Research Paper

The Effect of Rhythmic Aerobic Training with Core Stability Training on Glycemic and Anthropometric Indices of Overweight Women

Nahid Venarji [1], Abbas Mehranpoor [2*], Hooman Angoorani 1, Sareh Hasani [1]
1. Department of Sport Medicine, School of Medicine, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2. Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Toloemehr University, Qom, Iran

Received: 3 October 2020
Revised: 2 November 2020
Accepted: 1 January 2021

Use your device to scan and read the article online

Keywords:
Aerobic Training, Core Stability Training, Glycemic Index, Overweight

Abstract

Introduction: Due to the high prevalence of overweight and obesity and the need to achieve effective and practical solutions to control them, the present study aimed to investigate the effect of a rhythmic aerobic training with core stability training on serum levels of glucose, insulin, resistance Insulin and anthropometric indices of overweight women.

Materials and methods: In this quasi-experimental study, 80 women with an age range of 25 to 45 years and a body mass index above 25 were purposefully selected and then randomly divided into two groups of control and exercise. Interventions were performed for 12 weeks (three sessions per week, each session for one hour) with an intensity of 80% of the maximum heart rate. Before the start of the study and at the end of the study period, study variables were measured. Independent and dependent t-test were used to analyze the results ($P \leq 0.05$).

Findings: A period of rhythmic aerobic training with core stability training had a significant effect on reducing the waist circumference, and body fat percentage and insulin resistance of overweight women ($P<0.05$). However, it had no significant effect on serum glucose and insulin levels in women.

Conclusion: It seems that core stability training can improve the anthropometric indices of overweight women. However, in relation to its effects on glycemic indices, more studies are needed.

Citation: Venarji N, Mehranpoor A, Angoorani H, Hasani S. The effect of rhythmic aerobic training with core stability training on glycemic and anthropometric indices of overweight women. Res Sport Sci Med Plants. 2021; 1 (2): 46- 58.

***Corresponding author:** Abbas Mehranpoor
Address: Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Toloemehr University, Qom, Iran
Tell: 00989122512808
Email: drmehranpour2015@gmail.com

Extended Abstract

Introduction

Obesity and overweight in developed and developing countries around the world, it is alertly increasing. Obesity and overweight are the biggest public health challenges of this century and the health department in most countries of the world is involved in issues and complications of it (1). Increased adipose tissue, especially visceral fat, is completely dependent on risk factors such as cardiovascular disease, impaired glucose tolerance, hyperlipidemia, hypertension and also as a predisposing factor in diabetes and metabolic syndrome (3). Insulin resistance in skeletal muscle as a result of fat accumulation, recent studies in this field also show fat-covering proteins plays an important role in cellular processes such as storage and cell energy homeostasis (8). An active lifestyle is one of the basic determinants of health, however, regular physical activity is less in women than men and the same amount decreases with age increasing (11). In this regard, exercise can minimize the reduction in age-related ability. Although each type of exercise has its own benefits, combination exercises seem to play a greater role in people who have not practiced; because combined exercise can have the benefits of aerobic exercise and also by increasing muscle strength and volume, it increases exercise tolerance in such people (12). Although exercise and physical activity can have many health benefits for overweight and obese people, they are not taken very seriously by most people. Therefore, according to the above cases, the aim of this study was to investigate the effect of a rhythmic aerobic training with trunk stability training on glycemic and anthropometric indices of overweight women.

Materials and Methods

In this quasi-experimental study, 80 Female employees working in insurance offices of Karaj city were purposefully selected as a statistical sample and randomly divided into two groups of training (40 people) and control (40 people). Inclusion criteria included no disease associated with metabolic syndrome, with a waist circumference greater than or equal to 88 cm and body mass index (BMI) greater than 25 kg / m2, and exclusion criteria including a history of specific diseases (Such as diabetes, high blood pressure, and cardiovascular disease), Having regular exercise (over the past three months), smoking, and Also having a special diet and Special treatment method. All subjects were initially assessed with a personal information questionnaire, a medical evaluation questionnaire and The Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). Information about age, marital status, smoking and drug use, daily activity and family history of specific diseases were obtained from the subjects. Before Intervention height and weight, body mass, body fat mass (using a caliper), waist and hip circumference of the participants were measured. To measure the resting levels of biochemical variables (glucose and insulin), blood samples were taken in the morning and after 12 hours of fasting by a laboratory specialist. The aerobic training program includes 12 weeks of rhythmic aerobic training, three sessions each week, starting with 55% of the maximum heart rate in the first week and gradually reaching 80% of the maximum heart rate as the exercise program progresses. core stability training according to the NSCA recommendation and Based on the training protocol introduced by NSCA (Basic core Stability Exercises for Endurance Athletes), one set started with eight repetitions for 15 seconds and continued up to three sets with 10 repetitions for 30 seconds. 24 hours after the end of the last training session, all variables were measured according to the pre-test. Independent and dependent t-test were used to analyze the results ($P \leq 0.05$).

Findings

The results of independent t-test showed no significant differences between training and control groups in fasting glucose variation ($P=0.06$), fasting insulin ($P=0.11$), insulin resistance ($P=0.07$), body mass index ($P=0.50$),

waist hip ratio (P=0.35), waist circumference (P=0.39) and weight (P=0.52). However, body fat percentage in the training group was significantly reduced compared to the control group in the post-test compared to the pre-test (P=0.01). In control group the results of dependent t-test showed no significant differences in pre-test and post-test levels of weight (p=0.81), body fat percentage (p=0.30), waist circumference (P=0.24), waist hip ratio (P=0.91), body mass index (P=0.84), fasting glucose (P=0.56), fasting insulin (p=0.68) and insulin resistance (P=0.89). Also, in training group the results of dependent t-test showed no significant differences in pre-test and post-test levels of weight (P=0.32), waist hip ratio (P=0.24), body mass index (P=0.22), fasting glucose (P=0.21) and fasting insulin (P=0.06). However, in the post-test, the levels of body fat percentage (p=0.01), waist circumference (P=0.03) and insulin resistance (P=0.04) were significantly reduced compared to the pre-test.

Discussion

The results of the present study showed a significant decrease in post-test levels of insulin resistance in the subjects of the training group. However, changes in fasting insulin and glucose were not significant. In the present study, exercise significantly reduced glucose and insulin levels, so it can be said that insulin sensitivity increased slightly in individuals and insulin resistance decreased, but this difference was not significant. Some studies have shown that further reductions in abdominal fat are associated with further increases in insulin sensitivity. Adipose tissue (especially abdominal tissue) with Production of inflammatory agents may play an important role in Insulin resistance and metabolic problems associated with obesity (28). In the present study, the waist circumference, which indicates the amount of abdominal fat, was significantly reduced in the training group, so this factor may justify the decrease in insulin resistance in the present study. Considering the slight decrease in fasting insulin and glucose in the present study, if the duration of the training period or the number of repetitions of training on week days increases, the effect of combined training (rhythmic aerobics and core stability training) may be more clearly on these factors. The subjects in this study also had normal basal glucose levels. Therefore, according to the characteristics of the subjects in the present study, three training sessions per week for three months were probably not enough to achieve a significant change in fasting insulin and glucose. The limitations of the present study include the similar gender of the subjects and the impossibility of examining gender-related changes in the research variables and the lack of facilities to monitor the mental state and stress of the subjects during the research, especially during blood sampling and also lack of The possibility of sampling at different times after the end of the activity in the subjects.

Conclusion

Based on the findings of the present study, a period of rhythmic aerobic training with core stability training can significantly improve waist circumference, body fat percentage and insulin resistance in overweight women. In general, it seems that the combination of rhythmic aerobic training with core stability training did not have a significant effect on blood glucose and insulin levels in overweight women.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

In the present study, informed consent forms were completed by all subjects.

Funding

This study is part of a researcher research project with personal spending, which was conducted in collaboration with Bu Ali Private Laboratory.

Authors' contributions

Design and conceptualization: Nahid Venarji, Abbas Mehranpoor; Methodology and data analysis: Hooman Angoorani, Sareh Hasani; Supervision and final writing: Nahid Venarji, Abbas Mehranpoor.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

مقاله پژوهشی

تاثیر یک دوره تمرین هوازی موزون به همراه تمرینات پایداری تنه بر شاخص های گلایسمیک و آنتروپومتریک زنان دارای اضافه وزن

ناهید ونارجی [۱]، عباس مهرانپور [۲]، هومن انگورانی [۱]، ساره حسنی [۲]

۱. گروه پزشکی ورزشی، مجتمع آموزشی درمانی حضرت رسول اکرم دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

۲. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه طلوع مهر، قم، ایران

تاریخ دریافت: ۱۲ مهر ۱۳۹۹
تاریخ داوری: ۲۵ آبان ۱۳۹۹
تاریخ پذیرش: ۲۶ دی ۱۳۹۹

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید

واژه‌های کلیدی:
اضافه وزن، تمرین هوازی، تمرین پایداری تنه، شاخص های گلایسمیک

چکیده

مقدمه و هدف: با توجه به شیوع بالای اضافه وزن و چاقی و لزوم دستیابی به راهکارهای موثر و عملی جهت کنترل آن ها، پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر یک دوره تمرین هوازی موزون به همراه تمرینات پایداری تنه بر سطوح سرمی گلوکز، انسولین، مقاومت به انسولین و شاخص های آنتروپومتریک زنان دارای اضافه وزن انجام شد.

مواد و روش ها: در این پژوهش نیمه تجربی۸۰ زن با دامنه سنی ۲۵ تا ۴۵ سال و شاخص توده بدنی بالای ۲۵ به صورت هدفمند انتخاب و و سپس بصورت تصادفی در دو گروه کنترل و تمرین قرار گرفتند. تمرینات به مدت ۱۲هفته (سه جلسه در هفته هر جلسه یک ساعت با شدت ۸۰ درصد حد اکثر ضربان قلب اجرا شدند. قبل از شروع تحقیق و در پایان دوره تحقیق متغیرهای مطالعه اندازه گیری شدند. جهت تجزیه و تحلیل یافته ها از آزمون های اماری t مستقل و وابسته استفاده شد.

یافته‌ها: یک دوره تمرین هوازی موزون به همراه تمرینات پایداری تنه اثر معنی داری بر کاهش محیط دورکمر، و درصد چربی بدن و مقاومت به انسولین زنان دارای اضافه وزن داشت ($P<۰/۰۵$) با این وجود اثر معنی داری بر سطوح سرمی گلوکزو انسولین زنان تداشت ($P>۰/۰۵$).

بحث و نتیجه گیری: به نظر می رسد تمرینات پایداری تنه می تواند منجر به بهبود شاخص های آنتروپومتریک زنان دارای اضافه وزن گردد با این وجود در رابطه با اثرات آن بر شاخص های گلایسمیک نیاز به مطالعات بیشتری در این زمینه می باشد.

مقدمه

چاقی و اضافه وزن در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه در سراسر جهان، به‌صورت هشدار دهنده‌ای رو به افزایش است. مطالعات اپیدمیولوژیک نشان داده‌اند اضافه وزن و چاقی از عوامل خطرزای مهم در دیابت، بیماری‌های قلبی- عروقی، سرطان و مرگ زودرس محسوب می‌شوند. چاقی و اضافه وزن، بزرگترین چالش بهداشت عمومی در قرن حاضر بوده و بخش سلامت بیشتر کشورهای دنیا نیز درگیر مسائل و عوارض ناشی از بروز آن هستند (۱).

* **نویسنده مسئول:** عباس مهرانپور
نشانی: گروه پزشکی ورزشی، مجتمع آموزشی درمانی حضرت رسول اکرم دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
تلفن: ۰۹۱۲۲۵۱۲۸۰۸
پست الکترونیکی: drmehranpour2015@gmail.com

بررسی‌های آماری نشان داده چاقی یک عامل مهم منفی در راستای سلامتی و طول عمر افراد یک جامعه است. براساس آخرین تخمین سازمان بهداشت جهانی، حدود ۲/۶ میلیارد نفر در دنیا اضافه وزن دارند و بیش از ۴۰۰ میلیون نفر نیز چاق هستند (۱ و ۲). چاقی با عوامل زیادی که باعث مرگ و میر می‌شوند، از جمله فشار خون، مقاومت انسولینی و بیماری‌های قلبی- عروقی و دیابت در ارتباط است. افزایش بافت چربی به خصوص چربی احشایی وابستگی کاملی به عوامل خطرآفرین بیماری‌های قلبی- عروقی، عدم تحمل گلوکز، هیپرلیپیدمی، پرفشار خونی و همچنین به عنوان عامل زمینه ساز در دیابت و سندروم متابولیک دارد (۳). بافت چربی تنها یک اندام ذخیره کننده انرژی نیست، بلکه یک ارگان ترشح کننده است که سیتوکاین-های متعددی از جمله لپتین و آدیپونکتین را ترشح می‌کند. این آدیپوسیتوکین‌ها گیرنده‌هایی را در هیپوتالاموس دارند و بطور مستقیم در سیستم عصبی هیپوتالاموس عمل می‌کنند (۴) که در پاسخ به تغذیه، متابولیسم چربی و گلوکز، علی الخصوص هموستاز انرژی مشارکت می‌کنند (۵). آدیپوکین‌ها در تنظیم متابولیسم گلوکز و لیپید، هموستاز انرژی، رفتار تغذیه‌ای، حساسیت انسولین، التهاب، سیستم ایمنی، عملکرد عروق یا انعقاد شرکت می‌کنند (۶). هورمون‌های پیش التهابی تولید شده توسط بافت چربی به عنوان شرکت کننده در ایجاد مقاومت به انسولین، چاقی و همچنین افزایش خطر ابتلا به بیماری-های قلبی- عروقی دخیل دانسته شده‌اند در حالیکه آدیپوکین‌های ضد التهابی و ایجاد کننده حساسیت به انسولین مثل آدیپونکتین در این موارد کاهش می‌یابد (۷). مقاومت به انسولین در عضلات اسکلتی در نتیجهٔ تجمع چربی، و مطالعات اخیر در این زمینه نیز نشان می‌دهند، پروتئین‌های پوشانندهٔ قطرهٔ چربی نقش مهمی در فرایندهای مهم سلولی مانند ذخیره سازی و هومئوستاز انرژی سلول ایفا می‌کنند (۸). به دلیل مکانیسم جبرانی افزایش ترشح انسولین جهت حفظ کردن غلظت‌های گلوکز پلاسما به صورت طبیعی، این عمل می‌تواند در طولانی مدت منجر به فشاری به پانکراس شده و عاملی برای به وجود آوردن نارسایی پانکراس گردد. مطالعات آینده نگر نشان داده‌اند که دیابت نوع ۲ هنگامی اتفاق می‌افتد که سلول‌های بتای پانکراس نتواند وضعیت مقاومت به انسولین را جبران کنند. پاتوفیزیولوژی وضعیت مقاومت به انسولین، علاوه بر پیدایش دیابت نوع ۲، موجب چاقی، آترواسکلروز، پرفشاری خون و دیس لیپیدمی می‌باشد (۹). مقاومت به انسولین به عنوان یک عامل خطر مستقل قبل از بیماری دیابت در ایجاد بیماری عروق کرونر می‌باشد. عوامل اثرگذار در ایجاد مقاومت به انسولین و آترواسکلروزیس مشابه است، به طوری که در هر دو مورد افزایش گلوکز و اسیدهای چرب مسبب استرس اکسیداتیو، فعال‌سازی راه‌های پیش التهابی، ترشح سیتوکین‌ها و دیس لیپیدمی وجود دارد. همچنین بین مقاومت به انسولین و ریسک فاکتورهای قلبی- عروقی از قبیل پرفشارخونی، دیابت نوع ۲، لیپوپروتئین پرچگال پایین و تری گلیسرید بالا هم پوشانی وجود دارد (۱۰). سبک زندگی فعال یکی از تعیین کننده‌های اساسی سلامتی است با این وجود، انجام فعالیت جسمانی منظم در زنان نسبت به مردان کمتر بوده و همین مقدار نیز با افزایش سن کاهش می‌یابد. این سطوح پائین فعالیت به از دست دادن قدرت و استقامت عضلانی، ناتوانی، افزایش وزن، چاقی و ناهنجاری‌های مرتبط با آن منجر می-شود (۱۱). در این رابطه انجام تمرینات ورزشی می‌تواند میزان کاهش توانایی مرتبط با افزایش سن را به حداقل برساند. هرچند که هر نوع از تمرین، فواید ویژه خود را دارد، ولی به نظر می‌رسد تمرینات ترکیبی در افراد تمرین نکرده، نقش بیشتری داشته باشد، چرا که تمرینات ترکیبی می‌تواند هم فواید تمرینات هوازی را داشته باشد و هم با افزایش قدرت و حجم عضله، سبب افزایش تحمل تمرین در اینگونه افراد شود (۱۲). نشان داده شده است در افراد چاق، ورزش موجب بهبود حساسیت به انسولین حتی بدون کاهش وزن می‌شود. با این‌حال مکانیسم‌هایی که اثرات مفید ورزش را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند، هنوز کاملاً مشخص نشده است. در مدل‌های حیوانی، تمرین اجباری روی تردمیل باعث کاهش وزن و بهبود پروفایل لیپیدی، همچنین کاهش التهاب سیستمیک و کاهش مقاومت به انسولین می‌گردد (۱۳). به نظر میرسد در اختلالات متابولیکی که با ورزش بهبود می‌یابند نقش واسطه‌ای داشته باشد؛ زیرا بیوژنز میتوکندری و متابولیسم اکسیداتیو را در بسیاری از سلول‌ها کنترل می‌کند (۱۴). در سال‌های اخیر استفاده از تمرینات ورزشی ترکیبی (هوازی و مقاومتی) برای همه‌ی افراد توصیه شده است (۱۵). چراکه اجرای تمرینات ترکیبی مقاومتی و استقامتی در افراد باعث کاهش بیشتر توده چربی بدن و بهبود ترکیب بدنی در مقایسه با تک اجرای این تمرینات می‌شوند (۱۶). برنامه فعالیت ورزشی به ویژه تمرین مقاومتی، محرک نیرومندی برای افزایش شرایط آنابولیکی در مسیر سنتز پروتئین‌های عضلانی بوده و سرانجام در ارتقای قدرت و اندازه-ی عضلات تاثیر به سزایی دارد. این تاثیرات می‌تواند ناشی از استرس‌های مکانیکی، سازگاری‌های متابولیکی و مرفولوژیکی و همچنین پاسخ دستگاه غدد درون ریز باشد (۱۷). از طرفی، فعالیت-های بدنی منظم با شدت زیربیشینه تاثیرات عمده‌ای بر سیستم ایمنی بدن دارد؛ در حالی که فعالیت بدنی با شدت بالا ممکن است سیستم ایمنی بدن را تحت فشار قرار دهد (۱۸). فعالیت بدنی منظم به عنوان یک راه حل قوی برای کاهش بروز التهاب، مقاومت به انسولین و دیابت نوع ۲ و بیماری‌های قلبی- عروقی شناخته شده است. به نظر می‌رسد تأثیر سودمند آمادگی جسمانی روی حساسیت به انسولین در نتیجه افزایش توده‌ی خالص بدن و کاهش مقادیر چربی است (۱۹). سازوکارهای بهبود سطوح آدیپومیوکین‌های مشاهده شده بعد از تمرین شدید اینتروال و تمرین ترکیبی در مطالعات روشن نیست. ولی نتایج نشان داده‌اند که بهبود سطوح آدیپومیوکین سرم بعد از تمرین شدید اینتروال و تمرین ترکیبی، با سازوکارهای تمرین هوازی و مقاومتی متفاوت است. احتمال دارد تمرین شدید اینتروال و تمرین ترکیبی، باعث تحریک بافت چربی زیر شکمی گردد که می‌تواند توسط کاهش سطوح آدیپومیوکین سرم توضیح داده شود (۲۰). برنامه‌های تمرینی هوازی و مقاومتی و همچنین فعالیت‌های تفریحی از شدت کم تا زیاد، در جلوگیری از دیابت نوع ۲ و سندرم متابولیک موثرند و باعث ظهور سازگاری‌های خوبی در بدن می‌شوند که در پیشگیری یا کاهش عوارض بیماری‌ها بسیار موثر هستند (۲۱).

اکسیداسیون چربی در شدت‌های متوسط ورزش، به اوج می‌رسد و مکانیسم‌های احتمالی از شدت پایین به متوسط تنظیم مثبت می‌شود و همچنین با دانستن این مطلب که، گاه PH، متعاقب تمرین با شدت بالا به طور بالقوه لیپولیز را کاهش می‌دهد، فرض بر این است که تمرین تناوبی با شدت متوسط، در مقایسه با تمرین تناوبی با شدت بالا، می‌تواند تأثیر بیشتری بر میزان متابولیسم گلوکز و لیپیدها داشته باشد (۲۲). از جمله مکانیسم‌هایی که می‌توانند باعث افزایش عمل انسولین بعد از تمرین‌های هوازی شوند، شامل افزایش پیام‌رسانی پس گیرنده‌ای انسولین (۲۳)، افزایش بیان پروتئین انتقال دهنده گلوکز (۲۴)، افزایش فعالیت گلیکوژن سنتتاز و هگزوکیناز (۲۵)، کاهش رهایی و افزایش پاک شدن اسیدهای چرب آزاد، افزایش رهایی گلوکز از خون به عضله به علت افزایش مویرگ‌های عضله و تغییر در ترکیب عضله به منظور افزایش برداشت گلوکز می‌باشد (۲۶). گرچه تمرین و فعالیت جسمانی می‌تواند فواید متعددی در سلامتی افراد دارای اضافه وزن و چاق ایجاد کند، ولی در نظر اکثر مردم، زیاد جدی گرفته نمی‌شود. بنابراین با توجه به موارد مذکور هدف مطالعه حاضر بررسی تاثیر یک دوره تمرین هوازی موزون به همراه تمرینات پایداری تنه بر شاخص‌های گلایسمیک و آنتروپومتریک زنان دارای اضافه وزن می‌باشد.

مواد و روش ها

در این مطالعه نیمه تجربی ۸۰ نفر از کارمندان زن شاغل در دفاتر بیمه شهرستان کرج به صورت هدفمند به عنوان نمونه آماری انتخاب و به طور تصادفی در دو گروه تمرین (۴۰ نفر) و کنترل (۴۰ نفر) قرار گرفتند. معیارهای ورود به مطالعه شامل عدم ابتلا به بیماری‌های مرتبط با سندرم متابولیک، دارای محیط دور کمر بزرگتر یا مساوی ۸۸ سانتیمتر و شاخص توده بدنی (BMI) بزرگتر از kg/m2 ۲۵ و همچنین معیارهای خروج از مطالعه شامل داشتن سابقه بیماری‌های خاص (از قبیل دیابت، فشار خون، و بیماری‌های قلبی- عروقی)، داشتن فعالیت ورزشی منظم (در طی سه ماه گذشته)، استعمال دخانیات، داشتن و همچنین داشتن رژیم غذایی و شیوه‌ی درمانی خاص، بود. تمامی آزمودنی‌ها در ابتدا با پرسشنامه اطلاعات فردی، پرسشنامه ارزیابی پزشکی و پرسشنامه آمادگی برای شروع فعالیت بدنی (PAR-Q) مورد ارزیابی قرار گرفتند. اطلاعات مربوط به سن، وضعیت تأهل، استعمال دخانیات و مصرف دارو، میزان فعالیت روزانه و سابقه بیماری‌های خاص در خانواده از آزمودنی‌ها گرفته شد. قبل از شروع برنامه تمرینی، قد و وزن، توده بدن، توده چربی بدن (با استفاده از کالیپر) و همچنین محیط دور کمر و باسن افراد شرکت کننده اندازه گیری شد. برای اندازه گیری سطوح استراحتی متغیرهای بیوشیمیایی، خون گیری در صبح و پس از ۱۲ ساعت وضعیت ناشتا توسط متخصص آزمایشگاه از آزمودنی ها جهت اندازه گیری متغیرهای بیوشیمیایی (گلوکز و انسولین) به عمل آمد. برنامه تمرین ورزشی هوازی شامل ۱۲ هفته تمرین هوازی موزون، هر هفته سه جلسه، با ۵۵ درصد ضربان قلب بیشینه در هفته اول شروع و به تدریج با پیشرفت برنامه تمرینی به ۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه رسید. تمرینات پایداری تنه نیز با توجه به توصیه NSCA و برگرفته از پروتکل تمرینی معرفی شده توسط NSCA (تمرینات پایه پایداری تنه برای ورزشکاران استقامتی) در یک ست با شدت هشت تکرار و یا ۱۵ ثانیه اجرای حرکت شروع و تا سه ست با ۱۰ تکرار و یا ۳۰ ثانیه اجرای حرکت ادامه یافت (۷). ۲۴ ساعت پس از پایان آخرین جلسه تمرینی مطابق پیش آزمون کلیه متغیرها اندازه گیری شد.

نحوه اندازه‌گیری و محاسبه متغیرها

قد و وزن: قد و وزن در حالی که افراد دارای حداقل لباس و بدون کفش بودند با استفاده از ترازو و قد سنج مدل sca اندازه‌گیری شد که دارای دقت ۱۰۰ گرم برای وزن و ۰/۱ سانتیمتر برای قد بود.

محیط دور کمر: با استفاده از متر نواری غیر قابل ارتجاع با دقت یک سانتی متر در ناحیه ناف و در حالی که عضلات شکم منقبض نباشند، اندازه‌گیری شد.

محیط دور باسن: با استفاده از متر نواری اندازه گیری شد.

شاخص توده بدن (BMI): پس از اندازه‌گیری قد و وزن، BMI با استفاده از فرمول ویژه BMI (وزن به کیلوگرم تقسیم بر مجذور قد به متر) محاسبه گردید.

درصد چربی: برای تعیین درصد چربی از روش اندازه‌گیری ضخامت چربی زیر پوستی استفاده شد، در ابتدا محل اندازه‌گیری سه نقطه شکم، فوق خاصره و سه سر بازو علامت گذاری شد و سپس با استفاده از کالیپر ضخامت چربی زیر پوستی این نقاط اندازه‌گیری شد. ضخامت چربی هر نقطه سه مرتبه به صورت چرخشی اندازه‌گیری شد و میانگین آن در فرمول استفاده گردید و در نهایت درصد چربی با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید:

(سن) ۰/۰۰۰۰۹۷۹ – (X) ۲ ۰/۰۰۰۰۰۲۵ + (X) ۰/۰۰۰۰۹۲۴۵ –

۱/۰۸۹۷۳۳= چگالی بدن

۴۵۰ – (چگالی بدن/۴۹۵) = درصد چربی بدن

X= مجموعه ضخامت چربی زیرپوستی سه نقطه شکم، فوق خاصره و سه سر بازو بر حسب میلی متر می‌باشد. برای اندازه‌گیری ضخامت چربی زیر پوستی از کالیپرلانجی[1] استفاده شد که دقت اندازه‌گیری آن ۰/۱ میلی متر بود.

مقاومت به انسولین: برای محاسبه مقاومت به انسولین از فرمول HOMA-IR استفاده گردید.

۱۸ × ۲۲/۵ / (انسولین ناشتا (میلی واحد بر میلی لیتر) × گلوکز ناشتا (میلی گرم بر دسی لیتر) = HOMA-IR

برنامه تمرینی: برنامه تمرین ورزشی به مدت ۱۲ هفته (سه جلسه در هفته و هر جلسه یکساعت فعالیت مفید) شامل تمرینات هوازی موزون به همراه تمرینات پایداری تنه، اجرا گردید. در هر جلسه تمرین ۳۰ دقیقه ابتدایی به تمرینات هوازی موزون و ۳۰ دقیقه دوم به تمرینات پایداری تنه اختصاص داده شد (۲۷). در برنامه تمرین این تحقیق نیز برای افزایش شدت تمرین از تمرینات لوایمپکت

[1] longe

استفاده گردید و شدت تمرین تا جلسه آخر به ۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه افزایش یافت. پروتکل افزایش شدت تمرین بر حسب درصد ضربان قلب بیشینه بر اساس جدول زیر برنامه‌ریزی شد (جدول ۱). برنامه تمرین پایداری تنه شامل ۱۵ حرکت از تمرینات منتخب موثر بر عضلات میان تنه بود که در هر جلسه تمرین تکرار شد و تنها شدت و یا زمان اجرای حرکت افزایش یافت. این حرکات در جدول زیر آورده شده است (جدول ۲).

تجزیه و تحلیل یافته‌ها: جهت تحلیل یافته‌ها در این تحقیق با استفاده از نرم افزار SPSS، ورژن ۲۲ از روش‌های آمار توصیفی جهت مرتب کردن یافته‌ها و از آمار استنباطی جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات استفاده گردید. آزمون کولموگراف- اسمیرنف جهت بررسی توزیع طبیعی بودن یافته‌ها استفاده شد و پس از محاسبه اختلاف بین نمرات پس آزمون و پیش آزمون، از t مستقل و وابسته جهت بررسی معنی‌داری تغییرات استفاده گردید ($P\leq ۰/۰۵$).

یافته ها

ویژگی های جمعیت شناختی آزمودنی ها در جدول ۳ گزارش شده است همچنین سطوح متغیرهای تحقیق در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج ازمون t مستقل در جدول ۴ نشان داد تفاوت معنی داری در تغییرات گلوکز ناشتا (P=۰/۰۶)، انسولین ناشتا (P=۰/۱۱) و مقاومت به انسولین (P=۰/۰۷)، شاخص توده بدن (P=۰/۵۰)، نسبت دور کمر به لگن (P=۰/۳۵)، محیط دور کمر (P=۰/۳۹) و وزن (P=۰/۵۲) بین گروه های تمرین و کنترل وجود نداشت با این وجود درصد چربی بدن در گروه تمرین به طور معنی داری نسبت به گروه کنترل در پس آزمون نسبت به پیش آزمون کاهش یافته بود (P=۰/۰۱). نتایج آزمون t وابسته در جدول ۴ نشان داد در گروه کنترل تفاوت معنی داری در سطوح پیش آزمون و پس آزمون وزن (P=۰/۸۱)، درصد چربی بدن (P=۰/۳۰)، محیط دور کمر (P=۰/۲۴)، نسبت دور کمر به لگن (P=۰/۹۱)، شاخص توده بدن (P=۰/۸۴)، گلوکز ناشتا (P=۰/۵۶)، انسولین ناشتا (P=۰/۶۸) و مقاومت به انسولین (P=۰/۸۹) وجود نداشت. همچنین نتایج آزمون t وابسته در جدول ۴ نشان داد در گروه تمرین تفاوت معنی داری در سطوح پیش آزمون و پس آزمون وزن (P=۰/۳۲)، نسبت دور کمر به لگن (P=۰/۲۴)، شاخص توده بدن (P=۰/۲۲)، گلوکز ناشتا (P=۰/۲۱) و انسولین ناشتا (P=۰/۰۶) وجود نداشت با این وجود در پس آزمون سطوح درصد چربی بدن (P=۰/۰۱)، محیط دور کمر (P=۰/۰۳) و مقاومت به انسولین (P=۰/۰۴) نسبت به پیش آزمون کاهش معنی داری داشت.

جدول ۱. پروتکل افزایش شدت تمرین هوازی موزون

جلسه تمرین	در صد ضربان قلب بیشینه
جلسه اول تا ششم	۵۵ درصد
جلسه هفتم تا دوازدهم	۶۰ درصد
جلسه سیزدهم تا هجدهم	۶۵ درصد
جلسه نوزدهم تا بیست و چهارم	۷۰ درصد
جلسه بیست و پنجم تا سی‌ام	۷۵ درصد
جلسه سی ویکم تا سی و ششم	۸۰ درصد

جدول ۲. پروتکل تمرینات پایداری تنه

	تمرین	جلسه اول	افزایش شدت تا
۱	بلند کردن جانبی پا (در حالت خوابیده)	۱۰ تکرار ـ ۱ مرحله	۱۵ تکرار ـ ۳ مرحله
۲	درازونشست نیمه (رساندن پنجه دست به زانو)	۱۰ تکرار ـ ۱ مرحله	۱۵ تکرار ـ ۳ مرحله
۳	حرکت پل در مفصل ران	۱۰ تکرار ـ ۱ مرحله	۱۵ تکرار ـ ۳ مرحله
۴	بلند کردن جانبی بدن (Side Plank)	۱۰ ثانیه اجرای حرکت (۱ مرحله)	۱۵ ثانیه اجرای حرکت ـ ۳ مرحله
۵	Side Plank with Hip Abduction	۱۰ ثانیه اجرای حرکت (۱ مرحله)	۱۵ ثانیه اجرای حرکت ـ ۳ مرحله
۶	حرکت پیستونی	۱۰ ثانیه اجرای حرکت (۱ مرحله)	۱۵ ثانیه اجرای حرکت ـ ۳ مرحله
۷	لمس پنجه پا با توپ طبی	۱۰ ثانیه اجرای حرکت (۱ مرحله)	۱۵ ثانیه اجرای حرکت ـ ۳ مرحله
۸	حرکت v-ups	۱۰ ثانیه اجرای حرکت (۱ مرحله)	۱۵ ثانیه اجرای حرکت ـ ۳ مرحله
۹	حرکت صلیب	۱۰ ثانیه اجرای حرکت (۱ مرحله)	۱۵ ثانیه اجرای حرکت ـ ۳ مرحله
۱۰	بلندکردن پاها به سمت سقف (با بلند شدن باسن از زمین)	۱۰ تکرار ـ ۱مرحله	۱۵ تکرار ـ ۳ مرحله
۱۱	حرکت خم و راست کردن ستون فقرات (Cat/Cow pose)	۱۰ تکرار ـ ۱مرحله	۱۵ تکرار ـ ۳ مرحله
۱۲	حرکت پیستونی	۱۰ ثانیه اجرای حرکت (۱ مرحله)	۱۵ ثانیه اجرای حرکت ـ ۳ مرحله
۱۳	Front Plank	۱۰ ثانیه اجرای حرکت (۱ مرحله)	۱۵ ثانیه اجرای حرکت ـ ۳ مرحله
۱۴	Front Plank with Hip Extension	۱۰ ثانیه اجرای حرکت (۱ مرحله)	۱۵ ثانیه اجرای حرکت ـ ۳ مرحله
۱۵	The hundred	۱۰ ثانیه اجرای حرکت (۱ مرحله)	۱۵ ثانیه اجرای حرکت ـ ۳ مرحله

جدول ۳. ویژگی های جمعیت شناختی آزمودنی های تحقیق

گروه	سن(سال)	قد(سانتی متر)	وزن(کیلوگرم)
تجربی	۷/۳۷ ± ۳۳/۵۳	۴/۳۲ ± ۱۵۸/۱۵	۹/۷۴ ± ۷۰/۷۷
کنترل	۶/۹۲ ± ۳۵	۴/۹۲± ۱۵۹/۸۹	۶/۸۸ ± ۷۰/۹۰

جدول ۴. نتایج آزمون t مستقل و وابسته جهت بررسی تغییرات متغیرهای تحقیق در گروه های تمرین و کنترل

متغییر	گروه	زمان اندازه گیری	انحراف استاندارد ± میانگین	t وابسته	t مستقل
وزن (کیلوگرم)	تمرین	پیش آزمون	۷۰/۷۷±۹/۷۴	۰/۳۲	۰/۵۲
		پس آزمون	۶۸/۶۲±۹/۶۲		
	کنترل	پیش آزمون	۷۰/۹۰± ۶/۸۸	۰/۸۱	
		پس آزمون	۷۰/۹۴±۷/۱۵		
چربی بدن (درصد)	تمرین	پیش آزمون	۲۸/۸۱±۳/۴۰	۰/۰۱	۰/۰۱
		پس آزمون	۲۷/۰۶±۲/۶۶		
	کنترل	پیش آزمون	۲۸/۵۸±۱/۷۴	۰/۳۰	
		پس آزمون	۲۸/۹۳±۱/۲۸		
محیط دور کمر (سانتی متر)	تمرین	پیش آزمون	۹۸/۵۷۸۷/۸±	۰/۰۳	۰/۳۹
		پس آزمون	۹۴/۶۷۲۷/۷±		
	کنترل	پیش آزمون	۹۹/۳۱۸۷/۳±	۰/۲۴	
		پس آزمون	۱۰۱/۱۱۸۱/۸±		
نسبت دور کمر به دور لگن	تمرین	پیش آزمون	۰/۹۲۸±۰/۰۶۸	۰/۲۴	۰/۳۵
		پس آزمون	۰/۹۱±۰/۰۷		
	کنترل	پیش آزمون	۰/۹۳۷±۰/۰۴۰	۰/۹۱	
		پس آزمون	۰/۹۳۸±۰/۰۴		
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	تمرین	پیش آزمون	۲۸/۲۴±۳/۵	۰/۲۲	۰/۵۰
		پس آزمون	۲۷/۳۰±۳/۳۳		
	کنترل	پیش آزمون	۲۸/۱± ۲/۹۲	۰/۸۴	
		پس آزمون	۲۷/۹۷±۲/۹۹		
گلوکز ناشتا (میلی گرم بر دسی لیتر)	تمرین	پیش آزمون	۹۰/۰۵ ± ۷/۵۶	۰/۲۱	۰/۹۹
		پس آزمون	۸۷/۸۹ ± ۷/۷۵		
	کنترل	پیش آزمون	۸۹/۴۳ ± ۷/۷۹	۰/۵۶	
		پس آزمون	۹۰/۴۳ ± ۷/۵۸		
انسولین ناشتا (میلی واحد استاندارد بر دسی لیتر)	تمرین	پیش آزمون	۷/۷۲ ± ۴/۳	۰/۰۶	۰/۱۴
		پس آزمون	۶/۱۴ ± ۲/۵۹		
	کنترل	پیش آزمون	۶/۴۸ ±۲/۸	۰/۶۸	
		پس آزمون	۶/۷۶ ± ۳/۳۷		
مقاومت به انسولین (HOMA-IR)	تمرین	پیش آزمون	۱/۷۱ ± ۱/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۶
		پس آزمون	۱/۳۲ ± ۰/۶۴		
	کنترل	پیش آزمون	۱/۴۸ ± ۰/۷۳	۰/۸۹	
		پس آزمون	۱/۴۶ ± ۰/۶۶		

بحث و بررسی

در مطالعه حاضر تاثیر یک دوره تمرین هوازی موزون به همراه تمرینات پایداری تنه بر شاخص های آنتروپومتریک و گلایسمیک زنان دارای اضافه وزن بررسی شد. نتایج مطالعه حاضر کاهش معنی-داری در سطوح پس آزمون مقاومت به انسولین در آزمودنی‌های گروه تمرین را نشان داد با این وجود تغییرات انسولین و گلوکز ناشتا معنی-دار نبود. در تحقیق حاضر، تمرینات ورزشی باعث کاهش جزئی در سطح گلوکز و انسولین شده است، پس می توان گفت حساسیت انسولین تا حدودی در افراد، افزایش یافته و مقاومت به انسولین کاهش داشته است، اما این تفاوت معنی‌دار نبوده است. بعضی از مطالعات نشان داده‌اند که کاهش بیشتر در چربی شکمی با افزایش بیشتر حساسیت انسولین همراه است. بافت چربی (به ویژه شکمی) با تولید عوامل التهابی ممکن است نقش مهمی در مقاومت به انسولین و مشکلات سوخت و سازی مرتبط با چاقی بازی کند (۲۸). در مطالعه حاضر، محیط دور کمر که نشان دهنده میزان چربی شکمی می‌باشد در گروه تجربی کاهش معنی‌داری داشت، پس این عامل ممکن است کاهش مقاومت به انسولین را در تحقیق حاضر توجیه کندبا توجه کاهش جزئی به وجود آمده در انسولین و گلوکز ناشتا در تحقیق حاضر، شاید اگر مدت دوره تمرین و یا تعداد تکرار تمرین در روزهای هفته افزایش یابد، تأثیر تمرین ترکیبی (هوازی موزون و تمرینات پایداری تنه) بر این عوامل بارزتر نشان داده شود. همچنین آزمودنی-های این تحقیق، سطح پایه گلوکز طبیعی داشتند. این نتیجه با نتیجه‌ی تحقیق رز و همکاران که تاثیر سه تا چهار ماه تمرین هوازی را بر سطح گلوکز ناشتا در مردان و زنان چاق با سطح پایه نرمال گلوکز بررسی کردند (۲۹)؛ همخوانی دارد. رز و همکاران نشان دادند که ورزش اثر جزئی روی سطح گلوکز ناشتا در افراد سالم و غیر دیابتی دارد (۲۹). ماک پرسون و همکاران در تحقیق دیگری سه ماه فعالیت ترکیبی (هوازی و قدرتی) با وجود کاهش دور کمر و توده چربی بدن، تأثیر معنی داری بر سطح انسولین، گلوکز و مقاومت به انسولین نداشت که با نتیجه تحقیق حاضر همخوانی دارد (۳۰). در تحقیق وهابی و همکاران سطح انسولین و مقاومت به انسولین تغییر معنی داری نداشت (۳۱) که نتیجه این تحقیق با تحقیق حاضر همخوانی دارد. نتایج تحقیقات پویریر[1] و همکاران، فریتز[2] و همکاران، بلوم و چانگ[3] و رحیمیان مشهد و همکاران (۱۳۸۹) با نتیجه تحقیق حاضر نیز همخوانی دارد (۳۲). در تحقیق پویریر و همکاران با وجود آنکه نوع آزمودنی ها (افراد دیابتی) بودند و با توجه به مطالب گفته شده انتظار می‌رود در نتیجه فعالیت ورزشی کاهش معنی‌داری در سطح گلوکز و انسولین این افراد مشاهده شود (۳۲)؛ شاید دلیل عدم معنی‌داری، به شدت تمرین مرتبط باشد. در تحقیق پرونکا و همکاران ترم بالی و همکاران با وجود طولانی بودن مدت آزمون (۱۶ هفته) و همچنین نوع آزمودنی‌ها (افراد دیابتی با میانگین سنی ۶/۲±۵۶/۳ سال)، نتایج تحقیق با پژوهش حاضر همخوانی دارد. در این مورد نیز می‌توان علت را به شدت پائین تمرین مرتبط دانست (۳۸ و ۳۹). در تحقیق رحیمیان و همکاران نیز شاید شدت تمرین و مدت تمرین عوامل اثرگذار در نتیجه حاصل باشند (۴۰ و ۴۱). از طرفی نتیجه تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات روز و همکاران، ریچ و همکاران، سالی موران و همکاران همخوانی ندارد (۴۲- ۴۴). در مطالعه ساساکی و همکاران نوع آزمودنی‌ها (زنان دیابتی یائسه) و همچنین نوع برنامه تمرین (تمرین هوازی راه رفتن روی نوارگردان و تمرین مقاومتی) با تحقیق ما متفاوت بود، در واقع سطح پایه گلوکز در آزمودنی‌های تحقیق کانگ بسیار بالاتر از آزمودنی‌های تحقیق حاضر بود (۴۵). از اینرو احتمالا دلیل تفاوت نتایج به این عوامل بستگی داشته باشد. در تحقیقی که اثر ۱۲ هفته تمرین هوازی و مقاومتی با رژیم غذایی کنترل شده بر ۳۰ مرد دارای اضافه وزن سنجیده شد، گزارش شد که مقاومت به انسولین هر دو گروه (فعالیت هوازی و مقاومتی) به طور معنی‌داری نسبت به گروهی که فقط رژیم غذایی داشتند، پایین‌تر بود (۴۶ و ۴۷). در تحقیقی که روی ۲۹ داوطلب مرد چاق انجام شد، مشاهده شد که ۱۲ هفته تمرین هوازی (چهار جلسه ۳۰ دقیقه‌ای در هر هفته با شدتی معادل ۷۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی) منجر به افزایش معنی‌دار در سطح آمادگی جسمانی، کاهش معنی‌داری در شاخص مقاومت به انسولین و متعاقب آن کاهش در سطوح انسولین ناشتا می‌شود (۴۸). همچنین کاهش معنی‌داری را در میزان مقاومت به انسولین و محیط کمر بعد از هشت هفته تمرین هوازی (سه جلسه ۶۰ دقیقه‌ای در هر هفته) گزارش شد (۴۹). علاوه بر این گزارش شد که ۱۲ هفته تمرین هوازی (سه جلسه ۴۰ دقیقه‌ای در هر هفته) منجر به عدم تغییر در وزن بدن زنان غیرفعال دارای اضافه وزن می‌شود، در صورتی که مقاومت به انسولین در این آزمودنی‌ها به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (۵۰ و ۵۱). بنابراین با توجه به ویژگی آزمودنی‌ها در پژوهش حاضر احتمالا سه جلسه تمرین در هفته به مدت سه ماه جهت حصول تغییر معنی‌دار در انسولین و گلوکز ناشتا کافی نبوده است. با توجه به ارتباط مستقیم بین مقاومت به انسولین، اختلال سوخت و ساز گلوکز و افزایش وزن، و با وجود تاثیر معنی‌دار شیوه تمرینی مورد استفاده در پژوهش بر کاهش درصد چربی بدن و در پی آن کاهش اندک سطح گلوکز ناشتا، انسولین و مقاومت به انسولین، پس از یک دوره تمرینات هوازی موزون به همراه تمرینات پایداری تنه تغییرات معنی‌داری در سطح گلوکز ناشتا و انسولین زنان دارای اضافه وزن مشاهده نشد. از محدودیت‌های پژوهش حاضر نیز می‌توان به مواردی نظیر تک جنسیتی بودن آزمودنی‌ها و عدم امکان بررسی تغییرات وابسته به جنسیت در متغیرهای پژوهش و نبود امکانات نظارت بر شرایط روحی روانی و استرس آزمودنی‌ها در طول اجرای پژوهش به ویژه حین خونگیری و همچنین عدم امکان نمونه‌گیری در زمان‌های مختلف به دنبال اتمام فعالیت در آزمودنی‌ها اشاره داشت.

نتیجه گیری

بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر یک دوره تمرینات هوازی موزون به همراه تمرینات پایداری تنه می‌تواند مقادیر محیط دور کمر، درصد چربی و مقاومت به انسولین را بطور معنی‌داری در زنان دارای اضافه

[1] Poirier et al.,
[2] Fritz et al.,
[3] Belom and Chang

وزن بهبود بخشد. سایر متغیرهای تحقیق از جمله گلوکز و انسولین، اگر چه با ۱۲ هفته تمرین هوازی و پایداری تنه تفاوت معنی‌داری بین دو گروه کنترل و تجربی نشان نداد، ولی با توجه به کاهش این عوامل در گروه تمرین، شاید بتوان با افزایش طول دوره تمرین و یا تعداد تکرار تمرین در روزهای هفته به نتایج مطلوب و مناسبی دست یافت. بنابراین به نظر می‌رسد به طور کلی شیوه تمرین ترکیبی هوازی موزون به همراه تمرینات پایداری تنه بر سطح گلوکز خون و انسولین زنان دارای اضافه وزن تاثیر معنی‌داری نداشته است.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در مطالعه حاضر فرم‌های رضایت نامه آگاهانه توسط تمامی آزمودنی-ها تکمیل شد.

حامی مالی

این پژوهش قسمتی از طرح پژوهشی محقق با هزینه شخصی میباشد که با همکاری آزمایشگاه خصوصی بوعلی انجام گرفت.

مشارکت نویسندگان

طراحی و ایده پردازی: ناهید ونارجی عباس مهرانپور روش شناسی و تحلیل داده‌ها: هومن انگورانی و ساره حسنی؛ نظارت و نگارش نهایی: عباس مهرانپور و ناهید ونارجی.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان مقاله حاضر فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

References

1. Abolhasani F, Tehrani M, Reza M, Tabatabaei O, Larijani B. Burden of diabetes and its complications in Iran in year 2000. IJDM. 2005; 5 (1): 35- 48. http://ijdld.tums.ac.ir/article-1-382-en.html

2. Arazi H, Jorbonian A, Asghari E. Comparison of concurrent (resistance-aerobic) and aerobic training on VO2max lipid profile, blood glucose and blood pressure in middle- aged men at risk for cardiovascular disease. JSSU. 2013; 20 (5): 627- 38. http://jssu.ssu.ac.ir/article-1-2225-en.html

3. Asimakopoulos B, Milousis A, Gioka T, Kabouromiti G, Gianisslis G, Troussa A, et al. Serum pattern of circulating adipokines throughout the physiological menstrual cycle. Endocr J. 2009; 56 (3): 425- 33. [DOI:10.1507/endocrj.k08e-222] [PMID:19225215]

4. Jacobo-Cejudo MG, Valdés-Ramos R, Guadarrama-López AL, Pardo-Morales R-V, Martínez-Carrillo BE, Harbige LS. Effect of n-3 polyunsaturated fatty acid supplementation on metabolic and inflammatory biomarkers in type 2 diabetes mellitus patients. Nutrients. 2017; 9 (6): 573. [DOI:10.3390/nu9060573]

5. Asimakopoulos B, Milousis A, Gioka T, Kabouromiti G, Gianisslis G, Troussa A, et al. Serum pattern of circulating adipokines throughout the physiological menstrual cycle. Endocrine J. 2009: 0902030238. [DOI:10.1507/endocrj.K08E-222]

6. Gomez-Ambrosi J, Rodriguez A, Catalan V, Frühbeck G. The bone-adipose axis in obesity and weight loss. Obes Surgery. 2008; 18 (9): 1134- 43. [DOI:10.1007/s11695-008-9548-1]

7. Smitka K, Marešová D. Adipose tissue as an endocrine organ: an update on pro-inflammatory and anti-inflammatory microenvironment. Prague Med Rep. 2015; 116 (2): 87- 111. [DOI:10.14712/23362936.2015.49]

8. Proença AR, Sertié RAL, Oliveira A, Campaaa A, Caminhotto R, Chimin P, et al. New concepts in white adipose tissue physiology. Brazilian J Med Biol Res. 2014; 47 (3): 192- 205. [DOI:10.1590/1414-431X20132911]

9. Cartee GD. Roles of TBC1D1 and TBC1D4 in insulin-and exercise-stimulated glucose transport of skeletal muscle. Diabetologia. 2015; 58 (1): 19- 30. [DOI:10.1007/s00125-014-3395-5]

10. Grundy SM, Mok HY, Zech L, Steinberg D, Berman M. Transport of very low density lipoprotein triglycerides in varying degrees of obesity and hypertriglyceridemia. J Clin Invest. 1979; 63 (6): 1274- 83. [DOI:10.1172/jci109422]

11. Bloem CJ, Chang AM. Short-term exercise improves β-cell function and insulin resistance in older people with impaired glucose tolerance. J Clin

Endocrinol Metabol. 2008; 93 (2): 387- 92. [DOI:10.1210/jc.2007-1734]
12. Ghazanfari Z, Niknami S, Ghofranipour F, Larijani B. Regular physical activity from perspective of females with diabetes: A qualitative study. Horizon Med Sci J. 2009; 15 (1): 5- 14. http://hms.gmu.ac.ir/article-1-517-en.htmlER
13. Bes-Rastrollo M, van Dam RM, Martinez-Gonzalez MA, Li TY, Sampson LL, Hu FB. Prospective study of dietary energy density and weight gain in women. Am J Clin Nutr. 2008; 88 (3): 769- 7714. [DOI:10.1093/ajcn/88.3.769]
14. Suh S, Jeong I-K, Kim MY, Kim YS, Shin S, Kim SS, et al. Effects of resistance training and aerobic exercise on insulin sensitivity in overweight Korean adolescents: a controlled randomized trial. Diabetes Metabol J. 2011; 35 (4): 418- 26. [DOI:10.4093/dmj.2011.35.4.418]
15. Gorzi A, Rajabi H, Azad A, Hedayati M. Effect of concurrent, strength and endurance training on hormones, lipids and inflammatory characteristics of untrained men. Iranian J Endocrinol Metabol. 2012; 13 (6): 614- 20. http://ijem.sbmu.ac.ir/article-1-1133-fa.html
16. Hakimi M, Sheikholeslami Vatani D, Alimohammadi M. Effect of concurrent training with ingested of lcarnitine supplementation on hormonal changes, lipid profile and body composition in obese men. J Urmia Univ Med Sci. 2015; 26 (3): 185- 93. http://umj.umsu.ac.ir/article-1-2803-en.html
17. Paoli A, Pacelli QF, Neri M, Toniolo L, Cancellara P, Canato M, et al. Protein supplementation increases postexercise plasma myostatin concentration after 8 weeks of resistance training in young physically active subjects. J Med Food. 2015; 18 (1): 137- 43. [DOI:10.1089/jmf.2014.0004]
18. Talaie H, Pajouhmand A, Abdollahi M, Panahandeh R, Emami H, Hajinasrolah S, et al. Rhabdomyolysis among acute human poisoning cases. Human Experiment Toxicol. 2007; 26 (7): 557- 61. [DOI:10.1177/0960327107078667]
19. Fritz T, Wändell P, Åberg H, Engfeldt P. Walking for exercise—does three times per week influence risk factors in type 2 diabetes?. Diabetes Res Clin Practice. 2006; 71 (1): 21- 7. [DOI:10.1016/j.diabres.2005.06.002]
20. MacPherson RE, Herbst EA, Reynolds EJ, Vandenboom R, Roy BD, Peters SJ. Subcellular localization of skeletal muscle lipid droplets and PLIN family proteins OXPAT and ADRP at rest and following contraction in rat soleus muscle. Am J Physiol Regul Int Comparative Physiol. 2011; 302 (1): R29- R36. [DOI:10.1152/ajpregu.00163.2011]
21. Rice B, Janssen I, Hudson R, Ross R. Effects of aerobic or resistance exercise and/or diet on glucose tolerance and plasma insulin levels in obese men. Diabetes care. 1999; 22 (5): 684-91. [DOI:10.2337/diacare.22.5.684]
22. Poehlman ET, Dvorak RV, DeNino WF, Brochu M, Ades PA. Effects of resistance training and endurance training on insulin sensitivity in nonobese, young women: a controlled randomized trial. J Clin Endocrinol Metabol. 2000; 85 (7): 2463- 8. [DOI:10.1210/jcem.85.7.6692]
23. Park S-K, Park J-H, Kwon Y-C, Kim H-S, Yoon M-S, Park H-T. The effect of combined aerobic and resistance exercise training on abdominal fat in obese middle-aged women. J Physiol Anthropol Appl Human Sci. 2003; 22 (3): 129- 35. [DOI:10.2114/jpa.22.129]
24. Medicine ACoS. ACSM's health-related physical fitness assessment manual: Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
25. Ross R, Dagnone D, Jones PJ, Smith H, Paddags A, Hudson R, et al. Reduction in obesity and related comorbid conditions after diet-induced weight loss or exercise-induced weight loss in men: a randomized, controlled trial. An Int Med. 2000; 133 (2): 92- 103. [DOI:10.7326/0003-4819-133-2-200007180-00008]
26. Holten MK, Zacho M, Gaster M, Juel C, Wojtaszewski JF, Dela F. Strength training increases insulin-mediated glucose uptake, GLUT4 content, and insulin signaling in skeletal muscle in patients with type 2 diabetes. Diabetes. 2004; 53 (2): 294- 305. [DOI:10.2337/diabetes.53.2.294]
27. Jacobo-Cejudo MG, Valdés-Ramos R, Guadarrama-López AL, Pardo-Morales R-V, Martínez-Carrillo BE, Harbige LS. Effect of n-3 polyunsaturated fatty acid supplementation on metabolic and inflammatory biomarkers in type 2 diabetes

mellitus patients. Nutr J. 2017; 9 (6): 573. [DOI:10.3390/nu9060573]
28. Kang S, Woo JH, Shin KO, Kim D, Lee H-J, Kim YJ, et al. Circuit resistance exercise improves glycemic control and adipokines in females with type 2 diabetes mellitus. J Sports Sci Med. 2009; 8 (4): 682. [PMID:24149611].
29. Kelly T, Yang W, Chen C-S, Reynolds K, He J. Global burden of obesity in 2005 and projections to 2030. Int J Obes. 2008; 32 (9): 1431. [DOI:10.1038/ijo.2008.102] [PMID:18607383]
30. MacPherson RE, Herbst EA, Reynolds EJ, Vandenboom R, Roy BD, Peters SJ. Subcellular localization of skeletal muscle lipid droplets and PLIN family proteins OXPAT and ADRP at rest and following contraction in rat soleus muscle. Am J Physiol Regul Integrat Comparat Physiol. 2011; 302 (1): R29- R36. [DOI:10.1152/ajpregu.00163.2011]
31. Medicine ACoS. ACSM's health-related physical fitness assessment manual: Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
32. Poirier P, Tremblay A, Broderick TL, Catellier C, Tancrède G, Nadeau A. Impact of moderate aerobic exercise training on insulin sensitivity in type 2 diabetic men treated with oral hypoglycemic agents: is insulin sensitivity enhanced only in nonobese subjects?. Med Sci Monitor. 2002; 8 (2): CR59- CR65. [PMID:11859274]
33. Nassis GP, Papantakou K, Skenderi K, Triandafillopoulou M, Kavouras SA, Yannakoulia M, et al. Aerobic exercise training improves insulin sensitivity without changes in body weight, body fat, adiponectin, and inflammatory markers in overweight and obese girls. Metabol J. 2005; 54 (11): 1472- 9. [DOI:10.1016/j.metabol.2005.05.013]
34. Omidi M, Yousefi M. The effect of 8 weeks of aerobic exercise and 4 weeks detraining on serum fast blood sugar, insulin and glycosylated hemoglobin in serum of streptozotocin-diabetic rats. J Pract Stud Biosci Sport. 2019; 7 (13): 55-64. [DOI:10.22077/JPSBS.2017.356.1140]
35. Paoli A, Pacelli QF, Neri M, Toniolo L, Cancellara P, Canato M, et al. Protein supplementation increases postexercise plasma myostatin concentration after 8 weeks of resistance training in young physically active subjects. J Med Food. 2015; 18 (1): 137- 43. [DOI:10.1089/jmf.2014.0004]
36. Park S-K, Park J-H, Kwon Y-C, Kim H-S, Yoon M-S, Park H-T. The effect of combined aerobic and resistance exercise training on abdominal fat in obese middle-aged women. J Physiol Anthropol Appl Human Sci. 2003; 22 (3): 129- 35. [DOI:10.2114/jpa.22.129]
37. Poehlman ET, Dvorak RV, DeNino WF, Brochu M, Ades PA. Effects of resistance training and endurance training on insulin sensitivity in nonobese, young women: a controlled randomized trial. J Clin Endocrinol Metabol. 2000; 85 (7): 2463- 8. [DOI:10.1210/jcem.85.7.6692]
38. Tremblay A Poirier P, , Broderick TL, Catellier C, Tancrède G, Nadeau A. Impact of moderate aerobic exercise training on insulin sensitivity in type 2 diabetic men treated with oral hypoglycemic agents: is insulin sensitivity enhanced only in nonobese subjects?. Med Sci Monitor. 2002; 8 (2): CR59- CR65. [PMID:11859274]
39. Proença AR, Sertié RAL, Oliveira A, Campaaa A, Caminhotto R, Chimin P, et al. New concepts in white adipose tissue physiology. Brazilian J Med Biol Res. 2014; 47 (3): 192- 205. [DOI:10.1590/1414-431X20132911]
40. Rahimian Mashhad Z, Attarzade Hoseyni SR, Aryan nejhad J. The effect of aerobic training and diet on cardiovascular risk factors and blood pressure in overweight and obese women with hypertension. Iranian J Endocrinol Metabol. 2010; 12 (4): 376- 84. http://ijem.sbmu.ac.ir/article-1-972-en.html
41. Raschke S, Eckel J. Adipo-myokines: two sides of the same coin—mediators of inflammation and mediators of exercise. Med Inflam. 2013; 2013. [DOI:10.1155/2013/320724]
42. Ross R, Dagnone D, Jones PJ, Smith H, Paddags A, Hudson R, et al. Reduction in obesity and related comorbid conditions after diet-induced weight loss or exercise-induced weight loss in men: a randomized, controlled trial. An Int Med. 2000; 133 (2): 92- 103. [DOI:10.7326/0003-4819-133-2-200007180-00008]
43. Rice B, Janssen I, Hudson R, Ross R. Effects of aerobic or resistance exercise and/or diet on glucose tolerance and

plasma insulin levels in obese men. Diabetes Care. 1999; 22 (5): 684- 91. [DOI:10.2337/diacare.22.5.684]
44. Salehiomran M, Jafari S. Association of admission insulin resistance index with early cardiac complications in non diabetic patients with acute coronary syndrome. J Babol Univ Med Sci. 2009; 10 (6): 62- 6. http://jbums.org/article-1-3115-en.html
45. Sasaki K, Wada K, Zeredo J, Nagata C. Prospective study of dietary energy density and weight gain in a Japanese adult population. British J Nutr. 2017; 117 (6): 822- 8. [DOI:10.1017/s0007114517000484] [PMID:28397626]
46. Shan T, Liang X, Bi P, Kuang S. Myostatin knockout drives browning of white adipose tissue through activating the AMPK-PGC1α-Fndc5 pathway in muscle. FASEB J. 2013; 27 (5): 1981- 9. [DOI:10.1096/fj.12-225755]
47. Smitka K, Marešová D. Adipose tissue as an endocrine organ: an update on pro-inflammatory and anti-inflammatory microenvironment. Prague Med Rep. 2015; 116 (2): 87- 111. [DOI:10.14712/23362936.2015.49]
48. Suh S, Jeong I-K, Kim MY, Kim YS, Shin S, Kim SS, et al. Effects of resistance training and aerobic exercise on insulin sensitivity in overweight Korean adolescents: a controlled randomized trial. Diabetes Metabol J. 2011; 35 (4): 418- 26. [DOI:10.4093/dmj.2011.35.4.418] [PMID:21977463]
49. Suri R, Hassani Ranjbar S, Wahhabi K, Shabkhiz F. The effect of periodic aerobic exercise on serum RBP4 and insulin resistance index in type 2 diabetic patients. Iranian J Diabetes Metabol. 2011; 10 (4): 388- 397. http://jms.thums.ac.ir/article-۱۲۹۶-fa.html
50. Talaie H, Pajouhmand A, Abdollahi M, Panahandeh R, Emami H, Hajinasrolah S, et al. Rhabdomyolysis among acute human poisoning cases. Human Experiment Toxicol. 2007; 26 (7): 557- 61. [DOI:10.1177/0960327107078667]
51. van der Heijden GJ, Wang ZJ, Chu ZD, Sauer PJ, Haymond MW, Rodriguez LM, et al. A 12-week aerobic exercise program reduces hepatic fat accumulation and insulin resistance in obese, Hispanic adolescents. Obesity. 2010; 18 (2): 384- 90. [DOI:10.1038/oby.2009.274]