت معناداری نشان داد. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که ممکن است با افزایش استقامت عضلانی در اثر تکرار یا بر اثر ویژگی آنابولیک تمرینات مقاومتی و یا افزایش توده خالص عضلانی، قدرت و استقامت عضلانی، ترشح آیریزین و به دنبال آن $PGC1-\alpha$ افزایش می‌یابد. در پی افزایش $PGC1-\alpha$ ، افزایش پروتئین غشایی FNDC5 در عضله رخ می‌دهد که خود به تولید و رهاسازی آیریزین به درون خون منجر می‌شود. احتمالاً باید علت افزایش آیریزین را در پاسخ $PGC1-\alpha$ به تمرینات پیدا کرد که این نوع تمرین محرکی برای آن بوده است.

واژه‌های کلیدی

آیریزین، $PGC1-\alpha$ ، اسپیرولینا، تمرین ترکیبی، مرد چاق.

مقدمه

می‌شود. در حقیقت، فعالیت بدنی ترشح $PGC1-\alpha^4$ را تحریک می‌کند. $PGC1-\alpha$ از مهم‌ترین فعال‌کننده‌های $PPAR\gamma^5$ است که سبب تنظیم بیان ژن پروتئین UCP1 و ترموژن در بافت چربی قهوه‌ای می‌شود (۵). همچنین در برخی تحقیقات مشخص شده است که $PGC1-\alpha$ بیوژن میتوکندریایی و سوخت‌وساز اکسیداتیو را در بسیاری از سلول‌ها کنترل می‌کند. $PGC1-\alpha$ در عضلات اسکلتی همراه با فعالیت عضلانی موجب افزایش بیوژن میتوکندریایی، آنژیوژن و پلاستیسیته تارهای عضلانی می‌شود. همچنین موجب مقاومت در برابر دیستروفی و آتروفی عضلانی هم می‌شود (۶). $PGC1-\alpha$ بیوژن و تنفس میتوکندریایی را توسط پروتئین‌های UCP1 و عوامل تنفسی هسته کنترل می‌کند (۷). این پروتئین برای ترموژن بافت چربی قهوه‌ای لازم است، ولی تأثیری بر روند قهوه‌ای شدن بافت چربی ندارد و در آزمایش‌های مختلف که افزایش بیان $PGC1-\alpha$ در بافت زیرجلدی موجب تغییر فنوتیپ بافت چربی سفید و تبدیل به بافت چربی قهوه‌ای می‌شود، این تغییر در فنوتیپ با افزایش بیان ژن UCP1، پروتئین‌های زنجیره تنفسی و آنزیم‌های اکسیداتیو اسیدهای چرب همراه است (۸). مسیرهای پیام‌رسانی مختلفی در عضله اسکلتی برای تنظیم $PGC1-\alpha$ در سلول وجود دارد. نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که مسیر پیام‌رسانی $P38\gamma$ MAPK برای تنظیم $PGC1-\alpha$ فعال شده با تمرین استقامتی ضروری به‌نظر می‌رسد. البته این مسیر به‌عنوان یک مسیر تعاملی با سایر مسیرهای پیام‌رسانی در نظر گرفته می‌شود (۹). ترشح $PGC1-\alpha$ سبب ترشح FNDC5 می‌شود که با شکسته شدن این پروتئین، هورمون آیریزین که بخشی از این پروتئین است،

طی چند دهه گذشته چاقی به یک اپیدمی اصلی و مهم در جهان تبدیل شده و شیوع آن به‌طور چشمگیری از نیمه سده بیستم افزایش یافته است. به‌طوری‌که چاقی و اضافه وزن از بزرگ‌ترین چالش‌های بهداشت عمومی در سده حاضر است و بخش سلامت بیشتر کشورهای دنیا درگیر مسائل و عوارض ناشی از بروز فزاینده چاقی‌اند (۱). بافت چربی به‌عنوان عامل به‌وجودآورنده چاقی از دو نوع عملکردی مجزا تشکیل شده است. بافت چربی سفید^۱ که محل ذخیره انرژی است و بافت چربی قهوه‌ای^۲ که نقش گرم‌زایی (تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی حرارتی) دارد (۲). از این رو به‌نظر می‌رسد کاستن از چربی سفید که یک عامل خطرزا در بیشتر بیماری‌ها به‌حساب می‌آید و افزایش چربی قهوه‌ای، از روش‌های مؤثر در جلوگیری از برخی بیماری‌های متابولیک یا قلبی-عروقی است (۳). سازوکار مولکولی تبدیل بافت چربی سفید به قهوه‌ای، افزایش گرم‌زایی و در نهایت کاهش وزن از طرف بوستروم^۳ و همکاران (۲۰۱۲) گزارش شده است. این پژوهشگران عامل اصلی این پدیده را، پپتیدی به نام آیریزین که از بافت عضله ترشح می‌شود، معرفی کردند. این مایوکاین از تجزیه پروتئین پرواکسیزومی (که با نام‌های FNDC5، PEP و FRCP2 نیز نشان داده می‌شود) به‌وجود می‌آید. پروتئین FNDC5 یک پروتئین غشایی است که از پپتید سیگنالی، یک شاخه فیبرونکتین نوع ۳ و شاخه آگریز C- ترمینال به‌وجود می‌آید (۴). پروتئین FNDC5 پس از تجزیه و جدا شدن از غشا به یک پپتید با ۱۱۲ اسید آمینه تبدیل می‌شود که آیریزین نامیده می‌شود. پژوهش‌های گوناگون نشان می‌دهد FNDC5 در پاسخ به فعالیت عضلانی ترشح

4. Peroxisome proliferator- activated receptor gamma coactivator 1- alpha
5. Peroxisome proliferator activated receptor gamma

1. white adipose tissue
2. brown adipose tissue
3. Bostrom

تمرین کرده تغییر معناداری نداشت (۱۴). با این حال نتایج ضد و نقیض در مورد ارتباط آیریزین در انسان به‌ویژه در پیشگیری و درمان چاقی وجود دارد. در پژوهشی نشان داده شد آیریزین در گردش خون با شاخص توده بدنی و نسبت دور کمر به باسن رابطه منفی دارد (۱۵). در خصوص سازوکارهای سلولی مولکولی و سازگاری‌های مربوط به تغییرات بافت چربی اثر تمرین‌های ورزشی، نظریه‌های متفاوتی وجود دارد. بوستروم و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی با هدف بررسی تأثیر فعالیت بدنی بر $PGC1-\alpha$ ، تأثیر مثبت ورزش و فعالیت بدنی استقامتی در هر دو نوع نمونه انسانی و حیوانی بر آیریزین را نشان دادند (۱۵). نورهایم و همکاران (۲۰۱۴) کاهش مقادیر آیریزین را پس از ۱۲ هفته تمرین قدرتی و استقامتی گزارش کردند (۱۶). از طرفی هکستدن و همکاران (۲۰۱۳) با اعمال ۲۶ هفته تمرین قدرتی (۸ حرکت، ۲ ست، ۱۵ تکرار با وزنه معادل ۲۰ تکرار بیشینه) و استقامتی (۴۵ دقیقه پیاده‌روی یا نرم دوی با ۶۰ درصد ضربان قلب) در نمونه‌های انسانی هیچ‌گونه تغییر معناداری مشاهده نکردند (۱۷). اخیراً مشخص شده است مکمل‌های غذایی به ویژه اسپیرولینا به عنوان آنتی‌اکسیدان نقش بسزایی در حفظ تعادل رادیکال‌های آزاد و جلوگیری از آسیب‌های ناشی از چاقی ایفا می‌کند. در پژوهشی برنامه تمرین مقاومتی منظم توأم با مصرف مکمل اسپیرولینا بر افراد دارای اضافه وزن و چاق بررسی شد و نتایج نشان داد افراد چاقی که از مکمل اسپیرولینا استفاده می‌کردند زمان رسیدگی به خستگی و شروع انباشت لاکتات خون با تأخیر انجام می‌گیرد و عملکرد رو به بهبود است (۱۸). بنابراین با توجه به پژوهش‌های صورت‌گرفته به نظر می‌رسد مکمل اسپیرولینا بر ترکیب بدن و عوامل آمادگی جسمانی افراد دارای اضافه

رها می‌شود. با رهاسازی آیریزین، بیان پروتئین جفت‌نشده ۱ (UCP1) افزایش می‌یابد. (UCP1 Uncoupling protein 1) با افزایش نفوذپذیری غشای داخلی میتوکندریایی به پروتون، مانع از جفت شدن پروتون‌ها شده، پتانسیل الکتروشیمیایی را کاهش می‌دهد و مانع از سنتز ATP می‌شود. در این فرایند هرچند زنجیره انتقال الکترونی خیلی سریع انجام می‌گیرد، ولی انرژی حاصل از انتقال الکترونی به شکل گرما هدررفته و ATP تولید نمی‌شود. این شرایط به القای خواص بافت چربی قهوه‌ای در بافت چربی سفید منجر می‌شود و گرمزایی افزایش می‌یابد (۹).

امروزه یکی از راهکارهای مطلوب برای محافظت در مقابل تأثیر منفی فشار اکسایشی ناشی از چاقی و همچنین بهبودی شاخص‌های ترکیب بدنی، پیشگیری از اضافه وزن و چاقی استفاده از مکمل‌های گیاهی است (۱۰). یکی از این مکمل‌های گیاهی اسپیرولینا^۱ است که نقش آنتی‌اکسیدانی دارد و دارای مواد مغذی مانند فیکوسیانین، کلروفیل، پلی‌ساکاریدها و سولفولپیدهاست که سبب افزایش انرژی در بدن می‌شوند و دارای عناصر طبیعی، پروتئین باکیفیت بالا، سرشار از اسیدهای چرب ضروری، مواد معدنی، دارای قابلیت هضم و جذب بالایی است و فواید زیادی در افراد مبتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی دارد و به‌عنوان مکمل غذایی مناسب مطرح شده است (۱۱). در پژوهشی ۱۲ هفته تمرین مقاومتی سبب افزایش سطوح آیریزین در مردان بالای ۶۵ سال شده است (۱۲). پکالا^۲ پس از ۲۱ هفته تمرین ترکیبی تغییر معناداری را در سطوح پلاسمایی آیریزین مشاهده نکردند (۱۳). همچنین در پژوهش الفسن^۳ و همکاران (۲۰۱۴) مقادیر پلاسمایی آیریزین پس از ۱۲ هفته تمرین مقاومتی در زنان

ترکیبی + دارونما، اسپیرولینا و گروه کنترل قرار گرفتند. پیش از مداخله به‌منظور همگن‌سازی، چهار گروه بر اساس سن، قد، وزن، ترکیب بدنی و میزان آمادگی جسمانی مقایسه شدند. سپس یک جلسه توجیهی در خصوص نحوه حضور، پروتکل‌های تمرینی، اهمیت موضوع، نحوه مصرف مکمل، زمان و مکان اجرای تمرینات، نمونه‌گیری خونی و ثبت اطلاعات فردی برگزار شد. آزمودنی‌ها پرسشنامه شروع فعالیت بدنی (PAR-Q) را که بر اساس رتبه‌بندی انجمن پزشکی ورزشی آمریکا در رده کم‌خطر قرار داشت، تکمیل کردند و رضایت خود را برای شرکت در این پژوهش به‌صورت کتبی اعلام کردند. تمامی اندازه‌گیری‌ها یک مرحله پیش از شروع تمرینات و مرحله دیگر ۴۸ ساعت پس از اتمام تمرینات در محل سالن ورزشی سرپوشیده پایگاه قهرمانی شهر اصفهان انجام گرفت. مکمل اسپیرولینا از شرکت ریحان نقش جهان اصفهان با مجوز ثبت فرآورده (IRC908021898759013) و با مجوز تولید به شماره ۹۰۸۰۲۱۸۹۸۷۵۹۰۷۱۳ از معاونت غذا و داروی وزارت بهداشت و درمان و آموزش پزشکی و کپسول دارونما (حاوی نشاسته) از شرکت نادر اصفهان با مسئولیت محدود و به شماره ثبت ۱۴۹۰۶ تهیه شد و آزمودنی‌ها گروه‌ها روزانه دو عدد کپسول ۵۰۰ میلی‌گرمی مکمل اسپیرولینا و دارونما با ظاهری کاملاً مشابه همراه با مایع (۱۵۰ میلی‌لیتر آب) به مدت ۱۲ هفته با حفظ رژیم غذایی ثابت در دو نوبت ۲ صبح (ساعت ۹) و عصر (ساعت ۱۵) مصرف کردند (۲۰). کنترل رژیم غذایی آزمودنی‌ها از طریق پرسشنامه ۲۴ ساعته بسامد خوراک (FFQ)، هفته‌ای یک مرتبه و به مدت دوازده هفته کنترل شد و توصیه‌های لازم توسط کارشناس تغذیه به آنها داده شد. در این پژوهش برای ارزیابی ترکیب بدن به ترتیب طول قد با دستگاه قدسنج سکا ۲۱۷ ساخت

وزن و چاق اثرگذار باشد. همچنین مشخص شده است اسپیرولینا در سوخت‌وساز لیپیدها نقش دارد و از تجمع لیپیدهای کبدی جلوگیری می‌کند (۱۹). با توجه به موارد ذکرشده، به‌نظر می‌رسد مکمل‌یاری اسپیرولینا همراه با تمرینات ترکیبی ممکن است موجب اثر هم‌افزایی در اثر کاهش چاقی شوند. با این حال، تحقیقات در مورد اثر توأم این دو نوع مداخله محدود است. از طرفی اثر این نوع مکمل بر PGC1- α انجام نگرفته است. با توجه به شیوع چاقی و تمایل مردم به مکمل‌ها به‌ویژه مکمل‌های طبیعی و بدون ماده افزودنی، تناقض در پژوهش‌های گذشته، تحقیق حاضر با هدف تعیین و بررسی تأثیر ۱۲ هفته بررسی تمرین ترکیبی و مصرف مکمل اسپیرولینا بر مقادیر پلاسمایی آیریزین، PGC1- α و برخی شاخص‌های ترکیب بدنی در مردان چاق انجام گرفت.

روش پژوهش

پژوهش حاضر یک‌سوکور و با توجه به هدف، از نوع کاربردی و به روش نیمه‌تجربی بود که به‌صورت پیش‌آزمون- پس‌آزمون صورت پذیرفت. معیارهای ورود، آزمودنی با جنسیت مرد، شاخص توده بدنی بالای ۲۸ کیلوگرم بر متر مربع، عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی- عروقی، دیابت، اختلالات هورمونی، بیماری‌های کلیوی و کبدی، جراحی، مصرف دخانیات و هرگونه مداخله دارویی و درمانی مؤثر بر نتایج بود. ملاک خروج نیز عدم تمایل به ادامه همکاری، بروز هرگونه آسیب در طول دوره و عدم شرکت در یکی از جلسات اندازه‌گیری بود. به این منظور ۶۰ نفر از مردان چاق در دامنه سنی ۲۰ تا ۴۵ سال، به‌صورت هدفمند انتخاب شدند و به‌صورت تصادفی ساده در چهار گروه ۱۵ نفری؛ تمرین ترکیبی + اسپیرولینا، تمرین

ثانیه‌ای بین هر ایستگاه و در مجموع ۲ دقیقه بین هر دور در نظر گرفته شد؛ ایستگاه‌ها به ترتیب شامل فلکشن ساق، اکستنشن ساق، پرس پا، اسکات، کشش زیربغل، پرس سینه، حرکت صلیب با دمبل، جلوپازو، پشت‌بازو و دراز و نشست بودند (۲۳). گروه کنترل هیچ فعالیت منظم ورزشی در طول پژوهش نداشتند و شیوه زندگی غیرفعال را ادامه دادند. داده‌های گردآوری شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ و آزمون‌های آماری شاپیرو-ویلک، آنالیز کوواریانس تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها

میانگین، انحراف معیار و تغییرات درون‌گروهی و بین‌گروهی شاخص‌های توصیفی متغیرها در چهار گروه در جدول ۱ آورده شده است. سطوح پایه شاخص‌های ترکیب بدنی اولیه آزمودنی‌ها تفاوت معناداری نداشت ($P \geq 0/05$). از آزمون شاپیروویلک جهت طبیعی بودن داده‌ها و آزمون لوین جهت سنجش تجانس واریانس گروه‌ها استفاده شد. طبق آزمون آنالیز واریانس یکراهه مقادیر پلاسمایی آیریزین ($P=0/019$) و وزن بدن ($P=0/004$) بین گروه‌های مختلف در سطح $0/05$ تفاوت معناداری داشت، اما مقادیر BMI و WHR تفاوت معناداری نداشت ($P \geq 0/05$). بر همین اساس مقادیر پلاسمایی آیریزین و $PGC1-\alpha$ ، WHR و BMI بین گروه‌های تمرین+اسپیرولینا و تمرین+دارونما و همچنین مقادیر وزن بدن برای گروه‌های تمرین+اسپیرولینا، تمرین+دارونما و اسپیرولینا تفاوت معناداری نشان داد. نتایج آزمون تعقیبی LSD برای متغیرها نیز در جدول ۲ آمده است.

آلمان با حساسیت ۱ میلی‌متر، وزن بدن توسط ترازوی دیجیتال سکا با دقت $0/1$ کیلوگرم و درصد چربی بدن توسط دستگاه سنجش ترکیب بدن inbody ۵۷۰ ساخت کره جنوبی اندازه‌گیری شد. همچنین در دو وهله نمونه‌های خونی پس از ۱۲ ساعت ناشتایی به مقدار 10 سی‌سی از سیاهرگ دست چپ آزمودنی‌ها در وضعیت نشسته و در حالت استراحت، ۲۴ ساعت پیش از شروع تمرینات و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین جمع‌آوری شد. سطوح آیریزین پلازما به روش الایزای ساندویچی با استفاده از کیت انسانی MyBioSource ساخت آمریکا و حساسیت کمتر از $0/78$ نانوگرم بر میلی‌لیتر و ضریب تغییرات درونی کمتر از $0/8$ و ضریب تغییرات برونی کمتر از $0/1$ اندازه‌گیری شد. همچنین برای سنجش $PGC1-\alpha$ پلازما از روش الایزا با استفاده از کیت Human Peroxisome Proliferator-activator Receptor Gamma Coactivator 1 Alpha ساخت آلمان با ضریب تغییرات $5/9$ و حساسیت $0/02$ نانوگرم بر میلی‌لیتر استفاده شد. ضربان قلب آزمودنی‌ها از طریق ضربان‌سنج polar ساخت فنلاند که به دور سینه ورزشکاران بسته می‌شد، اندازه‌گیری شد. برای محاسبه ضربان قلب بیشینه از فرمول تاناکا و همکاران استفاده شد (۲۱) و سپس از روش ضربان قلب ذخیره (روش کارونن) برای محاسبه دامنه ضربان هدف استفاده شد (۲۲). پروتکل تمرین ترکیبی از تمرینات هوازی (استقامتی) و تمرینات مقاومتی به مدت ۱۲ هفته و هر هفته ۳ جلسه و هر جلسه به مدت ۶۰ دقیقه بود. برنامه تمرین هوازی شامل دویدن روی نوار گردان impulse ساخت چین به مدت ۲۰ دقیقه با شدت معادل ۶۰ تا ۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره بود. همچنین تمرینات مقاومتی شامل ۱۰ حرکت ایستگاهی به صورت دایره‌ای با شدت معادل ۶۰ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه همراه با ۱۰ تکرار در هر حرکت برای ۲ ست متوالی با زمان استراحت ۳۰

جدول ۱. تغییرات متغیرهای پژوهش در گروه‌های مختلف

متغیر	گروه	تمرین+اسپیروولینا	تمرین+دارونما	اسپیروولینا	کنترل	سطح معناداری بین گروهی
آبریزین (نانوگرم بر میلی لیتر)	پیش‌آزمون	۳/۱±۹۱۷/۳۸۵	۳/۱±۹۷۴/۳۱۶	۳/۱±۸۸۹/۷۴۱	۴/۱±۰۱۳/۵۲۴	
	پس‌آزمون	۴/۱±۲۴۳/۶۱۲	۴/۱±۳۱۷/۵۹۲	۳/۱±۸۴۳/۶۲۵	۳/۱±۹۹۳/۷۱۲	*۰/۰۱۹
	سطح معناداری درون گروهی	*۰/۰۰۲	*۰/۰۲۴	۰/۰۶۴	۰/۲۲۸	
PGC1- α (نانوگرم بر میلی لیتر)	پیش‌آزمون	۹/۱±۷۵۱/۶۵۲	۹/۱±۶۴۷/۵۱۸	۹/۱±۴۴۸/۸۲۲	۹/۱±۷۸۲/۳۹۱	
	پس‌آزمون	۱۲/۳±۴۱۸/۵۳	۹/۱±۸۱۱/۲۳۳	۹/۱±۶۹۵/۳۲۷	۹/۱±۶۹۴/۲۴۸	۰/۴۲۵
	سطح معناداری درون گروهی	*۰/۰۱۶	*۰/۰۲۸	۰/۰۶۱	۰/۰۷۱	
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	پیش‌آزمون	۳۰/۲±۲۴۷/۶۱۶	۳۱/۱±۲۱۱/۷۹۲	۳۰/۱±۵۲۷/۹۶۱	۳۱/۱±۲۱۴/۳۷۹	
	پس‌آزمون	۲۹/۱±۷۴۵/۶۷۳	۲۹/۱±۹۲۷/۶۵۳	۳۰/۱±۵۱۹/۷۵۸	۳۱/۱±۲۱۵/۳۹۰	۰/۳۲۴
	سطح معناداری درون گروهی	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۲	۰/۱۰۸	۰/۲۱۴	
WHR	پیش‌آزمون	۰/۰±۹۵۸/۰۵۱	۰/۰±۹۵۳/۰۳۶	۰/۰±۹۵۵/۰۴۵	۰/۰±۹۴۱/۰۴۷	
	پس‌آزمون	۰/۰±۹۳۴/۰۴۸	۰/۰±۹۲۹/۰۴۱	۰/۰±۹۵۴/۰۵۲	۰/۰±۹۴۱/۰۵۱	۰/۸۹۷
	سطح معناداری درون گروهی	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۳	۰/۳۴۲	۰/۴۰۴	
وزن (کیلوگرم)	پیش‌آزمون	۹۵/۱۰±۵۴۱/۸۶۳	۹۴/۹±۶۶۵/۵۷۴	۹۴/۱۰±۰۱۹/۷۲۵	۹۳/۶±۷۱۳/۲۸۵	
	پس‌آزمون	۸۹/۱۰±۶۵۲/۲۲۹	۸۸/۸±۷۲۱/۱۱۹	۹۱/۱۱±۷۴۵/۶۸۲	۹۲/۷±۹۵۱/۲۸۷	*۰/۰۰۴
	سطح معناداری درون گروهی	*۰/۰۰۱	*۰/۰۰۲	*۰/۰۲۴	۰/۰۹۴	

* سطح معناداری

جدول ۲. نتایج آزمون تعقیبی LSD متغیرها در گروه‌های مورد بررسی

متغیر	گروه	اختلاف میانگین	خطای استاندارد	سطح معناداری
آبریزین (نانوگرم بر میلی لیتر)	تمرین+اسپیروولینا	-۰/۴۷۳	۰/۳۰۲	۰/۱۲۴
	اسپیروولینا	-۰/۲۹۸	۰/۳۰۲	۰/۳۲۹
	کنترل	۰/۳۷۶	۰/۳۰۲	۰/۱۲۴
	تمرین+دارونما	۰/۴۷۳	۰/۳۰۲	۰/۱۲۴
	اسپیروولینا	۰/۱۷۵	۰/۳۰۲	۰/۱۲۴
	کنترل	۰/۸۴۹	۰/۳۰۲	*۰/۰۰۷
	اسپیروولینا	۰/۲۹۸	۰/۳۰۲	۰/۳۲۹
	تمرین+دارونما	-۰/۱۷۵	۰/۳۰۲	۰/۵۶۵
	کنترل	۰/۶۷۴	۰/۳۰۲	*۰/۰۳۰
	کنترل	-۰/۳۷۶	۰/۳۰۲	۰/۲۲۰
وزن (کیلوگرم)	تمرین+دارونما	-۰/۸۴۹	۰/۳۰۲	*۰/۰۰۷
	اسپیروولینا	-۰/۶۷۴	۰/۳۰۲	*۰/۰۳۰
	تمرین+اسپیروولینا	۰/۰۱۴	۱/۴۳۷	۰/۹۹۲
	اسپیروولینا	۱/۷۲۵	۱/۴۳۷	۰/۲۲۲
	کنترل	۴/۷۷۳	۱/۴۳۷	*۰/۰۰۱
	تمرین+دارونما	-۰/۰۱۴	۱/۴۳۷	۰/۹۹۲
	اسپیروولینا	۱/۷۱۰	۱/۴۳۷	۰/۲۲۶
	کنترل	۱/۷۵۸	۱/۴۳۷	۰/۰۰۲
	اسپیروولینا	۱/۷۲۵	۱/۴۳۷	۰/۲۲۲
	تمرین+دارونما	-۱/۷۱۰	۱/۴۳۷	۰/۲۳۶
کنترل	۳/۰۴۸	۱/۴۳۷	*۰/۰۳۷	

*۰/۰۰۱	۱/۴۳۷	-۴/۷۷۳	تمرین+اسپیرولینا	کنترل
*۰/۰۰۲	۱/۴۳۷	-۴/۷۵۸	تمرین+دارونما	
*۰/۰۳۷	۱/۴۳۷	-۳/۰۴۸	اسپیرولینا	

*سطح معناداری

بحث و نتیجه‌گیری

مقادیر پلاسمایی آیریزین در افراد بالای ۶۵ سال می‌شود (۳۱). بنابراین نتایج پژوهش کیم و همکاران با پژوهش فعلی ارتباط قوی دوره طولانی مدت و تمرینات مقاومتی در عضله اسکلتی و نقش $PGC1-\alpha$ به‌عنوان تنظیم‌کننده FNDC5 و افزایش سطوح آیریزین را تأیید می‌کند (۳۲). بوستروم و همکاران (۲۰۱۲) با اعمال ۱۰ هفته تمرین استقامتی با شدت ۶۵ درصد $VO2peak$ بر روی آزمودنی‌های انسانی، افزایش سطوح آیریزین را مشاهده کردند. آنها بیان کردند یکی از دلایل افزایش آیریزین پس از تمرین ممکن است انقباضات عضلانی باشد (۱۵). بر اساس نقش متابولیک آیریزین با افزایش هزینه انرژی و هموستاز گلوکز مشخص می‌شود افزایش آیریزین و FNDC5 در پاسخ به تمرینات هوازی و استقامتی به‌طور کلی با افزایش ظرفیت اکسیداتیو همراه است. یافته‌های این محققان در پژوهشی دیگر نشان داد $PGC1-\alpha$ عضلانی موش‌های ترانسژنیک افزایش یافت و در مقابل چاقی مرتبط با افزایش سن و دیابت، مقاومت نشان دادند. آنها نتیجه گرفتند این گروه از حیوانات در تعادل انرژی پایه تغییرات زیادی دارند. در مرحله بعد بافت چربی این گروه از موش‌ها به‌منظور بررسی ژن‌های وابسته به ترموزن و تغییرات بافت چربی قهوه‌ای بررسی و ملاحظه شد بافت سفید زیرجلدی که مستعد تبدیل به بافت چربی قهوه‌ای است، به‌طور معناداری با افزایش بیان $UPC1$ همراه است (۳۳). از طرفی از دلایل ناهمسو بودن نتایج پژوهش‌های مختلف می‌توان به نوع و شدت پروتکل ورزشی اشاره کرد (۳۴). شدت تمرین در افزایش آیریزین بسیار مؤثر است و ممکن است غلظت آن در پاسخ به شدت‌های پایین بدون تغییر بماند (۲۶). نتایج پژوهش هو و همکاران (۲۰۱۶) نیز تأثیر حاد

امروزه یکی از راهکارهای مطلوب محافظت در برابر تأثیر منفی فشار اکسایشی ناشی از چاقی و همچنین بهبودی شاخص‌های ترکیب بدنی و پیشگیری از اضافه وزن و چاقی، استفاده از مکمل‌های گیاهی است (۱۰). از این رو هدف از تحقیق حاضر تعیین و بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرین ترکیبی و مصرف مکمل اسپیرولینا بر مقادیر پلاسمایی آیریزین، $PGC1-\alpha$ و برخی شاخص‌های ترکیب بدنی در مردان چاق بود. نتایج نشان داد مقادیر پلاسمایی آیریزین و وزن بدن در مقایسه بین گروهی تفاوت معناداری نشان داد. همچنین در بررسی درون گروهی مقادیر پلاسمایی آیریزین و $PGC1-\alpha$ و WHR و BMI بین گروه‌های تمرین+اسپیرولینا و تمرین+دارونما و همچنین مقادیر وزن بدن برای گروه‌های تمرین+اسپیرولینا، تمرین+دارونما و اسپیرولینا تفاوت معناداری نشان داد. نتایج مقادیر پلاسمایی آیریزین با نتایج پژوهش‌های بوستروم و همکاران (۱۵)، میاموتو و همکاران (۲۴)، بلوهر و همکاران (۲۵)، هو و همکاران (۲۶) و کیم و همکاران (۲۷) همسو، اما با نتایج پژوهش‌های معین‌نیا و همکاران (۲۸) و کروجر و همکاران (۲۹) ناهمسو بود. البته تفاوت در نتایج ممکن است ریشه در عواملی مانند مدت، شدت دوره تمرینی، برنامه تمرین یا نژاد و جنس آزمودنی‌ها داشته باشد. هو و همکاران در پژوهشی مقادیر پلاسمایی آیریزین را در سه شیوه برنامه تمرینی هوازی شدید، مقاومتی و هوازی کم‌شدت بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که افزایش آیریزین پس از هر سه شیوه تمرینی رخ می‌دهد، ولی بیشترین مقادیر، پس از تمرین‌های مقاومتی به‌دست آمد (۳۰). کیم و همکاران گزارش کردند ۱۲ هفته تمرین مقاومتی سبب افزایش

و در نتیجه فعال‌سازی فاکتور رونویسی CREB یا پروتئین متصل به عناصر حساس به cAMP و در نهایت افزایش بیان ژن PGC1- α می‌شود. این افزایش PGC1- α شاید سازوکاری برای تعدیل جریان‌های سوخت‌وسازی در عضله اسکلتی و در پاسخ به کاهش سطح ATP و افزایش سطوح ADP و AMP و در نتیجه دگرگونی نیازهای سوختی متعاقب فعالیت ورزشی باشد (۳۸).

میزان توده عضلانی درگیر در فعالیت ممکن است رهایی آیریزین از عضله به خون را افزایش دهد (۳۹). اگرچه آیریزین از بافت‌های مختلفی ترشح می‌شود، افزایش بار تمرین هم در این خصوص بی‌تأثیر نیست. در تحقیقات گذشته افزایش بیشتر مقادیر پلاسمایی آیریزین نیز پس از تمرینات طولانی‌تر هوازی و بار بیشتر در تمرینات قدرتی اثبات شده است (۴۰). البته نقش و اهمیت مکمل اسپیرولینا را به‌عنوان یک عامل ضد اکسایشی نباید در این تغییرات نادیده گرفت. در پژوهش حاضر ممکن است افزایش مقادیر آیریزین و PGC1- α ، کاهش نسبت دور کمر به باسن و شاخص توده بدنی در گروه‌های تمرین+ اسپیرولینا و تمرین+دارونما و کاهش وزن در گروه‌های تمرین+اسپیرولینا، تمرین+دارونما و اسپیرولینا، علاوه بر تمرین ناشی از مصرف مکمل جلبک سبزآبی اسپیرولینا باشد. در پژوهشی سلیمانی و همکاران تأثیر یک جلسه ورزش وامانده‌ساز پیش و پس از شش هفته تمرین هوازی و مصرف مکمل اسپیرولینا بر شاخص‌های استرس اکسیداتیو در مردان چاق غیرفعال را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که تمرین فزاینده وامانده‌ساز به‌طور معناداری موجب افزایش میزان مالون‌دی‌آلدهید، سوپراکسید دیسموتاز، گلوکاتایون پراکسیداز و کالاتاز و مکمل اسپیرولینا سبب کاهش معنادار آنها و افزایش ظرفیت تام آنتی‌اکسیدانی شد (۴۱). بنابراین به‌نظر می‌رسد مکمل اسپیرولینا در مردان چاق می‌تواند از آسیب

تمرین بر آیریزین را تأیید کرده و ۸ هفته تمرین تناوبی سرعتی را که پروتکل تمرینی آن شامل ۳ جلسه تمرین دوی سرعت ۸۰ متر بود و آزمودنی‌ها ۲ تا ۳ ست، دو بار مسافت مذکور را با نهایت سرعت طی می‌کردند و استراحت بین دوها ۱۰ تا ۶۰ ثانیه و فاصله بین هر ست ۲۰ دقیقه بود را بر سطوح آیریزین بی‌تأثیر گزارش کردند (۳۰). بلوهر و همکاران (۲۰۱۷) نیز دلیل افزایش آیریزین را شدت زیاد تمرین‌ها و زمان طولانی پروتکل گزارش کردند (۲۷). میاموتو و همکاران (۲۰۱۸) نیز دلیل افزایش آیریزین در پی ۸ هفته تمرین را کاهش توده چربی بدن گزارش کردند (۲۴). در تحقیق حاضر نیز وزن، WHR و شاخص توده بدنی آزمودنی‌ها در گروه‌های تمرین و اسپیرولینا پس از ۱۲ هفته تغییر معناداری همراه داشت که می‌تواند از دلایل افزایش آیریزین به‌شمار آید.

در مورد PGC1- α نیز در تحقیق حاضر افزایش معنادار در گروه‌های تمرین و مکمل اسپیرولینا صورت گرفت که با نتایج پژوهش‌های سلطانی و همکاران (۳۵) و لکر (۳۶) همسو بود. یافته‌های آن نشان داد بافت چربی سفید زیرجلدی که مستعد تبدیل شدن به بافت چربی قهوه‌ای است، به‌طور معناداری با بیان UCP1 افزایش یافته است. بنابراین سیگنال‌های فعال‌کننده PGC1- α به احتمال زیاد بتوانند سبب آبخار پیام‌رسانی عواملی شوند که می‌توانند موجب فعال‌سازی تغییر فنوتیپ بافت چربی سفید به قهوه‌ای شوند (۳۶). از جمله دلایل احتمالی نتایج به‌دست‌آمده تأثیر فعالیت ورزشی بر بیان آنزیم AMPK (پروتئین کیناز فعال‌شده توسط AMP) باشد. این آنزیم تنظیم‌کننده اصلی سوخت‌وساز سلولی است و می‌تواند به‌طور مستقیم PGC1- α را فسفریله و فعال کند (۳۷). همچنین بیان شده است که فعالیت‌های ورزشی می‌توانند موجب تحریک فعال‌سازی گیرنده‌های بتا دو آدرنرژیک توسط کاتکولامین‌ها شوند که خود موجب افزایش cAMP

تشکر و قدردانی

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند مراتب قدردانی خود را از معاونت محترم آموزشی و پژوهشی مؤسسه آموزش عالی راغب اصفهانی، تمامی عوامل پایگاه قهرمانی ورزش استان اصفهان، مربیان و آزمودنی‌های شرکت‌کننده در این طرح اعلام دارند. شایان ذکر است پژوهش حاضر به صورت مستقل و با هزینه شخصی انجام گرفته است و مستخرج از طرح یا پایان‌نامه تحصیلات تکمیلی نیست.

اکسایشی ناشی از رادیکال آزاد و همچنین تمرین فزاینده پیشگیری کند. یافته‌های پژوهش مذکور با نتایج پژوهش حاضر همسوست. احتمالاً اثر آنتی‌اکسیدانی موجود در اسپیرولینا، که نقش تعادل در فشار اکسایشی دارد، در تعامل با تمرین مقاومتی بهتر از آثار تمرین به‌تنهایی (در کاهش شاخص‌های ترکیب بدنی) عمل می‌کند. بنابراین با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر مکمل اسپیرولینا بر ترکیب بدنی افراد چاق تأثیر دارد و به کاهش چربی احشایی کمک می‌کند که این موضوع می‌تواند نوآوری بین‌رشته‌ای در علوم پزشکی و علوم ورزشی در جهت کنترل وزن و جلوگیری از عوارض چاقی به‌خصوص بیماری‌های قلبی-عروقی باشد. از جمله محدودیت‌های پژوهش حاضر ناتوانی محقق در کنترل ژنتیک، نوع چاقی آزمودنی‌ها، کنترل حالات روحی و روانی و فعالیت‌های روانه آنان بود. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد یک دوره تمرین ترکیبی و مکمل اسپیرولینا در مردان چاق، علاوه بر کاهش وزن و شاخص توده بدنی، می‌تواند از طریق افزایش معنادار آیریزین و $PGC1-\alpha$ ، روشی بسیار ارزشمند و مفید در راستای پیشگیری و کاهش چاقی و ارتقای سلامت مردان باشد. سازوکار احتمالی ممکن است با افزایش استقامت عضلانی در اثر تکرار یا بر اثر ویژگی آنابولیک تمرینات مقاومتی یا افزایش توده خالص عضلانی، قدرت و استقامت عضلانی، ترشح آیریزین و در پی آن $PGC1-\alpha$ افزایش یابد. در پی افزایش $PGC1-\alpha$ ، افزایش پروتئین غشایی FNDC5 در عضله رخ می‌دهد که خود به تولید و رهاسازی آیریزین به درون خون منجر می‌شود. احتمالاً باید علت افزایش آیریزین را در پاسخ $PGC1-\alpha$ به تمرینات پیدا کرد که این نوع تمرین محرکی برای آن بوده است. در این زمینه نیاز به مطالعات بیشتر و پروتکل‌های ورزشی مختلف احساس می‌شود.

References

1. Kramer CK, Z.B. Are metabolically healthy overweight and obesity benign conditions. *Annals of internal medicine*. 2013; 758 (11): 59-69.
2. Handschin C, S. B. The role of exercise and PGC1 α in inflammation and chronic disease. *Nature*. 2008; 454 (7203): 4639-4649.
3. Kim SH, P. Brown fat and browning for the treatment of obesity and related metabolic disorders. *Diabetes Metab J*. 2016; 40(1):12-21.
4. Varela-Rodríguez B, P.-B. L.-V.-B.-A. FNDC5 expression and circulating irisin levels are modified by diet and hormonal conditions in hypothalamus, adipose tissue and muscle. *Scientific reports*. 2016; 11(2):14-27.
5. Hejazi K, A. H. The effect of physical activity on adipose tissue and skeletal muscles. *Rep Health Care*. 2019; 5(1):54-62.
6. Wenz T, R. S. Increased muscle PGC1- α expression protects from sarcopenia and metabolic disease during aging. *Proc natl acad sci*. 2009; 106(48):20405-10.
7. Wu Z, P. P. "Mechanisms controlling mitochondrial biogenesis and respiration through the thermogenic coactivator PGC1- α ". *Cell*. 1999; 98(1):115-124.
8. Tiraby C, t. G. "Acquisition of brown fat cell features by human white adipocytes". *J Biol Chem*. 2003; 278(35): 33370-6.
9. Lira VA, B. C. PGC-1 α regulation by exercise training and its influences on muscle function and insulin sensitivity. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2010; 299(2): 145-161.
10. Park JH, L. M. "Efficacy and safety of mixed oriental herbal medicines for treating human obesity: a systematic review of randomized clinical trials". *J Med Food*. 2012; 15(7): 589-97.
11. Hozayen WG, M. A. *Spirulina versicolor* improves insulin sensitivity and attenuates hyperglycemia-mediated oxidative stress in fructose-fed rats. *J Intercut Ethnopharmacol*. 2016; 5(1): 57-64.
12. Kim H J So, B Choi M, Kang D, Song W. Resistance exercise training increases the expression of irisin concomitant with improvement of muscle function in aging mice and humans. *Exp Gerontol*. 2015; 70(5): 7-11.
13. Pekkala S, Wiklund PK, Hulmi JJ, Ahtiainen JP, Horttanainen M, Pollanen E, et al. Are skeletal muscle FNDC5 gene expression and irisin release regulated by exercise and related to health?. *J Physiol*. 2013; 591(21): 5393-400.
14. Ellefsen S, Vikmoen O, Slettaløkken G, Whist JE, Nygard H, Hollan I, et al. Irisin and FNDC5: effects of 12-week strength training, and relations to muscle phenotype and body mass composition in untrained women. *European Journal of Applied Physiology*. 2014; 114(9): 1875-88.
15. Moreno-Navarrete JM, O. F. Irisin is expressed and produced by human muscle and adipose tissue in association with obesity and insulin resistance. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2018; 98(4): 769-78.

16. Boström P, W. J. A PGC1-[agr]-dependent myokine that rives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis. *Nature*.2012; 8: 463-481.
17. Norheim F, L. T. The effects of acute and chronic exercise on PGC-1 α ,irisin and browning of subcutaneous adipose tissue in humans. *FEBS Journa l*. 2014; 281(3): 739-49.
18. Hecksteden A, W. M. Irisin and exercise training in humans—results from a randomized controlled training trial. *BMC medicine*. 2013; 235(1): 11-13.
19. Hernandez L, Marco A, Lopez D, Jose Q, Alberto M ,Antonio JO, et al. Effect of arthrospira (spirulina) maxima supplementation and a systematic physical exercise program on the body composition and cardiorespiratory fitness of overweight or obese subjects. A Double Blind, Randomized, and Crossover Controlled Trial. *Mar Drugs*. 2018; 16(10): 364-74.
20. Lee EH, Park JE, Choi YJ, Huh KB, Kim WY. A randomized study to establish the effects of spirulina in type 2 diabetes mellitus patients. *Nutr Res Pract*. 2008; 2(4): 295-300.
21. Hooshmand Moghadam B, K. M .Aerobic exercises and Supplement Spirulina reduce inflammation in diabetic men. *Jmj*. 2018; 16(4): 10-17.
22. Tanaka H, M. K. Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*. 2011; 37(1): 153-6.
23. Karvonen J, V. T. Heart rate and exercise intensity during sports activities. *Sports Medicine*. 1998; 5(5): 303-11.
24. Assarzade Noushabadi M, A. B. Effects of combination training on insulin resistance index and some inflammatory markers in inactive men. *The Horizon of Medical Science*. 2012; 18(3): 95-105.
25. Boström PA, F. R. J. Irisin in humans: recent advances and questions for future research. *Metabolism-Clinical and Experimenta l*. 2018; 63(2): 178-80.
26. Miyamoto-Mikami E, Sato K, Kurihara T, Hasegawa N, Fujie S, Fujita S, Sanada K, Hamaoka T, Tabata I, Iemitsu M. Endurance training-induced increase in circulating irisin levels is associated with reduction of abdominal visceral fat in middle-aged and older adults. *PloS one*. 2015 Mar 20;10(3):e0120354.
27. Blüher S, Panagiotou G, Petroff D, Markert J, Wagner A, Klemm T, Filippaios A, Keller A, Mantzoros CS. Effects of a 1-year exercise and lifestyle intervention on irisin, adipokines, and inflammatory markers in obese children. *Obesity*. 2014 Jul;22(7):1701-8.
28. Huh JY, Panagiotou G, Mougios V, Brinkoetter M, Vamvini MT, Schneider BE, Mantzoros CS. 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 Dec 1;61(12):1725-38.
29. Kim HJ, So B, Choi M, Kang D, Song W. Resistance exercise training increases the expression of irisin concomitant with improvement of muscle function in aging mice and humans. *Experimental gerontology*. 2015 Oct 1;70:11-7.
30. Moin Nia, N., & Attarzadeh Hosseini, S. R. (2015). Comparsion of the effect of resistance program training with different intensities on serum irisin levels in sedentary young women. *Sport Physiology*, 7(26), 127-142.

31. Crujeiras AB, Zulet MA, Lopez-Legarrea P, de la Iglesia R, Pardo M, Carreira MC, Martínez JA, Casanueva FF. Association between circulating irisin levels and the promotion of insulin resistance during the weight maintenance period after a dietary weight-lowering program in obese patients. *Metabolism*. 2014 Apr 1;63(4):520-31.
32. Kim HJ, So B, Choi M, Kang D, Song W. Resistance exercise training increases the expression of irisin concomitant with improvement of muscle function in aging mice and humans. *Experimental gerontology*. 2015 Oct 1;70:11-7.
33. Stengel A, Hofmann T, Goebel-Stengel M, Elbelt U, Kobelt P, Klapp BF. Circulating levels of irisin in patients with anorexia nervosa and different stages of obesity—correlation with body mass index. *Peptides*. 2013 Jan 1;39:125-30.
34. Pekkala S, Wiklund PK, Hulmi JJ, Ahtiainen JP, Horttanainen M, Pöllänen E, Mäkelä KA, Kainulainen H, Häkkinen K, Nyman K, Alén M. Are skeletal muscle FNDC5 gene expression and irisin release regulated by exercise and related to health?. *The Journal of physiology*. 2013 Nov 1;591(21):5393-400.
35. Huh JY, Siopi A, Mougios V, Park KH, Mantzoros CS. Irisin in response to exercise in humans with and without metabolic syndrome. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2015 Mar 1;100(3):E453-7.
36. Soltani M, Rashidlamir A, Fathei M, Ghahremanimoghaddam M. The effect of eight weeks of water training on Sirt1, Pgc-1 α and body fat percentage in obese men. *Journal of Babol University of Medical Sciences*. 2018;20(9):55-60.
37. Lecker SH, Zavin A, Cao P, Arena R, Allsup K, Daniels KM, Joseph J, Schulze PC, Forman DE. Expression of the irisin precursor FNDC5 in skeletal muscle correlates with aerobic exercise performance in patients with heart failure. *Circulation: Heart Failure*. 2012 Nov;5(6):812-8.
38. Jäger S, Handschin C, St.-Pierre J, Spiegelman BM. AMP-activated protein kinase (AMPK) action in skeletal muscle via direct phosphorylation of PGC-1 α . *Proceedings of the national academy of sciences*. 2007 Jul 17;104(29):12017-22.
39. Novalle MG, C. C.-p. Irisin, two years later. *Intl J Endocrinol*. 2014; 1-8.
40. Ellefsen S, Vikmoen O, Slettaløkken G, Whist JE, Nygård H, Hollan I, Rauk I, Vegge G, Strand TA, Raastad T, Rønnestad BR. Irisin and FNDC5: effects of 12-week strength training, and relations to muscle phenotype and body mass composition in untrained women. *European journal of applied physiology*. 2014 Sep;114:1875-88.
41. Daskalopoulou SS, Cooke AB, Gomez YH, Mutter AF, Filippaios A, Mesfum ET, Mantzoros CS. Plasma irisin levels progressively increase in response to increasing exercise workloads in young, healthy, active subjects. *European journal of endocrinology*. 2014 Sep;171(3):343-52.
42. Soleymani S, Tofighi A, Babaei Bonab S. Effects of an exhaustive exercise before and after aerobic training along with dietary spirulina supplementation on oxidative stress in inactive obese men. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2018 Sep 23;5(2):36-44.

The Effect of 12 Weeks of Combined Training and Spirulina Supplementation on Irizin, PGC1- α and Some Body Composition Indices of Obese Men

Saeid Rostami*¹- Bijan Rajaeian² - Mehrnoush Esmaeiliyan³

1,3. Assistant professor, Faculty of human sciences, Ragheb Isfahan institute of higher education, Isfahan, Iran 2. Assistant professor, faculty of sport sciences, Islamac azad university, Shahin shahr branch, Shahinshahr, Iran

(Received:2021/08/11;Accepted:2022/04/24)

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of twelve weeks of combined training and spirulina supplementation on Irizin, PGC1- α and some body composition indices of obese men. In this applied and quasi-experimental study, 60 obese men with body mass index above 28 kg / m², with an age range of 20 to 45 years were purposefully selected and randomly divided into four groups; Combined exercise + spirulina, combined exercise + placebo, spirulina and control group. The training protocol was a combination of aerobic (endurance) training and resistance training for 12 weeks, 3 sessions per week and each session for 60 minutes. Exercise and spirulina groups took two 500 mg spirulina and placebo capsules daily, respectively. The aerobic exercise program consisted of running on a treadmill for 20 minutes with an intensity equivalent to 60% to 75% of the reserved heart rate. Also, resistance training includes 10 stationary movements in a circle with intensity equal to 60% to 80% of 1RM with 10 repetitions per movement for 2 consecutive sets with a rest time of 30 seconds between each station and a total of 2 minutes between each round. Body composition indices were also measured before and after exercises. 10 ml of blood was taken from the antecubital vein of the left arm after 12 hours of fasting. The data were analyzed using SPSS software version 24 and Shapiro-Wilk statistical tests, one-way analysis of variance, LSD and paired t-test. According to one-way analysis of variance, plasma levels of Irizin ($p = 0.019$) and body weight ($p = 0.004$) were significantly different between different groups, but BMI and WHR were not significantly different ($0.05 / 0 \leq p$). Accordingly, plasma levels of Irizin and PGC1- α , WHR and BMI showed a significant difference between exercise + spirulina and exercise + placebo groups, as well as body weight values for exercise + spirulina, exercise + placebo and spirulina groups. The findings of the present study showed that with increasing muscle endurance due to repetition or due to anabolic nature of resistance training or increase in lean muscle mass, muscle strength and endurance, Irizin secretion followed by PGC1- α may increase. Following an increase in PGC1- α , an increase in the FNDC5 membrane protein occurs in muscle, which in turn leads to the production and release of Irizin into the bloodstream. The increase in Irizin is probably due to the PGC1- α response to exercise, which has been the stimulus for this type of exercise. In this regard, there is a need for further studies and different sports protocols.

Keywords

Combined training, Irizin, Obese man, PGC1- α , Spirulina.

* Corresponding Author: Email:srostami.20@gamil.com ; Tel: +989131088601