Birjand University of Medical Sciences

Journal of Translational Medical Research

Original Article

Changes of plasma Adipolin levels and some body composition indices in overweight and obese young women following eight weeks of intense interval training

Mehdi Mogharnasi[1]*, Rezvane Galdavi[2], Karim Dehghani[2]

[1] Department of Sports Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran
[2] Department of Physical Education, Farhangian University, Tehran, Iran

***Corresponding author:** Department of Sports Sciences,University of Birjand, Birjand, Iran
Tel: +989153412696 Fax: +985632202240 E-mail: mogharnasi@birjand.ac.ir

Keywords

Adipolin, Body mass index, High-intensity interval training, Insulin resistance, Waist to hip ratio

ABSTRACT

Background and Aims: Adipolin is an anti-inflammatory adipokine that plays a role in insulin resistance. This study aimed to examine the changes in plasma levels of adipolin and some body composition indices in overweight and obese women following eight weeks of intense interval training.

Materials and Methods: This quasi-experimental and applied study was performed on 30 subjects who were purposefully selected and randomly divided into two experimental and control groups (n=15). The intense interval-training program consisted of running for four minutes at an intensity of 45-60% of maximum heart rate. The first training session was performed at 45% of maximum heart rate, and gradually the intensity of the training was increased by 5% each week. After reaching an intensity of 60% of the heart rate, it was maintained until the end. Blood sampling was performed after 12 h of fasting in two stages, before and after the test, and the research variables were measured. Data were analyzed in SPSS software (version 24). For intra- and inter-group changes, dependent t-test and independent t-test were used at a significance level of $P \leq 0.05$.

Results: According to the independent t-test, the values of adipolin, body mass index, body weight, and waist to hip ratio in the experimental group were significantly different from those in the control group ($P<0.05$). Moreover, according to the dependent t-test, the values of adipolin increased significantly after eight weeks of training, but body weight, BMI, and WHR decreased significantly ($P<0.05$).

Conclusion: In conclusion, regarding the increase in adipolin and the decrease in some body composition indices, it is recommended that overweight and obese individuals use high-intensity interval training methods to prevent obesity-related diseases.

Citation: Mogharnasi M, Galdavi R, Dehghani K. [Changes of plasma Adipolin levels and some body composition indices in overweight and obese young women following eight weeks of intense interval training]. Journal of Translational Medical Research. 2025; 32(?): In press. [Persian]

DOI http://doi.org/10.32592/JBirjandUnivMedSci.2025.32.?.??????

Received: February 9, 2025 **Accepted:** April 8, 2025

Copyright © 2025, Journal of Translational Medical Research. This open-access article is available under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 (CC BY-NC 4.0) International License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/), which allows for the copying and redistribution of the material only for noncommercial purposes, provided that the original work is properly cited.

مقاله اصیل پژوهشی

تغییرات سطوح پلاسمایی آدیپولین و برخی شاخص‌های ترکیب بدنی زنان جوان دارای اضافه وزن و چاق، متعاقب هشت هفته تمرین تناوبی شدید

مهدی مقرنسی[1]*، رضوانه گلدوی[2]، کریم دهقانی[2]

چکیده

زمینه و هدف: آدیپولین آدیپوکاینی ضدالتهابی است که در مقاومت به انسولین نقش دارد. در این پژوهش به بررسی تغییرات سطوح پلاسمایی آدیپولین و برخی شاخص‌های ترکیب بدنی زنان جوان دارای اضافه وزن و چاق متعاقب هشت هفته تمرینات تناوبی شدید می‌پردازیم.

روش تحقیق: این پژوهش از نوع نیمه‌تجربی و کاربردی بود. ۳۰ نفر به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب و به صورت تصادفی ساده به دو گروه ۱۵ نفری تجربی و کنترل تقسیم شدند. برنامه تمرینی به مدت هشت هفته تناوبی‌شدید شامل چهار دقیقه دویدن، با شدت۶۰-۴۵ درصد ضربان قلب بیشینه بود. اولین جلسه تمرین با ۴۵ درصد ضربان قلب بیشینه انجام شد و به تدریج هر هفته پنج درصد به شدت تمرین افزوده شد و پس از رسیدن به شدت ۶۰ درصد ضربان قلب تا پایان حفظ شد. خونگیری پس از ۱۲ ساعت دو مرحله پیش و پس آزمون انجام و متغیرهای پژوهش اندازه‌گیری شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارSPSS نسخه ۲۴ تحلیل شد. برای بررسی تغییرات درون و بین گروهی از آزمون t وابسته و t مستقل در سطح معنی‌داری$P<۰/۰۵$ استفاده شد.

یافته‌ها: پس از هشت هفته تمرین مقادیر آدیپولین، شاخص توده بدنی، وزن بدن و نسبت دور کمر به دور لگن در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل تفاوت معنی‌داری داشت ($P<۰/۰۵$). در مقایسه درون گروهی افزایش معنی‌داری در سطوح آدیپولین و کاهش معنی‌داری در وزن بدن، شاخص توده بدنی و WHR در گروه تمرین پس از مداخله وجودداشت ($P<۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: با توجه به افزایش آدیپولین و کاهش برخی شاخص‌های ترکیب بدنی، پیشنهاد می‌شود افراد دارای اضافه وزن و چاق جهت پیشگیری از بروز بیماری‌های مرتبط با چاقی از شیوه‌های تمرینی تناوبی با شدت بالا استفاده کنند.

واژه‌های کلیدی: آدیپولین، شاخص توده بدنی، تناوبی شدید، نسبت دور کمر به دور باسن، مقاومت به انسولین

مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی بیرجند. ۱۴۰۴؛ ۳۲ (؟): در حال انتشار.

دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۲۱ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۱۹

[1] گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

[2] گروه آموزش تربیت بدنی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران

***نویسنده مسئول:** گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

آدرس: بیرجند- دانشگاه بیرجند- دانشکده علوم ورزشی- گروه فیزیولوژی ورزشی

تلفن: ۰۹۱۵۳۴۱۲۶۹۶ نمابر: ۰۵۶۳۲۲۰۲۲۴۰ پست الکترونیکی: mogharnasi@birjand.ac.ir

مقدمه

متخصصان معتقدند که در شیوع اضافه‌وزن و چاقی عوامل محیطی، متابولیکی، هورمونی وژنتیکی نقش بسزایی دارد و نامتعادل بودن انرژی ورودی و خروجی بدن به عنوان عامل مؤثر در این خصوص به حساب می‌آید (۱). چاقی یکی ازمشکلات شایع زندگی کم تحرک و غیرفعال‌است که نیازمند اقدام و درمان مناسب است (۲). بافت چربی یکی از بزرگترین اندام‌های آندوکرینی بدن بوده و برای عملکرد طبیعی بدن نیاز است و در بیماری‌های متابولیکی سطح آن تغییر می‌کند (۳). بافت چربی نه تنها بر تنظیم سوخت و ساز انرژی تأثیر دارند بلکه در برهم‌کنش‌های پیچیده بین بافت چربی و استخوان نیز مداخله می‌نمایند (۴). برخی از آدیپوکاین‌های مترشحه از بافت چربی دارای اثرات پیش‌التهابی و ضدالتهابی هستند که از جمله آن‌ها می‌توان به آیریزین، آدیپونکتین، آدیپولین، کمرین، آسپروسین، نسفاتین-۱ و... اشاره کرد (۵). آدیپوکین آدیپولین[1] سیتوکاینی است ضدالتهابی و از بافت چربی سفید سنتز و ترشح می‌شود، حساسیت به انسولین را افزایش می‌دهد و در شرایط دیابت و چاقی کاهش می‌یابد (۶،۷). همچنین با مکانیسم‌های وابسته به انسولین و با فعال‌کردن پیام‌دهی انسولین در کبد و بافت چربی موجب بهبود بخشیدن به مقاومت انسولینی می‌شود، (۷). لذا احتمالاً در شرایط چاقی آدیپولین متأثر از سیکل معیوب TNF-،TGF-β1[2] α[3] و فورین، تنظیم منفی می‌گردد. بنابراین هر عاملی که بتواند شرایط التهابی ناشی از چاقی را کم کند و بر این سیکل معیوب مؤثر واقع شود، مقادیر آدیپولین را تعدیل کرده و باعث بهبود مقاومت به انسولین می‌شود (۸). بنابراین کاهش سطح انسولین، شاید یکی از روش‌های مؤثر در بهبود عملکرد آدیپولین باشد. با توجه به نقش کلیدی آدیپولین در تعدیل مقاومت‌انسولینی همراه با چاقی، انتخاب پروتکل تمرینی مؤثر و ضروری است. تمرین ورزشی و فعالیت‌های بدنی منظم به عنوان یک راهکار مناسب برای کاهش بافت چربی، بروز التهاب، مقاومت به انسولین، بیماری‌های قلبی-عروقی و افزایش حساسیت به انسولین شناخته شده است و به نظر می‌رسد آمادگی جسمانی در افزایش حساسیت به انسولین در نتیجه افزایش توده خالص بدن و همچنین لیپولیز که شامل چربی زیرجلدی و چربی احشایی می‌باشد بسیار مؤثر است (۹). از سوی دیگر، تحرک و فعالیت‌های ورزشی به عنوان استراتژی مناسبی برای کنترل وزن و چاقی در کنار تغذیه مطرح بوده است، به نحوی که انجمن دیابت آمریکا با هدف کنترل وزن، بهبود کنترل گلوکز و کاهش خطر وقوع بیماری‌های قلبی-عروقی انجام حداقل ۱۵۰ دقیقه تمرین هوازی با شدت متوسط سه روز در هفته را توصیه کرده است (۱۰). چاقی با اختلالی که در بافت چربی به وجود می‌آورد منجر به تغییرات در میزان ترشح آدیپوکین‌ها می‌شود (۱۱). یکی از عوامل خارجی تأثیرگذار بر تعادل انرژی در بدن، تمرین ورزشی است. این عامل، علاوه بر ایجاد تعادل منفی انرژی، موجب تغییر ترشح هورمون‌های مؤثر در تعادل انرژی می‌شود. فعالیت ورزشی به عنوان یک الگوی مناسب برای افراد جامعه می‌تواند در جهت کاهش اضافه‌وزن، چاقی و شاخص‌های التهابی و درنتیجه ارتقای سلامت آنها حائز اهمیت باشد (۱۲). برخی پژوهش‌ها با هدف شناسایی سازوکار مناسب به منظور تأثیر برخی پروتکل‌های تمرینی بر آدیپولین انجام شده است. سوری و همکاران پس از ۱۰ هفته تمرین هوازی بر روی مردان دارای اضافه وزن و چاق تفاوت معنی‌داری در سطوح آدیپولین مشاهده نکردند (۱۳). اما گلدوی و همکاران، افزایش معنی‌داری مقادیر آدیپولین را پس از هشت هفته تمرین تداومی در زنان دارای اضافه وزن و چاق مشاهده کردند (۱۴). در پژوهشی دیگر نیز امیدی و همکاران افزایش مقادیر آدیپولین را پس از تمرین هوازی با شدت بالا و متوسط بر سطوح سرمی آدیپولین و برخی از شاخص‌های سندرم متابولیک در زنان چاق – مشاهده کردند (۱۵). منتظری نجف آبادی و همکاران نیز افزایش سطوح آدیپولین را پس از ۱۲ هفته تمرین پیلاتس در زنان مبتلا به دیابت نوع دو مشاهده کردند (۱۶). امروزه برای توسعه آمادگی جسمانی مطلوب در افراد دیابتی و چاق به جای استفاده از داروهای شیمیایی از تمرینات ورزشی منظم ازجمله تمرینات تناوبی شدید استفاده می‌شود. این تمرینات ازطریق روش‌های مختلفی موجب افزایش اکسیداسیون چربی، افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی و

[1] Adipolin
[2] Transforming growth factor
[3] Tumor necrosis factor

انرژی مصرفی شده و بر روند بهبود وضعیت جسمانی تأثیر می‌گذارند (۱۷). با توجه به همه‌گیری جهانی چاقی که باعث افزایش ابتلا به دیابت نوع دو و بروز بیماری‌های مرتبط به آن شده است و همچنین شیوع اضافه وزن، چاقی و افزایش بیماری‌های مرتبط با آن و نتایج ضد و نقیض در پژوهش‌های متعدد در این خصوص، در این پژوهش به بررسی تغییرات سطوح پلاسمایی آدیپولین و برخی شاخص‌های ترکیب بدنی زنان جوان دارای اضافه وزن و چاق متعاقب هشت هفته تمرینات تناوبی شدید می‌پردازیم.

روش تحقیق

این پژوهش به‌صورت نیمه‌تجربی و کاربردی انجام شد. زنان جوان دارای اضافه وزن و چاق شهر زاهدان، جامعه و نمونه آماری این پژوهش بودند که پس از فراخوان عمومی تعداد۳۰ نفر از زنان ۲۵ تا۴۰ سال با شاخص توده بدنی بیشتر از ۲۵ کیلوگرم بر متر مربع انتخاب شدند. آزمودنی‌ها به صورت هدفمند انتخاب و به شیوه تصادفی ساده (با جایگزین) به دو گروه ۱۵ نفری تقسیم شدند. شرط ورود به این پژوهش، داشتن سطح سلامت روانی، جسمانی و عمومی، شاخص توده بدنی بیشتر از ۲۵ (BMI[1]>۲۵) کیلوگرم بر مترمربع، نداشتن بیماری‌های قلبی-عروقی، کلیوی، کبدی، اختلالات هورمونی، دیابت، جراحی، مصرف دخانیات، عدم شرکت در هر گونه تمرین ورزشی منظم قبل از اجرای این پژوهش و هر گونه مداخله درمانی مؤثر بر نتایج آزمایشگاهی بود. ملاک خروج از پژوهش شرکت در فعالیت‌های ورزشی دیگر، عدم رعایت رژیم غذایی، ابتلا به بیماری در هنگام تمرین، بارداری در حین تمرین و عدم تمایل شرکت آزمودنی‌ها در هریک از گروه‌های مورد پژوهش بود. در ابتدا آزمودنی‌ها پرسشنامه (PAR-Q) [2]حاوی اطلاعات شخصی، وضعیت سلامت و فعالیت بدنی خود را ثبت کردند. پس از انجام معاینات پزشکی، ویژگی‌های فردی و جسمانی شامل سن، وزن با (ترازوی وزن‌کشی دیجیتال با دقت ۰/۱ کیلوگرم)، قد با (قدسنج دیواری با دقت ۰/۰۵ سانتی‌متر) و همچنین نسبت دور کمر به دور باسن با متر نواری اندازه‌گیری شد. تمام اندازه‌گیری‌ها قبل و بعد از پایان تمرینات انجام شد. توصیه‌های لازم از جمله رژیم غذایی معمولی و عدم مصرف داروی شیمیایی و گیاهی به آزمودنی‌ها انجام شد. رژیم غذایی آزمودنی‌ها به وسیله پرسشنامه بسامد خوراک [3](FFQ) اختصاصی برای جامعه ایرانی که اعتبارسنجی آن تأیید شده بود ارزیابی شد (۱۸). این پرسشنامه به مدت هشت هفته، هفته‌ای یک بار و آخرین جلسه تمرین در هفته (روز پنجشنبه) توسط آزمودنی‌ها عودت داده می‌شد و اطلاعات تغذیه‌ای دریافتی آزمودنی‌ها ثبت می‌شد. سپس کدهای مواد غذایی با استفاده از هرم راهنمای مواد غذایی وزارت جهاد کشاورزی ایالات متحده آمریکا [4](USDA) تعیین شد. میانگین انرژی دریافتی درشت مغذی‌ها به صورت هفتگی بررسی شد. گروه کنترل به صورت روال عادی و بدون هرگونه فعالیت بدنی منظم در طول دوره پژوهش ادامه دادند. برنامه تمرین، نحوه اجرا، زمان و مکان اجرای تمرینات و مدت زمان پژوهش در یک جلسه توجیهی به اطلاع آزمودنی‌ها رسانده شد و بعد از اتمام جلسه، رضایت‌نامه خود را برای حضور در این پژوهش کاملاً آگاهانه امضاء نمودند.

برنامه تمرین

برنامه تمرینات تناوبی شدید در برگیرنده چهار تناوب چهار دقیقه‌ای دویدن در میدان با شدت ۹۵-۸۵ درصد (حداکثر ضربان قلب) HRmax[5] و وهله‌های سه دقیقه‌ای استراحت فعال با شدت ۷۰-۶۰ درصد HRmax بود. این وضعیت تا پایان برنامه تمرین حفظ شد (جدول۱) (۱۹). این برنامه به مدت هشت هفته، هفته‌ای سه جلسه و هر جلسه ۹۰ دقیقه شامل: گرم کردن، بخش اصلی اختصاصی تناوبی شدید، سرد کردن و در نوبت عصر در فضای بسته و در دمای (۲۴-۲۰) درجه سانتی‌گراد اجرا شد. برای تعیین شدت تمرینات، از ضربان قلب حداکثر (سن- ۲۲۰= HRmax) استفاده شد که برای هر آزمودنی مجزا ثبت شد و در نهایت توسط ضربان‌سنج پولار کنترل شد تا از آن ضربان کمتر نشود.

[1] Body Mass Index.
[2] Physical Activity Readiness Questionaire
[3] Food Frequency questionnaire
[4] .United States Department of Agriculture
[5] Maximum Heart Rate

جدول ۱- برنامه تمرین تناوبی شدید

زمان / هفته	تعداد تناوب	فعالیت (دقیقه)	استراحت فعال (دقیقه)	شدت (درصد)	شدت استراحت فعال (درصد)	برنامه (دقیقه)
اول	۴	۴	۳	۸۵	۶۰	۲۵
دوم	۴	۴	۳	۹۰	۶۵	۲۵
سوم	۴	۴	۳	۹۵	۷۰	۲۵
چهارم	۴	۴	۳	۹۵	۷۰	۲۵
پنجم	۴	۴	۳	۹۵	۷۰	۲۵
ششم	۴	۴	۳	۹۵	۷۰	۲۵
هفتم	۴	۴	۳	۹۵	۷۰	۲۵
هشتم	۴	۴	۳	۹۵	۷۰	۲۵

سنجش بیوشیمیایی

برای سنجش بیوشیمیایی متغیر پژوهش خونگیری در دو مرحله قبل از آزمون (۲۴ ساعت قبل ازاولین جلسه تمرین) و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین پنج میلی‌لیتر بین ساعت ۷ تا۱۰ صبح توسط متخصصین علوم آزمایشگاهی با بستن شریان بند [1]از سیاهرگ آنتی‌کوبیتال بازویی چپ [2]از آزمودنی‌ها گرفته‌شد. به منظور جلوگیری از لخته شدن در لوله‌های CBC محتوی ماده ضد انعقاد (EDTA) [3]ریخته شد. نمونه خونی در هر دو مرحله (پیش آزمون و پس آزمون) بلافاصله با دستگاه سانتریفیوژ Rotofix32A مدل Hettieh سانتریفیوژ (۳۰۰۰ دور به مدت ۵ دقیقه و دمای محیط) شد و سپس پلاسما از سرم جدا شد و در میکروتیوب‌های مجزا در دمای ۸۰- فریزر و نگهداری شد. برنامه تمرین به مدت هشت هفته پس از ۲۴ ساعت بعد از نمونه‌گیری اولیه آغاز شد. پس از اتمام برنامه تمرینات مجدداً شاخص‌های ترکیب بدنی اندازه‌گیری شد. به منظور سنجش سطوح آدیپولین از کیت آزمایشگاهی نمونه انسانی ساخت شرکت HangzhouEastbiophrm کشور چین- آمریکا با حساسیت ۰/۰۲۳ نانوگرم بر میلی‌لیتر با روش الایزا ساندویچی مستقیم [4]استفاده شد.

ملاحظات اخلاقی

این پژوهش با مجوزکمیته اخلاق به شماره IR.BIRJAND.REC.1399.001 در شهر زاهدان انجام شد. پژوهش حاضر با رعایت اصول اخلاقی انجمن روانشناسی آمریکا (APA) و بیانیه هلسینکی انجام شد که شامل اخذ رضایت آگاهانه، پذیرش مسئولیت پژوهش توسط محقق، انصراف آزادانه آزمودنی‌ها، شفافیت درباره خطرات روانی-فیزیکی، استفاده مجاز از داده‌ها با اجازه شرکت‌کنندگان و ارائه نتایج به آنان بود.

روش‌آماری

به منظور تحلیل داده‌ها از روش‌های آمار توصیفی برای دسته‌بندی داده‌های‌خام، تعیین میانگین‌ها و انحراف استانداردها استفاده شد. همچنین برای تعیین توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک، بررسی تغییرات بین‌گروهی و درون‌گروهی به ترتیب از آزمون t مستقل و t وابسته در سطح معنی‌داری P<۰/۰۵ استفاده شد. مراحل با استفاده از نرم‌افزارSPSS نسخه ۲۴ تحلیل شد.

یافته‌ها

میانگین و انحراف استاندارد ویژگی آزمودنی‌ها در مرحله پیش آزمون در جدول ۲ آورده شده است. طبق آزمون t مستقل مقادیر پلاسمایی آدیپولین، شاخص توده بدنی و وزن بدن و نسبت دور کمر به باسن (WHR) [5]در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل تفاوت معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). همچنین براساس آزمون t وابسته مقادیر آدیپولین پس از هشت هفته تمرین افزایش معنی‌داری یافت اما وزن بدن، شاخص توده بدنی و WHR کاهش معنی‌داری داشت (جدول ۳) (P<۰/۰۵).

[1] Tourniquet
[2] Left Brachial veins
[3] Ethylenediaminetetra-acetic.Acid
[4] Sandwich ELISA
[5] Waist-Hip Ratio

جدول۲- شاخص‌های توصیفی متغیّرهای کمّی در گروه‌های مورد مطالعه

گروه / متغیر	تمرین تناوبی شدید	کنترل
	انحراف استاندارد±میانگین	انحراف استاندارد±میانگین
سن (سال)	۳۴/۱۳±۵/۶۰	۳۴/۶۰±۵/۳۵
قد (سانتی‌متر)	۱۶۰/۸۷±۵/۷۶	۱۶۰/۱۳±۵/۷۴
وزن (کیلوگرم)	۷۸/۹۸±۱۲/۶۷	۷۹/۱۹ ±۹/۲۶
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	۳۰/۵۲±۴/۱۹	۳۰/۸۶±۲/۶۷

جدول۳- توصیف شاخص‌های بیوشیمیایی و ترکیب بدنی در مراحل پیش و پس آزمون (نتایج آزمون‌هایT وابسته (**) و T مستقل(***)

آماره / متغیر	گروه	تناوبی شدید	کنترل	سطح معنی‌داری بین گروهی
		انحراف استاندارد± میانگین	انحراف استاندارد± میانگین	
آدیپولین (نانوگرم بر میلی‌لیتر)	پیش آزمون	۰/۹۲ ± ۰/۶۹	۱/۲۳ ± ۰/۷۲	۰/۰۴*
	پس آزمون	۱/۳۴ ± ۰/۸۴	۱/۳۲ ± ۰/۸۳	
	سطح معنی‌داری درون گروهی	۰/۰۲*	۰/۴۷	
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	پیش آزمون	۳۰/۵۲ ± ۴/۱۹	۳۰/۸۶±۲/۶۷	۰/۰۱*
	پس آزمون	۲۹/۶۴±۳/۹۵	۳۰/۹۰±۲/۶۸	
	سطح معنی‌داری	۰/۰۱*	۰/۲۹	
وزن (کیلوگرم)	پیش آزمون	۷۸/۹۸ ±۱۲/۶۷	۷۹/۱۹ ±۹/۲۶	۰/۰۱*
	پس آزمون	۷۶/۷۳ ±۱۲/۱۶	۷۹/۳۰±۹/۳۸	
	سطح معنی‌داری	۰/۰۱*	۰/۳۱	
WHRنسبت دور کمر به باسن	پیش آزمون	۰/۸۵ ±۰/۰۴	۰/۸۵ ±۰/۰۳	۰/۰۱*
	پس آزمون	۰/۸۴ ±۰/۰۵	۰/۸۴ ±۰/۰۳	
	سطح معنی‌داری	۰/۰۱*	۰/۳۳	

* نشانه معنی‌داری آماری، ** آزمون T وابسته، *** آزمون T مستقل

بحث

در این پژوهش مقادیر آدیپولین، BMI، وزن بدن و WHR بین گروه‌های (تجربی و کنترل) تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. در مقایسه درون گروهی نیز سطح آدیپولین پلاسما نسبت به قبل از تمرین افزایش معنی‌داری داشت. اما BMI و وزن بدن و WHR کاهش معنی‌داری یافت. از آنجا که پژوهش‌های اندکی در زمینه مقایسه اثر تمرین ورزشی تناوبی شدید بر سطح آدیپولین پلاسمایی زنان دارای اضافه وزن و چاق انجام شده است، پژوهشگر با توجه به مبانی نظری موجود و عوامل‌اساسی تأثیرگذار، تنظیم‌گر بیان‌ژنی و مقادیر پلاسمایی آدیپولین، به توجیه تغییرات آدیپولین و ارتباط آن با اضافه وزن و چاقی و عوامل مؤثر و مرتبط با چاقی پس از هشت هفته‌تمرین تناوبی با شدت بالاپرداخته است. درگزارش نتایج ناهمسو با مطالعه حاضر، سوری و همکاران بیان‌کردند اجرای ۱۰ هفته تمرین هوازی کم‌شدت تأثیر معنی‌داری بر سطوح آدیپولین در مردان کم تحرک و دارای اضافه وزن ندارد (۱۲). بنابراین احتمالاً فعالیت‌های ورزشی ممکن است از طریق اثرگذاری بر ترکیب بدن و بافت چربی برمقادیر آدیپولین پلاسما مؤثر باشد. به ویژه اینکه بافت چربی و ماکروفاژهای فراخوانده شده در شرایط التهابی همراه با چاقی یکی از مهم‌ترین منبع ساخت و ترشح TNF-α است (۵). TNF-α از جمله سیتوکین‌های پیش التهابی است و تنظیم کننده منفی آدیپولین است که متعاقب تمرینات ورزشی و کاهش وزن، مقادیر آن کاهش می‌یابد (۲۰). به‌طوری‌که، با کاهش حجم بافت چربی بدن، ضمن

کاهش محتوای سلول‌های چربی، به دلیل کاهش نفوذ ماکروفاژها به بافت چربی، سنتز و ترشح آدیپولین افزایش می‌یابد (۲۱). لذا می‌توان گفت که بیان آدیپولین متأثر از تنظیم منفی استرس‌های مرتبط با چاقی است؛ به‌طوری‌که با القاء TNF-α و استرس شبکه آندوپلاسمی به محیط کشت سلول‌های چربی، بیان ژنی آدیپولین- کاهش می‌یابد (۷). کاهش توده چربی جهت کاهش سطوح آدیپوکین‌های التهابی و افزایش آدیپوکین‌های ضدالتهابی ضروری می‌نماید (۷). در مطالعه حاضر، در گروه تجربی پس از هشت هفته تمرین تناوبی با شدت بالا با توجه به تغییرات قابل توجه و معنی‌دار سطح آدیپولین و کاهش معنی‌داری وزن، با در نظر گرفتن رابطه غیرمستقیم چاقی و آدیپولین، شاید بتوان تغییر معنی‌داری آدیپولین را توجیه نمود. پس این احتمال وجود دارد که عواملی مانند کاهش وزن، BMI و WHR در تنظیم سطح آدیپولین بعد از تمرینات ورزشی تأثیرگذار باشد. در شرایط چاقی که فرد مستعد مقاومت به انسولین است، برهم کنش هومئوستاتیک بین انسولین و آدیپولین به هم می‌خورد و افزایش انسولین سبب کاهش سطح آدیپولین می‌شود (۶). بررسی تأثیر تمرینات تخصصی متعدد از حیث برنامه، شیوه تمرین، جنس و آزمودنی‌ها، در مقایسه با پژوهش‌های صورت گرفته بر روی افراد دارای اضافه وزن و چاق و سنین متعدد بسیار حائز اهمیت است. تمرینات ورزشی و کنترل وزن به‌طور هماهنگ و از طریق سازو کارهای متفاوت امّا مرتبط، عوامل خطرزای قلبی- عروقی و متابولیکی را بهبود می‌بخشند؛ به این شکل که فعالیت‌های ورزشی به واسطه کم کردن منابع چربی و یا تغییر در عملکرد سلول‌های بافت چربی به عنوان یک ارگان درون‌ریز ترشح کننده آدیپوکین‌هایی نظیر آسپروسین، آدیپولین، آدیپونکتین و... نقش دارد. لذا اگر برنامه تمرینی باعث کاهش در تعداد سلول‌های چربی و یا بهبود عملکرد این سلول‌ها نشود، توانایی فعالیت‌های ورزشی در تعدیل مقادیر آدیپوکین‌ها، مقاومت انسولینی و التهاب، کم اثر و یا به‌طورکلی دیده نمی‌شود (۲۲). داده‌های این پژوهش شواهدی را فراهم آورد که به نظر می‌رسد اجرای هشت هفته تمرین تناوبی شدید در زنان دارای اضافه وزن و چاق، نه تنها منجر به افزایش آدیپولین و بهبود شرایط حساسیت انسولینی می‌شود، بلکه با کاهش وزن، درصد چربی بدن و نسبت دور کمر به دور باسن به بهبود شرایط التهابی نیز کمک می‌کند. به محققان پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی جهت درک ساز و کارهای آدیپولین با برخی عوامل تنظیم کننده آن نظیر فورین،TGF-1، TNF-α انجام پژوهش‌های بیشتر در قالب برنامه‌های تمرینی متعدد در مردان و آزمودنی‌های سنین مختلف و یا حتی بیمار بررسی گردد. نتایج این پژوهش نشان داد که در مقادیر شاخص‌های ترکیب بدن مورد بررسی، بین هر کدام از گروه‌های تمرینی با گروه کنترل پس از مداخله، کاهش معنی‌داری وجود دارد. در بسیاری از پژوهش‌ها، بین اجراهای ورزشی و ترکیب بدن ارتباط و همبستگی بالایی وجود دارد (۴). در بسیاری از پژوهش‌ها نشان داده شده است که متعاقب تمرینات استقامتی و مقاومتی در افراد دارای اضافه وزن و چاق، وزن و شاخص توده بدن به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد (۲۶،۲۵،۲۴،۲۳). این ارتباط و همبستگی در راستای تأیید نتایج پژوهش ما در مطالعه جلالی و همکاران به خوبی مشاهده شد پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی و مقاومتی، کاهش معنی‌داری در وزن‌بدن، BMI و توده چربی دختران دارای اضافه وزن مشاهده شد و می‌تواند باعث بهبود ترکیب‌بدنی آنان شود (۲۷). با این حال اکبرپور و همکاران پس از شش هفته تمرین هوازی، عدم معنی‌داری BMI را نشان دادند که ناهمسو با مطالعه ما می‌باشد (۲۸). علت عدم تغییر معنی‌داری را افزایش قابل توجه سطوح کاتکولامین‌ها را در حین ورزش توجیه می‌کنند که از طریق گیرنده‌های بتا آدرنرژیک لیپولیز را فعال می- کند. چربی شکمی شامل چربی زیرجلدی و چربی احشایی می‌باشد که میزان گیرنده‌های بتا آدرنرژیک در چربی احشایی بیشتر از چربی زیرپوستی است (۲۹). بنابراین به نظر می‌رسد تمرین تناوبی شدید با افزایش اکسیداسیون چربی‌ها، کاهش وزن و کاهش BMI و WHR به بهبود شاخص‌های ترکیب بدنی، کمک کرده باشد.

نتیجه‌گیری

با توجه به افزایش آدیپولین و کاهش برخی شاخص‌های ترکیب بدنی، پیشنهاد می‌شود افراد دارای اضافه وزن و چاق جهت پیشگیری از بیماری‌های مرتبط با چاقی با بهره‌گیری از نظرات

متخصصان حوزه فیزیولوژی ورزش تمرینات تناوبی با شدت بالا را به عنوان سازوکاری مناسب در برنامه‌های خود مد نظر قرار دهند.

تقدیر و تشکّر

این مقاله حاصل بخشی از رساله تحت عنوان (تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی شدید و تداومی با شدت متوسط بر سطوح پلاسمایی آسپروسین، آدیپولین، حساسیت به انسولین و برخی شاخص‌های ترکیب بدنی زنان دارای اضافه وزن و چاق) در مقطع دکتری در سال ۱۳۹۹ می‌باشد که با حمایت دانشگاه بیرجند اجرا شده است. از زنان جوان دارای اضافه وزن و چاق شهرستان زاهدان که به عنوان شرکت کننده در این پژوهش شرکت کردند تشکر و قدردانی می‌نماییم.

ملاحظات اخلاقی

پژوهش حاضر پس از تأیید شورای پژوهشی دانشگاه بیرجند و کمیته اخلاق به شماره IR.BIRJAND.REC.1399.001 انجام شد.

حمایت مالی

این پژوهش با حمایت مالی دانشگاه بیرجند انجام شده است.

مشارکت نویسندگان

در این پژوهش برنامه‌ریزی، طرح موضوع، طراحی‌تمرین، تدوین مقاله و نظارت برروند پژوهش به‌عهده دکتر مهدی مقرنسی (نویسنده مسئول)، کمک به تدوین مقاله، مشارکت در تحلیل‌آماری، طراحی جداول و ویرایش را کریم دهقانی و تحلیل آماری و اجرای کامل کار عملی شامل اجرای پروتکل تمرین، نظارت بر مراحل خون‌گیری و هماهنگی با آزمایشگاه را رضوانه گلدوی پیگیری و اجرا نموده است.

تضاد منافع

نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند که هیچ گونه تضاد منافعی در پژوهش حاضر وجود ندارد.

منابع

1. Heymsfield S B, Wadden TA. Mechanisms, pathophysiology, and management of obesity, N Engl J Med. 2017; 376(3): 254-66. DOI: 10.1056/NEJMra1514009.
2. Shrewsbury VA, Burrows T, Ho M, Jensen M, Garnett SP, Stewart L, et al. Update of the best practice dietetic management of overweight and obese children and adolescents: a systematic review protocol. JBI Database System Rev Implement Rep. 2018; 16(7), 1495-502. DOI: 10.11124/JBISRIR-2017-003603.
3. Moran CN, Barwell ND, Malkova D, Cleland SJ, McPhee I, Packard CJ, et al. Effects of diabetes family history and exercise training on the expression of adiponectin and leptin and their receptors. Metabolism. 2011; 60(2); 206-14. DOI: 10.1016/j.metabol.2009.12.026.
4. Ouchi N, ParkerJL, Lugus JJ, Walsh K. Adipokines in inflammation and metabolic disease. Nat Rev Immunol. 2011; 11(2): 85-97. DOI: 10.1038/nri2921. Epub 2011 Jan 21.
5. Proença AR, Sertié RA, Oliveira AC, Campaãa AB, Caminhotto RO, Chimin P, et al. New concepts in white adipose tissue physiology. Braz. J. Med. Biol. Res. 2014; 47(3): 192–205. DOI: 10.1590/1414-431X20132911.
6. Enomoto T, Ohashi K, Shibata R, Higuchi A, Maruyama S, Izumiya Y, et al. Adipolin/C1qdc2/CTRP12 protein functions as an adipokine that improves glucose metabolism. J Biol Chem. 2011; 286(40): 34552–8. DOI: 10.1074/jbc.M111.277319.
7. Wei Z, Peterson JM, Lei X, Cebotaru L, Wolfgang MJ, Baldeviano GC, et al. C1q/TNF- related protein-12 (CTRP12), a novel adipokine that improves insulin sensitivity and glycemic control in mouse models of obesity and diabetes. J Biol Chem. 2012; 287(13): 10301-15. DOI: 10.1074/jbc.M111.303651.
8. Tan BK, Lewandowski KC, O'Hare JP, Randeva HS. Insulin regulates the novel adipokine /CTRP12: In vivo and ex vivo effects. J Endocrinol. 2014; 221(1): 111-9. DOI: 10.1530/JOE-13-0537.

9. Maillard F, Pereira B, Boissea, N. Effect of highintensity interval training on total, abdominal and visceral fat mass: a meta-analysis.2018; Sports Med. 48(2): 269-88. DOI: 10.1007/s40279-017-0807-y.
10. Aydin S, Kuloglu T, Aydin S, Eren MN, Yilmaz M, Kalayci M, et al. Expression of adropin in rat brain, cerebellum, kidneys, heart, liver, and pancreas in streptozotocin-induced diabetes. Mol Cell Biochem. 2013; 380(1-2): 73-81. DOI: 10.1007/s11010-013-1660-4.
11. Motahari-Tabari N, Shirvani MA, Shirzad-e-Ahoodashty M, Yousefi-Abdolmaleki E, Teimourzadeh M. The effect of 8 weeks aerobic exercise on insulin resistance in type 2 diabetes: a randomized clinical trial. Glob J Health. Sci. 2014; 7(1): 115-21. DOI: 10.5539/gjhs.v7n1p115.
12. Bluher, M. Adipose tissue dysfunction contributes to obesity related metabolic diseases. Best Pract Res Clin Endocrinol Metab. 2013; 27(2), 163-77. DOI: 10.1016/j.beem.2013.02.005.
13. Soori R, Asad M, Barahouei-Jamar Z, Rezaeian N. The effect of aerobic training on the serum level of adipolin and insulin resistance in overweight men. Feyz Med Sci J. 2016; 19(6): 495-503. http://feyz.kaums.ac.ir/article-1-2917-en.html. [Persian]
14. Galdavi R, Mogharnasi M, Nayebifar S. The effect of continuous training on plasma levels of adipolin, insulin sensitivity and body fat percent in overweight and obese women. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport. 2022; 10(21), 42-52. DOI.org/10.22077/jpsbs.2021.3955.1608. [Persian]
15. Omidi M, Vismoradi P. Comparison of High and Moderate Intensity Aerobic Exercise on Serum Adipulin Levels and Some Indicators of Metabolic Syndrome in Obese Women. Iranian Journal of Diabetes and Metabolism. 2022; 21 (6): 404-413. http://ijdld.tums.ac.ir/article-1-6100-en.html. [Persian]
16. Montazeri Najafabadi Z, Keshavar Saeed, Eftekhari Gheinani, Elham Marvi Mahnaz. The effect of 12 weeks of Pilates training on serum levels of Adipolin, glycosylated hemoglobin and some body composition indicators in women with type 2 diabetes. Iran J Obstet Gynecol Infertil. 2024; 27(2): 27-35. DOI: 10.22038/ijogi.2024.73196.5760. [Persian]
17. Zimorovat A, Moghtaderi F, Amiri M, Dehkordi H-R, Mohyadini M, Mohammadi M ,et al. Validity and Reproducibility of a Semiquantitative Multiple-Choice Food Frequency Questionnaire in Iranian Adults. Food Nutr Bull. 2022; 43(2): 171-88. Doi: 10.1177/03795721221078353.
18. Kang J, Rashti SL, Tranchina CP, Ratamess NA, Faigenbaum AD, Hoffman JR. Effect of preceding resistance exercise on metabolism during subsequent aerobic session. Eur J Appl Physiol. 2009; 107(1): 43-50. DOI:10.1007/s00421-009-1100-z.
19. Ramos JS, Dalleck LC, Tjonna AE, Beetham KS, Coombes JS. The impact of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on vascular function: a systematic review and meta-analysis. Sports Med. 2015; 45(5): 679-92. DOI: 10.1007/s40279-015-0321-z.
20. Balducci S, Zanuso S, Nicolucci A, Fernando F, Cavallo S, Cardelli P, et al. Anti-inflammatory effect of exercise training in subjects with type. Nutr Metab Cardiovasc Dis. 2010; 20(8): 608-17. DOI: 10.1016/j.numecd.2009.04.015.
21. Vu V, Riddell M C, & Sweeney G. Circulating adiponectin and adiponectin receptor expression in skeletal muscle: effects of exercise. Diabetes Metab Res Rev. 2007; 23(8): 600-11. DOI: 10.1002/dmrr.778.
22. Abdel-lateif DM, El-Shaer SS. Association between changes in serum vaspin concentrations and changes of anthropometric and metabolic variables in obese subjects after weight reduction. J Am Sci. 2012; 8(4), 606-11. URL: https://www.jofamericanscience.org/journals/am-sci/am0804/081_8716am0804_606_611.pdf
23. Karajibani M, Montazerifar F, Dehghani K, Mogharnasi M, Mousavi Gilani S R, Dasheipour A. Effect of 10 weeks of speed and endurance exercise and a period of detraining on serum nesfatin-1, lipid profiles, body fat percentage and Body mass index in non-athlete healthy men. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport. 2020; 7(14): 129-140. DOI: 10.22077/jpsbs.2019.1161. [Persian]
24. Galdavi R, Mogharnasi M. Effect two training methods of endurance and resistance on Omentin-1 levels of plasma and factors related to obesity and overweight in obese girls. J Am Sci. 2016; 15 (2): 101-09 http://ijdld.tums.ac.ir/article-1-5329-en.html. [Persian]

25. Mogharnasi M, Taji Tabas A. The Effect of 10 Weeks of Endurance Training of Cycle Ergometer on Nesfatin-1 Levels and Insulin Resistance in Women with Type 2 Diabetes. JSB. 2016; 8(1): 95-107. https://doi.org/10.22059/jsb.2016.58244. [Persian]

26. Jafari M, Mogharnasi M, Galdavi R. The Effect of 8 Weeks of Resistance Training and a Period of Short-Term Detraining on Plasma Levels of Chemerin and Body Composition in Overweight and Obese Females, SPMI.2017; 9(1): 9-20**.** sportrc.ir/article61463.html?lang=en. [Persian]

27. Jalali Z, Shabani R, Nazari M.Effects of concurrent resistance-endurance training on body composition, lipid profile and blood glucose homeostasis in obese girls: A clinical trial. Iranian Journal of Pediatric Nursing. 2018; 4(4): 24-34 URL: http://jpen.ir/article-1-278-en.html**.** [Persian]

28. Akbarpour M, Ebrahimzadeh Z. Effect of Spirulina supplementation and aerobic exercise on the level of cortisol and body composition in women with type 2 diabetes. Adv Life Sci.2019; 6(3): 116-124. DOI: 10.62940/als.v6i3.779 . [Persian]

29. Vahidian-Rezazadeh M, Monfared A, Mogharnasi M. Interactive effects of exercise on bicycle ergometer and anti-inflammatory extract of nettle on some obesity-related inflammatory markers in overweight and obese women. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport. 2018; 6(11): 95-107. DOI:org/10.22077/jpsbs.2018.434.1166. [Persian]