

## The effect of eight weeks of concurrent training on Insulin resistance and plasma Resistin and Glucose levels in overweight and obese middle-aged men

Morad Hosseini<sup>1</sup>, Mehdi Mogharnasi<sup>2</sup>, Omid Zafarmand<sup>3</sup>

Receive 2022 Januray 28; Accepted 2022 April 29

### Abstract

**Aim:** Overweight and obese people who do not engage in physical activity or exercise are usually at risk for certain metabolic, cardiovascular, and type 2 diseases, such as type 2 diabetes, coronary artery disease, and hypertension. The aim of this study was to investigate the effect of eight weeks of concurrent training (resistance and endurance) on insulin resistance and plasma levels of resistin and glucose in overweight and obese middle-aged men in Yasuj. **Methods:** The research method was quasi-experimental with pre-test and post-test design. The statistical population was overweight and obese men aged 30 to 45 years in Yasuj. The sampling method was purposeful and 30 people were selected as a statistical sample and were randomly divided into two groups of concurrent training and control. The subjects in the experimental group performed 8 weeks of concurrent training and 3 sessions per week. Data on insulin resistance, plasma resistin and glucose before and after concurrent training were analyzed using Kolmogorov-Smirnov, dependent and independent t-tests at a significant level of  $p < 0.05$ . **Results:** The results showed that insulin resistance, resistin and plasma glucose levels in the post-test in the experimental group were significantly reduced compared to the control group ( $p < 0.05$ ). In contrast, no significant change was observed in all variables in the control group ( $p > 0.05$ ). **Conclusions:** Therefore, it is can to suggest 8 weeks of concurrent resistance and endurance training that were performed in one session as one of the preventive and non-pharmacological methods to improve the metabolic, cardiovascular health status of overweight and obese middle-aged men.

**Keywords:** Insulin resistance, Resistin, Glucose.



Scan this QR code to see the accompanying video, or visit [jahssp.azaruniv.ac.ir](http://jahssp.azaruniv.ac.ir)

1. Assistant Professor of Sports Physiology. Physical Education Department. Farhangian University of Kerman. Kerman. Iran. (Corresponding Author)  
Email: [hosseini62@gmail.com](mailto:hosseini62@gmail.com)
2. Professor of Exercise Physiology, Faculty of Sports Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran.
3. Master of Sports Physiology, In charge of physical education, Dehdasht Education Office.

*Cite as:* Morad Hosseini, Mehdi Mogharnasi, Omid Zafarmand. The effect of eight weeks of concurrent training on insulin resistance and plasma levels of resistin and glucose in overweight and obese middle-aged men. Applied Health Studies in Sport Physiology. 2022; 9(1): 35-47.

**Owner and Publisher:** Azarbaijan Shahid Madani University  
**Journal ISSN (online):** 2676-6507  
**Access Type:** Open Access  
**DOI:** 10.22049/JAHSSP.2022.27610.1429  
**DOR:** 20.1001.1.26766507.1401.9.1.4.5



## Extended abstract

### Background

Obesity is increasing worldwide (1). Obesity occurs when there is no equivalence between energy intake and consumption (2). Excess calories are stored in the form of triglycerides in adipose tissue, liver, muscle and pancreas (3). Adipose tissue secretes substances called adipokines, which not only interfere with many interactions between bone and adipose tissue, but also regulate energy metabolism (4). Resistin is one of these types of adipokines (5). Resistin is a protein that is rich in the cysteine amino acids (6). Resistant to a large extent of it causes insulin resistance in liver tissue and plays a role in inflammatory and autoimmune processes (6, 8). Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of eight weeks of concurrent training on insulin resistance and resistin and glucose plasma levels in middle-aged overweight and obese men in Yasuj city.

### Materials and Methods

The present research method was quasi-experimental and a Pre- and post-test design with control group was used. The statistical population included obese and overweight men aged 30 to 45 in Yasuj city. The statistical sample consisted of 30 people who were selected by purposive voluntary sampling. They were randomly assigned to concurrent training group (n=15) and control group (n=15). Blood samples were taken one day before the first training session and two days after the last training session. The training protocol consisted of 8 weeks, each week 3 sessions of concurrent training. Concurrent training included performing both resistance and endurance exercises in one training session. Two weeks before the commencement of exercise training, subjects were asked to have a simple, low-fat diet, take no herbal or chemical medications and refrain from participating in other exercise programs. Resistance training consisted of 4 training movements: leg press, chest press, back leg press and armpit stretching. During the first week, the subjects performed the movements in 2 sets of 10 repetitions with 50% of one repetition maximum (1RM) and resting for 1 to 2 minutes between each set. From the first week to the eighth week, there was increase in training intensity up to 80% of 1RM in 3 sets of 6 repetitions. 1RM was recalculated at the end of the first four weeks period; resistance training were designed in compliance with the new 1RM in the second four weeks period. Endurance training consisted of 16 minutes running with an intensity of 65% of maximum heart rate in the first week, which gradually increased and reached 80% of maximum heart rate for 30 minutes in the eighth week. Data on insulin resistance and resistin and glucose plasma levels before and after concurrent training were analyzed using Shapiro-Wilk test, dependent and independent t-tests with significant level of  $p < 0.05$ .

### Findings

After conducting Shapiro-Wilk test, the normal distribution of data for all variables was confirmed. Consequently, parametric statistical methods were used. The results of inferential statistics tests showed that there was a significant reduction in body fat percentage ( $p = 0.01$ ) and abdominal fat ( $p = 0.01$ ) after concurrent training. A significant increase was observed in protein percentage ( $p = 0.02$ ) and muscle percentage ( $p = 0.02$ ) indices in experimental group compared to the control group. Based on independent t-test and comparing the experimental and control groups in the pre-test, there was not a significant difference in insulin resistance levels, but in the post-test, there was a significant difference between the experimental and control groups ( $p = 0.03$ ). Furthermore, no significant difference between resistin levels was observed in the experimental and control groups pre-test, but in the post-test there was a significant difference between the two groups ( $p = 0.01$ ). Eight weeks of concurrent training significantly reduced the plasma glucose concentration of the middle-aged overweight and obese men. The results obtained from independent t-test showed that fasting glucose levels in the pre-test did not differ significantly between the two groups; however, in the post-test there was a significant difference between the two groups ( $p = 0.02$ ). Based on the dependent t-test, insulin resistance indicated a significant decrease in the experimental group in the post-test stage compared to the pre-test ( $p = 0.01$ ). Also, plasma resistin values compared between the pre- and post-tests in the experimental group was significantly different and had a significant reduction ( $p = 0.01$ ). The plasma glucose levels in the experimental group pre-test and post-test was significantly different ( $p = 0.02$ ) and showed a significant decrease. Conversely, insulin resistance, resistin and glucose plasma levels in pre- and post-tests were not significantly different in the control group. Changes in plasma Resistin, insulin resistance, and plasma Glucose values are shown in Figure 1.

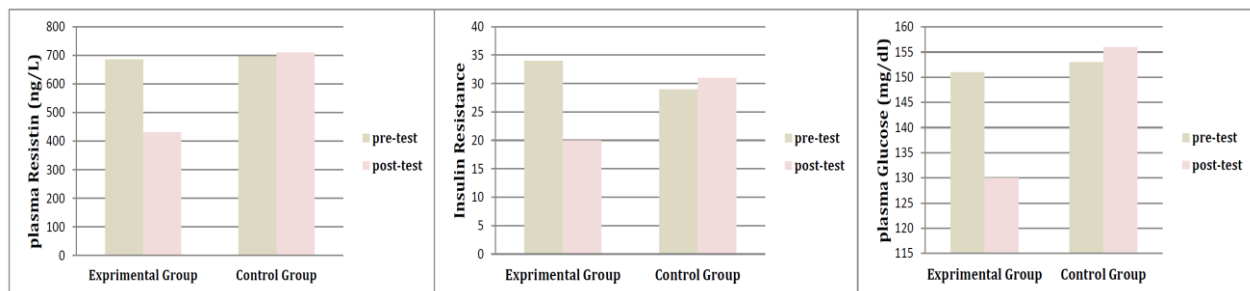


Figure 1. plasma Resistin (ng/L), Insulin Resistance, and plasma Glucose (mg/dl) changes

**Conclusion:** The positive points of this study were that subjects had the same amount of daily activity and exercise, were motivated in all exercise training sessions, and the training protocol was performed regularly. One of the practical results of current study was that it showed that concurrent training can be of great help in improving the insulin resistance of middle-aged overweight and obese men who are prone to metabolic and coronary artery diseases. Unfortunately, it has been proven that in most diabetics, insulin resistance has become a major problem, which is itself part of a set of abnormalities that cause clogged vascular and metabolic diseases that may develop, and help the progression of type 2 diabetes (9). However, the results of current research show that 8 weeks of concurrent training reduces serum resistin levels and reduces insulin resistance, and helps improve obesity in middle-aged men.

**Article message:** Therefore, it can be said that based on this study findings: performing 8 weeks of concurrent training (resistance and endurance training that are performed in one session) is a preventive and non-pharmacological method to improve obesity status, metabolic and cardiovascular health in middle-aged overweight and obese men. Therefore, based on the findings of this study, health-related organizations such as the Ministry of Health and Medical Education and the Ministry of Sports and Youth are advised to use low-risk non-pharmacological methods such as concurrent exercises used in this study to prevent or treat various diseases caused by obesity and overweight.

## مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش

سال نهم، شماره اول؛

بهار و تابستان ۱۴۰۱؛ صفحات ۳۵-۴۷

Open Access

مقاله پژوهشی

## تأثیر هشت هفته تمرین همزمان بر مقاومت انسولینی و مقادیر پلاسمایی رزیستین و گلوکز مردان میانسال دارای اضافه وزن و چاق

مراد حسینی<sup>۱</sup>، مهدی مقرنسی<sup>۲</sup>، امید ظفرمند<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۰۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۰۸



با اسکن QR فوق می‌توانید جزئیات مقاله حاضر را در سایت [www.jahssp.azaruniv.ac.ir/](http://www.jahssp.azaruniv.ac.ir/) مشاهده کنید

## چکیده

**هدف:** افراد دارای اضافه وزن و چاق که فعالیت بدنی ندارند، معمولاً در معرض برخی بیماری‌های متابولیکی و قلبی و عروقی مانند دیابت نوع ۲ و گرفتگی عروق کرونری و پرفشار خونی قرار دارند. هدف از این تحقیق بررسی تأثیر هشت هفته تمرین همزمان (مقاومتی و استقامتی) بر مقاومت انسولینی و مقادیر پلاسمایی رزیستین و گلوکز مردان میانسال دارای اضافه وزن و چاق شهر یاسوج بود. **روش شناسی:** روش تحقیق از نوع نیمه تجربی با طرح پیش آزمون و پس آزمون بود. جامعه آماری مردان دارای اضافه وزن و چاق ۳۰ تا ۴۵ ساله شهر یاسوج بودند. روش نمونه‌گیری هدفمند بود و ۳۰ نفر به عنوان نمونه آماری انتخاب و به صورت تصادفی ساده به ۲ گروه تمرین همزمان و کنترل تقسیم شدند. آزمودنی‌های گروه تجربی ۸ هفته تمرین همزمان و هر هفته ۳ جلسه را انجام دادند. داده‌های مربوط به مقاومت انسولینی، رزیستین و گلوکز پلاسمایی در قبل و بعد از اجرای تمرینات همزمان با استفاده از آزمون‌های کولموگروف اسمیرنوف،  $t$  وابسته و مستقل در سطح معنی‌داری  $p < 0.05$  تحلیل شدند. **یافته‌ها:** نتایج پژوهش نشان داد مقاومت انسولینی، سطوح رزیستین و گلوکز پلاسمایی در پس آزمون در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل کاهش معناداری داشتند ( $p < 0.05$ ). در مقابل، در گروه کنترل در همه متغیرها تغییر معناداری مشاهده نشد ( $p > 0.05$ ). سطوح رزیستین و گلوکز پلاسمایی در پس آزمون گروه تجربی کاهش معنی‌دار داشتند ولی در گروه کنترل تفاوت معناداری مشاهده نشد ( $p < 0.05$ ). **نتیجه‌گیری:** بنابراین، می‌توان اجرای ۸ هفته تمرین همزمان مقاومتی و استقامتی که در یک جلسه اجرا می‌شدند را به عنوان یکی از روش‌های پیشگیرانه و غیردارویی برای بهبود وضعیت سلامت متابولیکی و قلبی و عروقی مردان میانسال دارای اضافه وزن و چاق پیشنهاد داد.

**واژه‌های کلیدی:** مقاومت انسولینی، رزیستین، گلوکز.

**نحوه ارجاع:** مراد حسینی، مهدی مقرنسی، امید ظفرمند. "تأثیر هشت هفته تمرین همزمان بر مقاومت انسولینی و مقادیر پلاسمایی رزیستین و گلوکز مردان میانسال دارای اضافه وزن و چاق". مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش. ۱۴۰۱؛ ۹(۱): ۳۵-۴۷.

صاحب امتیاز و ناشر: دانشگاه شهید مدنی آذربایجان

شاپای الکترونیکی: ۲۶۷۶-۶۵۰۷

نوع دسترسی: آزاد

DOI: 10.22049/JAHSSP.2022.27610.1429

DOR: 20.1001.1.26766507.1401.9.1.4.5



## مقدمه

چاقی یکی از مشکلات رایج در سراسر جهان است (۱) که حاصل عدم تعادل بین انرژی دریافتی و مصرفی می‌باشد (۲). تجمع تدریجی چربی در کبد، عضلات و پانکراس به شکل تری گلیسیرید سبب می‌شود که در عملکرد بافت اختلال بوجود آید (۳). این بافت چربی اضافی موادی را به نام آدیپوکاین<sup>۱</sup> را فعال می‌کند که در تنظیم متابولیسم انرژی اثرگذار می‌باشد (۴). از این نوع آدیپوکاین‌ها می‌توان از رزیستین نام برد (۵) که یک پروتئین دایمر غنی از سیستئین می‌باشد (۶) و به میزان زیادی باعث بروز مقاومت به انسولین در بافت کبد می‌گردد و در سازوکارهای فیزیولوژیک و فرآیندهای التهابی و خود ایمنی نقش ایفا می‌کند. رزیستین در افراد چاق در سلول‌های ایمنی بافت چربی سفید زیر پوستی وجود دارد (۷). همچنین، در بیماران مبتلا به بیماری کرونری در سلول‌های ایمنی بافت چربی اپیکاردیال، یافت می‌گردد و از سلولهای تک هسته‌ای در شرایط التهابی به مقدار زیادی ترشح می‌شود (۷). در مردان و زنان دارای اضافه وزن و چاق مقدار رزیستین بسیار زیادتر است (۵). رزیستین همچنین اثر پیش‌التهابی و آتروژنیک<sup>۲</sup> دارد که با خطر بیماری‌های قلب و عروق مرتبط است. این مقادیر که از ماکروفاژها مشتق شده‌اند (۸)، سبب اختلال در عملکرد اندوتلیال شده که ارتباط مستقیمی با آترواسکلروز کرونری<sup>۳</sup> و اختلالات عروقی دارد (۹). از سوئی بین عدم فعالیت بدنی و بروز عوامل خطرزای قلبی و عروقی مثل فشارخون بالا، اختلالات چربی‌های خون، مقاومت به انسولین، انواع دیابت و چاقی ارتباط معناداری وجود دارد (۱۰). در مطالعه مقطعی دیگری، انسولین ورزشکاران نسبت به افراد غیرفعال مقدار پایینی را نشان داد و میزان حساسیت به انسولین افرادی که سابقه ورزش منظم داشتند سطح بالایی را نشان داده است (۱۱). مدت زمانی که فعالیت بدنی می‌تواند بر روی حساسیت انسولینی تاثیرگذار باشد، از ۱۲ تا ۴۸ ساعت پس از یک جلسه تمرین مشاهده شده است و ۳ تا ۵ روز طول خواهد کشید تا پس از آخرین جلسه تمرین به حالت اولیه برگردد که این خود در نتیجه نظم در برنامه تمرینی نیز تقویت می‌شود (۱۲). در تحقیقی نشان داده شده است که حساسیت به انسولین، در بعضی از افراد، بعد از اولین جلسه تمرینی می‌تواند تا ۲۲ درصد و بعد از ۶ هفته نیز تا ۴۲ درصد بهبود یابد. پس بنابراین طبق این تحقیق، فعالیت بدنی هم اثرات کوتاه مدت و هم بلند مدت بر روی حساسیت به انسولین دارد (۱۳). به نظر می‌رسد که برخی فعالیت‌های ورزشی مانند یوگا تأثیر مثبت و خوبی بر سطوح کاهش فشارخون بدن، گلوکز خون، کلسترول خون و بهبود بیماری در افراد دیابتی دارد (۱۳، ۱۴). نتایج تحقیق قلندری و همکاران (۲۰۲۰) با عنوان استفاده از برنامه تمرینی ۳ ماهه منظم یوگا در افرادی که مبتلا به

بیماری دیابت نوع ۲ بود، نشان داد که تمرین یوگا تأثیر معناداری بر وزن، فشارخون سیستولی و دیاستولی، کلسترول تام و تری گلیسیرید، انسولین، آزمودنی‌ها داشت (۸). همچنین تحقیق طاهری چادر نشین (۲۰۱۹)، نشان داد که فعالیت بدنی بعد از ورزش یوگا و الگوهای تمرینی مربوط به آن سبب بهبود کیفیت زندگی در افراد دیابتی می‌شود (۱۰). در تحقیقی که کریمی و همکاران (۲۰۱۵) تحت عنوان تأثیر یک جلسه فعالیت شدید بر غلظت انسولین، لاکتات و گلوکاتیون را بررسی کرده بودند، دریافتند که بلافاصله بعد از فعالیت شدید، غلظت انسولین و گلوکز به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرده ولی بعد از ۴۵ دقیقه به حالت اول خود بازگشته است (۱۵). همچنین شاه قلی عباسی و همکاران (۲۰۱۲)، پژوهشی را با عنوان بررسی تأثیر ۲ ماه فعالیت بدنی بلندمدت بر میزان انسولین در افراد دیابتی و غیردیابتی چاق بررسی کردند. آن‌ها دریافتند که غلظت انسولین بعد از فعالیت ورزشی درازمدت به طور معناداری در افراد دیابتی نوع ۲ بیشتر از افراد چاق غیردیابتی بود (۱۶). همین طور در تحقیق کادوگلو<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۷) که به بررسی تأثیر ورزش مقاومتی بر سطوح رزیستین در بیماران دیابتی نوع ۲ پرداخته بودند، نتایج نشان داد که انجام منظم این نوع تمرینات ورزشی، غلظت رزیستین به طور معناداری کاهش یافت. پیشنهاد آن‌ها این بود که فعالیت بدنی بدون اینکه وزن بیمار کاهش یابد، می‌تواند موجب کاهش رزیستین و سایتوکاین‌های التهابی در افراد دیابتی نوع ۲ شود (۱۷). همچنین بیگ زاده و همکاران (۲۰۲۰) نیز به بررسی تأثیر تمرینات هوازی بر سطوح رزیستین سرم زنان جوان فعال پرداختند، نتایج آن‌ها نشان داد که ۸ هفته تمرینات هوازی در زنان جوان فعال نه تنها سبب کاهش وزن آن‌ها شده بلکه سطوح رزیستین سرم را نیز کاهش می‌دهد که در نهایت، این نوع تمرینات سبب کاهش خطر بیماری‌های قلبی-عروقی در بیماران دیابتی می‌گردد (۴). در مجموع، آنچه که از مطالب گفته شده برمی‌آید و با توجه به تنوع نوع تمرینات ورزشی مختلف و آزمودنی‌های متفاوت، هنوز به طور کامل، ارتباط بین رزیستین و مقاومت انسولینی در تحقیقات مشخص نیست. همچنین، هنوز مشخص نیست که ترکیب تمرینات مقاومتی و استقامتی بتواند به عنوان ابزاری کمکی در درمان مقاومت انسولینی و کاهش رزیستین در افراد چاق و یا بیمار تاثیرگذار باشد. بنابراین، این موضوع دارای اهمیت قابل توجهی است، زیرا که ممکن است تمرین با ویژگی ضد التهابی (۴)، بتواند باعث بهبود سطوح رزیستین پلاسما، مقاومت به انسولین و همچنین عوامل خطرزای قلبی-عروقی شود.

تمرینات موازی یا همزمان، در سال‌های اخیر مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است. همچنین هر یک از این تمرینات استقامتی و مقاومتی سبب ایجاد پاسخ‌ها و سازگاری‌های فیزیولوژیکی متفاوتی می‌شوند اما تعداد بسیاری از افراد نیازمند کسب هر دو نوع سازگاری

<sup>۱</sup> Adipokinin<sup>۲</sup> Atherogenic<sup>۳</sup> Coronary Atherosclerosis<sup>۳</sup> Kadoglou et all

جلسه تمرین (مرحله پیش آزمون) و دو روز بعد از آخرین جلسه تمرین (مرحله پس آزمون) مورد سنجش واقع شد. تقریباً حدود دو هفته قبل از شروع تمرینات، از آزمودنی‌ها خواسته شد که رژیم غذایی ساده و کم چربی داشته باشند و در طول دوره این پژوهش هیچ‌گونه داروی گیاهی و شیمیایی مصرف نکرده و از هر دو گروه مورد مطالعه خصوصاً گروه کنترل درخواست شد که از شرکت در دیگر برنامه‌های تمرینی خودداری کنند. شاخص‌های که برای انتخاب این افراد نمونه در پژوهش مورد نظر بود، شامل: سلامت کامل جسمی و روحی و نداشتن بیماری‌های قلبی و کلیوی و کبدی، BMI بیشتر از ۲۵ کیلوگرم، عدم شرکت در دیگر برنامه‌های تمرینی قبل از شروع آزمون، نداشتن دیابت، عدم اختلالات هورمونی، عدم اعتیاد افراد نمونه و... بود. معیارهای عدم انتخاب افراد نمونه شامل: عدم رعایت رژیم غذایی، شرکت کردن در دیگر فعالیت‌های ورزشی، ابتلا به انواع بیماری‌ها بود.

**پروتکل تمرین:** انجام هر دو نوع تمرینات مقاومتی و استقامتی در یک جلسه تمرینی را تمرین همزمان می‌گویند. برنامه تمرین همزمان در این پژوهش بدین صورت بود که به مدت ۸ هفته و هر هفته ۳ جلسه اجرا شد. تمرین مقاومتی که برای افراد نمونه در نظر گرفته شد، شامل انجام ۴ حرکت تمرینی بود: پرس پا، پرس سینه، پرس پشت ساق پا و کشش زیربغل بود. آزمودنی‌ها در هفته‌ی اول، حرکت‌ها را در ۲ ست ۱۰ تکراری با ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه انجام دادند که بین هر ست ۱ تا ۲ دقیقه استراحت کردند. همچنین در این برنامه‌ی تمرینی تا هفته‌ی هشتم، به طور فزاینده شدت تمرین را بالا برده و به ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه در ۳ ست ۶ تکراری رسید. IRM (یک تکرار بیشینه) را در پایان چهار هفته‌ی اول دوباره محاسبه و در چهار هفته‌ی دوم تمرینات مقاومتی را بر اساس IRM جدید طراحی شد. برنامه‌ی تمرین استقامتی نیز در هفته‌ی اول، شامل ۱۶ دقیقه دویدن با شدت ۶۵ درصد حداکثر ضربان قلب در هفته اول بود که به تدریج و به طور فزاینده به ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب به مدت ۳۰ دقیقه در هفته‌ی هشتم رسید. برای هر آزمودنی به طور جداگانه از ضربان قلب حداکثر (سن-۲۲۰) جهت تعیین شدت تمرین استفاده شد و این شدت تمرین نیز توسط ضربان‌سنج پولار کنترل شد. برنامه‌ی تمرینی گروه تمرین همزمان به این صورت بود که ابتدا تمرینات مقاومتی سپس تمرینات استقامتی انجام گرفت تا از خستگی که پس از تمرینات استقامتی پیش می‌آمد، جلوگیری شود. آزمودنی‌ها قبل از شروع تمرینات به مدت ۱۰ دقیقه با دودیدن آرام و حرکات کششی و نرمشی بدن خود را گرم و در پایان نیز به مدت ۱۰ دقیقه برای سرد کردن عضلات بدن خود از حرکات کششی استفاده کردند. برنامه تمرینی همزمان در جدول ۱ آورده شده است. برنامه تمرینی تحقیق حاضر محقق ساخته بود و قبل از اجرا جهت تایید روایی ۳ نفر از متخصصان فیزیولوژی ورزش مورد تایید قرار دادند و

قلبی- تنفسی و عضلانی- اسکلتی می‌باشند که از ترکیب دو برنامه تمرینی استقامتی و مقاومتی می‌باشند که به آن تمرینات همزمان یا موازی می‌گویند (۳،۲). در سال‌های اخیر، محققان فیزیولوژی ورزش جهت درک بهتر و بیشتر پاسخ‌ها و سازگاری‌های فیزیولوژیک بدن ناشی از انجام تمرینات همزمان پژوهش‌هایی را در موضوعات مختلف انجام دادند. با وجود اینکه تحقیقات زیادی در زمینه مقاومت انسولینی انجام گرفت ولی در رابطه با اثر تمرینات همزمان بر مقاومت انسولینی تحقیقی یافت نشد. همچنین، ارتباط رزیستین و مقاومت انسولینی متعاقب تمرین همزمان در حاله‌ای از ابهام باقی مانده است. نوآوری این تحقیق را می‌توان در جواب این سوال یافت که آیا تمرینات همزمان که ترکیبی از تمرینات مقاومتی و استقامتی در یک جلسه هستند می‌تواند افراد چاق یا دارای اضافه وزن را در مقابل برخی بیماری‌های قلبی-عروقی و متابولیکی که علت آن بالا بودن میزان رزیستین و مقاومت انسولینی است، مصون می‌سازد یا خیر. بنابراین در این پژوهش، برای محققان این سوال پیش آمده که آیا تمرین همزمان قادر است بر مقاومت انسولینی، رزیستین و گلوکز پلاسمایی در مردان میانسال دارای اضافه وزن و چاق تاثیرگذار باشد یا نه؟

### روش پژوهش

نوع پژوهش حاضر نیمه تجربی بود با طرح پیش آزمون - پس آزمون انجام گرفت و از نوع کاربردی بود. جامعه آماری این تحقیق را مردان چاق و دارای اضافه وزن ۳۰ تا ۴۵ ساله شهر یاسوج تشکیل داده بود. نمونه آماری این تحقیق که به روش نمونه‌گیری هدفمند و داوطلبانه انتخاب شد، ۳۰ نفر بودند. افراد نمونه به صورت تصادفی ساده به دو گروه تمرین همزمان و کنترل تقسیم شدند. آزمودنی‌ها هیچ‌گونه برنامه تمرینی منظمی نداشتند. برای اجرای این پژوهش، در سطح شهر یاسوج فراخوانی را جهت شرکت مردان چاق یا دارای اضافه وزن اعلام کردیم که این افراد به صورت داوطلب شرکت کرده و انتخاب شدند و پرسشنامه‌ای را که در آن اطلاعات شخصی افراد، گواهی پزشکی، میزان تمرینات ورزشی در طول هفته و مصرف دارو درج شده بود، توسط این داوطلبان تکمیل شد. در ابتدا هدف از انجام این پژوهش و نحوه‌ی اجرای آن برای آزمودنی‌ها توضیح داده شد. ویژگی‌های فردی و جسمانی افراد شرکت کننده پس از انجام کامل معاینات پزشکی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. قد و وزن آزمودنی‌ها به ترتیب با قد سنج و ترازوی دیجیتال سکا ساخت کشور آلمان اندازه‌گیری شد. برای محاسبه BMI آن‌ها از فرمول آن که تقسیم وزن بر مجذور قد است، استفاده شد. با استفاده از دستگاه سنجش ترکیب بدن و با روش بیوالکتریکال ایمپدنس (IN BODY 0.3, Korea)، درصد چربی بدن مشخص شد. کلیه این اندازه‌گیری‌ها در دو مرحله، یک روز قبل از شروع اولین



۴۱ □

در نهایت میزان مقاومت به انسولین را از طریق فرمول زیر محاسبه کردند. در این فرمول از قند خون ناشتا و انسولین ناشتا استفاده شد (۲):

$$\text{HOMA-IR (مدل ارزیابی همواستازیس)} = \frac{[\text{انسولین ناشتا}] \times [\text{گلوکز ناشتا} (\text{mmol/l})]}{22/5 (\mu\text{U/ml})}$$

**روش‌های آماری:** جهت دسته‌بندی داده‌های خام و تعیین انحراف استاندارد و میانگین متغیرها از آماری توصیفی استفاده شد. همچنین از آزمون شاپیرو-ویلک جهت تشخیص همسانی و طبیعی بودن اطلاعات مربوط به افراد نمونه بهره گرفته شد و سپس از آزمون تی وابسته برای بررسی اختلافات درون گروهی و آزمون تی مستقل برای بررسی اختلافات بین گروهی نیز استفاده شد. در پایان، سطح معنی‌داری ۰/۰۵ را جهت بررسی آزمون فرضیه‌ها و تصمیم‌گیری در مورد قبول یا رد آن‌ها در نظر گرفته شد و با استفاده از نرم افزار SPSS<sup>۵</sup> نسخه ۲۱، کلیه روش‌های آماری انجام گرفت.

**یافته‌ها**

بعد از انجام آزمون شاپیرو-ویلک، توزیع طبیعی داده‌ها در تمامی متغیرها تایید شد. به همین دلیل از روش‌های آمار پارامتریک استفاده گردید. جدول ۲ ویژگی‌های فردی و ترکیب بدنی آزمودنی‌ها را گزارش کرده است.

جدول ۲. ویژگی‌های فردی و ترکیب بدنی آزمودنی‌های پژوهش

متغیر	گروه تمرین		گروه کنترل	
	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون
سن (سال)	۴۱/۲۹ ± ۳/۷۸	---	۴۲/۸۸ ± ۳/۱۴	---
وزن (کیلوگرم)	۷۱/۲۹ ± ۳/۷۸	۷۰/۱۱ ± ۳/۶۹	۷۲/۰۴ ± ۲/۲۴	۷۲/۹۳ ± ۴/۲۸
شاخص توده بدن (مترمربع/کیلوگرم)	۲۹/۳۳ ± ۱/۳۶	۲۹/۳۸ ± ۱/۷۵	۳۱/۲۰ ± ۱/۵۹	۳۱/۵۴ ± ۱/۶۱
نسبت دور کمر به لگن	۰/۶۵ ± ۰/۰۲	۰/۵۷ ± ۰/۰۱	۰/۶۶ ± ۰/۰۲	۰/۶۶ ± ۰/۰۲
درصد چربی بدن	۲۸/۲۴ ± ۲/۱۸	۲۴/۹۱ ± ۲/۰۲*	۳۹/۵۴ ± ۱/۱۳	۴۰/۷۵ ± ۱/۱۱
چربی شکمی (میلی متر)	۳۹/۷۴ ± ۵/۰۸	۳۱/۵۹ ± ۶/۰۵*	۳۷/۳۶ ± ۳/۷۸	۳۷/۹۱ ± ۲/۳۰
درصد پروتئین	۱۵/۱۰ ± ۰/۵۸	۱۹/۸۷ ± ۰/۵۰*	۱۴/۱۰ ± ۰/۷۵	۱۲/۸۸ ± ۰/۸۱
درصد عضلات	۴۰/۳۲ ± ۱/۳۲	۴۳/۹۰ ± ۱/۵۶*	۴۰/۸۳ ± ۲/۱۳	۴۰/۶۰ ± ۱/۹۷

\* سطح معناداری (P ≤ ۰/۰۵)

تأثیر هشت هفته تمرین همزمان بر مقاومت انسولینی و مقادیر پلاسمایی رزیستین... برای تایید توانایی اجرا توسط آزمودنی‌ها، به صورت پایلوت یک هفته اجرا شد، سپس مورد تایید قرار گرفت.

جدول ۱. برنامه تمرین همزمان

هفته	تمرین مقاومتی	تمرین استقامتی
اول	IRM %۵۰ / ۲ نوبت با ۱۰ تکرار	۱۶ دقیقه با شدت MHR %۶۵
دوم	IRM %۵۵ / ۲ نوبت با ۱۰ تکرار	۱۸ دقیقه با شدت MHR %۶۵
سوم	IRM %۶۰ / ۲ نوبت با ۱۰ تکرار	۲۰ دقیقه با شدت MHR %۷۰
چهارم	IRM %۶۵ / ۲ نوبت با ۱۰ تکرار	۲۲ دقیقه با شدت MHR %۷۰
پنجم	IRM %۶۵ / ۳ نوبت با ۶ تکرار	۲۴ دقیقه با شدت MHR %۷۵
ششم	IRM %۷۰ / ۳ نوبت با ۶ تکرار	۲۶ دقیقه با شدت MHR %۷۵
هفتم	IRM %۷۵ / ۳ نوبت با ۶ تکرار	۲۸ دقیقه با شدت MHR %۸۰
هشتم	IRM %۸۰ / ۳ نوبت با ۶ تکرار	۳۰ دقیقه با شدت MHR %۸۰

گروه کنترل فقط به فعالیت‌های روزمره خود انجام دادند و درگیر هیچ‌گونه برنامه‌ی تمرینی منظمی نشدند.

**آنالیز متغیرهای بیوشیمیایی:** دو مرحله‌ی خون‌گیری جهت بررسی تغییرات شاخص‌های بیوشیمیایی از آزمودنی‌ها توسط کارشناسان علوم آزمایشگاهی شهر یاسوج به عمل آمد. یک روز قبل از شروع اولین جلسه تمرین (مرحله پیش آزمون) و دو روز بعد از آخرین جلسه تمرین (مرحله پس آزمون)، حدود ۸ میلی‌لیتر خون از ورید بازویی افراد نمونه گرفته شد. همچنین در شرایط یکسانی، پس از ۱۲ ساعت ناشتایی این خون-گیری انجام گرفت. مقادیر رزیستین، مقاومت انسولینی و قندخون برای هر نمونه به طور جداگانه اندازه‌گیری شد. نمونه‌های خونی را درون لوله‌های استریل که حاوی KEDTR بود، ریخته شد. لوله‌های EDTA و هپارینه را برای جلوگیری از فاسد شدن درون یخ قرار داده شد. سپس، لوله‌ها در دمای محیط به مدت چند دقیقه گذاشته شدند. در نهایت نمونه خون به مدت ۱۰ دقیقه توسط سانتریفیوژ با دور ۳۰۰۰ RPM پلازما جدا شد. همه نمونه‌های خونی آزمودنی‌ها در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان اجرای عملیات آزمایشگاهی فریز شد. مقادیر رزیستین به روش آلایزا و با استفاده از کیت الایزا ( Ray Bio Human Elisa Kit) ساخت شرکت Ray Bio Tech از کشور انگلستان اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری گلوکز از روش آنزیماتیک و کیت پارس آزمون ساخت کشور ایران و همچنین برای اندازه‌گیری انسولین از روش الایزا و کیت مرکودیا ساخت کشور سوئد استفاده شد.



در پس آزمون بین هر دو گروه تفاوت معنادار بود ( $p=0/01$ ). همان-گونه که پیداست هشت هفته تمرینات همزمان باعث کاهش معنادار غلظت گلوکز پلاسمایی مردان چاق میانسال شد. نتایج آزمون تی مستقل نشان داد که سطوح گلوکز ناشتا در پیش آزمون بین هر دو گروه تفاوت معناداری نداشت ولی در پس آزمون بین گروه‌ها تفاوت معنادار بود ( $p=0/02$ ).

جدول ۴. مقایسه بین نوبت های اندازه گیری درون گروهی

متغیر وابسته	گروه	موقعیت	میانگین $\pm$ انحراف معیار	آماره P
مقاومت به انسولین	تجربی	پیش آزمون	۳۴/۰۶ $\pm$ ۵/۶۶	۰/۰۱
	کنترل	پس آزمون	۲۰/۰۵ $\pm$ ۲/۹۷*	
مقاومت به انسولین	تجربی	پیش آزمون	۲۸/۷۵ $\pm$ ۳/۲۱	۰/۱۳
	کنترل	پس آزمون	۳۱/۱۲ $\pm$ ۴/۱۱	
رزیتین (نانوگرم بر لیتر)	تجربی	پیش آزمون	۶۸۶/۹۳ $\pm$ ۶۰۹/۶۹	۰/۰۱
	کنترل	پس آزمون	۴۳۱/۰۶ $\pm$ ۲۵۸/۷۳*	
رزیتین (نانوگرم بر لیتر)	تجربی	پیش آزمون	۶۹۷/۸۱ $\pm$ ۶۲۸/۳۶	۰/۲۲
	کنترل	پس آزمون	۷۱۰/۰۹ $\pm$ ۵۲۲/۷۲	
گلوکز ناشتا	تجربی	پیش آزمون	۱۵۱/۰۶ $\pm$ ۴۱/۰۲	۰/۰۲
	کنترل	پس آزمون	۱۳۰/۰۶ $\pm$ ۳۷/۰۰*	
میلی گرم بر دسی (لیتر)	تجربی	پیش آزمون	۱۵۳/۵۴ $\pm$ ۵۵/۰۱	۰/۵۸
	کنترل	پس آزمون	۱۵۶/۴۵ $\pm$ ۵۶/۳۹	

\* سطح معناداری ( $p \leq 0/05$ )

همانطور که در جدول ۴ نشان داده شده است، بر اساس آزمون تی وابسته مقاومت به انسولین کاهش معناداری را در گروه تجربی و در مرحله ی پس آزمون نسبت به پیش آزمون نشان داد ( $p=0/01$ ). هم-چنین، مقدار رزیتین بین پیش و پس آزمون در گروه تجربی تفاوت معناداری داشت و کاهش معناداری را تجربه کرد ( $p=0/01$ ). مقدار

همان‌طور که در جدول ۲ آمده است، بین همه‌ی متغیرهای تحقیق هم در پیش آزمون و هم در گروه کنترل و تمرین همزمان تفاوت معناداری مشاهده نشد که این خود نشان‌دهنده‌ی همسان بودن گروه‌ها بود. ولی در پس آزمون در گروه تجربی در میزان چربی شکمی، درصد چربی، درصد پروتئین و درصد عضلات تغییر معناداری مشاهده شد. همچنین از آزمون‌های تی مستقل و تی وابسته جهت بررسی تفاوت‌ها استفاده گردید و نتایج نشان داد که بعد از تمرین همزمان، کاهش معناداری در درصد چربی بدن ( $p=0/01$ ) و چربی شکمی ( $p=0/01$ ) و افزایش معناداری در شاخص‌های درصد پروتئین ( $p=0/02$ ) و عضلات ( $p=0/02$ ) مشاهده شد که این تغییرات نسبت به گروه کنترل معنادار بود.

جدول ۳. مقایسه بین گروهی در نوبت های اندازه گیری مختلف

متغیر وابسته	گروه	موقعیت	میانگین $\pm$ انحراف معیار	آماره P
مقاومت به انسولین	تجربی	پیش آزمون	۳۴/۰۶ $\pm$ ۵/۶۶	۰/۱۲
	کنترل	پس آزمون	۲۸/۷۵ $\pm$ ۳/۲۱	
پس آزمون	تجربی	پیش آزمون	۲۰/۰۵ $\pm$ ۲/۹۷*	۰/۰۳
	کنترل	پس آزمون	۳۱/۱۲ $\pm$ ۴/۱۱	
رزیتین (نانوگرم بر لیتر)	تجربی	پیش آزمون	۶۸۶/۹۳ $\pm$ ۶۰۹/۶۹	۰/۰۸
	کنترل	پس آزمون	۴۳۱/۰۶ $\pm$ ۲۵۸/۷۳*	
پس آزمون	تجربی	پیش آزمون	۶۹۷/۸۱ $\pm$ ۶۲۸/۳۶	۰/۰۱
	کنترل	پس آزمون	۷۱۰/۰۹ $\pm$ ۵۲۲/۷۲	
گلوکز ناشتا	تجربی	پیش آزمون	۱۵۱/۰۶ $\pm$ ۴۱/۰۲	۰/۳۲
	کنترل	پس آزمون	۱۵۳/۵۴ $\pm$ ۵۵/۰۱	
میلی گرم بر دسی (لیتر)	تجربی	پیش آزمون	۱۳۰/۰۶ $\pm$ ۳۷/۰۰**	۰/۰۲
	کنترل	پس آزمون	۱۵۶/۴۵ $\pm$ ۵۶/۳۹	

\* سطح معناداری ( $p \leq 0/05$ )

جدول ۳، نشان می‌دهد که در پیش آزمون بین گروه تجربی و کنترل، بر اساس آزمون تی مستقل تفاوت معناداری بین سطوح مقاومت به انسولین وجود ندارد، ولی در پس آزمون بین گروه تجربی و کنترل تفاوت معناداری داشت ( $p=0/03$ ). هم‌چنین، تفاوت معناداری در سطوح غلظت رزیتین در پیش آزمون گروه کنترل و تجربی مشاهده نشد ولی



۴۳ □

بر کاهش خطر بیماری‌های قلبی-عروقی در بیماران دیابت نوع ۲ نیز تاثیرگذار باشد (۱۶). همچنین در پژوهش یوسلو و همکاران (۲۰۱۲)، نیز که به بررسی تاثیر ۸ هفته تمرینات هوازی بر سطوح سرمی رزیستین، شاخص مقاومت انسولینی و آدیپونکتین مردان چاقی که مبتلا به دیابت نوع ۲ بودند، پرداختند. این تمرینات نیز ۳ جلسه در هفته بود که در هر جلسه این افراد نمونه باید ۴۰ تا ۵۰ دقیقه بر روی نوارگردان با شدت‌های فزاینده متفاوتی با حداکثر ضربان قلب ۳۵ تا ۷۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی تمرین می‌کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که کاهش BMI و وزن بدن این بیماران و اجرای ۸ هفته تمرین هوازی نیز توانست سطوح غلظت رزیستین و مقاومت به انسولین را کاهش داد و سبب افزایش سطوح سرمی آدیپونکتین نیز شد. همچنین در این تحقیق نیز مشخص شد که بین سطوح رزیستین و شاخص مقاومت انسولینی ارتباط معناداری وجود داشت (۱۹). از طرفی نیز مونزیلو و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۰۳)، تحقیقی را تحت عنوان ۱۲ هفته فعالیت بدنی همزمان بر سطوح رزیستین و شاخص‌های گلیسمی در زنان چاق بیمار دیابتی نوع ۲ بیان کردند. در این تحقیق ۳ جلسه تمرین هوازی در هفته به مدت ۲۰ تا ۵۰ دقیقه با شدت ۵۰ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب و همچنین هر دو هفته یک بار نیز ۱ جلسه تمرین مقاومتی در ۳ ست ۱۰ تکراری با شدت ۴۰ تا ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه انجام می‌گرفت. نتایج چنین نشان داد که ۱۲ هفته تمرینات ورزشی همزمان سبب کاهش وزن، کاهش BMI، کاهش سطوح گلوکز و مقاومت به انسولین شد در حالی که سطوح انسولین و رزیستین تغییر معناداری نشان نداد (۲۰). به طور کلی، نتایجی که از پژوهش‌های گذشته در مورد تاثیر تمرینات ورزشی هوازی و مقاومتی و همزمان بر غلظت رزیستین انجام گرفت، مشابه بود.

سطوح رزیستین سرم افراد عمدتاً از سلول‌های التهابی مانند مونوسیت‌ها و ماکروفاژها سنتز شده و به جریان خون وارد می‌شود (۲۱). می‌توان گفت که در این پژوهش ممکن است کاهش وزن مردان میانسال دارای اضافه وزن و چاق و کاهش درصد چربی آن‌ها پس از انجام ۸ هفته تمرینات همزمان بر کاهش سطوح رزیستین پلاسما تاثیرگذار باشد اما شاخص توده بدن در گروه همزمان کاهش نشان نداد که این ممکن است از طرفی به دلیل افزایش درصد پروتئین و عضلات و از طرف دیگر به دلیل کاهش درصد چربی بدن خصوصاً چربی شکمی این افراد باشد که خود گویای تأثیرپذیری تمرینات همزمان بر روی هایپرتروفی و افزایش چگالی استخوان افراد نمونه در گروه تجربی می‌باشد. بر اساس نتایج بدست آمده، در تغییرات میانگین مقاومت به انسولین نمونه آماری در گروه تمرین همزمان تفاوت معناداری مشاهده شد. به عبارت دیگر در گروه تمرین همزمان به طور معناداری میانگین مقاومت به انسولین کاهش نشان داد.

مقاومت به انسولین وضعیتی متابولیکی است که در طی آن میزان پاسخ-دهی بافت‌ها به مقادیر فیزیولوژیک انسولین از حالت طبیعی کمتر می-

تأثیر هشت هفته تمرین همزمان بر مقاومت انسولینی و مقادیر پلاسمایی رزیستین... گلوکز در پیش و پس آزمون گروه تجربی تفاوت معناداری داشت ( $p=0/02$ ) و کاهش معناداری را نشان داد. به طور عکس، سطوح مقاومت به انسولین، رزیستین و گلوکز در پیش و پس آزمون در گروه کنترل تفاوت معناداری نداشت.

## بحث و نتیجه گیری

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر ۸ هفته تمرینات همزمان بر رزیستین، مقاومت به انسولین و گلوکز پلاسمایی مردان دارای اضافه وزن و چاق میانسال بود. بر اساس یافته‌های این پژوهش تفاوت معناداری در گروه تمرین همزمان در تغییرات میانگین رزیستین آزمودنی‌ها مشاهده شد. همانطور که از اطلاعات بدست آمد، میانگین رزیستین در گروهی که تمرین همزمان داشتند به طور معناداری کاهش یافته بود. در تایید نتایج این پژوهش کادوگلو و همکاران (۲۰۰۷)، به تحقیقی تحت عنوان بررسی تاثیر فعالیت بدنی بر سطوح رزیستین بیماران دیابت نوع ۲ پرداختند. نمونه آماری پژوهش آن‌ها ۶۰ زن و مرد با شاخص توده بدنی بالای ۲۵ بودند که به دو گروه کنترل و فعال تقسیم شدند. فعالیت بدنی که برای بیماران در نظر گرفته بودند، ۱۶ هفته تمرینات هوازی با شدت ۵۰ تا ۸۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی بود که به مدت ۴۵ دقیقه تا یک ساعت و ۴ جلسه در هفته به طول انجامید. نتایج نشان داد که غلظت رزیستین با فعالیت بدنی به طور معناداری کاهش یافته بود. همچنین آن‌ها پیشنهاد کردند که فعالیت بدنی بدون اینکه وزن بیمار کاهش یابد سبب کاهش غلظت رزیستین و سایتوکین‌های التهابی در آن‌ها می‌شود (۱۷). در تحقیقی دیگر که گری و همکاران (۲۰۰۹) بررسی کرده بودند، تحت عنوان تأثیر ۸ ماه تمرینات هوازی بر غلظت رزیستین در نوجوانانی که اضافه داشتند، نتایج نشان داد که بعد از انجام فعالیت ورزشی، غلظت رزیستین کاهش یافته بود و تغییرات در غلظت رزیستین با تغییرات در غلظت تری‌گلیسیریدها ارتباط معناداری داشت. آن‌ها نیز به این نتیجه رسیدند که با توجه به تغییراتی که در غلظت رزیستین پس از تمرینات طولانی مدت بوجود آمد، توانست تاثیرات مفیدی برای نوجوانان دارای اضافه وزن نیز به همراه داشته باشد (۱۸). همچنین شاه قلی عباسی و همکاران (۲۰۱۲)، به بررسی تأثیر ۸ هفته تمرینات هوازی بر سطوح رزیستین سرم زنان جوان فعال پرداختند. این تمرینات ۴ جلسه در هر هفته با شدت ۷۰ تا ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب بود. نتایج آن‌ها نشان داد که ۸ هفته تمرینات هوازی باعث کاهش وزن و درصد چربی این زنان جوان فعال شد که خود تأثیر مثبتی بر کاهش سطوح رزیستین سرم نیز داشت که در نهایت این موارد می‌تواند

<sup>۶</sup> Gerry et all

<sup>۷</sup>Uslu et all

<sup>۸</sup>Monzillo et all



بردن میزان حساسیت به انسولین و نیز در کاهش دادن قند خون موثر است (۷،۳،۲).

همچنین، نتایج این پژوهش نشان داد در افراد نمونه که تمرین همزمان انجام داده بودند میانگین گلوکز ناشتا کاهش بسیار فاحشی نشان داده بود. تحقیقات همسو با پژوهش حاضر از جمله والساماکیس<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۰۴)، تحت عنوان تأثیر ۱۲ هفته تمرینات یوگا بر قند خون ۶۰ نفر بیمار دیابتی (هر هفته ۶ جلسه ۴۵ تا ۶۰ دقیقه‌ای) (۲۶) و تحقیقی دیگر که توسط کریمی و همکاران (۲۰۱۵) با عنوان تأثیر ۳ هفته تمرینات یوگا در ۳۰ مرد دیابتی نوع ۲ و ۳۰ مرد سالم به همراه عادات غذایی بررسی شد، نشان داد که این نوع تمرینات در کاهش معنادار قند خون تأثیرگذار بودند (۱۵). همچنین کادوگلو و همکاران (۲۰۰۷)، در تحقیقی با عنوان تأثیر ۶ هفته تمرین یوگا بر روی دیابت ۶۰ بیمار مرد انجام دادند که نتایج آن‌ها نشان داد که تمرینات یوگا تأثیر بسیار زیادی بر کاهش قند خون این افراد داشت (۱۷). از طرف دیگر، در تحقیقی که آلبا<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۴) تحت عنوان عدم تأثیر تمرینات یوگا بر قند خون افراد مبتلا به دیابت بررسی کرده بود، نشان داد که ممکن است به دلیل تفاوت در نوع، مدت و شدت تمرین باشد (۱۳، ۱۴). در پایان می‌توان گفت که در حین ورزش و فعالیت بدنی، احتمالاً استفاده از گلوکز خون توسط عضلات افراد چاق میانسال بیش از تولید گلوکز کبدی باشد که در نتیجه باعث کاهش گلوکز خون و سطوح انسولین پلاسمایی خواهد شد. همچنین ثابت شده است که تا ۱۶ ساعت پس از یک جلسه تمرین هوازی، گلوکز خون کاهش یافته و مسیرهای سیگنالی که درگیر جذب گلوکز به درون عضلات اسکلتی، فعال خواهد شد و همچنین (۴) سبب بالا بردن میزان سوخت و ساز این عضلات و افزایش مصرف گلوکز می‌شود (۳).

از محدودیت‌های این تحقیق می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: نمونه‌ها انسان بودند و در تمام طول شبانه روز در اختیار نبودند، احتمال نداشتن مشابهت صد در صدی مواد غذایی مصرف شده توسط آزمودنی‌ها در طول ۲ ماه اجرای تمرینات همزمان وجود داشت، علی‌رغم توصیه‌های تغذیه‌ای که محققان جهت کنترل میزان کالری دریافتی روزانه به آزمودنی‌ها داده بودند. همچنین، چون نمونه‌ها انسان بودند و در شرایط یکسانی زندگی نمی‌کردند، لذا این احتمال وجود داشت که از لحاظ روحی و روانی کاملاً مشابه هم نباشند. دو مورد اخیر از کنترل محققین خارج بود. ولی از نکات مثبت این پژوهش این بود که میزان فعالیت روزانه و تمرینات ورزشی مشابهی را داشتند، در تمامی جلسات تمرینی با انگیزه فعالیت داشتند و برنامه تمرینی به طور منظم اجرا شد. از جمله نتایج کاربردی که این تحقیق داشت این بود که نشان داد تمرینات همزمان قادر است در بهبود وضعیت مقاومت انسولینی افراد چاق که در

باشد (۱۶، ۱۵). به عبارت دیگر وضعیتی است که در آن سلول‌های بدن نسبت به تأثیر انسولین از خود مقاومت نشان می‌دهند و باعث افزایش فشارخون، دیس لیپیدی، اختلال تحمل گلوکز و دیابت ملیتوس زمینه بیماری قلبی - عروقی می‌شود (۱۸). بافت چربی بدن در مقاومت به انسولین از طریق تولید و ترشح نامنظم بسیاری از پروتئین‌ها از جمله فاکتور نکروز دهنده آلفا (TNF- $\alpha$ )، آدیپونکتین، لپتین، آنژیوتنسنین و رزیستین نقش بسیار مهمی دارد (۱۳، ۱۴). از طرفی این بافت علاوه بر این که برای بررسی مقاومت به انسولین HOMA-IR (۱۹) کاربرد دارد، برای بررسی شاخص حساسیت به انسولین QUIKI (۴) نیز استفاده می‌شود. نتایج تحقیقات اوسوا (۲۰۰۷)، یوسلو (۲۰۱۲)، گوتیرز و همکاران (۲۰۲۱) و قلندری و همکاران (۲۰۲۰) با نتایج تحقیق حاضر همسو می‌باشد. نتایج آن‌ها نشان داد که انجام تمرینات هوازی سبب کاهش مقاومت به انسولین و افزایش حساسیت به آن می‌شود. برای افزایش حساسیت به انسولین و کاهش مقاومت به آن پس از انجام فعالیت بدنی، چندین مکانیسم مهم از جمله: بالا رفتن میزان گلیکوژن سنتتاز و هگزوکیناز (۲۲)، بالا رفتن میزان سیگنالینگ انسولین بعد از گیرنده (۱۶)، بالا رفتن میزان پروتئین‌های حاوی گلوکز و mRNA (۲۳)، پایین آمدن میزان رهایش اسیدهای چرب آزاد و بالا رفتن میزان پاکسازی آن‌ها (۲۴) و نیز بالا رفتن میزان تحویل گلوکز به عضله و تغییر در ترکیب عضله (۲۵) وجود دارد.

اگر چه در این پژوهش، پس از انجام تمرین همزمان فرایند دقیقی از افزایش حساسیت به انسولین استنباط نشد ولی نتیجه‌ای که این تحقیق داشت این بود که پس از انجام این نوع تمرینات، کاهش مقاومت به انسولین بسیار قابل توجه بود و همچنین نشان داده شد که با کاهش وزن آزمودنی‌ها، کاهش شاخص توده چربی و کاهش سطوح غلظت رزیستین همسو بوده است. همچنین نیز ثابت شده که تمرینات ورزشی و فعالیت بدنی روزانه سبب بهبود حساسیت به انسولین این بیماران می‌شود. به عبارت دیگر، یک جلسه فعالیت ورزشی که با شدت متوسط انجام شود، می‌تواند میزان جذب گلوکز را تا ۴۰ درصد افزایش دهد (۲۶). البته، ریاحی ملایری و ساعی (۱۳۹۷) در تحقیقی تأثیر تمرینات تناوبی شدید را بر سطوح پلاسمایی رزیستین، انسولین و نیم رخ لیپیدی مورد بررسی قرار دادند. آنان دریافتند در مردان چاق بعد از ۱۰ هفته تمرین تناوبی شدید مقادیر رزیستین بدون تغییر باقی ماند ولی عوامل خطرزای مقاومت انسولینی و نیم رخ لیپیدی آنان کاهش معناداری را تجربه کرد. نویسندگان بیان کردند احتمالاً تغییرات مقاومت به انسولین و نیم رخ لیپیدی آزمودنی‌ها ناشی از تغییر در سطوح برخی آدیپوکاین‌هایی است که از سایر بافت‌ها مانند عضله اسکلتی ترشح می‌شود (۲۷). تمرینات همزمان ممکن است سبب تحریک سلول‌های بتای پانکراس شود که به نوبه‌ی افزایش ترشح انسولین، بالا بردن جریان خون، بالا

<sup>۷</sup> Valsamakis

2 Abella et all



Visfatin and Adiponectin in Overweight Diabetic Men. *Journal of Clinical Research in Paramedical Sciences*. 2020;9(2). [In Persian]

5.Tan Y, Tam CC, Rolston M, Alves P, Chen L, Meng S, et al. Quercetin ameliorates insulin resistance and restores gut microbiome in mice on high-fat diets. *Antioxidants*. 2021;10(8):1251.

6.Kojta I, Chacińska M, Błachnio-Zabielska A. Obesity, bioactive lipids, and adipose tissue inflammation in insulin resistance. *Nutrients*. 2020;12(5):1305.

7.Liu S-X, Zheng F, Xie K-L, Xie M-R, Jiang L-J, Cai Y. Exercise reduces insulin resistance in type 2 diabetes mellitus via mediating the lncRNA MALAT1/microRNA-382-3p/resistin axis. *Molecular Therapy-Nucleic Acids*. 2019;18:34-44.

8.Ghalandari K, Shabani M, Khajehlandi A, Mohammadi A. Effect of aerobic training with silymarin consumption on glycemic indices and liver enzymes in men with type 2 diabetes. *Archives of Physiology and Biochemistry*. 2020;1-6. [In Persian]

9.Gutierrez AD, Flores CA, Naik S, Lee M, Asgarisabet P, Resman M, et al. Resistin levels decrease as insulin resistance increases in a Mexican-American cohort. *Cytokine*. 2021;148:155687.

10.TaheriChadorneshin H, Cheragh-Birjandi S, Goodarzy S, Ahmadabadi F. The impact of high intensity interval training on serum chemerin, tumor necrosis factor-alpha and insulin resistance in overweight women. *Obesity medicine*. 2019;14:100101. [In Persian]

11.Wolfe BE, Jimerson DC, Orlova C, Mantzoros CS. Effect of dieting on plasma leptin, soluble leptin receptor, adiponectin and resistin levels in healthy volunteers. *Clinical endocrinology*. 2004;61(3):332-8.

12.Marcell TJ, McAuley KA, Traustadóttir T, Reaven PD. Exercise training is not associated with improved levels of C-reactive protein or adiponectin. *Metabolism*. 2005;54(4):533-41.

13.Perseghin G, Burska A, Lattuada G, Alberti G, Costantino F, Ragona F, et al. Increased serum resistin in elite endurance athletes with high insulin sensitivity. *Diabetologia*. 2006;49(8):1893-900.

14.Abella V, Scotece M, Conde J, López V, Lazzaro V, Pino J, et al. Adipokines, metabolic syndrome and rheumatic diseases. *Journal of immunology research*. 2014;2014.

15.Karimi N, Roshan VD, Bayatiyani ZF. Individually and combined water-based exercise with ginger supplement, on systemic inflammation and metabolic syndrome indices, among the obese women with breast neoplasms. *Iranian journal of cancer prevention*. 2015;8(6). [In Persian]

تأثیر هشت هفته تمرین همزمان بر مقاومت انسولینی و مقادیر پلاسمایی رزیستین...  
معرض مبتلا شدن به بیماری‌های متابولیکی و گرفتگی عروق کرونری هستند، کمک بزرگی را اعمال نماید. متاسفانه ثابت شده است که در اکثر بیماران دیابتی، مقاومت به انسولین به عنوان یک معضل اساسی تبدیل شده است که خود بخشی از یک مجموعه از ناهنجاری‌ها است که بیماری‌های گرفتگی عروق و متابولیکی را باعث می‌شود که ممکن است به توسعه و پیشرفت دیابت نوع ۲ نیز کمک کند. البته نیز از نتایج این تحقیق و تحقیقات دیگر چنین برمی‌آید که ۸ هفته تمرینات همزمان سبب کاهش سطوح غلظت رزیستین سرمی و کاهش مقاومت به انسولین و افزایش حساسیت به آن و کمک به بهبود وضعیت چاقی در افراد میانسال می‌شود.

### نتیجه گیری

بنابراین، می‌توان اجرای ۸ هفته تمرین همزمان مقاومتی و استقامتی که در یک جلسه اجرا می‌شدند را به عنوان یکی از روش‌های پیشگیرانه و غیردارویی برای بهبود وضعیت سلامت متابولیکی و قلبی و عروقی مردان میانسال دارای اضافه وزن و چاقی پیشنهاد داد.

### تشکر و قدردانی

نویسندگان از همه شرکت کنندگان و آن‌هایی که ما را در انجام این پژوهش یاری رساندند، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

### تضاد منافع

نویسندگان این مقاله، هیچ‌گونه منافع متضادی از انتشار آن ندارند.

### Reference

1. KhajehLandi M, Bolboli L, Bolbol S, Zabihi B. Effect of One Course Pilates Exercise Program on Serum Levels of Resistin, Visfatin, and Chemerin in Overweight Women. *The Horizon of Medical Sciences*. 2020;27(1):93-113. [In Persian]
- 2.Ferrari F, Bock PM, Motta MT, Helal L. Biochemical and molecular mechanisms of glucose uptake stimulated by physical exercise in insulin resistance state: role of inflammation. *Arquivos brasileiros de cardiologia*. 2019;113:1139-48.
- 3.Gholamimoghadam S, Mogharnasi M. The Effect of Spirulina Supplementation and Circuit Resistance Training (CRT) on Plasma Values of Resistin, and Some Indicators of Body Composition of Overweight, and Obese Police Officers. *Journal of Police Medicine*. 2021;10(3):149-58. [In Persian]
- 4.Baigzadeh M, Hossienpour Delavar S, Safikhani H. The Effect of Training (Aerobic and concurrent) and Cinnamon Supplementation on the Plasma Levels of

26. Dadashzadeh, A., Poozesh Jadidi, R. Effect of HIIT and curcumin consumption on serum troponin I and creatine kinase levels in isopretrenol-treated male mice. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*, 2021; 8(1): 44-53. [In Persian]
27. Riyahi Malayeri S, Saei M. Changes in Insulin resistance and serum levels of resistin after 10 weeks high intensity interval training in overweight and obese men. *Sport Physiology & Management Investigations*. 2019;10(4):31-42. [In Persian]
16. Shahgholi Abasi R, Izadi M, Soheili S, Imanzadeh R. Serum resistin and insulin resistance responses to long-term physical exercise in the absence of diet control in middle-aged obese men. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*. 2012;21(86):126-30. [In Persian]
17. Kadoglou NP, Perrea D, Iliadis F, Angelopoulou N, Liapis C, Alevizos M. Exercise reduces resistin and inflammatory cytokines in patients with type 2 diabetes. *Diabetes care*. 2007;30(3):719-21.
18. Gray SR, Baker G, Wright A, Fitzsimons CF, Mutrie N, Nimmo MA, et al. The effect of a 12 week walking intervention on markers of insulin resistance and systemic inflammation. *Preventive Medicine*. 2009;48(1):39-44.
19. Uslu S, Kebapçı N, Kara M, Bal C. Relationship between adipocytokines and cardiovascular risk factors in patients with type 2 diabetes mellitus. *Experimental and therapeutic medicine*. 2012;4(1):113-20.
20. Monzillo LU, Hamdy O, Horton ES, Ledbury S, Mullooly C, Jarema C, et al. Effect of lifestyle modification on adipokine levels in obese subjects with insulin resistance. *Obesity research*. 2003;11(9):1048-54.
21. Osawa H, Tabara Y, Kawamoto R, Ohashi J, Ochi M, Onuma H, et al. Plasma resistin, associated with single nucleotide polymorphism- 420, is correlated with insulin resistance, lower HDL cholesterol, and high-sensitivity C-reactive protein in the Japanese general population. *Diabetes care*. 2007;30(6):1501-6.
22. Fealy CE, Nieuwoudt S, Foucher JA, Scelsi AR, Malin SK, Pagadala M, et al. Functional high-intensity exercise training ameliorates insulin resistance and cardiometabolic risk factors in type 2 diabetes. *Experimental physiology*. 2018;103(7):985-94.
23. Jung SH, Park HS, Kim K-S, Choi WH, Ahn CW, Kim BT, et al. Effect of weight loss on some serum cytokines in human obesity: increase in IL-10 after weight loss. *The Journal of nutritional biochemistry*. 2008;19(6):371-5.
24. 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 & metabolism journal*. 2011;35(4):418-26.
25. Suntraluck S, Tanaka H, Suksom D. The relative efficacy of land-based and water-based exercise training on macro-and microvascular functions in older patients with type 2 diabetes. *Journal of aging and physical activity*. 2017;25(3):446-52.