Jundishapur
Scientific Medical Journal

Research Paper

The Effect of Moderate Intensity Continuous Aerobic Training on Serum Spexin Level, Insulin Resistance and Body Composition in Inactive Obese Women

Maryam Salehi[1,*], Fahimeh Esfarjani[2,*], Sattar Gorgani Firoozjaei[3]

1. PhD, Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Sports Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Laboratory Sciences, Faculty of Paramedical Sciences, Aja University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Salehi M, Esfarjanini F, Gorgani Firoozjaei S. [The Effect of Moderate Intensity Continuous Aerobic Training on Serum Spexin Level, Insulin Resistance and Body Composition in Inactive Obese Women (Persian)]. Jundishapur Scientific Medical Journal. 2024; 23(3):245-254. 10.32592/JSMJ.23.3.245

https://doi.org/10.32592/JSMJ.23.3.245

ABSTRACT

Background and Objectives Spexin is a peptide related to energy homeostasis that affects pancreatic and insulin function. The aim of the present study was to determine the effect of moderate intensity continuous aerobic training on body composition, serum spexin and insulin resistance in inactive obese women.

Subjects and Methods In this quasi-experimental research, 24 inactive obese women were selected purposefully and were randomly divided into training (n=12) and control (n=12) groups. Participants engaged in a 10-week exercise program involving three weekly sessions of moderate-intensity continuous aerobic running. Body composition, insulin resistance and serum spexin levels were assessed under fasting conditions pre- and post-intervention. Statistical analysis involved paired sample t-tests and covariance analysis.

Results The training group demonstrated significant increases in serum spexin levels ($P < 0.001$, $F = 43.678$) and significant decreases in insulin resistance ($P < 0.001$, $F = 30.542$), body mass index ($P < 0.001$, $F = 40.298$), and waist circumference ($P < 0.001$, $F = 384.939$) compared to the control group.

Conclusion Moderate-intensity aerobic exercise decreased insulin resistance, possibly through improvements in body composition and increased serum spexin levels.

Keywords Obesity, Aerobic training, Body combination, Spexin, Insulin resistance

Received: 10 Mar 2024
Accepted: 30 Jun 2024
Available Online: 30 Jun 2024

Corresponding Author:
Fahimeh Esfarjani
Address: Department of Sports Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran.
Tel: +989129430848
E-Mail: maryam.salehi960826@gmail.com

Extended Abstract

Introduction

The increasing prevalence of obesity in the world has been observed with great concern because it is associated with an increased risk of chronic diseases and mortality (1). Obesity and metabolic disorders lead to hormonal disorders as well as other biological biomarkers (7, 8) and insulin resistance in target tissues, primarily liver, muscle and fat tissue (9). Spexin is a 14 amino acid neuropeptide that is widely expressed in various body tissues and organs in species and is secreted into the systemic circulation (12). Laboratory research indicates that obese models exhibit decreased spexin expression in adipose tissue, leading to heightened insulin resistance in both adipose tissue and skeletal muscle (15). Spexin levels have been shown to correlate with body composition (16). Additionally, spexin has been suggested as a potential metabolic marker for exercise adaptation in humans (20). Given the potential of circulating spexin as a biomarker for insulin function and its role in obesity interventions, and considering the limited research in this area, this study aimed to investigate the effects of eight weeks of moderate-intensity continuous aerobic running training on body composition, serum spexin levels, and insulin resistance in sedentary obese women.

Methods

This quasi-experimental research involved 24 sedentary obese women living in Tehran city (body mass index ≤ 30 kg/m2) who were selected through purposive sampling. Following data collection on relevant variables, participants were randomly assigned to either a training (n=12) or control group (n=12). Participants engaged in a 10-week exercise program involving three weekly sessions of moderate-intensity continuous aerobic running. The exercise program in the present study included 5 minutes of warm-up with an intensity of 65% of the maximum heart rate. The primary exercise consisted of 38 minutes of continuous running at a moderate intensity of 65-70% maximum heart rate. A 5-minute cool-down at 65% maximum heart rate followed each session. In the first 2 weeks, the training started with 26 minutes of running at 65% intensity, and from the third to the tenth week, the continuous training time included 38 minutes. The intensity of the exercise was controlled using a polar heart rate monitor. Anthropometric measurements and blood samples were collected twice: once 24 hours before the training intervention began and again 72 hours after the final training session. Participants' height was measured in centimeters using a Seka height meter while barefoot. Weight was recorded in kilograms using a Seca digital scale with 0.1 kg precision, while wearing minimal clothing. Body mass index (BMI) was calculated by dividing weight in kilograms by the square of height in meters. Blood samples (5 cc) were collected from the right arm vein of each participant by a laboratory nurse and analyzed by a laboratory technician. Spexin levels were measured using a human spexin sample kit with a sensitivity of 88.46 pg/ml via the ELISA method. Fasting blood sugar was determined using Pars Azmoun kits made in Iran with a sensitivity of 5 mg/dL through a photometric method. Insulin resistance was assessed using the Homeostatic Model Assessment of Insulin Resistance (HOMA-IR) index, calculated as [glucose (mg/dL) × insulin (mU/L)] / 405. Data analysis was performed using SPSS version 26, employing dependent t-tests and covariance analysis. Statistical significance was set at $p \leq 0.05$.

Results

Results of the dependent t-test (Table 3) revealed a significant increase in spexin levels ($t = -8.828$, $p < 0.001$) and significant decreases in insulin resistance ($t = 6.464$, $p < 0.001$), body mass index ($t = 6.660$, $p < 0.001$), and waist circumference ($t = 20.530$, $p < 0.001$) within the ratio training group compared to baseline values. No significant changes were observed in the control group ($p > 0.05$) for any of the examined variables. Analysis of covariance (Table 3) demonstrated significant group differences in spexin ($F = 43.678$, $p < 0.001$), insulin resistance ($F = 30.542$, $p < 0.001$), body mass index ($F = 40.298$, $p < 0.001$), and waist circumference ($F = 384.939$, $p < 0.001$), with the ratio training group exhibiting greater improvements compared to the control group.

Conclusion

Results indicated a significant increase in serum spexin levels and significant decreases in insulin resistance, body mass index, and waist circumference within the training group compared to both pre-training and control group values. The results of our research are in line with those of Khadir et al. who reported that a three-month exercise program increased the secretion of spexin in obese subjects (20). Also, Fang et al. reported that swimming training increased the expression of spexin gene and the levels of GLUT4 and PGC-1α in adipose tissue of rats (15). These results show that exercise increases the level of spexin and is related to quantitative and qualitative changes in adipose tissue. In the present study, the increase in spexin was associated with a decrease in body mass index and waist circumference as an index of visceral fat. Also, research findings indicate that regular aerobic exercises lead to a moderate reduction in waist circumference and related visceral fat tissue (25). Therefore, the increase in circulating spexin can be attributed to the improvement of body composition (weight loss and waist circumference reduction) in adaptation to aerobic exercises. Another finding of the current research was the reduction of insulin resistance in adaptation to moderate aerobic running training. Physiologically, spexin and insulin interact in pancreatic islets (29). Exercise training has positive effects on improving pancreatic function (32). The observed increase in spexin following sports training suggests its potential role as a key mediator in enhancing pancreatic function and glucose metabolism. Previous research (33) has demonstrated

spexin's dose-dependent regulatory influence on glucose homeostasis through insulin secretion, glycogen metabolism, and blood glucose control. Therefore, it can be argued that by increasing serum spexin in adaptation to aerobic exercises, the effects of spexin on insulin function and glucose homeostasis in insulin-sensitive tissues are mediated. The results of Yu et al.'s research also showed that spexin can protect against insulin resistance and increase glucose consumption in skeletal muscles mainly through the activation of the glucose transporter type 4 (GLUT4) signaling pathway (34). GLUT4 is a membrane glucose transporter that is affected by insulin signaling and muscle contraction. GLUT4 gene and protein expression increases in response to regular exercise, leading to an increase in total GLUT4 protein levels in skeletal muscle (9). Based on the results of the present research, sports training by improving body composition increased the secretion of spexin and as a result decreased insulin resistance in obese women. These findings highlight the potential of continuous aerobic exercise as a strategy to regulate spexin secretion in obese women, thereby improving insulin action. Given spexin's role in metabolic health, these results suggest that regular aerobic exercise could be a valuable tool for obese women to prevent obesity-related metabolic disorders, such as insulin resistance.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All stages of the present research were carried out by the Ethical Committee of Isfahan University with the number (IR.UI.REC.1401.118).

Funding

This article has no financial sponsor.

Authors contributions

Design and supervision: Maryam Salehi, Fahimeh Esfarjani, data collection: Maryam Salehi, Sattar Gorgani Firoozjaei; All authors have read and approved the final text of the article.

Conflicts of interest

The authors have no conflict of interest.

Acknowledgements

The authors thank all those who have contributed to this research.

مجله علمی پزشکی
جنـــدی شـــاپور

مقاله پژوهشی

اثر تمرینات هوازی تداومی با شدت متوسط بر سطح اسپکسین سرمی، مقاومت به انسولین و ترکیب بدنی در زنان چاق غیرفعال

مریم صالحی[۱،*]، فهیمه اسفرجانی[۲]، ستار گرگانی فیروزجایی[۳]

۱. دکتری تخصصی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.
۲. استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.
۳. استادیار، گروه علوم آزمایشگاهی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ارتش، تهران، ایران.

Use your device to scan and read the article online

Citation Salehi M, Esfarjanini F, Gorgani Firoozjaei S. [The Effect of Moderate Intensity Continuous Aerobic Training on Serum Spexin Level, Insulin Resistance and Body Composition in Inactive Obese Women (Persian)]. Jundishapur Scientific Medical Journal. 2024; 23(3):245-254. 10.32592/JSMJ.23.3.245

https://doi.org/10.32592/JSMJ.23.3.245

CC BY NC

چکیده

زمینه و هدف اسپکسین یک پپتید مرتبط با هومئوستاز انرژی است که بر عملکرد پانکراس و انسولین موثر است. هدف تحقیق حاضر تعیین اثر تمرینات هوازی تداومی با شدت متوسط بر ترکیب بدنی، اسپکسین سرمی و مقاومت به انسولین در زنان چاق غیرفعال بود.

روش بررسی در تحقیق نیمه تجربی حاضر ۲۴ زن چاق غیرفعال به صورت هدفمند انتخاب شدند و به صورت تصادفی به گروه‌های تمرین (n =۱۲) و کنترل (n =۱۲) تقسیم شدند. مداخله تمرین ورزشی به مدت ۱۰ هفته، ۳ جلسه در هفته تمرینات دویدن هوازی تداومی با شدت متوسط اعمال شد. ترکیب بدنی، مقاومت به انسولین و سطح اسپکسین سرمی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در حالت ناشتا اندازه‌گیری شد. به منظور تجزیه و تحلیل آماری از آزمون های تی وابسته و تحلیل کواریانس استفاده شد.

یافته ها افزایش معنی داری در اسپکسین سرمی (P< ۰/۰۰۱؛ F= ۴۳/۶۷۸)، مقامت به انسولین (P< ۰/۰۰۱؛ F= ۳۰/۵۴۲)، شاخص توده بدن (P< ۰/۰۰۱؛ F= ۴۰/۲۹۸) و محیط دور کمر (P< ۰/۰۰۱؛ F= ۳۸۴/۹۳۹) در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل مشاهده شد.

نتیجه گیری بر اساس یافته‌های تحقیق حاضر تمرینات هوازی تداومی با شدت متوسط موجب کاهش مقاومت به انسولین شد و این کاهش در ارتباط با بهبود ترکیب بدنی و افزایش سطح اسپکسین سرمی می‌باشد.

کلیدواژه‌ها چاقی، تمرین هوازی، ترکیب بدنی، اسپکسین، مقاومت به انسولین

تاریخ دریافت: ۲۰ اسفند ۱۴۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۰ تیر ۱۴۰۳
تاریخ انتشار: ۱۰ تیر ۱۴۰۳

نویسنده مسئول:
مریم صالحی
نشانی: گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.
تلفن: ۰۹۱۲۹۴۳۰۸۴۸
رایانامه: maryam.salehi960826@gmail.com

مقدمه

شیوع فزاینده چاقی در جهان با نگرانی زیادی مشاهده شده است، زیرا با افزایش خطر ابتلا به بیماری‌های مزمن و مرگ و میر همراه است [۱]. شیوع چاقی در سال ۲۰۱۹، شیوع چاقی در مردان (۹/۶ تا ۲۲/۸ درصد) و زنان (۱۴/۵ تا ۳۰/۲ درصد) بیش از دو برابر نسبت به سال ۲۰۰۲ افزایش یافته است [۲]. بر اساس برآورد سازمان بهداشت جهانی تعداد افراد دارای اضافه وزن یا چاق در سال ۲۰۲۵ به بیش از ۱۶۷ میلیون نفر خواهد رسید [۳]. ژنتیک، دریافت کالری بالا و همچنین کم تحرکی از عوامل اصلی ایجاد چاقی هستند؛ به احتمال زیاد، شرایط مسبب چاقی‌زایی مدرن با استعداد ژنتیکی فردی تعامل دارد و علاوه بر این ممکن است باعث تغییرات اپی‌ژنتیکی و ایجاد چاقی شود [۴] و برای کنترل چاقی و عوارض ناشی از چاقی مداخلات مؤثر، پایدار و متناسب با فرهنگ مورد نیاز است [۵].

بافت چربی به عنوان بزرگترین منبع انرژی و اندام غدد درون‌ریز برای حفظ هومئوستاز سیستمیک گلوکز، لیپید و انرژی ضروری است، اما این عملکردهای متابولیک با افزایش سن و چاقی کاهش می‌یابد [۶]. چاقی و اختلالات متابولیک منجر به اختلالات هورمونی و همچنین سایر بیومارکرهای زیستی می‌شود [۷، ۸]، که منجر به مقاومت به انسولین در بافت‌های هدف، در درجه اول کبد، عضله و بافت چربی می‌شود [۹]. چندین فرضیه مقاومت به انسولین مرتبط با چاقی را توضیح داده‌اند؛ در این فرضیه‌ها، التهاب، اختلال عملکرد میتوکندری، هیپرانسولینمی و لیپوتوکسیسیتی مفاهیم اصلی بوده و مورد توجه بسیاری قرار گرفته است [۱۰]. چندین مسیر انتقال سیگنال انسولین توسط سیتوکین‌ها فعال می‌شوند که می‌توانند در سیگنال‌دهی گیرنده انسولین در عضلات اسکلتی، کبد و سلول‌های چربی موثر باشند (۸، ۱۱). اسپکسین (Spexin) یک نوروپپتید ۱۴ آمینو اسیدی است که اخیراً با استفاده از تکنیک‌های بیوانفورماتیک کشف شده است. این ژن توسط ژن Ch12:orf39 کدگذاری می‌شود که به طور گسترده در بافت‌ها و اندام‌های مختلف بدن بیان م شود و در گردش خون سیستمیک ترشح می‌شود [۱۲].

اسپکسین به عنوان یک پپتید چند منظوره در فرآیندهای مختلف مانند تنظیم وزن، مصرف غذا، تعادل انرژی، متابولیسم گلوکز و لیپید، ذخیره چربی، تعادل آب، نمک و فشار خون شریانی نقش دارد [۱۳]. به طور خاص، محل اسپکسین در نورون‌ها و سلول‌های غدد درون ریز نقش آن را به عنوان انتقال‌دهنده عصبی یا تعدیل کننده عصبی و عامل غدد درون ریز نشان می‌دهد [۱۴]. تحقیقات آزمایشگاهی نشان داده اند که بیان اسپکسین بافت چربی در مدل‌های چاق، کاهش می‌یابد و بافت چربی و عضله اسکلتی را نسبت به به انسولین مقاوم‌تر می‌کند [۱۵]. همچنین گزارش شده است که سطح اسپکسین در ارتباط با ترکیب بدنی می‌باشد [۱۶].

مستندات علمی نشان می‌دهد که مداخلات مبتنی بر تغییر سبک زندگی شامل متعادل کردن رژیم غذایی و افزایش فعالیت بدنی از اولین و کم هزینه ترین مداخلات ضدچاقی و عوارض مرتبط با چاقی از جمله مقاومت به انسولین است. تمرینات ورزش منظم یک مراقبت اولیه و کم‌هزینه در پیشگیری و درمان اختلالات متابولیک مرتبط با چاقی از طریق تعدیل متابولیسم می‌باشد [۱۷، ۱۸]. تمرینات ورزشی می‌تواند مقاومت به انسولین را کاهش دهد، با این حال، مکانیسم دقیق این نتیجه به طور کامل شناخته نشده است [۷] ؛ که نشان‌دهنده نیاز به تحقیقات بیشتر در این خصوص می‌باشد. تحقیقات حیوانی نشان داده است که تمرینات ورزشی یکی از محرک‌هایی است که موجب تغییر بیان اسپکسین در بافت عضلانی و همچنین سرم می‌شود [۱۵، ۱۹]. همچنین گزارش شده است که اسپکسین می‌تواند به عنوان شاخصی متابولیک در سازگاری نسبت به ورزش در نمونه‌های انسانی در نظر گرفته شود [۲۰].

بر اساس مطالعات اپیدمیولوژیک شیوع چاقی در زنان بالاست [۲]. بنابراین استفاده از روش‌های درمانی مرتبط با سبک زندگی برای مقابله با چاقی و عوارض چاقی اهمیت دارد [۲۱]. از طرفی تمرینات ورزشی از جمله دویدن یک رویکرد ورزشی ساده برای کنترل وزن و همچنین پیشگیری و درمان اختلالات متابولیک مرتبط با چاقی بخصوص مقاومت به انسولین می‌باشد [۲۱، ۲۲]. با توجه به اینکه سنجش اسپکسین سرمی می‌تواند در مداخلات درمانی در چاقی به عنوان یک بیومارکر مرتبط با عملکرد انسولین، اطلاعات مفیدی در اختیار محققین قرار دهد و همچنین تحقیقات محدودی در این خصوص انجام شده است. بنابراین تحقیق حاضر با هدف تعیین اثر هشت هفته تمرینات هوازی تداومی با شدت متوسط بر ترکیب بدنی، اسپکسین سرمی و مقاومت به انسولین زنان چاق غیرفعال طراحی شد.

روش بررسی

در تحقیق نیمه‌تجربی حاضر ۲۴ زن چاق کم‌تحرک ساکن شهر تهران با شاخص توده بدن برابر و بالای ۳۰ کیلوگرم بر متر مربع، نداشتن سابقه فعالیت بدنی منظم در یک سال گذشته، نداشتن سابقه بیماری‌های قلبی-تنفسی، ارتوپدیک ، دیابت و پر فشار خونی به روش نمونه‌گیری هدفمند وارد تحقیق شدند. پس از اندازه‌گیری متغیرهای مرتبط با تحقیق آزمودنی‌ها به صورت تصادفی به ۲ گروه ۱۲ نفره شامل گروه‌های تمرین و کنترل تقسیم شدند. برنامه تمرین شامل ۱۰ هفته، ۳ جلسه در هفته تمرینات دویدن تداومی با شدت متوسط بود. گروه کنترل هیچ مداخله

مجله علمی پزشکی
جنـــدی شـــاپور

ورزشی دریافت نکردند. حجم نمونه در تحقیق حاضر بر اساس مطالعات پیشین [۷] و همچنین فرمول براورد حجم نمونه در هر گروه ۱۰ نفر براورد شد و با توجه به احتمال ریزش ۲۰ درصدی آزمودنی‌ها در هر گروه ۱۲ نفر در نظر گرفته شد.

برنامه تمرینی [۲۳] در تحقیق حاضر (جدول ۱) شامل ۵ دقیقه گرم کردن با شدت ۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه و به دنبال آن ۳۸ دقیقه دویدن با شدت (۷۰٪-۶۵٪) ضربان قلب بیشینه به صورت تداومی و در پایان ۵ دقیقه سرد کردن با شدت ۶۵٪ ضربان قلب بیشینه انجام شد. تمرینات در ۲ هفته اول با ۲۶ دقیقه دویدن با شدت ۶۵٪ شروع شد و از هفته سوم تا دهم زمان تمرین تداومی ۳۸ دقیقه بود. شدت تمرین در حین اجرای تمرین با استفاده از ضربان سنج پلار کنترل شد.

به منظور ارزیابی متغیرهای مورد بررسی در دو نوبت ۲۴ ساعت قبل از شروع مداخلات تمرین و ۷۲ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین مشخصات تن سنجی و خون‌گیری به صورت ناشتا انجام شد. قد آزمودنی‌ها با استفاده از قدسنج سکا و به صورت ایستاده بدون کفش اندازه‌گیری شد و با واحد سانتیمتر بیان شد. وزن آزمودنی‌ها نیز با استفاده از ترازو و با حداقل لباس ممکن با ترازوی دیجیتال سکا با حساسیت ۰/۱ کیلوگرم سنجیده شد و با واحد کیلوگرم بیان شد. شاخص توده بدن نیز به روش محاسباتی و تقسیم وزن بر حسب کیلوگرم بر مجذور قد بر حسب متر محاسبه شد. جهت نمونه‌گیری خون از هر آزمودنی به میزان ۵ س سی خون از ورید دست راست توسط پرستار آزمایشگاه گرفته شد و تجزیه و تحلیل توسط کارشناس آزمایشگاه انجام شد. سطح اسپکسین با استفاده از کیت نمونه انسانی اسپکسین با حساسیت ۸۸/۴۶ پیکوگرم بر میلی لیتر و به روش الایزا اندازه‌گیری شد. قند خون ناشتا به روش فتومتریک و با استفاده از کیت‌های شرکت پارس آزمون ساخت کشور ایران با حساسیت ۵ میلی گرم بر دسی لیتر اندازه‌گیری شد. انسولین به روش الایزا و با استفاده از کیت شرکت بیوسیستم آمریکا اندازه‌گیری شد. مقاومت به انسولین نیز به روش محاسباتی و بر اساس مدل هومئوستاتیک ارزیابی مقاومت به انسولین اندازه‌گیری شد × HOMA-IR = glucose (mg/dL) [insulin (mU/L)/405].

به منظور تجزیه و تحلیل آماری از آزمون‌های تی وابسته و تحلیل کواریانس استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ و سطح معنی داری (P< ۰/۰۵) انجام شد.

جدول ۱. پروتکل ده هفته ای تمرینات ایروبیک

هفته		اول و دوم	سوم تا دهم
گرم کردن	زمان (دقیقه)	۵	۵
	شدت (ضربان قلب بیشینه)	۶۵ درصد	۶۵ درصد
تمرین اصلی	زمان (دقیقه)	۲۶	۳۸
	شدت (ضربان قلب بیشینه)	۶۵ درصد	۶۵ درصد
سرد کردن	زمان (دقیقه)	۵	۵
	شدت (ضربان قلب بیشینه)	۶۵ درصد	۶۵ درصد

یافته ها

جدول ۲ مربوط به متغیرهای دموگرافی آزمودنی‌ها می باشد.

با توجه به نتایج آزمون تی مستقل (جدول ۲) تفاوت معنی‌داری در متغیرهای سن، قد و وزن، قند خون ناشتا و انسولین ناشتا آزمودنی‌ها در دو گروه تمرین و کنترل وجود نداشت (P> ۰/۰۵).

با توجه به نتایج آزمون تی وابسته (جدول ۳)، پس از دوره مداخله افزایش معنی‌داری در سطح اسپکسین (P< ۰/۰۰۱؛ t= -۸/۸۲۸) و کاهش معنی‌داری در سطوح مقامت به انسولین (P< ۰/۰۰۱؛ ۶/۴۶۴ =t)، شاخص توده بدن (P< ۰/۰۰۱؛ ۶/۶۶۰ =t) و محیط دور کمر (P< ۰/۰۰۱؛ ۲۰/۵۳۰ =t) در گروه تمرین نسبت به مقادیر پایه مشاهده شد ولی تفاوت معنی‌داری در متغیرهای بررسی شده در گروه کنترل مشاهده نشد (P> ۰/۰۵). در بررسی تغییرات بین‌گروهی نیز نتایج آزمون تحلیل کواریانس (جدول ۳) نشان داد که تغییرات اسپکسین (P< ۰/۰۰۱؛ F= ۴۳/۶۷۸)، مقامت به انسولین (P< ۰/۰۰۱؛ F= ۳۰/۵۴۲)، شاخص توده بدن (P< ۰/۰۰۱؛ F= ۴۰/۲۹۸) و محیط دور کمر (P< ۰/۰۰۱؛ F= ۳۸۴/۹۳۹) در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل معنی‌داری بود.

جدول ۲. مشخصات مربوط به سن، قد و وزن آزمودنی ها

متغیر	تمرین	کنترل
سن (سال)	۴۱/۳۳ ± ۲/۷۴	۴۱/۰ ± ۳/۱۹
قد (سانتی‌متر)	۱۵۸/۰۸ ± ۷/۰۹	۱۵۹/۰۸ ± ۴/۲۳
وزن (کیلوگرم)	۸۱/۳۳ ± ۱۰/۱۷	۸۱/۸۴ ± ۱۲/۲۲
قند خون ناشتا (میلی‌گرم بر دسی لیتر)	۹۱/۳۳ ± ۱۲/۶۷	۱۰۴/۲۵ ± ۱۹/۰۵
انسولین ناشتا (میکرو واحد در دسی لیتر)	۳۲/۳۸ ± ۷/۳۵	۲۹/۰۵ ± ۸/۳۸

جدول ۳. اثر تمرین بر تغییرات متغیرهای اندازه گیری شده در گروه های تحقیق

متغیرها	گروه	آزمون تی وابسته				آزمون تحلیل کواریانس	
		پیش آزمون	پس آزمون	t	P	F	P
اسپکسین (نانوگرم بر میلی‌لیتر)	تمرین	۰/۱۳ ± ۰/۰۲	۰/۳۳ ± ۰/۰۷	-۸/۸۲۸	<۰/۰۰۱	۴۳/۶۷۸	<۰/۰۰۱
	کنترل	۰/۲۰ ± ۰/۰۴	۰/۱۵ ± ۰/۰۵	۱/۹۷۷	۰/۰۷۴		
مقاومت به انسولین (HOMA-IR)	تمرین	۷/۱۷ ± ۱/۳۱	۴/۰۴ ± ۰/۹۳	۶/۴۶۴	<۰/۰۰۱	۳۰/۵۴۲	<۰/۰۰۱
	کنترل	۷/۶۸ ± ۲/۴۴	۸/۵۸ ± ۱/۵۸	-۱/۱۱۳	۰/۲۸۹		
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	تمرین	۳۲/۴۶ ± ۲/۵۳	۳۱/۵۸ ± ۲/۷۹	۶/۶۶۰	<۰/۰۰۱	۴۰/۲۹۸	<۰/۰۰۱
	کنترل	۳۲/۲۱ ± ۳/۴۸	۳۲/۲۸ ± ۳/۴۱	-۱/۰۲۱	۰/۳۲۹		
محیط دور کمر (سانتیمتر)	تمرین	۹۶/۶۰ ± ۵/۸۴	۹۲/۷۳ ± ۵/۸۹	۲۰/۵۳۰	<۰/۰۰۱	۳۸۴/۹۳۹	<۰/۰۰۱
	کنترل	۹۷/۴۸ ± ۵/۷۹	۹۷/۵۳ ± ۵/۷۷	-۱/۰۳۲	۰/۳۲۴		

بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که پس از دوره تمرینات افزایش معنی‌داری در سطح اسپکسین سرمی و کاهش معنی‌داری در مقاومت به انسولین به همراه کاهش شاخص توده بدن وکاهش محیط دور کمر در گروه تمرین نسبت به مقادیر پیش آزمون و همچنین گروه کنترل مشاهده شد. نتایج تحقیق ما همسو با نتایج خدیر و همکاران می‌باشد که گزارش کردند یک برنامه سه ماهه تمرینات ورزشی موجب افزایش ترشح اسپکسین در آزمودنی‌های چاق شد [۲۰]. همچنین فانگ و همکاران نیز گزارش کردند که تمرینات شنا موجب افزایش بیان ژن اسپکسین و سطوح GLUT4 و PGC-1α در بافت چربی موش‌های آزمایشگاهی شد [۱۵]. این نتایج نشان‌دهنده اثر ورزش بر افزایش سطح اسپکسین و ارتباط آن با تغییرات کمی و کیفی بافت چربی می‌باشد. در تحقیق حاضر نیز افزایش اسپکسین با کاهش شاخص توده بدن و محیط دور کمر به عنوان شاخصی از چربی احشایی همراه بود. تحقیقات قبلی نشان داده است که غلظت اسپکسین در گردش در افراد چاق در مقایسه با همتایان با وزن طبیعی به طور معنی‌داری کمتر است [۱۲، ۲۰]. افزایش میزان فعالیت بدنی یک استراتژی مهم برای کاهش وزن است و تمرین هوازی ترکیب بدن و شاخص‌های آمادگی جسمانی را در افراد مبتلا به چاقی بهبود بخشید [۲۴]. همچنین یافته‌ها حاکی از آن است که تمرینات هوازی منظم منجر به کاهش متوسط در دور کمر و بافت چربی احشایی مرتبط می‌شود [۲۵]. بنابراین می‌توان افزایش اسپکسین سرمی را به کاهش وزن و کاهش محیط دور کمر در سازگاری به تمرینات هوازی تداومی با شدت متوسط نسبت داد.

از دیگر یافته‌های تحقیق حاضر کاهش مقاومت به انسولین در سازگاری به تمرینات دویدن هوازی با شدت متوسط بود. گالوویلگاس و همکاران (۲۰۲۲) نیز در تحقیقشان نتایج مشابهی مشاهده کردند و گزارش کردند که تمرینات هوازی موجب کاهش معنی‌دار مقاومت به انسولین در بزرگسالان مبتلا به سندرم متابولیک می‌شود [۲۶]. تحقیقات قبلی نیز نشان داده‌اند که تمرینات هوازی از طریق کاهش وزن موجب بهبود عملکرد انسولین و در نتیجه کنترل قند خون می‌شود [۲۷، ۲۸]. این یافته‌ها از این ایده حمایت می‌کنند که اثرات حساس‌کننده انسولین در اثر سازگاری به تمرینات ورزشی توسط عوامل ناشی از سازگاری‌هایی که با تمرین ایجاد می‌شوند، واسطه می‌شوند [۹]. در تحقیق ما اثر مثبت تمرینات ورزشی بر کاهش مقاومت به انسولین با افزایش اسپکسین به عنوان یک بیومارکر مرتبط با حساسیت به انسولین واسطه شد. از نظر فیزیولوژیکی، اسپکسین و انسولین در جزایر پانکراس با هم تعامل دارند [۲۹]. وجود اسپکسین در سلول‌های بتا و افزایش آن از جزایر پس از مدت کوتاهی و کاهش آن پس از مدت طولانی پس از تجویز گلوکز

مجله علمی پزشکی
جنـــدی شـــاپور

دیده شد [۳۰] که نشان‌دهنده اهمیت این پپتید در عملکرد طبیعی پانکراس است. همچنین دای و همکاران گزارش کردند که سطح اسپکسین سرمی به صورت یک منحنی زنگوله شکل در امتداد زنجیره گلیسمی نشان داده می‌شود و ارتباط نزدیکی با ترشح انسولین در انسان دارد [۳۱]. تمرینات ورزشی اثرات مثبتی بر بهبود عملکرد پانکراس و همچنین هومئوستاز گلوکز دارد [۳۲]. می‌توان افزایش اسپکسین در سازگاری به تمرینات ورزشی را به عنوان یک واسطه موثر بر عملکرد پانکراسی و بهبود متابولیسم گلوکز پیشنهاد کرد. از طرف دیگر در موش‌های دیابتی نشان داده شده است که اسپکسین نقش تنظیم‌کننده‌ای در هومئوستاز گلوکز از طریق ترشح انسولین، متابولیسم گلیکوژن و تنظیم گلوکز خون به شیوه‌ای وابسته به دوز دارد [۳۳]. بر همین اساس می‌توان گفت که با افزایش اسپکسین سرمی در سازگاری به تمرینات ایروبیک اثرات اسپکسین بر عملکرد انسولین و هومئوستاز گلوکز در بافت های حساس به انسولین واسطه می‌شود. نتایج تحقیق یو و همکاران نیز نشان داد که اسپکسین می‌تواند از مقاومت به انسولین محافظت کند و مصرف گلوکز را در عضلات اسکلتی عمدتاً از طریق فعال‌سازی مسیر سیگنال ناقل گلوکز نوع ۴ (Glucose transporter type 4) (GLUT4) افزایش دهد [۳۴]. اختلال در جابجایی GLUT4 تحریک شده توسط انسولین در این بافت‌ها زمینه‌ساز مقاومت به انسولین است که یک عامل خطر اصلی برای دیابت نوع ۲ و سایر بیماری‌های متابولیک است [۳۵]. GLUT4 یک ناقل گلوکز غشایی است که تحت تأثیر سیگنال‌دهی انسولین و انقباض عضلانی قرار می‌گیرد. بیان ژن و پروتئین GLUT4 در پاسخ به ورزش منظم افزایش می‌یابد و منجر به افزایش سطح کل پروتئین GLUT4 در عضلات اسکلتی می‌شود [۹]. اگرچه در تحقیق حاضر به دلیل تهاجمی بودن امکان بایوپسی و نمونه‌برداری برای بررسی اسپکسین عضلانی و GLUT4 نبود که از محدودیت های تحقیق حاضر بود ولی می‌توان بهبود عملکرد انسولین و کاهش مقاومت به انسولین را به ارتباط بین اسپکسین عضلانی و GLUT4 نسبت داد.

نتیجه گیری

در مجموع نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تمرینات ورزشی با بهبود ترکیب بدنی موجب افزایش ترشح اسپکسین و در نتیجه کاهش مقاومت به انسولین در زنان چاق شد. این نتایج نشان دهنده نقش تمرینات هوازی تداومی بر تنظیم ترشح اسپکسین در زنان چاق به عنوان یک پپتید موثر بر عملکرد انسولین می‌باشد. بنابراین پیشنهاد می‌شود که زنان چاق برای پیشگیری از اختلالات متابولیکی ناشی از چاقی مانند مقاومت به انسولین می‌توانند از این سبک تمرینات استفاده کنند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

تمامی مراحل تحقیق حاضر توسط کمیته اخالق دانشگاه اصفهان باشماره (1401.118REC.UI.IR) انجام شد.

حامی مالی

مقاله حاضر حامی مالی ندارد.

مشارکت نویسندگان

طـراحی و نـظارت: مریم صـالحی، فهیمه اسفرجانی، جمع‌آوری داده‌ها: مـریم صـالحی، ستار گـرگـانی فیروزجایی؛ آنـالیز و تحلیل داده‌ها: مریم صالحی؛ کلیه نویسندگان متن نهایی مقاله را خوانده و تایید کرده‌اند.

تعارض منافع

نویسندگان تعارض منافع ندارند.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از همه کسانی که در این تحقیق مشارکت داشته‌اند تشکر می‌کنند.

References

[1] Koeder C, Kranz RM, Anand C, Husain S, Alzughayyar D, Schoch N, Hahn A, Englert H. Effect of a 1-year controlled lifestyle intervention on body weight and other risk markers (the Healthy Lifestyle Community Programme, cohort 2). Obesity Facts. 2022 Dec 17;15(2):228-39. [10.1159/000521164] [PMID]

[2] Geography IBIo, Statistics. National Health Survey 2019. Primary Health Care and Anthropometric Information.

[3] De Araújo MD, da Conceição Chagas de Almeida M, Matos SM, de Jesus Mendes da Fonseca M, Pitanga CP, Pitanga FJ. Combined effect of leisure-time physical activity and sedentary behavior on abdominal obesity in ELSA-Brasil participants. International journal of environmental research and public health. 2023 Aug 2;20(15):6501. [10.3390/ijerph20156501] [PMID]

[4] Jackson SE, Llewellyn CH, Smith L. The obesity epidemic–Nature via nurture: A narrative review of high-income countries. SAGE open medicine. 2020 Apr;8:2050312120918265. [10.1177/2050312120918265] [PMID]

[5] Wang Y, Beydoun MA, Min J, Xue H, Kaminsky LA, Cheskin LJ. Has the prevalence of overweight, obesity and central obesity levelled off in the United States? Trends, patterns, disparities, and future projections for the obesity epidemic. International journal of epidemiology. 2020 Jun 1;49(3):810-23. [10.1093/ije/dyz273] [PMID]

[6] Liu Z, Wu KK, Jiang X, Xu A, Cheng KK. The role of adipose tissue senescence in obesity-and ageing-related metabolic disorders. Clinical science. 2020 Jan;134(2):315-30. [10.1042/CS20190966] [PMID]

[7] Ghalavand A, Mohammadpour M, Ghobadi MR, Motamedi P, Hovsepian A. Changes in the Serum Levels of Metabotropic Biomarkers (Asprosin and BDNF) in Adaptation to Aerobic Interval Training. Journal of Ilam University of Medical Sciences: Volume. 2023;31(2).

[8] Ghalavand A, Ghobadi MR, Motamedi P, Delaramnasab M. Reduction of fetuin B in adaptation to pyramidal aerobic exercises and its role in modulating insulin resistance and serum aminotransferases in patients with type 2 diabetes. EBNESINA. 2023 Mar 10;25(1):13-20.

[9] Ghalavand A, Ghobadi MR. Effect of Exercise and Insulin Signaling on Glucose Transporter Type 4 in Skeletal Muscles: A narrative review. Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences. 2023 Mar 27.

[10] Ye J. Mechanisms of insulin resistance in obesity. Frontiers of medicine. 2013 Mar;7:14-24. [10.1007/s11684-013-0262-6] [PMID]

[11] Makki K, Froguel P, Wolowczuk I. Adipose tissue in obesity-related inflammation and insulin resistance: cells, cytokines, and chemokines. International Scholarly Research Notices. 2013;2013(1):139239.

[12] Kumar S, Mankowski RT, Anton SD, Babu Balagopal P. Novel insights on the role of spexin as a biomarker of obesity and related cardiometabolic disease. International Journal of Obesity. 2021 Oct;45(10):2169-78. [10.1038/s41366-021-00906-2] [PMID]

[13] Türkel İ, Memi G, Yazgan B. Impact of spexin on metabolic diseases and inflammation: An updated minireview. Experimental Biology and Medicine. 2022 Apr;247(7):567-73. [10.1177/15353702211072443] [PMID]

[14] Porzionato A, Rucinski M, Macchi V, Stecco C, Malendowicz LK, De Caro R. Spexin expression in normal rat tissues. Journal of Histochemistry & Cytochemistry. 2010 Sep;58(9):825-37. [10.1369/jhc.2010.956300] [PMID]

[15] Fang P, Ge R, She Y, Zhao J, Yan J, Yu X, Jin Y, Shang W, Zhang Z. Adipose tissue spexin in physical exercise and age-associated diseases. Ageing Research Reviews. 2022 Jan 1;73:101509. [10.1016/j.arr.2021.101509] [PMID]

[16] Suhs M, Stengel A, Rudolph A, Schaper S, Wölk E, Kobelt P, Rose M, Hofmann T. Circulating spexin is associated with body mass index and fat mass but not with physical activity and psychological parameters in women across a broad body weight spectrum. Journal of Clinical Medicine. 2022 Aug 30;11(17):5107. [10.3390/jcm11175107] [PMID]

[17] Fang P, Guo W, Ju M, Huang Y, Zeng H, Wang Y, Yu M, Zhang Z. Exercise training rescues adipose tissue spexin expression and secretion in diet-induced obese mice. Physiology & Behavior. 2022 Nov 1;256:113958. [10.1016/j.physbeh.2022.113958] [PMID]

[18] Kopelman PG. Obesity as a medical problem. Nature. 2000 Apr;404(6778):635-43. [10.1038/35007508] [PMID]

[19] Leciejewska N, Pruszyńska-Oszmałek E, Mielnik K, Głowacki M, Lehmann TP, Sassek M, Gawęda B, Szczepankiewicz D, Nowak KW, Kołodziejski PA. Spexin Promotes the Proliferation and Differentiation of C2C12 Cells In Vitro—The Effect of Exercise on SPX and SPX Receptor Expression in Skeletal Muscle In Vivo. Genes. 2021 Dec 28;13(1):81. [10.3390/genes13010081] [PMID]

[20] Khadir A, Kavalakatt S, Madhu D, Devarajan S, Abubaker J, Al-Mulla F, Tiss A. Spexin as an indicator of beneficial effects of exercise in human obesity and diabetes. Scientific reports. 2020 Jun 30;10(1):10635. [10.1038/s41598-020-67624-z] [PMID]

[21] Oppert JM, Ciangura C, Bellicha A. Physical activity and exercise for weight loss and maintenance in people living with obesity. Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders. 2023 Oct;24(5):937-49. [10.1007/s11154-023-09805-5] [PMID]

[22] Miyashita M, Eto M, Sasai H, Tsujimoto T, Nomata Y, Tanaka K. Twelve-week jogging training increases pre-heparin serum lipoprotein lipase concentrations in overweight/obese middle-aged men. Journal of atherosclerosis and thrombosis. 2010;17(1):21-9. [10.5551/jat.2337] [PMID]

[23] Ryan BJ, Schleh MW, Ahn C, Ludzki AC, Gillen JB, Varshney P, Van Pelt DW, Pitchford LM, Chenevert TL, Gioscia-Ryan RA, Howton SM. Moderate-intensity exercise and high-intensity interval training affect insulin sensitivity similarly in obese adults. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. 2020 Aug;105(8):e2941-59. [10.1210/clinem/dgaa345] [PMID]

[24] Zouhal H, Ben Abderrahman A, Khodamoradi A, Saeidi A, Jayavel A, Hackney AC, Laher I, Algotar AM, Jabbour G. Effects of physical training on anthropometrics, physical and physiological capacities in individuals with obesity: A systematic review. Obesity reviews. 2020 Sep;21(9):e13039. [10.1111/obr.13039] [PMID]

[25] Armstrong A, Jungbluth Rodriguez K, Sabag A, Mavros Y, Parker HM, Keating SE, Johnson NA. Effect of aerobic exercise

on waist circumference in adults with overweight or obesity: A systematic review and meta-analysis. Obesity Reviews. 2022 Aug;23(8):e13446. [10.1111/obr.13446] [PMID]

[26] Gallo-Villegas J, Castro-Valencia LA, Pérez L, Restrepo D, Guerrero O, Cardona S, Sánchez YL, Yepes-Calderon M, Valbuena LH, Peña M, Milán AF. Efficacy of high-intensity interval-or continuous aerobic-training on insulin resistance and muscle function in adults with metabolic syndrome: a clinical trial. European Journal of Applied Physiology. 2022 Feb 1:1-4. [10.1007/s00421-021-04835-w] [PMID]

[27] Luo X, Wang Z, Li B, Zhang X, Li X. Effect of resistance vs. aerobic exercise in pre-diabetes: an RCT. Trials. 2023 Feb 14;24(1):110. [10.1186/s13063-023-07116-3] [PMID]

[28] Wang Y, Li H, Yang D, Wang M, Han Y, Wang H. Effects of aerobic exercises in prediabetes patients: A systematic review and meta-analysis. Frontiers in Endocrinology. 2023 Jul 13;14:1227489. [10.3389/fendo.2023.1227489] [PMID]

[29] Sun X, Yu Z, Xu Y, Pu S, Gao X. The role of spexin in energy metabolism. Peptides. 2023 Jun 1;164:170991. [10.1016/j.peptides.2023.170991] [PMID]

[30] Sassek M, Kolodziejski PA, Szczepankiewicz D, Pruszynska-Oszmalek E. Spexin in the physiology of pancreatic islets—mutual interactions with insulin. Endocrine. 2019 Mar 15;63:513-9. [10.1007/s12020-018-1766-2] [PMID]

[31] Dai J, Ni Y, Wu D, Jiang Y, Jin S, Zhang S, Yu X, Liu R. Circulating spexin levels are influenced by the glycemic status and correlated with pancreatic β-cell function in Chinese subjects. Acta Diabetologica. 2023 Feb;60(2):305-13. [10.1007/s00592-022-02010-x] [PMID]

[32] Kim JY, Jeon JY. Role of exercise on insulin sensitivity and beta-cell function: is exercise sufficient for the prevention of youth-onset type 2 diabetes?. Annals of pediatric endocrinology & metabolism. 2020 Dec 31;25(4):208-16. [10.6065/apem.2040140.070] [PMID]

[33] Memi G, Kızıl Gül T, Şener Akçora D, Öztürk L. Spexin Modulates the Glucose Homeostasis in Streptozotocin (STZ)-Induced Diabetes in Rat. HEALTH AND SPORT. 2022;3(1):63.

[34] Yu M, Wang M, Han S, Han L, Kan Y, Zhao J, Yu X, Yan J, Jin Y, Zhang Z, Shang W. Spexin ameliorates skeletal muscle insulin resistance through activation of GAL2 receptor. European Journal of Pharmacology. 2022 Feb 15;917:174731. [10.1016/j.ejphar.2021.174731] [PMID]

[35] van Gerwen J, Shun-Shion AS, Fazakerley DJ. Insulin signalling and GLUT4 trafficking in insulin resistance. Biochemical Society Transactions. 2023 Jun 28;51(3):1057-69. [10.1042/BST20221066] [PMID]