



تأثیر ۱۲ هفته تمرين پیلاتس بر مقادیر پلاسمایی PGC1- α و آیریزین زنان چاق

طیبه نظری گیلان نژاد: دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش، دانشگاه تهران واحد بین الملل کیش، کیش، ایران

عباسعلی گائینی: استاد و متخصص فیزیولوژی ورزش، دانشگاه تهران، تهران، ایران (*نویسنده مسئول) aagaeini@ut.ac.ir

رضا نوری: استادیار فیزیولوژی ورزش، دانشگاه تهران واحد کیش، تهران، ایران

روح الله حق شناس: استادیار فیزیولوژی ورزش، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

چکیده

کلیدواژه‌ها

فعالیت ورزشی پیلاتس
PGC1- α
آیریزین،
زنان چاق

زمینه و هدف: چاقی شایع‌ترین اختلال سوت و سازی و مهم‌ترین مشکل دهه اخیر به شمار می‌رود. فعالیت ورزشی با تأثیر بر PGC-1 α و متعاقب آن افزایش مایوکالین آیریزین موجب تغییر ساختار بافت چربی سفید و تبدیل آن به بافت چربی قهوه‌ای می‌شود و می‌تواند اثرات منفی چاقی را کاهش دهد. هدف از پژوهش حاضر بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرين پیلاتس بر مقادیر پلاسمایی PGC-1 α و آیریزین زنان چاق بود.

روش کار: پژوهش حاضر از نوع توسعه‌ای و روش آن نیمه‌تجربی به صورت پیش‌آزمون، پس‌آزمون بود. جامعه آماری پژوهش حاضر کلیه زنان چاق با BMI بالاتر از ۳۰ و دامنه سنی ۲۵ تا ۳۵ سال شهر سمنان بودند. از این جامعه، تعداد ۳۰ نفر به عنوان نمونه آماری به صورت در دسترس انتخاب و به طور تصادفی در دو گروه آزمایش و کنترل قرار گرفتند. گروه آزمایش پروتکل تمرين ورزشی پیلاتس که شامل انجام حرکات کششی، قدرتی، هماهنگی عصبی عضلانی و تعادل بود را به مدت ۱۲ هفته، هر ۴۸ ساعت سه جلسه و هر جلسه ۱/۵ ساعت اجرا کردند. از روش الیزا برای اندازه‌گیری متغیرهای PGC-1 α و آیریزین در ۴۸ ساعت قبل از شروع پروتکل تمرينی و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرين استفاده گردید. از روش تحلیل کوواریانس در سطح معناداری ($p \leq 0.05$) برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد ۱۲ هفته تمرين ورزشی پیلاتس منجر به افزایش معنادار در PGC-1 α (p=0.027) و آیریزین (p=0.001) در گروه آزمایش نسبت به گروه کنترل شد.

نتیجه‌گیری: به طور کلی، نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد ۱۲ هفته تمرين پیلاتس می‌تواند موجب افزایش PGC-1 α و آیریزین پلاسمایی شود و می‌توان بیان کرد که احتمالاً این نوع تمرين تأثیر مثبتی بر تبدیل بافت چربی سفید به چربی قهوه‌ای و افزایش گرمایشی در بدن می‌شود.

تعارض منافع: گزارش نشده است.

منبع حمایت کننده: تمامی مخارج پژوهش حاضر توسط نویسنده اول پرداخت گردیده است.

شیوه استناد به این مقاله:

Nazari Gilan Nejad T, Gaeini AA, Noori R, Haghshenas R. Effect of 12-week pilates training on plasma levels of PGC1- α and Irisin in obese women. Razi J Med Sci. 2019;26(5):87-95.

* منتشر این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 3.0 صورت گرفته است.



Original Article

Effect of 12-week pilates training on plasma levels of PGC1- α and Irisin in obese women

Tayebeh Nazari Gilan Nejad, PhD student in Exercise Physiology, University of Tehran, Kish Branch, Tehran, Iran

Abbas Ali Gaeini, Professor of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran (* Corresponding author) aagaeini@ut.ac.ir

Reza Noori, Assistant Professor of Exercise Physiology, University of Tehran, Kish Branch, Tehran, Iran

Roohollah Haghshenas, Assistant Professor of Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Humanities, Semnan University, Semnan, Iran

Abstract

Background: Obesity is the most common metabolic disorder and important problem of the last decade. Exercise activity can reduce the negative effects of obesity by affecting PGC-1 α and subsequent increases in Irisin, it can change the white adipose tissue and convert it into brown adipose tissue. The purpose of this study was to investigate the effect of 12 weeks Pilates training on the plasma values of PGC-1 α and Irisin in obese women.

Methods: the research method was semi-experimental with pre-test, post-test. The statistical population was all obesity women with BMI higher than 30 and age range 25-35 in Semnan. 30 people were selected as available statistical sample from this population and were randomly assigned into two groups: experimental group and control group. The experimental group performed Pilates training protocol, which included stretching tensile exercises, neuromuscular coordination and balance, for 12 weeks, three sessions per week, and every session of 1.5 hours. The ELISA method was used to measure PGC-1 α and Irisin variables 48 h before the start of the exercise protocol and 48 hours after the last exercise session. To analyze the data, covariance analysis was used at the significant level ($p \leq 0.05$).

Results: The results showed that 12 weeks Pilates training can lead to a significant increase in PGC-1 α ($p=0.027$) and Irisin ($p=0.001$) in the experimental group compared to the control group.

Conclusion: The results show that 12 weeks Pilates training can lead to increase PGC-1 α and plasma Irisin and it can be stated that this type of training has a positive effect on converting white adipose tissue into brown adipose tissue and increasing exothermicity in the body.

Conflicts of interest: None

Funding: By First Author

Keywords

Pilates training,

PGC1- α ,

Irisin,

Obese women

Received: 16/04/2019

Accepted: 16/07/2019

Cite this article as:

Nazari Gilan Nejad T, Gaeini AA, Noori R, Haghshenas R. Effect of 12-week pilates training on plasma levels of PGC1- α and Irisin in obese women. Razi J Med Sci. 2019;26(5):87-95.

This work is published under CC BY-NC-SA 3.0 licence.



کنترل می‌کند. PGC-1 α در عضلات اسکلتی همراه با فعالیت عضلانی موجب افزایش بایوژنر میتوکندریایی، آنزیوژن و پلاستیسیته تارهای عضلانی می‌شود. همچنین موجب مقاومت در برابر دیستروفی و آتروفی عضلانی هم می‌شود (۶). PGC-1 α بایوژنر و تنفس میتوکندریایی را توسط پروتئین‌های UCP1 و عوامل تنفسی هسته کنترل می‌کند (۷). این پروتئین برای ترموزنر بافت چربی قهقهه‌ای لازم است ولی تأثیری بر روند قهقهه‌ای شدن بافت چربی ندارد و در آزمایش‌های مختلف که افزایش بیان PGC-1 α در بافت زیر جلدی موجب تغییر فنوتیپ بافت چربی سفید و تبدیل به بافت چربی قهقهه‌ای می‌شود، این تغییر فنوتیپ با افزایش بیان ژن UCP1، پروتئین‌های زنجیره‌ی تنفسی و آنزیم‌های اکسیداتیو اسیدهای چرب همراه است (۸). مسیرهای پیامرسانی مختلفی در عضله اسکلتی برای تنظیم بیان PGC-1 α در سلول وجود دارد. نتایج پژوهش‌ها نشان می‌دهد که مسیر پیامرسانی استقامتی ضروری است. البته این مسیر به عنوان یک مسیر تعاملی با سایر مسیرهای پیامرسانی در نظر گرفته می‌شود (۹). ترشح PGC-1 α سبب ترشح FNDC5 می‌شود که با شکسته شدن این پروتئین، - هورمون آیریزین که بخشی از این پروتئین است، رها می‌شود. با رها شدن آیریزین، بیان پروتئین جفت نشده Uncoupling (UCP1) افزایش می‌یابد. UCP1 نوع ۱ (protein 1) با افزایش نفوذپذیری غشای داخلی میتوکندریایی به پروتون، مانع از جفت شدن پروتون‌ها می‌شود و پتانسیل الکتروشیمیایی را کاهش و مانع از سنتز ATP (Adenosine triphosphate) می‌شود. در این فرایند هر چند که زنجیره‌ی انتقال الکترونی خیلی سریع انجام می‌شود، ولی انرژی حاصل از انتقال الکترون‌ها به شکل گرمای هدر می‌رود و ATP ساخته از پروتون‌ها در بافت چربی سفید می‌شود و گرمایی را افزایش می‌دهد (۵).

پژوهش‌های مختلف، دوره‌های گوناگون فعالیت

چاقی یکی از مهم‌ترین عوامل خطر بیماری‌های قلبی- عروقی است (۱). بافت چربی به عنوان عامل به وجود آورنده چاقی از دو جزء عملکردی متفاوت تشکیل شده است. بافت چربی سفید (White adipose tissue) که محل ذخیره انرژی است و بافت چربی قهقهه‌ای (Brown adipose tissue) که نقش گرمایی (تبدیل انرژی شیمیایی به انرژی حرارتی) دارد (۲). از این رو، به نظر می‌رسد کاستن از چربی سفید که یک عامل خطر در اکثر بیماری‌ها به شمار می‌رود و افزایش چربی قهقهه‌ای، یکی از روش‌های مؤثر جلوگیری از برخی بیماری‌های قلبی- عروقی و متابولیکی است (۳). سازوکار مولکولی تبدیل بافت چربی سفید به قهقهه‌ای و افزایش گرمایی و در نهایت کاهش وزن از طرف بوستروم و همکاراش، گزارش شده است. آن‌ها عامل اصلی این پدیده را، پیتیدی به نام آیریزین که از بافت عضلانی ترشح می‌شود معرفی کردن. این مایوکاین از تجزیه‌ی پروتئین پراکسی‌زومی (که با نام‌های FNDC5 (Fibronectin type III domain containing 5) Fibronectin (FRCP2) (Peroxisomal protein) و PEP (repeat containing protein 2) نیز شناخته می‌شود) به وجود می‌آید. پروتئین FNDC5 پس از تجزیه و جدا شدن از غشا به پیتیدی ۱۱۲ اسید‌آمینه‌ای تبدیل می‌شود که به دلیل شباهتش به الهه‌ی پیام‌آور رنگین کمان یونان باستان (آیریز)، آیریزین نامیده می‌شود (۴). مطالعات گوناگون نشان می‌دهند FNDC5 در پاسخ به فعالیت عضلانی ترشح می‌شود (۵). در حقیقت، فعالیت بدنی ترشح PGC-1 α (activated receptor gamma coactivator 1-alpha) را تحريك می‌کند. PGC-1 α یکی از مهم‌ترین فعال کننده‌های PPAR γ (PPAR γ - Peroxisome) است که باعث تنظیم (activated receptor gamma (Thermogenesis) بیان ژن پروتئین UCP1 و ترموزنر در بافت چربی قهقهه‌ای می‌شود. همچنین در بعضی موارد مشخص شده که PGC-1 α بایوژنر میتوکندریایی و سوخت و ساز اکسیداتیو را در بسیاری از سلول‌ها

فعالیت ورزشی وابسته است و معلوم نیست که آیا فعالیت ورزشی پیلاتس همان آثار فعالیتهای ورزشی سنتی را بر بافت چربی دارد یا خیر. با توجه به محدود بودن پژوهش‌ها در مورد آثار فعالیت ورزشی پیلاتس بر سطوح پلاسمایی PGC-1 α و هورمون آیریزین و متناقض بودن یافته‌های پژوهش‌های قبلی، پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر ۱۲ هفته فعالیت ورزشی پیلاتس بر سطوح پلاسمایی PGC-1 α و هورمون آیریزین زنان چاق انجام شد این سؤال مطرح گردید که آیا یک دوره فعالیت ورزشی پیلاتس بر مقادیر سرمی PGC-1 α و هورمون آیریزین زنان چاق تأثیر دارد؟

روش کار

آزمودنی‌ها: جامعه آماری پژوهش حاضر، کلیه زنان چاق با BMI بالاتر از ۳۰ و دامنه سنی ۲۵ تا ۳۵ سال شهر سمنان را بودند. از این جامعه، ۳۰ نفر به عنوان نمونه آماری در دسترس انتخاب شدند و تصادفی در دو گروه پیلاتس (۱۵ نفر) و کنترل (۱۵ نفر) قرار گرفتند. آزمودنی‌ها با فراخوان در سطح شهر سمنان و پس از تکمیل پرسشنامه سلامت و رضایت نامه برای شرکت در پژوهش داوطلب شدند. اما با گذر زمان ۳ نفر از آزمودنی‌ها به دلایل شخصی پس از ۶ هفته پیشرفت کار پژوهش از دور خارج شدند و آزمودنی‌های گروه پیلاتس ۱۳ نفر و کنترل ۱۴ نفر شدند.

معیارهای ورود و خروج: کلیه آزمودنی‌ها قبل از شرکت در تحقیق از مراحل مختلف کار مطلع شده و فرم رضایت نامه شرکت در آزمون را امضاء کردند.

معیارهای ورود به مطالعه عبارت بودند از: زنان چاق با BMI بالاتر از ۳۰ و دامنه سنی ۲۵ تا ۳۵ سال و غیر يائسه؛ نداشتن بیماری‌های قلبی-عروقی، عارضه‌های شدید مانند شکستگی‌های شدید، بیماری‌های عضلانی شدید و معلولیت جسمی و روانی، بیماری‌های خونی، کبدی، کلیوی، تنفسی، اختلالات هورمونی و اختلال خواب؛ استفاده نکردن از مواد الکلی، مواد مخدر و داروهای غیر مجاز و استعمال دخانیات؛ با توانایی انجام فعالیت‌های روزمره و نداشتن منع فعالیت ورزشی از سوی پزشک.

معیارهای خروج از مطالعه عبارتند بودند از: آزمودنی‌ها می‌توانستند در هر مرحله از تحقیق در

ورزشی بر چاقی و اضافه وزن را مطالعه کرده‌اند. برای مثال، میاموتو و همکارانش، تأثیر تمرین استقامتی بر مقادیر سرمی آیریزین را در بزرگسالان جوان و مسن مطالعه و مشاهده کرده‌اند مقادیر سرمی آیریزین در گروه میان‌سال در حد معناداری افزایش یافته است (۱۰). همچنین، کیم و همکارانش، در پژوهشی تأثیر ۱۲ هفته تمرین مقاومتی را در ۴۰ مرد سالم سالم‌نمد بررسی کردند و افزایش معنادار آیریزین را گزارش کردند (۱۱). اما کوردیووا و همکارانش، در پژوهشی تأثیر ۱۲ هفته تمرین را در زنان چاق و دارای اضافه وزن انجام دادند و گزارش کردند این مدت تمرین هوازی تأثیر معناداری بر آیریزین سرم ندارد (۱۲). از طرفی، تسوچیا و همکارانش، نشان داده‌اند ۴ هفته تمرین سرعتی در ۲۰ مرد سالم باعث کاهش آیریزین سرمی می‌شود (۱۳).

به طور کلی، بیشتر فعالیتهای ورزشی انجام شده به روشن دوره‌های فعالیت ورزشی هوازی انجام شده است. یکی از روش‌های نوین دوره‌های فعالیت ورزشی، شیوه فعالیت پیلاتس است. این رشته‌ی ورزشی متشکل از فعالیت‌های ورزشی است که بر پیشرفت انعطاف، قدرت و تعادل در همه اندام‌های بدن، بدون اینکه عضلات از شکل طبیعی خود خارج شوند تمرکز دارد. این فعالیت ورزشی از حرکات کنترل شده‌ای تشکیل می‌شود که بین بدن و مغز هارمونی فیزیکی تولید می‌کند و توانایی بدن افراد را در هر سنی افزایش می‌دهد به علاوه، کسانی که پیلاتس انجام می‌دهند خواب بهتر، عصبانیت کمتر، استرس و خستگی کمتر خواهند داشت. هر چند پژوهش‌ها درباره تأثیر تمرین پیلاتس بر شاخص‌های مؤثر در چاقی مثل آیریزین کم است اما، در پژوهشی با عنوان تأثیر فعالیت ورزشی تناوبی شدید و پیلاتس بر مقادیر آیریزین سرمی و مقاومت انسولینی زنان دارای اضافه وزن، گزارش شده است یک جلسه فعالیت ورزشی پیلاتس و فعالیت ورزشی تناوبی شدید موجب افزایش آیریزین سرم در زنان دارای اضافه وزن می‌شود، اما این افزایش فقط در گروه تمرین تناوبی شدید معنادار بوده است (۱۴).

در مجموع به نظر می‌رسد فعالیت ورزشی، کاهش آیریزین ناشی از چاقی را جبران کند و موجب افزایش آیریزین می‌گردد اما این افزایش به شدت، مدت و نوع

حرکات کششی ساده که برای گرم کردن در نظر گرفته شد و پس از آن، برنامه اصلی شامل انجام حرکات کششی، قدرتی، هماهنگی عصبی عضلانی، تعادل انجام می‌شد و در انتهای هر جلسه ۱۰ دقیقه حرکات کششی ساده به منظور سرد کردن انجام شد. تعداد حرکات از ۱۰ تکرار شروع و در جلسات آخر به ۸۰-۷۰ تکرار رسید. در هر جلسه علاوه بر تمرین‌های جلسه قبل، تمرین‌های جدید نیز اضافه می‌شد. پژوهشگر هر تمرین را به نمایش می‌گذاشت و سپس کلامی و به کمک یکی از آزمودنی‌ها برای اطمینان از صحت یادگیری، آن را تکرار می‌کرد و در ادامه به نحوه اجرای آزمودنی‌ها نظرات می‌کرد و با هدف افزایش هماهنگی و تسهیل فرآیند یادگیری، تمام حرکات به صورت آهسته و کنترل شده به آزمودنی‌ها آموزش داده می‌شد. تمرین‌ها از سطح پایین (سطح ۴) شروع و به تدریج تا هفته ۱۲ به (سطح ۱) ادامه یافت. ضمناً، یک دوره ۳۰ ثانیه‌ای استراحت، بین هر تمرین با تمرین بعدی در نظر گرفته شد. همچنین، اگر آزمودنی‌ها هنگام تمرین کنترل خود را از دست می‌دادند به آن‌ها توصیه شد یک مرحله به عقب بازگردند تا به سطح پایه برسند. طراحی برنامه تمرینی با کمک کتاب‌های تمرینات پیلاتس برای ناحیه مرکزی نوشته کین (Keane) و کتاب آموزش پیلاتس برای وضعیت نامناسب، بیماری‌ها و آسیب‌ها نوشته پترسون (Peterson) و با توجه به برنامه‌های تمرینی استاندارد اجرا گردید (۱۵ و ۱۶).

نمونه‌گیری خون: ۵ سی سی خون از شریان دست

صورت عدم تمایل به ادامه کار از ادامه‌ی همکاری در اجرای تحقیق انصراف دهنده، بروز آسیب در هر مرحله‌ای از تمرین. تلاش شد کلیه مسائل بهداشتی هنگام اجرای کار به ویژه مرحله خون‌گیری رعایت شود. همچنین همه جنبه‌های اخلاقی و حقوقی این پژوهش توسط کمیته اخلاقی طرح‌های پژوهشی پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی با کد IR.SSRI.REC.1397.318 مورد تأیید قرار گرفت.

روش کار: برای انتخاب آزمودنی‌ها ابتدا فراخوانی در شهر سمنان و دعوت به حضور در پژوهش زده شد. تعداد ۳۰ زن چاق انتخاب شده و به صورت تصادفی در دو گروه تمرین پیلاتس و گروه کنترل قرار گرفتند. گروه تمرین به مدت ۱۲ هفته، هر هفته سه جلسه و هر جلسه ۱/۵ ساعت فعالیت ورزشی داشتند، اما گروه کنترل تمرینی نداشتند. برای آشنایی آزمودنی‌ها با روند کار یک هفته قبل از شروع پروتکل تمرینی، یک جلسه توجیهی برگزار شد. سپس در ۴۸ ساعت قبل از شروع تمرین، خون‌گیری اولیه انجام شد و بعد از ۱۲ هفته تمرین ورزشی و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه، مرحله دوم خون‌گیری انجام شد. خون‌گیری مرحله پیش آزمون و پس آزمون در ساعت ۸ صبح و در حالت ناشتاپی انجام شد.

پروتکل تمرین پیلاتس: برنامه هر جلسه: در ابتدای هر جلسه مقدمات جلسه تمرین شامل چک کردن وضعیت بدنی، کنترل تنفس و نحوه درست ایستادن در کلاس پیلاتس آموزش داده شد. سپس، ۱۰ دقیقه

جدول ۱ - برنامه تمرین پیلاتس در هر جلسه

سطح تمرین	نوع تمرین	زمان بندی تمرین
سطح نیاز	تعادل یک پا از رو برو با پای خم و صاف، سینی بادست، پیش خدمت نادان، گریه ایستاده، مهره به مهره پائین رفتن، چهار دست	۱۲ هفته (گرم کردن) و پا با اجرای ثابت، سجده، پائین رفتن از پشت به زمین، بالا آوردن ساده پا (تک پا)، دایره کوچک پا و چرخش پا
سطح ۴	رساندن کف هر دو دست به زمین، چهار دست و پا تعادل اجرای ثابت، چهار دست و پا با ضربه دست و پا، نخ کردن سوزن، پری دریابی، پل سرشانه، پل سرشانه با حرکت یک پا، بالا آوردن تک پا از پهلو، فشار لوزی، کبری و کبری با چرخش گردن	۳ هفته اول
سطح ۳	مهره به مهره به شناور سوئی دی یا شناور کامل، ستاره مرحله یک و ستاره کامل، سوپر من، دارت با چرخش از کمر به طرفین، کن کن با پای جمع و یک پای صاف و دو پای صاف و چرخش باسن، خم شدن از پهلو، کشش دو پا با پنجه (قورباغه)، کشش تک پا، کشش تک پا با پیچ بالاتنه	۳ هفته دوم
سطح ۲	حرکت هاندرد، کشش تک پا با پای صاف، برگشت به پشت، کشش ستون مهره‌ها، پیچ بالاتنه نشسته، اره، خط کش از پشت، پل پهلو، خط کش از جلو، اصول (تنفس، مرکزیت، کنترل، تمرکز)	۳ هفته سوم
سطح ۱	تعادل تی، شنا، شیرجه وارونه، چوب پنبه بازکن، تیز، بومرنگ، حفظ تعادل، گهواره با پای باز، اصول (هماهنگی، تفکیک پذیری) ریکاوری	۳ هفته آخر ۱۲ هفته (سرد کردن)

از آزمون شاپرو-ویلک و برقراری شرایط آزمون تحلیل واریانس و به منظور تعدیل اثر پیش آزمون، از آزمون تحلیل کوواریانس برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس نشان داد، پس از حذف تأثیر پیش آزمون بر روی متغیرهای وابسته آیریزین و PGC-1 α بین دو گروه در متغیر آیریزین ($p=0.001$) و PGC-1 α ($p=0.027$) تفاوت معناداری وجود دارد (جدول ۳).

بحث و نتیجه‌گیری

به طور کلی، نتایج پژوهش حاضر نشان داد، تمرين ورزشی پیلاتس منجر به افزایش PGC-1 α و آیریزین می‌شود. پیرامون سطوح PGC-1 α ، یافته‌ها حاکی از تأثیر معنادار ۱۲ هفته تمرين ورزشی پیلاتس بر PGC-1 α پلاسمایی زنان چاق بود و همسو با نتایج پژوهش حاضر، سلطانی و همکارانش، نشان دادند ۸ هفته تمرين در آب موجب افزایش معنادار PGC-1 α در مردان چاق می‌شود (۱۷). لکر، تحقیقی بر ۲۴ بیمار دچار عارضه‌ی سیستولی قلبی انجام داد و نتایج نشان داد در بیمارانی که بیان عضلانی بیشتر PGC-1 α و FNDC5 داشتند عملکرد هوایی بهتر بوده و همبستگی مثبت بین بیان FNDC5 و PGC-1 α پس از محدودیت‌های عضلانی وجود دارد (۱۸). یافته‌های آن‌ها نشان داد، بافت چربی سفید زیرجلدی که مستعد تبدیل شدن به بافت چربی قوه‌های است به طور معنی‌داری با بیان UCP1 افزایش یافته است. بنابراین سیگنال‌های فعال‌کننده PGC-1 α ، به احتمال زیاد بتوانند سبب آبشار پیامرسانی عواملی شوند که می‌تواند موجب فعال‌سازی تغییر فنتویپ بافت

راست همه آزمودنی‌ها ۴۸ ساعت قبل از شروع دوره‌های تمرين و پس از ۱۲ ساعت ناشتاپی و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرين گرفته شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۵ دقیقه ساتریفیوژ شدند و پلاسمای آن‌ها جدا شد و برای ادامه مراحل تحقیق در دمای -۸۰ درجه سانتی‌گراد فریز و نگهداری شدند. برای سنجش آیریزین پلاسمما از روش الیزا با استفاده از Human Irisin, ELISA, ZellBio GmbH, Kitz, Ulm, Germany ساخت کشور آلمان با ضریب تغییرات ۵/۱ درصد و حساسیت ۰/۰۵ نانوگرم در میلی‌لیتر استفاده شد.

روش‌های آماری: برای اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده‌ها در هر متغیر از آزمون شاپرو-ویلک استفاده شد. همچنین برای پاسخگویی به سؤالات پژوهش از آزمون تحلیل کوواریانس در سطح معنی‌داری ($p\leq 0.05$) و به کمک نرم‌افزار SPSS-22 استفاده شد.

یافته‌ها

آمار توصیفی آزمودنی‌ها در جدول شماره ۲ ذکر شده است.

پس از تایید طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از

جدول ۲- آمار توصیفی مربوط به ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها در وضعیت پایه

(کیلوگرم بر مترمربع) BMI	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	سن (سال)	
۳۷/۵±۰/۵/۸۹	۱۵۷/۵±۰/۵/۱۶	۹۳/۱۲±۰/۱/۵۸	۳۰/۳±۰/۰/۹	گروه تمرين پیلاتس (N=۱۳)
۳۷/۵±۰/۰/۴۹	۱۵۹/۷±۱۰/۰/۵	۹۴/۱۴±۴۰/۵۷	۳۲/۳±۰/۰/۰	گروه کنترل (N=۱۴)

جدول ۳- نتایج تحلیل کوواریانس چند متغیره با کنترل پیش آزمون در دو گروه مداخله و کنترل مربوط به متغیرهای آیریزین و PGC-1 α

متغیر	گروه	پیش آزمون	پس آزمون	مجموع		اندازه اثر	ضریب	درجه	معناداری	F	آزادی
آیریزین	آزمایش	۱۹/۹۰±۳/۲۲	۲۲/۸۴±۴/۴۳	۲۲/۸۴±۴/۴۳		.۰/۹۴	.۰/۳۷	.۰/۰۰۱	۱۳/۴۳	۱	۷۳/۵۲
(ng/ml)	کنترل	۲۰/۱۹±۳/۴۶	۱۹/۹۸±۴/۲۳			.۰/۶۲	.۰/۲۰	.۰/۰۲۷	۵/۶۱	۱	۴۰/۷۷
PGC-1 α	آزمایش	۹/۷۵±۱/۶۵	۱۲/۴۷±۳/۵۳								
(ng/ml)	کنترل	۱۰/۵۵±۱/۹۹	۱۰/۲۶±۲/۳۲								

همکارانش، نشان دادند تمرین ورزشی موجب افزایش معنadar آیریزین می‌گردد (۴). از طرفی یافته‌های پژوهش حاضر با یافته‌های برخی پژوهش‌ها همخوانی ندارد (۲۶-۲۸). بر اساس پژوهش تیمونز و همکارانش، افزایش پیش‌سازهای آیریزین مانند FNDC5 پس از فعالیت بدنی، تنها در افراد مسن مشاهده شده است؛ در صورتی که در افراد جوان چنین تغییراتی گزارش نگردیده است (۲۸). احتمالاً اصلی‌ترین عامل وجود تفاوت بین نتایج پژوهش حاضر و پژوهش تیمونز و همکارانش در سن آزمودنی‌ها باشد. چون تیمونز و همکارانش پژوهش خود را روی آزمودنی‌های مسن انجام دادند و این آزمودنی‌ها به نسبت افراد جوان قابلیت سازگاری با ورزش و توانایی انجام فعالیت‌های با شدت بالا را ندارند پس احتمال دارد که آزادسازی آیریزین در آن‌ها هم دچار اختلال شود همچنین تفاوت در آمادگی بدنی آزمودنی‌ها یکی دیگر از علل اصلی وجود تفاوت در نتایج بدست آمده می‌تواند باشد.

اما در مجموع به نظر می‌رسد آیریزین در پاسخ به فعالیت ورزشی افزایش می‌یابد و تمرین پیلاتس محركی مناسب برای آن بوده است. احتمالاً اصلی‌ترین دلیل افزایش آیریزین افزایش PGC-1 α است. PGC-1 α یک مولکول فعل کننده رونویسی و محرك بیان پروتئین غشایی FNDC5 در سلول‌های عضلانی است که متعاقب تمرین ورزشی افزایش پیدا می‌کند (۲۹-۳۱). سپس FNDC5 آزاد شده از غشاء سلول‌های عضلانی، شکسته می‌شود و بخشی از آن به صورت آیریزین وارد جریان خون می‌گردد. سپس آیریزین آزاد شده در جریان خون در جهت چربی‌سوزی و تبدیل بافت چربی سفید به چربی قهقهه‌ای چند مسیر سیگنالی مختلف را فعال می‌کند. مولکول آیریزین تولید شده به گیرندهای UCP-1 در بافت چربی سفید متصل می‌شود و از طریق افزایش بیان این گیرندها موجب تبدیل بافت چربی سفید به بافت چربی قهقهه‌ای می‌شود (۴). از طرف دیگر مولکول آیریزین تولید شده می‌تواند موجب افزایش بیان مولکول UCP-1 در سطوح بافت چربی سفید شود و منجر به افزایش محتوى میتوکندریایی UCP-1 در این بافت می‌شود که خود موجب القاء تبدیل بافت چربی سفید به بافت چربی قهقهه‌ای می‌شود. این اعمال آیریزین در کل موجب افزایش فعالیت‌های

چربی‌سفید به بافت چربی قهقهه‌ای گردد (۱۸). از جمله دلایل احتمالی نتایج بدست آمده می‌تواند تأثیر فعالیت ورزشی بر افزایش بیان آنزیم AMPK (پروتئین کیناز فعال شده توسط AMP) باشد. این آنزیم تنظیم‌کننده اصلی متابولیسم سلولی است و می‌تواند به طور مستقیم PGC-1 α را فسفریله کند و فعال کند (۱۹). همچنین بیان شده که فعالیت‌های ورزشی می‌توانند موجب تحریک فعل سازی گیرنده‌های β آدرنرژیکی توسط کاتکولامین‌ها گردد که خود موجب افزایش cAMP و CREB در نتیجه منجر به فعل سازی فاکتور رونویسی باشد. همچنین متعلق به عناصر حساس به cAMP می‌گردد و در نهایت باعث افزایش بیان PGC-1 α می‌شود (۲۰). این افزایش PGC-1 α شاید مکانیسمی برای تعدیل جریان‌های سوخت و سازی در عضله اسکلتی و در پاسخ به کاهش سطح ATP و افزایش سطح ADP و AMP و در نتیجه دگرگونی نیازهای سوختی متعاقب فعالیت ورزشی باشد (۲۰). همچنین افزایش ظرفیت و توانایی زنان چاق در انجام حرکات پیلاتس و ارتقاء از سطح چهار به سطح یک تمرینی هم می‌تواند ناشی از افزایش PGC-1 α باشد زیرا مشخص شده افزایش بیان PGC-1 α موجب افزایش ظرفیت سوخت و سازی و همچنین افزایش بیان ژن‌های پروتئین‌های زنجیره تنفسی میتوکندریایی می‌گردد (۲۱) که خود به افزایش توانایی در انجام حرکات و افزایش ظرفیت تنفسی در انجام حرکات هوازی منجر می‌شود. از طرفی ایکدا و همکارانش نشان دادند، ۸ هفته تمرین اختیاری روی نوار گردان تغییراتی در بیان ژن PGC-1 α ایجاد نکرد (۲۲). عوامل بسیاری می‌توانند این اختلاف نتایج را ایجاد کنند و از جمله این عوامل می‌توان تفاوت در شدت تمرین، تعداد جلسات تمرین، نوع تمرین، سن آزمودنی‌ها، رژیم غذایی و آمادگی جسمانی اولیه آزمودنی را نام برد.

نتایج پیرامون آیریزین نشان داد ۱۲ هفته تمرین ورزشی پیلاتس بر آیریزین زنان چاق تأثیر دارد، این نتیجه با تعداد بالایی از مطالعات مشابه همسو بوده و با آن‌ها هم‌خوانی دارد (۱۲، ۱۴، ۲۳، ۲۵). از جمله خدادادی و همکارانش، تشنان دادند یک جلسه فعالیت ورزشی پیلاتس موجب افزایش معنadar آیریزین در زنان دارای اضافه وزن می‌شود (۱۴). همچنین بوستروم و

- Disorders. *Diabetes Metab J*; 2016. 40(1): 12-21.
4. Bostrom 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): 463-8.
 5. Hejazi K, Attarzadeh Hosseini SR, Fathi M, Mosaferi Ziaaldini M. The Effect of Physical Activity on Adipose Tissue and Skeletal Muscles: A Literature Review. *Rep Health Care*; 2019. 5(1): 54-62.
 6. Wenz T, Rossi SG, Rotundo RL, Spiegelman BM, Moraes CT. Increased muscle PGC-1 α expression protects from sarcopenia and metabolic disease during aging. *Proc Natl Acad Sci*; 2009. 106(48): 20405-10.
 7. Wu Z, Puigserver P, Andersson U, Zhang C, Adelmant G, Mootha V, Troy A, Cinti S, Lowell B, Scarpulla RC, Spiegelman BM. Mechanisms controlling mitochondrial biogenesis and respiration through the thermogenic coactivator PGC-1. *Cell*; 1999. 98(1): 115-24.
 8. Tiraby C, Tavernier G, Lefort C, Larrouy D, Bouillaud F, Ricquier D, Langin D. Acquisition of brown fat cell features by human white adipocytes. *J Biol Chem*; 2003. 278(35): 33370-6.
 9. Lira VA, Benton CR, Yan Z, Bonen A. 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. Miyamoto-Mikami E, Sato K, Kurihara T, Hasegawa N, Fujie S, Fujita S, 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. 10(3): 1-12.
 11. Kim HJ, Lee HJ, So B. Effect of aerobic training and resistance training on circulating irisin level and their association with change of body composition in overweight/obese adults: a pilot study. *Physiol Res*; 2016. 65(2): 271-279.
 12. Kurdiova T, Balaz M, Vician M, Maderova D, Vlcek M, Valkovic L, et al. 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. *J Physiol*; 2014. 592(5): 1091-107.
 13. Tsuchiya Y, Ando D, Goto K, Kiuchi M, Yamakita M, Koyama K. High-Intensity Exercise Causes Greater Irisin Response Compared with Low-Intensity Exercise under Similar Energy Consumption. *Tohoku J Exp Med*; 2014. 233(2): 135-40.
 14. Khodadadi H, Rajabi H, Attarzadeh SR, Abbasian S. The Effect of High Intensity Interval Training (HIIT) and Pilates on Levels of Irisin and Insulin Resistance in Overweight Women. *J Diabetes Metab Disord*; 2014. 16(3): 190-196. (Persian).
 15. Peterson J. Teaching Pilates for postural faults,

متابولیکی بدن و افزایش مصرف انرژی در بدن می‌شود که به عنوان نقش آیریزین در درمان بیماری‌های متabolیکی و کاهش وزن در نظر گرفته می‌شود (۲).

از جمله محدودیت‌های موجود در پژوهش حاضر عدم توانایی محقق در ژنتیک و نوع چاقی آزمودنی‌ها، کنترل رژیم غذایی، حالات روحی و روانی روزمره، داروهای مصرفی و فعالیت‌های روزانه آزمودنی‌ها، عدم کنترل انجام حرکات ذهنی پیلاتس در میان آزمودنی‌ها و عدم دقت و کنترل آزمودنی‌ها بر عضلات مورد استفاده و زاویه استفاده از اندام‌ها یود.

به طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد ۱۲ هفته تمرین پیلاتس می‌تواند موجب افزایش PGC-1 α و آیریزین پلاسمایی می‌شود. در مجموع می‌توان بیان کرد احتمالاً که در اثر تمرین ورزشی پیلاتس میزان PGC-1 α افزایش پیدا می‌کند و موجب افزایش پروتئین غشائی FNDC5 در عضله می‌شود که خود منجر به تولید و آزادسازی آیریزین به درون خون می‌شود. PGC-1 α به تمرین ورزشی پیدا کرد و تمرین پیلاتس محركی احتمالاً باید علت افزایش آیریزین را در پاسخ به تمرین ورزشی پیدا کرد. برای آن بوده است.

تقدیر و تشکر

این مقاله مستخرج از رساله دانشجویی دکتری فیزیولوژی ورزشی - بیوشیمی ورزشی مصوب در دانشگاه تهران واحد بین‌الملل کیش است که در گروه پژوهشی دانشگاه و کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی با کد IR.SSRI.REC.1397.318 مورد تأیید قرار گرفت. بدینوسیله از تمامی آزمودنی‌هایی که در انجام این پژوهش ما را یاری کردن کمال تقدير و تشکر را داریم.

References

1. Chiadi EN, Kunihiro M, Mariana L, Natalie B, Roger SB, Gary G, et al. Obesity and Subtypes of Incident Cardiovascular Disease. *J Am Heart Assoc*; 2016. 1-10.
2. Handschin C, Spiegelman BM. The role of exercise and PGC1 α in inflammation and chronic disease. *Nature*; 2008. 454(7203): 463-9.
3. Kim SH, Plutzky J. Brown Fat and Browning for the Treatment of Obesity and Related Metabolic

- illness and injury: A practical guide, 1e. Philadelphia: Butterworth Hernemann Elsevier; 2009.
16. Keane S. Pilates for Core Strength. United Kingdom: Greenwich Pub; 2005.
17. Soltani M, Rashidlamir A, Fathi M, Ghahremanimoghaddam M. The Effect of Eight Weeks of Water Training on Sirt1, Pgc-1 α and Body Fat Percentage in Obese Men. *J Babol Univ Med Sci*; 2018. 20(9): 55-60 (Persian).
18. Lecker SH¹, Zavin A, Cao P, Arena R, Allsup K, Daniels KM, Joseph J, et al. Expression of the irisin precursor fndc5 in skeletal muscle correlates with aerobic exercise performance in patients with heart failure. *Circ Heart Fail*; 2012. 5: 812-8.
19. Jäger S, Handschin C, Pierre JS, Spiegelman BM. AMP-activated protein kinase (AMPK) action in skeletal muscle via direct phosphorylation of PGC-1 α . *Proc Natl Acad Sci U S A*; 2007. 104(29): 12017-22.
20. Novelle MG, Contreras C, Romero-Picó A, López M, Diéguez C. Irisin, two years later. *Int J Endocrinol*; 2013: 1-8.
21. Wende AR, Schaeffer PJ, Parker GJ, Zechner C, Han DH, Chen MM, Hancock CR, Lehman JJ, Huss JM, McClain DA, Holloszy JO. A role for the transcriptional coactivator PGC-1 α in muscle refueling. *J Biol Chem*; 2007. 282(50): 36642-51.
22. Ikeda S, Kawamoto H, Kasaoka K, Hitomi Y, Kizaki T, Sankai Y, Ohno H, Haga S, Takemasa T. Muscle type-specific response of PGC-1 alpha and oxidative enzymes during voluntary wheel running in mouse skeletal muscle. *Acta Physiol (Oxf)*; 2006. 188: 217-223.
23. Heidari Sharif abadi B, Taghian F. The impact of intensity interval training and supplementation of green tea on serum levels of irisin. Insulin resistance in obese woman with type 2 diabetes woman. *J Diabetes Metab Disord*; 2018. 17(6): 307-16. (Persian).
24. 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.
25. Scharhag-Rosenberger F, Morsch A, Wegmann M, Ruppenthal S, Kaestner L, Meyer T, et al. Irisin does not mediate resistance training-induced alterations in RMR. *Med Sci Sports Exerc*; 2014. 46(9): 1736-1743.
26. Aydin S, Aydin S, Kuloglu T, Yilmaz M, Kalayci M, Sahin İ, et al. Alterations of irisin concentrations in saliva and serum of obese and normal-weight subjects, before and after 45min of a Turkish bath or running. *Peptides*; 2013. 50: 8-13.
27. Stengel A, Hofmann T, Goebel-Stengel M, Elbelt U, Kobelt P, Klapp B F. Circulating levels of irisin in patients with anorexia nervosa and different stages of obesity—correlation with body mass index. *Peptides*; 2013. 39: 125-30.
28. Timmons J A, Baar K, Davidsen P K, Atherton P J. Is irisin a human exercise gene? *Nature*; 2012; 488(7413): 9-10.
29. Hammonds TL, Gathright EC, Goldstein CM, Penn MS, Hughes JW. Effects of exercise on C-reactive protein in healthy patients and in patients with heart disease: A meta-analysis. *Heart Lung*; 2016. 45(3): 273-82.
30. Fedewa MV, Hathaway ED, Ward-Ritacco CL. Effect of exercise training on C-reactive protein: A systematic review and meta-analysis of randomised and non-randomised controlled trials. *Br J Sports Med*; 2016. 66(5): 286-92.
31. Reisi J, Ghaedi K, Rajabi H, Marandi SM. Can resistance exercise alter irisin levels and expression profiles of FNDC5 and UCP1 in rats? *Asian J Sport Med*; 2016. 7(4): 1-6.