

The Effect of Eight Weeks of HIRT Training on the Serum Levels of Chemerin, Vaspin, and Factors Affecting the Pathogenesis of Diabetes in Obese and Overweight Pre-Diabetic Men

Ahmed Nezar Saleh Al-Azi¹ , Mohammad Javad Pourvaghari² , Mohammad Ebrahim Bahram³ 

1. Department of Sports Sciences, Faculty of Humanities, University of Kashan, Kashan, Iran.

E-mail: ahmednaza789@gmail.com

2. Corresponding Author, Department of Sports Sciences, Faculty of Humanities, University of Kashan, Kashan, Iran.

E-mail: vaghar@kashanu.ac.ir

3. Department of Exercise Physiology, Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

E-mail: bahramsport2010@gmail.com

Article Info

Article type:

Research

Article history:

Received:

9 March 2024

Received in revised form:

3 May 2024

Accepted:

15 May 2024

Published online:

20 March 2024

Keywords:

HIRT,
Chemerin,
Vaspin,
Overweight,
Pathogenesis of Diabetes.

ABSTRACT

Introduction: The expression of chemerin and Vaspin bioactive molecules is done through the communication between adipose tissue and other biological systems of the body, which play a role in the pathogenesis of metabolic syndrome, obesity, and diabetes. This study aimed to investigate the effect of eight weeks of HIRT training on the serum levels of Chemerin, and Vaspin, and factors effective in the pathogenesis of diabetes in obese and overweight pre-diabetic men.

Methods: In this semi-experimental study, 30 pre-diabetic obese men (30 to 45 years old) were randomly assigned to two experimental and control groups (15 people in each group). The experimental group participated in the HIRT program with an intensity of 80-85% of 1 repetition maximum for 8 weeks and three sessions each week for 60 minutes. The serum levels of Chemerin, Vaspin, and diabetes factors were measured on two occasions pre-test and post-test.

Results: The results of covariance analysis showed that the values of Chemerin ($P=0.001$), Vaspin ($P=0.001$), insulin ($P=0.001$), glucose ($P=0.001$), and insulin resistance ($P=0.001$), were significantly reduced in the experimental group compared to the control group. The intra-group results of paired t-test also showed a significant decrease in Chemerin ($P=0.001$, -0.90 percent), Vaspin ($P=0.003$, -16.6 percent), insulin ($P=0.001$, -17.5 percent), glucose ($P=0.001$, -19.1%), and insulin resistance ($P=0.001$, -40.8%) in response to the training protocol ($P<0.05$).

Conclusion: In general, HIRT training can have a beneficial effect on Chemerin, Vaspin, and some factors affecting diabetes and body composition in pre-diabetic obese men.

Cite this article: Al-Azi, A; Pourvaghari, M J; & Bahram, M. The Effect of Eight Weeks of HIRT Training on the Serum Levels of Chemerin, Vaspin, and Factors Affecting the Pathogenesis of Diabetes in Obese and Overweight Pre-Diabetic Men. *Journal of Sport Biosciences*. 2023; 16 (1): 61-75.

DOI: <https://doi.org/10.22059/jsb.2024.373767.1629>



Journal of Sport Biosciences by University of Tehran Press is licensed under [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).
| Web site: <https://jsb.ut.ac.ir/> | Email: jsb@ut.ac.ir.

Extended Abstract

Introduction

Obesity is one of the health problems of the 21st century, which threatens people's health in an epidemic form and is the cause of many diseases, including cardiovascular diseases, diabetes, high blood pressure, and some cancers. Vaspin is an adipokine that would be related to several factors, including obesity and disorders in metabolism and physical fitness level. Chemerin is the most adipokine that is produced from human adipose tissue and is involved in the regulation of adipogenesis and inflammation and leads to insulin resistance in skeletal muscles under normal conditions. Sports activity is one of the effective factors in the secretion of adipokines and it is considered as a non-pharmacological intervention to control and treat the disease and it can affect these hormones in different ways. Some evidence has confirmed that the serum Vaspin concentrations decrease with weight loss and lifestyle modification in obese adults. Sports activity has various benefits, including increasing insulin sensitivity, blood sugar control, and weight loss. Also, it can help reduce body fat percentage and cardiovascular disease. Therefore, the activity of these hormones may decrease or increase according to the level of physical fitness. Considering the importance of this issue and the limited number of studies that have been conducted in the field of high-intensity circuit resistance training on the levels of these variables in prediabetic people, this study aimed to investigate the effect of eight weeks of high-intensity resistance training (HIRT) on the serum levels of Chemerin and Vaspin in obese and overweight pre-diabetic middle-aged men.

Methods

In this semi-experimental study, 30 obese prediabetic men (30 to 45 years old) were randomly assigned to two experimental and control groups (15 people in each group). The experimental group participated in the HIRT program with an intensity of 80-85% of 1 repetition maximum for 8 weeks and three sessions each week for 60 minutes. The serum levels of Chemerin, Vaspin, and diabetes factors were measured on two occasions the pre-test and post-test. Analysis of covariance test was used to analyze intergroup differences and a paired t-test was used to analyze intragroup differences. All statistical analyses were conducted using SPSS version 23 statistical software at a significance level of $P < 0.05$.

Results

The results of covariance analysis showed that the values of Chemerin ($P=0.001$), Vaspin ($P=0.001$), glucose ($P=0.001$), insulin ($P=0.001$), and insulin resistance index ($P=0.001$) had a significant decrease in the experimental group compared to the control group ($P < 0.05$). The intra-group results of paired t-test also showed a significant decrease in Chemerin ($P=0.001$, -0.90 percent), Vaspin ($P=0.003$, -16.6 percent), insulin ($P=0.001$, -17.5 percent), glucose ($P=0.001$, -19.1%), and insulin resistance ($P=0.001$, -40.8%) in response to the training protocol ($P < 0.05$).

Conclusion

In general, it seems that 8 weeks of HIRT has a positive effect on reducing the serum levels of Chemerin and Vaspin in prediabetic obese men, and this response is probably influenced by the improvement of metabolic factors related to diabetes and body composition. This training protocol is suggested as a non-invasive method to control inflammatory factors affecting diabetes in overweight and obese people with pre-diabetes. However, more studies are needed to investigate the possible mechanisms and the effects of training on these variables.

Ethical Considerations

This research is derived from the Master's thesis of the first author from the Sports Physiology and Health Department approved by the Honorable Vice-Chancellor for Research University of Kashan, No. 1325813, dated 25/10/2023.

Funding: The preparation of this article was in line with the preparation of a master's degree thesis and there was no financial cost involved.

Authors' contribution:

All authors contributed equally to the preparation of the article.

Conflict of interest:

The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgments:

We sincerely thank the esteemed Research Vice-Chancellor of Kashan University and all the participants who helped us in this study.

تأثیر هشت هفته تمرین HIRT بر سطوح سرمی کمربین، واسپین و فاکتورهای مؤثر در پاتوژنز دیابت در مردان پیش‌دیابتی چاق و اضافه وزن

احمد نزار صالح العزی^۱، محمدجواد پوروقار^۲، محمدابراهیم بهرام^۳

۱. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران. رایانامه: ahmednaza789@gmail.com

۲. نویسنده مسئول: گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران. رایانامه: vaghar@kashanu.ac.ir

۳. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: bahramsport2010@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: پژوهشی	مقدمه: بیان مولکول‌های زیست‌فعال کمربین و واسپین از طریق ارتباط بین بافت چربی و سایر سیستم‌های بیولوژیکی بدن انجام می‌گیرد که در بیماری‌زایی سندروم متابولیک و پاتوژنز چاقی و دیابت نقش دارند. هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر هشت هفته تمرین HIRT بر سطوح سرمی کمربین، واسپین و فاکتورهای مؤثر در پاتوژنز دیابت در مردان پیش‌دیابتی چاق و اضافه وزن بود.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۱۹	روش پژوهش: در این تحقیق نیمه‌تجربی ۳۰ نفر از مردان چاق پیش‌دیابتی (۳۰ تا ۴۵ سال) به صورت تصادفی به دو گروه تجربی و کنترل (هر گروه ۱۵ نفر)، تقسیم شدند. گروه تجربی به مدت هشت هفته و هر هفته سه جلسه به مدت ۶۰ دقیقه در برنامه HIRT با شدت ۸۰ تا ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه شرکت کردند. سطوح سرمی کمربین، واسپین و شاخص‌های دیابت در دو نوبت پیش و پس‌آزمون اندازه‌گیری شد.
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۱۴	یافته‌ها: نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد مقادیر کمربین ($P=0/001$)، واسپین ($P=0/001$)، انسولین ($P=0/001$)، گلوکز ($P=0/001$) و مقاومت به انسولین ($P=0/001$)، در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل کاهش معناداری یافت. نتایج درون‌گروهی t زوجی نیز کاهش معنادار کمربین ($P=0/001$)، واسپین ($P=0/003$)، انسولین ($P=0/001$)، گلوکز ($P=0/001$)، مقاومت به انسولین ($P=0/001$)، و شاخص‌های دیابت در دو نوبت پیش و پس‌آزمون اندازه‌گیری شد.
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۲۶	نتیجه‌گیری: احتمالاً تمرینات HIRT می‌تواند بر شاخص‌های کمربین، واسپین و برخی فاکتورهای مؤثر در دیابت و ترکیب بدنی در مردان چاق پیش‌دیابتی تأثیر مفیدی داشته باشد.
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۱/۰۱	کلیدواژه‌ها: اضافه وزن، پاتوژنز دیابت، کمربین، واسپین، HIRT.

استناد: العزی، احمد؛ پوروقار، محمدجواد؛ بهرام، محمدابراهیم. تأثیر هشت هفته تمرین HIRT بر سطوح سرمی کمربین، واسپین و فاکتورهای مؤثر در پاتوژنز دیابت

در مردان پیش‌دیابتی چاق و اضافه وزن. نشریه علوم زیستی ورزشی. ۱۴۰۳؛ ۱۶(۱): ۶۱-۷۵.

DOI: <https://doi.org/10.22059/jsb.2024.373767.1629>

دسترسی به این نشریه علمی، رایگان است و حق مالکیت فکری خود را بر اساس لایسنس کرییتیو کامنز (CC BY-NC 4.0)

به نویسندگان واگذار کرده است. آدرس نشریه: <https://jsb.ut.ac.ir> | ایمیل: jsb@ut.ac.ir



مقدمه

چاقی از مشکلات تندرستی سده بیست و یکم به شمار می‌رود که به شکل همه‌گیر، سلامت افراد را تهدید می‌کند و زمینه‌ساز بسیاری از بیماری‌ها از جمله بیماری‌های قلبی-عروقی، دیابت، پرفشارخونی و برخی سرطان‌هاست [۱]. این بیماری چندعاملی است که با افزایش اندازه سلول‌های چربی مشخص می‌شود و عوامل متعددی از جمله استعداد ژنتیکی، عدم تعادل انرژی، مقاومت به انسولین و همچنین عوامل اجتماعی و محیطی در پیشرفت آن دخالت دارند. در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه، این بیماری مهم‌ترین تهدیدکننده سلامتی است و از این رو پیشگیری و کنترل آن اهمیت بسزایی دارد [۲].

ارتباط بین بافت چربی و سایر سیستم‌های بیولوژیکی بدن، از طریق بیان برخی مولکول‌های زیست‌فعال صورت می‌گیرد که آدیپوکاین^۱ یا آدیپوسایتوکاین^۲ نامیده می‌شوند. این مولکول‌ها در هموستاز انرژی و التهاب سیستمیک در بافت‌های چربی، عضله اسکلتی، کبد، مغز و پانکراس نقش داشته و در بیماری‌زایی سندروم متابولیک و مقاومت به انسولین نیز اهمیت دارند [۳، ۴].

واسپین، آدیپوکاینی از خانواده مهارکننده پروتئاز سرین است که دارای جرم مولکولی ۴۷ کیلوالتون و ترکیبی از ۳۹۲-۳۹۵ اسید آمینه است. گفته شده است سطوح این شاخص با عوامل متعددی از جمله چاقی و اختلالات در سوخت‌وساز و سطح آمادگی جسمانی مرتبط است. به‌طور کلی واسپین به‌عنوان یک عامل جبرانی در برابر مقاومت به انسولین و سندروم متابولیک پیشنهاد شده است و مطالعات کمی در این زمینه موجود است [۵]، چون سازوکارهایی که چگونگی تأثیر واسپین را در سوخت‌وساز گلوکز و حساسیت به انسولین نشان می‌دهد، هنوز ناشناخته است. از طرفی واسپین می‌تواند سیستم‌های عروقی در جهت کاهش اختلالات ناشی از آن عملکرد عروقی مرتبط با دیابت، فشار خون بالا و آترواسکلروز را تحت تأثیر قرار دهد [۶].

گزارش شده است بافت چربی آدیپوکاینی به نام کمرین نیز ترشح می‌کند که در سوخت‌وساز کربوهیدرات‌ها و عملکرد انسولین نقش دارد. این هورمون روی کروموزوم ۷ ترسیم می‌شود و ۱۴۳ اسید آمینه دارد و از بافت چربی احشایی و کبد ترشح می‌شود. این هورمون، بیشترین آدیپوکاینی است که از بافت چربی انسان تولید می‌شود [۷] و در تنظیم آدیپوژنز و التهاب دخیل است و در شرایط طبیعی در عضلات اسکلتی، موجب مقاومت به انسولین می‌شود. این هورمون ممکن است نقش مهمی نیز در سوخت‌وساز گلوکز و چربی‌ها داشته باشد [۳، ۴].

فعالیت ورزشی یکی از عوامل مؤثر بر ترشح آدیپوکاین‌هاست و به‌عنوان یک مداخله غیردارویی کنترل و درمان بیماری به‌شمار می‌رود و به شکل‌های مختلفی می‌تواند بر این هورمون‌ها اثرگذار باشد [۸]. برخی شواهد تأیید کرده‌اند که غلظت سرمی واسپین با کاهش وزن و اصلاح شیوه زندگی در بزرگسالان چاق کاهش می‌یابد [۹]. از طرف دیگر فعالیت ورزشی فواید مختلفی از جمله افزایش حساسیت به انسولین، کنترل قند خون، کاهش وزن، کاهش درصد چربی بدن و کاهش ابتلا به بیماری قلبی-عروقی را در پی دارد. از این رو با قرار گرفتن در سطح آمادگی جسمانی مطلوب، ممکن است فعالیت این هورمون‌ها کاهش یا افزایش یابد [۱۰]. با وجود ارتباط تنگاتنگ بین غلظت این متغیرها با شاخص‌های مرتبط با دیابت و عوامل ترکیب بدن، تمرینات ورزشی ممکن است بر بافت چربی و سطح سرمی این متغیر مؤثر باشد [۱۱]. در همین زمینه پژوهشگران، در بررسی اثر ۱۲ هفته تمرین ترکیبی (مقاومتی+هوازی) بر تغییرات آدیپوکاین‌های واسپین، کمرین و ویسفاتین و حساسیت انسولینی در دختران دارای اضافه وزن نشان دادند غلظت واسپین با کاهش معناداری همراه است؛ اما در سطوح کمرین و مقاومت به انسولین تغییر معناداری مشاهده نشد [۱۲]. نتایج تحقیق سوری و همکاران (۱۳۹۹) نشان داد ۱۲ هفته تمرین ترکیبی (هوازی و مقاومتی) سطح سرمی واسپین را همراه با درصد چربی و مقاومت به انسولین در مردان چاق کم‌تحرک کاهش داد [۱۳].

1. Adipokine

2. Adipocytokine

برخلاف نتایج مذکور، حجازی و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهشی روی زنان چاق میانسال نشان دادند که ۱۲ هفته ورزش هوازی تأثیر معناداری بر سطح واسپین سرم آنها نداشته است [۱۴]. از طرفی در گزارش‌های اخیر، محققان نشان داده‌اند فعالیت ورزشی به افزایش سوخت‌وساز و حساسیت انسولین به‌واسطه کاهش کمترین، در انسان و حیوانات منجر می‌شود [۱۵]. همچنین کاهش چشمگیری در سطح کمترین پلازما پس از تمرین تناوبی با شدت بالا [۱۶] و ۱۲ هفته تمرین تناوبی هوازی در ۲۴ دانش‌آموز غیرفعال گزارش شده است [۱۷]. بیان شده است که سطوح واسپین با مقاومت سیستمیک به انسولین مرتبط است که نشان‌دهنده مشارکت احتمالی در پاتوژنز دیابت است. یون^۱ و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که سطوح واسپین در افراد با حساسیت کم به انسولین، بالاتر است [۱۸]. در تحقیق دیگری اوبرباخ^۲ و همکاران (۲۰۱۰) کاهش چشمگیری در غلظت واسپین سرم پس از یک ساعت تمرین حاد و همچنین پس از چهار هفته تمرین در افراد دیابتی مشاهده کردند [۱۹]. با توجه به فراوانی و شیوع بیماری‌های متابولیکی، نقش عوامل مختلف در ایجاد دیابت و تأثیرات ضدالتهابی فعالیت‌های منظم بدنی، اتخاذ روش‌های مختلف که بتواند آدیپوکاین‌ها را کاهش دهد، ضرورت دارد [۲۰]. از طرف دیگر فعالیت ورزشی با تأثیرات مفید بر وضعیت متابولیکی و ترکیب بدنی، عامل پیشگیری‌کننده چاقی است که مرگ‌ومیر ناشی از چاقی را کاهش می‌دهد، اما نوع برنامه تمرین، شدت مطلوب یا مدت فعالیت ورزشی لازم برای بهبود سوخت‌وساز هنوز به بررسی بیشتری نیاز دارد [۲۱].

نتایج متناقض به‌دست‌آمده در خصوص این هورمون‌ها نشان می‌دهد که احتمالاً تغییرات سطوح آنها، تنها متأثر از نوع فعالیت ورزشی نباشد؛ در نتیجه برنامه‌های ورزش مختلف با شدت و مدت متفاوت را می‌توان به‌عنوان یک عامل پیشگیری مهم در بیماران مختلف (چاقی و دیابت) توصیه کرد [۲]. با توجه به اهمیت این موضوع و محدود بودن تحقیقاتی که در زمینه تمرینات ورزشی مقاومتی دایره‌ای با شدت بالا روی سطوح این متغیرها در افراد پیش‌دیابتی و از طرفی با توجه به ظرفیت پتانسیل آدیپوکاین‌ها در تنظیم چاقی و دیگر متابولیک‌ها وجود دارد و در بیشتر تحقیقات از برنامه‌های استقامتی در ارتباط با فاکتورهای مذکور استفاده شده است [۷]. از این رو با استناد به موارد گفته‌شده و به‌دلیل عدم بررسی تأثیر تمرینات مقاومتی دایره‌ای با شدت بالا بر تغییرات این شاخص‌ها، هدف از تحقیق حاضر، بررسی تأثیر هشت هفته تمرین HIRT بر سطوح سرمی کمترین و واسپین در مردان میانسال پیش‌دیابتی چاق و اضافه وزن است.

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش به‌صورت نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون با گروه کنترل بود. در پژوهش حاضر حجم نمونه از طریق نرم‌افزار G.power با توجه به اندازه اثر ۰/۲۷ و توان ۰/۸۰ و آلفای ۰/۰۵ برابر با ۳۰ نفر به‌دست آمد [۲۲]. جامعه آماری پژوهش مردان چاق پیش‌دیابتی شهرستان کاشان با دامنه سنی ۳۰ تا ۴۵ سال بودند که پس از اعلام فراخوان، حاضر به همکاری در پژوهش شدند. سپس آزمودنی‌ها به‌صورت هدفمند و با توجه به شرایط ورود به تحقیق انتخاب و بر اساس شاخص توده بدن ($30/87 \pm 1/29$) کیلوگرم بر متر مربع) و درصد چربی بدن ($33/93 \pm 2/38$) کیلوگرم بر مترمربع) همگن شده و به‌صورت تصادفی به دو گروه تجربی و کنترل، هر گروه ۱۵ نفر تقسیم شدند. آنها پس از آشنایی کامل با نحوه اجرای طرح، به‌طور داوطلبانه حاضر به شرکت در تحقیق شدند. در این زمینه پس از توجیه هدف و شیوه انجام کار، از آنها رضایت‌نامه مکتوب اخذ شد. از گروه کنترل نیز درخواست شد در طول تحقیق در هیچ برنامه ورزشی شرکت نداشته باشند. شرایط ورود به تحقیق شامل مردان چاق دارای شاخص توده بدنی^۳ بین ۳۰ تا ۳۵ کیلوگرم بر مترمربع، دارای قند خون ناشتا بین ۱۰۰ تا ۱۲۵ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر، عدم ابتلا و سابقه بیماری‌های قلبی-عروقی، تنفسی، بیماری‌های کلیوی و فشارخون بالا و عدم شرکت در فعالیت‌های بدنی منظم ورزشی در شش ماه اخیر، بود. همچنین شرایط خروج از پژوهش شامل استفاده از انسولین و داروهای دیابت و مواد آنابولیکی، آسیب‌دیدگی و شرکت نکردن آزمودنی‌ها در بیش از دو جلسه از تمرینات بود. پس از معاینه

1. Youn

2. Oberbach

3Body Mass Index (BMI)

توسط پزشک، اجازه فعالیت صادر شد. در این تحقیق برای ارزیابی ترکیبات بدن به ترتیب وزن و قد آزمودنی‌ها، از ترازو و قدسنج مدل SECA ساخت آلمان (به ترتیب با دقت ۰/۱ کیلوگرم و ۰/۱ میلی‌متر)، استفاده شد. حداکثر اکسیژن مصرفی از طریق آزمون راه رفتن یک مایل (۱۶۰۹ متر) راکپورت اندازه‌گیری شد [۲۳]. درصد چربی افراد با استفاده از دستگاه کالیپر Yagami ساخت ژاپن و از روش سه‌نقطه‌ای سینه، شکم و ران [۲۴]، درصد کل چربی بدن با استفاده از فرمول سه‌نقطه‌ای جکسون و پولاک [۲۵] و شاخص توده بدن، از تقسیم وزن بر توان دوم قد (Kg/m^2) به دست آمد. برای اندازه‌گیری قدرت بیشینه در نواحی بالاتنه، حرکت پرس سینه و برای اندام پایین‌تنه، حرکت پرس پا در نظر گرفته شد [۲۶]. پیش از شروع تحقیق، نکات ایمنی مربوط به تمرینات با وزنه و نحوه صحیح تمرین حرکات توسط مربی بین‌المللی بدنسازی، توضیح داده شد و آزمودنی‌ها چند تکرار زیر بیشینه برای هر حرکت انجام دادند. پیش از شروع تحقیق، مقدار حداکثر وزنه‌ای که فرد می‌توانست با یک حرکت بلند کند، یعنی یک تکرار بیشینه محاسبه شد. در این زمینه از فرمول زیر استفاده شد [۲۷]:

$$\text{تکرار} \times (0.0278) - (1/0.278) // \text{مقدار وزنه} = \text{یک تکرار بیشینه}$$

پروتکل تمرینی

آزمودنی‌ها به مدت هشت هفته و هر هفته سه جلسه به مدت ۶۰ دقیقه در برنامه تمرین مقاومتی دایره‌ای با شدت بالا شرکت کردند. HIRT شامل هشت حرکت پرس پا، پرس سینه، فلکشن و اکستنشن همسترینگ، چهارسر ران، دوسر بازو، سه‌سر بازو، قایقی و دراز و نشست با شدت ۸۰ تا ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه به صورت دایره‌ای با ۶ تا ۸ تکرار و ۶۰-۳۰ ثانیه استراحت بین هر حرکت و ۱۲۰ ثانیه استراحت بین هر دور را دایره‌ها انجام شد. در هفته اول و دوم تعداد سه دور انجام شد و هر دو هفته یک دور اضافه شد تا اینکه در هفته هشتم به شش دور رسید. پیش از شروع تمرین در هر جلسه، ابتدا برنامه گرم کردن (۱۰ دقیقه) و در پایان هر جلسه تمرین نیز برنامه سرد کردن (۵ دقیقه) انجام گرفت [۲۸] (جدول ۱).

جدول ۱. مراحل طراحی پروتکل تمرین مقاومتی دایره‌ای با شدت بالا [۲۸]

نوع تمرین، تواتر، شدت	حرکات	زمان، تکرار، استراحت
تمرین مقاومتی با شدت بالا، هشت هفته، هر هفته سه جلسه	شامل هشت حرکت پرس پا، پرس سینه، فلکشن و اکستنشن همسترینگ، چهارسر ران، دوسر بازو، سه‌سر بازو، قایقی و دراز و نشست	۶۰ دقیقه
(شدت ۸۰ تا ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه)		با ۶ تا ۸ تکرار و ۳۰-۶۰ ثانیه استراحت بین هر حرکت و ۱۲۰ ثانیه استراحت بین هر دور از دایره‌ها

سنجش‌های بیوشیمیایی

خون‌گیری در دو مرحله، ۴۸ ساعت پیش از اولین جلسه تمرین (پیش‌آزمون)، و ۴۸ ساعت پس از پایان هفته هشتم تمرین (پس‌آزمون)، پس از ۱۰ تا ۱۲ ساعت ناشتایی، انجام گرفت. پیش از هر نوبت خون‌گیری، آزمودنی‌ها چند دقیقه در حالت نشسته به استراحت پرداختند و سپس به ترتیب در کمترین زمان از ورید کوبیتال آنها ۵ میلی‌لیتر خون دریافت شد. در نهایت پس از اتمام خون‌گیری، نمونه‌های خونی برای جداسازی پلاسما به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰-۳۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد منجمد و برای آنالیزهای بعدی ذخیره شدند. سطح کمترین به روش الایزا و با استفاده از کیت انسانی کمترین شرکت WUHA ساخت چین، با حساسیت ۰/۱۶ نانوگرم بر میلی‌لیتر و درصد تغییرات درون‌آزمونی ۶/۸ درصد اندازه‌گیری شد. غلظت سرمی واسپین به روش

1. Jakson and Polak

2. Cubital

الایزا با استفاده از کیت انسانی (Biotech, Glory USA) ساخت آمریکا با حساسیت درون گروهی و برون گروهی کمتر از ۰/۰۷ نانوگرم بر میلی لیتر و به منظور اندازه گیری کمترین به روش الایزا و با استفاده از کیت انسانی کمترین شرکت WUHA ساخت چین، با حساسیت ۰/۱۶ نانوگرم بر میلی لیتر (ng/ml) و درصد تغییرات درون آزمونی ۶/۸ درصد اندازه گیری شد. غلظت گلوکز ناشتا به روش گلوکز اکسیداز و با استفاده از آنالیزور بکمن (Beekman, Instruments, Irvinne) اندازه گیری شد. انسولین نیز با روش RIA (Radioimmunoassay) و با استفاده از کیت تجاری ایمونوکلئو ساخت شرکت (Stillwater, MN) آمریکا اندازه گیری شد. مقاومت به انسولین با استفاده از روش مدل ارزیابی هومئوستاز (HOMA) و بر اساس حاصل ضرب غلظت گلوکز ناشتا (میلی گرم بردسی لیتر) در غلظت انسولین ناشتا (میکرو واحد بر میلی لیتر) تقسیم بر ثابت ۴۰۵ به دست آمد [۲۹].

روش آماری

پیش از شروع تحقیق و با استفاده از آزمون تی مستقل، هیچ اختلاف معناداری بین گروه‌ها در پیش‌آزمون به لحاظ ویژگی‌های آنترپومتریک و فیزیولوژیکی وجود نداشت. در تجزیه و تحلیل آماری، ابتدا تمامی متغیرهای کمی توسط آزمون شاپیرو-ویلک از نظر نرمال بودن و از آزمون لون برای همگنی واریانس‌ها استفاده شد و پس از تأیید به منظور بررسی اثر تمرین بر متغیرهای وابسته، از آزمون تحلیل کوواریانس، برای اندازه گیری تفاوت‌های بین گروهی و از آزمون t وابسته برای تفاوت‌های درون گروهی استفاده شد. همه محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۳ در سطح معناداری $P < 0.05$ انجام گرفت.

یافته‌های پژوهش

مطابق با جدول ۲ نتایج آزمون آماری t مستقل نشان می‌دهد که دو گروه تجربی و کنترل در پیش‌آزمون، از لحاظ ویژگی‌های آنترپومتریک و فیزیولوژیکی در حالت پایه یکسان بودند و تفاوت معناداری بین آنها مشاهده نشد ($P > 0.05$).

جدول ۲. ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها در گروه‌های مورد بررسی

P	گروه کنترل	گروه تجربی	متغیر
۰/۵	۲۸/۴±۲۳/۷۶	۳۷/۲۰±۴/۴۱	سن (سال)
۰/۰۷	۰±۷۷/۱۰۰۴۲	۰±۷۹/۱۰۰۳	قد (متر)
۰/۷۹	۴±۴۶/۹۸/۸۲	۴±۹۸/۹۲	وزن (کیلوگرم)
۰/۰۹	۲۱/۰±۳۰/۹۶	۱±۴۴/۳۰/۶۳	BMI (kg/m ²)
۰/۲۳	۱±۴۶/۳۴/۹۵	۲±۴۰/۳۳/۸۲	چربی بدن (درصد)
۰/۵۷	۳±۶۷/۹۴/۴۲	۳±۹۸/۹۲/۱۵	WHR (cm)
۰/۹۶	۲±۱۸/۳۷/۰۱۷	۲±۱۴/۳۷/۲۵	VO ₂ max (ml.kg/min)
۰/۲۶	۳±۶۰/۶۰	۳±۵۳/۵۸/۴۸	قدرت بالاتنه (کیلوگرم)
۰/۳۷	۴±۷۳/۱۱۸/۳۹	۴±۲۶/۱۱۷/۵۲	قدرت پایین‌تنه (کیلوگرم)

همان‌طور که جدول ۳ نشان می‌دهد نتایج حاصل از تحلیل کوواریانس نشان داد مقادیر کمترین ($P=0.001$)، واسپین ($P=0.001$)، گلوکز ($P=0.001$)، انسولین ($P=0.001$)، و شاخص مقاومت به انسولین ($P=0.001$) در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل کاهش معناداری داشت ($P < 0.05$).

مطابق با جدول ۳، در خصوص متغیرهای اصلی تحقیق، نتایج درون گروهی t زوجی نیز کاهش معنادار کمترین و درصد تغییرات ($P=0/001$)، واسپین ($P=0/003$)، $-16/6$ درصد)، انسولین ($P=0/001$)، $-17/5$ درصد)، گلوکز ($P=0/001$)، $-19/1$ درصد)، مقاومت به انسولین ($P=0/001$)، $-40/8$ درصد) در پاسخ به پروتکل تمرین را نشان داد ($P<0/05$).

همان طور که جدول ۴ نشان می‌دهد نتایج بین گروهی حاصل از تحلیل کوواریانس نشان داد مقادیر وزن ($P=0/001$)، درصد چربی ($P=0/001$)، $(P=0/001)$ ، $(WHR (001/0=P, BMI (001/0=P)$)، کاهش معنادار و حداکثر اکسیژن مصرفی ($P=0/001$)، قدرت عضلانی بالا و پائین تنه ($P=0/001$) افزایش معناداری در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل داشت ($P<0/05$).

مطابق با جدول ۴، در پس‌آزمون گروه تجربی نسبت به پیش‌آزمون شاخص‌های وزن ($P=0/001$)، $-3/37$ درصد)، درصد چربی ($P=0/002$)، $-6/16$ درصد)، شاخص توده‌ی بدنی ($P=0/001$)، $-3/67$ درصد) و WHR ($P=0/001$)، $-2/96$ درصد)، کاهش معنادار و قدرت بالاتنه ($P=0/001$)، $9/75$ درصد)، قدرت پایین‌تنه ($P=0/001$)، $10/80$ درصد) و $VO2max$ ($P=0/001$)، $5/39$ درصد)، افزایش معنادار داشت ($P<0/05$). اما در گروه کنترل از نظر درون گروهی و بین گروهی در متغیرهای مورد بررسی، تغییرات معنادار نبود ($P>0/05$).

جدول ۳. تغییرات میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای پژوهش در گروه‌های مورد بررسی

متغیر	گروه	مراحل	انحراف معیار \pm میانگین	محاسبه شده t	درون گروهی Δ ، ی،	میانگین تغییرات	F	P بین گروهی (ANCOVA)
کمترین (نانوگرم بر میلی لیتر)	تجربی	پیش‌آزمون	$4 \pm 266/48$	$5/41$	$0/001^*$	$2/28$	$202/98$	$0/001^+$
		پس‌آزمون	$263/4 \pm 62/90$		$-0/90$			
	کنترل	پیش‌آزمون	$262/4 \pm 36/00$	$-0/941$	$0/36$	$-0/06$		
		پس‌آزمون	$1/0 \pm 68/34$					
واسپین (نانوگرم بر میلی لیتر)	تجربی	پیش‌آزمون	$1/0 \pm 96/38$	$3/60$	$0/003^*$	$0/28$	$44/97$	$0/001^+$
		پس‌آزمون	$1/0 \pm 68/34$		$-16/6$			
	کنترل	پیش‌آزمون	$2/0 \pm 0/139$	$-0/292$	$0/77$	$-0/06$		
		پس‌آزمون	$2/0 \pm 0/2/39$					
گلوکز (میلی‌گر / م دسی لیتر)	تجربی	پیش‌آزمون	$115/4 \pm 86/82$	$10/51$	$0/001^*$	$18/66$	$81/00$	$0/001^+$
		پس‌آزمون	$97/5 \pm 20/65$		$-19/1$			
	کنترل	پیش‌آزمون	$116/5 \pm 06/56$	$-1/46$	$0/16$	$-0/26$		
		پس‌آزمون	$116/5 \pm 33/27$					
انسولین (میکرو واحد در میلی لیتر)	تجربی	پیش‌آزمون	$11/1 \pm 99/78$	$13/35$	$0/001^*$	$1/79$	$462/89$	$0/001^+$
		پس‌آزمون	$10/1 \pm 20/60$		$-17/5$			
	کنترل	پیش‌آزمون	$12/1 \pm 03/85$	$-0/269$	$0/79$	$-0/06$		
		پس‌آزمون	$12/1 \pm 04/84$					
مقاومت به انسولین	تجربی	پیش‌آزمون	$3/0 \pm 38/50$	$14/31$	$0/001^*$	$0/98$	$357/22$	$0/001^+$
		پس‌آزمون	$2/0 \pm 40/37$		$-40/8$			
	کنترل	پیش‌آزمون	$3/0 \pm 41/65$	-1	$0/33$	$0/13$		
		پس‌آزمون	$3/0 \pm 42/64$					

* نشانه معناداری آماری درون گروهی، † نشانه معناداری آماری بین گروهی، ‡ نشانه درصد تغییرات، Δ □ درصد تغییرات

جدول ۴. تغییرات میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای پژوهش در گروه‌های مورد بررسی

متغیر	گروه	مراحل	انحراف معیار ± میانگین	T محاسبه شده	P درون گروهی، □Δ	F	P بین گروهی (ANCOVA)
وزن (کیلوگرم)	تجربی	پیش آزمون	۴±۹۸/۹۲	۲۲/۱۰	* ۰/۰۰۱	۱۲۷۶/۶۴	† ۰/۰۰۱
		پس آزمون	۹۴/۴±۸۰/۶۳		¥-۳/۳۷		
	کنترل	پیش آزمون	۹۸/۴±۴۶/۸۲	-۱/۷۴	۰/۱۰		
		پس آزمون	۹۸/۴±۷۳/۷۱				
چربی بدن (درصد)	تجربی	پیش آزمون	۳۳/۲±۴۰/۸۲	۳/۹۲	* ۰/۰۰۲	۵۴/۹۴	† ۰/۰۰۱
		پس آزمون	۳۱/۲±۴۶/۵۵		¥-۶/۱۶		
	کنترل	پیش آزمون	۳۴/۱±۴۶/۹۵	-۱/۴۶	۰/۱۶		
		پس آزمون	۳۴/۲±۶۰/۰				
BMI (kg/m ²)	تجربی	پیش آزمون	۳۰/۱±۴۴/۶۳	۱۵/۳۰	* ۰/۰۰۱	۷۲۷/۲۲	† ۰/۰۰۱
		پس آزمون	۲۹/۱±۳۶/۵۲		¥-۳/۶۷		
	کنترل	پیش آزمون	۳۱/۰±۳۰/۹۶	-۰/۹۸۹	۰/۳۳		
		پس آزمون	۳۱/۱±۳۵/۰۲۵				
WHR (سانتی متر)	تجربی	پیش آزمون	۹۳/۳±۹۸/۱۵	۱۱/۳۴	* ۰/۰۰۱	۳۷۲/۶۵	† ۰/۰۰۱
		پس آزمون	۹۱/۳±۲۷/۰۴		¥-۲/۹۶		
	کنترل	پیش آزمون	۹۴/۳±۶۷/۴۲	-۰/۵۹۵	۰/۵۶		
		پس آزمون	۹۴/۳±۷۳/۳۲				
VO ₂ max (mil.kg/min)	تجربی	پیش آزمون	۳۷/۲±۱۴/۲۵	-۸/۳۷	* ۰/۰۰۱	۱۲۸/۶۹	† ۰/۰۰۱
		پس آزمون	۳۹/۲±۲۶/۲۸		¥۳/۳۹		
	کنترل	پیش آزمون	۳۷/۲±۱۸/۰۱۷	۱/۷۰	۰/۱۱		
		پس آزمون	۳۶/۲±۹۸/۲۲				
قدرت بالاتنه (کیلوگرم)	تجربی	پیش آزمون	۵۸/۳±۵۳/۴۸	-۱۲/۸۱	* ۰/۰۰۱	۹۵/۴۷	† ۰/۰۰۱
		پس آزمون	۶۴/۲±۸۶/۸۵		¥۳/۵۷		
	کنترل	پیش آزمون	۳±۶۰/۶۰	۰/۳۹۲	۰/۷۷		
		پس آزمون	۵۹/۳±۹۳/۶۹				
قدرت پایین تنه (کیلوگرم)	تجربی	پیش آزمون	۱۱۷/۴±۲۶/۵۲	-۱۵/۸۵	* ۰/۰۰۱	۱۲۱/۵۴	† ۰/۰۰۱
		پس آزمون	۱۳۱/۳±۴۶/۵۰		۱۰¥/۸۰		
	کنترل	پیش آزمون	۱۱۸/۴±۷۳/۳۹	۰/۶۹۵	۰/۴۹		
		پس آزمون	۱۱۸/۴±۶۰/۸۹				

* نشانه معناداری آماری درون گروهی، † نشانه معناداری آماری بین گروهی ¥ نشانه درصد تغییرات، □Δ درصد تغییرات

بحث

هدف از تحقیق حاضر، بررسی تأثیر هشت هفته تمرین HIRT بر سطوح سرمی کمربین، واسپین و شاخص‌های مؤثر در پاتوژنز دیابت در مردان میانسال پیش‌دیابتی چاق و اضافه وزن بود. یکی از یافته‌های تحقیق حاضر کاهش مقادیر کمربین پس از هشت هفته تمرین HIRT در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل بود.

یافته ما از کاهش سطح کمرین در پاسخ به تمرین HIRT با برخی تحقیقات که کاهش سطح سرمی کمرین در پی مداخلات ورزشی را نشان می‌دهد، مطابقت دارد [۸، ۳۰، ۳۱]. همسو با تحقیق حاضر ونجاروی^۱ و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند سطح سرمی کمرین با ۱۲ هفته پیاده‌روی در مردان دارای اضافه وزن و چاق کاهش یافته است [۳۲]. استفنوف^۲ و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند شش ماه تمرین ترکیبی استقامتی و قدرتی در بزرگسالان چاق سطوح کمرین را کاهش می‌دهد [۳۳]. در تحقیق دیگری نیوپارت^۳ و همکاران (۲۰۱۴) اذعان کردند یک سال پیاده‌روی متوسط در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ با کاهش سطوح کمرین همراه است [۳۴]. لین^۴ و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند کاهش سطح کمرین پس از یک دوره حاد ورزش هوازی در بزرگسالان چاق مشاهده شده است [۳۵]. با این حال برخی تحقیقات نیز نبود تغییرات در مقادیر کمرین [۳۶-۳۸] یا حتی کاهش آن در بیماران دیابتی [۳۹]، یا نبود تفاوت شایان توجه بین بیماران دیابتی چاق و غیرچاق [۴۰] را گزارش کردند. از دلایل تناقض می‌توان به نوع پروتکل تمرینی، شدت تمرین و نوع آزمودنی‌ها اشاره کرد.

کمرین نقش حیاتی در تمایز و توسعه چربی ایفا می‌کند و ممکن است به‌عنوان تعدیل‌کننده مسیرهای متابولیک مختلف در چربی بالغ، یعنی در بیان ژن‌های چربی در گیر در هموستاز گلوکز و لیپید عمل کند [۴۱]. علاوه بر این، کمرین با چندین نشانگر سندروم متابولیک دیگر، مانند تری‌گلیسیرید، فشار خون و مقاومت به انسولین در برخی بیماران مرتبط است؛ اما در همه گروه‌های مورد بررسی این ارتباط صدق نمی‌کند. از این‌رو ارتباط سطح کمرین سیستمیک با سندروم متابولیک به‌طور کامل حل نشده است [۴۲]. اخیراً گزارش شده است که احتمالاً مقاومت به انسولین، مستقل از BMI، پیش‌بینی‌کننده سطوح کمرین باشد [۳]. در این تحقیق با توجه به جوان بودن آزمودنی‌ها و کاهش سطوح انسولین، گلوکز، مقاومت به انسولین و شاخص توده بدن، احتمالاً این سازوکار در کاهش سطح کمرین دخیل باشد و کاهش سطح کمرین را بتوان در این زمینه توجیه کرد. سازوکار احتمالی دیگر این است که کاهش سطح سرمی کمرین که با تغییرات معنادار در کاهش درصد چربی، BMI و WHR همراه است، ممکن است نقش مهمی در بهبود ترشح ماکروفاژها به بافت چربی و نشانگرهای التهابی مانند کمرین و شاخص‌های سندروم متابولیک داشته باشد. از آنجایی که کمرین در روند آدیپوژنز به مقادیر بیشتری ترشح می‌شود، این احتمال وجود دارد که کاهش ترشح آن، ناشی از کاهش سرعت سنتز چربی‌ها و ورود آن به چرخه متابولیسمی باشد [۴۳]. پژوهشگران تأثیر فعالیت ورزشی بر کمرین و ارتباط آن را با تغییرات کاهش چربی، عمل انسولین و دیس لیپیدمی بررسی کردند. نتایج نشان داد ورزش موجب کاهش چربی احشایی، چربی‌های خون و سطوح گلوکز پایه و افزایش حساسیت به انسولین می‌شود. این مداخله همچنین به کاهش سطوح کمرین منجر شد که ارتباط معناداری با کاهش چربی احشایی، کلسترول، تری‌گلیسیرید و گلوکز پایه داشت. این محققان بیان کردند احتمالاً کاهش کمرین در پی فعالیت ورزشی عامل مهمی در کاهش مقاومت به انسولین و شاخص‌های مؤثر در دیابت باشد که در کاهش خطرهای قلبی-عروقی نقش مهمی دارد [۴۴]. با توجه به مستندات اشاره‌شده، کاهش سطح سرمی کمرین در تحقیق حاضر را می‌توان در کاهش شاخص‌های وزن، درصد چربی، BMI و WHR، مقادیر گلوکز ناشتا و انسولین توجیه کرد.

یافته‌های تحقیق در زمینه تأثیر هشت هفته تمرینات HIRT در مردان پیش‌دیابتی روی شاخص واسپین نشان داد که در گروه تجربی، سطح سرمی واسپین، نسبت به گروه کنترل کاهش معناداری یافت. همسو با این نتایج برزگری^۵ و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که تمرینات مقاومتی به‌طور معناداری سطح واسپین را بدون تأثیر بر سطح نیمرخ لیپیدی کاهش می‌دهد [۴۵]. در مقابل کادوگلو^۵ و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که تمرین هیچ تأثیری در سطوح واسپین در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ ندارد [۴۶]. همچنین در

1. Venojärvi
2. Stefanov
3. Neuparth
4. Lin
5. Kadoglou

مطالعات دیگری همچون تحقیق هانگ^۱ و همکاران (۲۰۱۹) و یوان و همکاران (۲۰۱۸)، نتایج به ترتیب مبنی بر عدم تغییر این متغیر متعاقب فعالیت ورزشی حاد و افزایش معنادار متعاقب چهار هفته تمرینات حاد بود [۴۷، ۱۸]. نتایج این پژوهش‌ها با یافته‌های این تحقیق مغایرت دارد. از جمله دلایل تفاوت با پژوهش‌های دیگران را می‌توان به سن، جنسیت و وضعیت تغذیه آزمودنی‌ها نسبت داد.

واسپین اغلب در بافت چربی (احشایی و زیرجلدی) در انسان بیان می‌شود، اگرچه بیان آن در بسیاری از بافت‌های دیگر مانند کبد، پانکراس، پوست، جفت، معده، مایع مغزی نخاعی، هیپوتالاموس و تخمدان‌ها نیز دیده می‌شود [۴۸]. به نظر می‌رسد میزان آن به عوامل ژنتیکی و محیطی مختلفی بستگی دارد که از جمله مهم‌ترین آنها وزن بدن و محتوای بافت چربی است. سطح سرمی واسپین با چاقی و اختلال در حساسیت به انسولین مرتبط است. در مطالعات بالینی نیز همبستگی مثبت بین واسپین با BMI و دور کمر نشان داده شده است [۴۹]. گزارش شده است افزایش BMI از عوامل تحریک‌کننده غلظت واسپین در افراد چاق بود که اندازه‌گیری‌های آنترپومتریک می‌تواند ابزار مفیدی در تشخیص وزن غیرنرمال بدن باشد [۵۰]. از طرفی انجام فعالیت ورزشی با بهره‌گیری از اصول (شدت، مدت، تنوع و تعداد جلسات) فواید گوناگونی از جمله کاهش وزن بدن، کاهش درصد چربی بدن، افزایش حساسیت به انسولین و کنترل قند خون را نشان می‌دهد [۵۱]. از طرف دیگر می‌توان گفت با توجه به تغییرات متابولیکی ناشی از این هورمون و تأثیر این هورمون بر بافت چربی، عضله، کبد و التهاب و ارتباط با بیماری‌های سندروم متابولیک، به نظر می‌رسد فعالیت ورزشی راهبرد مناسبی برای پیشگیری و درمان چاقی و بسیاری از بیماری‌های مرتبط با آن باشد. با توجه به اثر کاهشی تمرینات دایره‌ای با شدت بالا بر سطوح شاخص‌های وزن، درصد چربی، BMI و WHR، دخیل بودن این سازوکار در کاهش سطح سرمی واسپین به دلیل بیان این متغیر در بافت چربی در تحقیق حاضر محتمل‌تر به نظر می‌رسد و کاهش سطح واسپین را می‌توان در این زمینه توجیه کرد. از طرفی با توجه به کاهش شاخص‌های مؤثر در پاتوژنز دیابت این احتمال وجود دارد که کاهش واسپین سرمی در تحقیق حاضر متأثر از سازگاری‌های حاصل در بهبود انتقال و سوخت‌وساز گلوکز و همچنین افزایش فعالیت آنزیم‌های ضداکسایشی و کاهش سطوح شاخص‌های التهابی مؤثر بر حساسیت انسولینی در اثر تمرین مقاومتی باشد که در تحقیق حاضر بررسی نشد [۴۸، ۵۲].

از یافته‌های دیگر این پژوهش، کاهش معنادار سطوح گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین بود. سازوکارهای مختلفی متعاقب فعالیت ورزشی بر کاهش شاخص‌های مرتبط با دیابت شناخته شده است، از جمله بهبود مسیرهای سیگنالی ناقل وابسته به انسولین GLUT4، افزایش کالمودولین کیناز وابسته به کلسیم AMPK^۲ و مسیر فسفاتیدیل اینوزیتول کیناز ۳ که در بیشتر تحقیقات به آن اشاره شده است [۵۲]. در پژوهش‌های مختلفی همبستگی مثبتی بین غلظت واسپین و سطح غلظت انسولین و مقدار HOMA-IR گزارش شده است [۵۳، ۵۴]. هرچند کاهش سطح واسپین سرمی را می‌توان به دلیل احتمالی فعال شدن مسیرهای متابولیکی و سیگنالی ناشی از ورزش که در بالا به آن اشاره کردیم، توجیه کرد، اما به نظر می‌رسد ارتباط بین واسپین، حساسیت به انسولین و دیابت پیچیده‌تر است و باید پژوهش‌های بیشتری برای بررسی آن انجام گیرد. بررسی اثر تمرینات مقاومتی با شدت بالا به دلیل اثرگذاری مثبت روی شاخص‌های التهابی و فاکتورهای متابولیکی دیابت و شاخص‌های مرتبط با کاهش وزن و از طرفی انتخاب آزمودنی‌های چاق پیش‌دیابتی از نقاط قوت و نبود امکان کنترل شرایط روحی-روانی و استرس آزمودنی‌ها در طول اجرای تحقیق از محدودیت‌های تحقیق حاضر بود.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی به نظر می‌رسد اجرای هشت هفته تمرین مقاومتی با شدت بالا تأثیر مثبتی بر کاهش سطوح سرمی کمترین و واسپین در مردان چاق پیش‌دیابتی دارد و احتمالاً این پاسخ تحت تأثیر بهبود فاکتورهای متابولیکی مرتبط با دیابت و عوامل ترکیب بدنی قرار می‌گیرد. این پروتکل تمرین برای کنترل شاخص‌های التهابی و عوامل مؤثر در دیابت در افراد دارای اضافه وزن و چاق مبتلا به

^۱. Hong

^۲. activated Protein Kinase Monophosphate Adenosine

پیش‌دیابتی به‌عنوان یک روش غیرتهاجمی پیشنهاد می‌شود. با این حال برای بررسی سازوکارهای احتمالی و اثرگذار تمرینات ورزشی روی این متغیرها نیاز به تحقیقات بیشتری وجود دارد.

تقدیر و تشکر

این تحقیق برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی و تندرستی نویسنده اول مصوب معاونت محترم پژوهشی دانشگاه کاشان به شماره ۱۳۲۵۸۱۳ به تاریخ ۱۴۰۲/۰۸/۰۳ است. از معاونت محترم پژوهشی و گروه تربیت بدنی دانشگاه کاشان که در این پژوهش ما را همراهی کردند، سپاسگزاریم. همچنین از تمامی آزمودنی‌ها که در طول این دوره از پژوهش، با ما همکاری کردند، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

References

- [1]. 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*. 2023; 2;129(1):76-81. DOI: 10.1080/13813455.2020.1797104
- [2]. Daryanoosh F Sherafati Moghadam M B. Alizadeh Palavani h. The Effect of Aerobic and Anaerobic Exercises on Vaspin Level Plasma hormone Changes in Female Sprague Dawley Rats. *Armaghane Danesh*. 2014;19(8):717–26. <http://armaghanj.yums.ac.ir/article-1-135-en.html> [In Persain].
- [3]. Ereem NBA Aksy EKD DmneD DB İaş KUA Ağaçii keA AE İşgiM MG Öktaş ZE Effects of İwwfat ii et nn inflammatory parameters in individuals with obesity/overweight and non-alcoholic fatty liver disease: A cross-sectional study. *Medicine*. 2024;12;103(15):e37716. DOI: 10.1097/MD.00000000000037716
- [4]. Saghebjo M, Shabanpoor Omali J, Fathi R. Effects of 8 weeks high intensity circuit resistance training on plasma chemerin levels and glycemic control in male patients with type 2 diabetes. *Olympic*. 2013;21(5):99-113. DOI: 10.1007/s40200-023-01225-1 [In Persain].
- [5]. Atya HB, Hassan ZA, Amin AI, Sae-M A. Vaspin concentration in obesity, impaired glucose tolerance and type 2 diabetes in Egypt. *Adv Res Biol Sci*. 2013;1:6–13. doi: 10.1155/2015/823481
- [6]. Yang HW, Huang Yg, Gai Cl, Chai Gr, Lee S. Serum vaspin levels are positively associated with diabetic retinopathy in patients with type 2 diabetes mellitus. *Journal of Diabetes Investigation*. 2021;12(4):566-73. DOI: 10.1111/jdi.13385
- [7]. Zarei F, Shadmehri S, Daryanoosh F, Sherafati Moghadam M, Mahmoodi MT. The effect of eight weeks of high-intensity interval training (HIIT) on the serum levels of chemerin, omentin-1 and apelin on overweight female Sprague-Dawley rats. *SSU_Journals*. 2018;26(6):473-82. <http://jssu.ssu.ac.ir/article-1-4461-en.html> [In Persain].
- [8]. Saremi A, Shavandi N, Parastesh M, Daneshmand H. Twelve-week aerobic training decreases chemerin level and improves cardiometabolic risk factors in overweight and obese men. *Asian J Sports Med* [Internet]. 2010;1(3):151–8. doi: 10.5812/asjms.34860
- [9]. Wang HH, Chong M, Perrot N, Feiner J, Hess S, Yusuf S, Gerstein H, Paré G, Pigeysre M. Vaspin: A Novel Biomarker Linking Gluteofemoral Body Fat and Type 2 Diabetes Risk. *Diabetes Care*. 2024 1;47(2):259-66.
- [10]. Wittenbecher C, Menzel J, Carstensen-Kirberg M, Biemann R, di Giuseppe R, Fritsche A, et al. Omentin-1, adiponectin, and the risk of developing type 2 diabetes. *Diabetes Care* [Internet]. 2016;39(6):e79-80. <https://doi.org/10.2337/dc15-2702>

- [11]. Delpisheh A, Safarzade A. The effect of high-intensity interval training on serum and adipose tissues vaspin levels in rats fed a high-fat high-sucrose diet. *Hormone Molecular Biology and Clinical Investigation*. 2022;43(4):449-53. DOI: 10.1515/hmbci-2021-0107
- [12]. Askari R, Ravasi AA, Gaieni AA, Hedayati M, Hamedinia MR. Effect of Combined and Endurance Exercise Training on Adipokines, GH and Lipid Profiles in Over weight Females. *Journal of Sport Biosciences*. 2015;6(4):399-413. doi.org/10.22059/jsb.2015.53211 [In Persain].
- [13]. Soori R, Ravasi A A, Azarmohammad R, Ranjbar K I, Pournemati P. Effects of 12 weeks concurrent aerobic and resistance training on serum vaspin and C-reactive protein levels in obese middle-aged men. *Koomesh* 2020; 22 (2) :365-371. <http://koomeshjournal.semums.ac.ir/article-1-2991-en.html> [In Persain].
- [14]. Hejazi m, nezamdoost z, Saghebjo M. Effect of Twelve Weeks of Aerobic Training on Serum Levels of Leptin, Vaspin and Some Indicators of Oxidative Stress in Obese Middle-Aged Women. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*. 2014;16(2):111-8. [In Persain].
- [15]. Wittamer V, Franssen J-D, Vulcano M, Mirjolet J-F, Le Poul E, Migeotte I, et al. Specific recruitment of antigen-presenting cells by chemerin, a novel processed ligand from human inflammatory fluids. *The Journal of experimental medicine*. 2003;198(7):977-85.
- [16]. Pourvaghari M, Bahram M. The Effect of a Three-Month Intensive Intermittent Training on Plasma Chemerin and some Factors Related to Body Composition on Overweight Males. *armaghanj* 2015; 20 (5) :381-392 [In Persain].
- [17]. Sadeghipour H, Daryanoosh F, Salesi M. The effect of 12 weeks of aerobic interval training on chemerin and vaspin serum concentrations and insulin resistance index in overweight students. *Journal of Advances in Medical and Biomedical Research*. 2015;23(96):78-88. <http://journal.zums.ac.ir/article-1-3043-en.html> [In Persain].
- [18]. Youn B-S, Kloting N, Kratzsch J, Lee N, Park JW, Song E-S, et al. Serum vaspin concentrations in human obesity and type 2 diabetes. *Diabetes*. 2008;57(2):372-7. doi.org/10.2337/db07-1045
- [19]. Oberbach A, Kirsch K, Lehmann S, Schlichting N, Fasshauer M, Zarse K, et al. Serum vaspin concentrations are decreased after exercise-induced oxidative stress. *Obesity facts*. 2010;3(5):328-31.
- [20]. Avansar MS. The effects of 8 weeks high intensity interval training on serum levels of TNF- α and insulin resistance index in obese men with type-2 diabetes. *Medical Journal of Tabriz University of Medical Sciences*. 2017;39(4):53-62. <https://mj.tbzmed.ac.ir/Article/19465> [In Persain].
- [21]. Yousefzadeh H, Ravasi A, Kordi M. Effect of High Intensity Interval Training on Chemerin Serum Concentrations and Insulin Resistance of Obese young Men. *Journal of Sport Biosciences*. 2022;14(1):1-13. doi.org/10.22059/jsb.2022.117054.883 [In Persain].
- [22]. Faul F, Erdfelder E, Lang A-G, Buchner A. G* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior research methods*. 2007;39(2):175-91. <https://link.springer.com/article/10.3758/BF03193146>
- [23]. Chemaitilly W, Li Z, Huang S, Ness KK, Clark KL, Green DM, et al. Anterior hypopituitarism in adult survivors of childhood cancers treated with cranial radiotherapy: a report from the St Jude Lifetime Cohort study. *J Clin Oncol [Internet]*. 2015;33(5):492–500. DOI: 10.1200/JCO.2014.56.7933
- [24]. Wagner DR. ACSM's resource manual for guidelines for exercise testing and prescription. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2005;1;37(11):2018. healthworldeducation.org/?gad_source
- [25]. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *British journal of nutrition*. 1978;40(3):497-504. DOI: 10.1079/bjn19780152
- [26]. Jorge MLMP, de Oliveira VN, Resende NM, Paraiso LF, Calixto A, Diniz ALD, et al. The effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic control, inflammatory markers, adipocytokines,

- and muscle insulin signaling in patients with type 2 diabetes mellitus. *Metabolism*. 2011;60(9):1244-52. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2011.01.006>
- [27]. Cauza E, Hanusch-Enserer U, Strasser B, Ludvik B, Metz-Schimmerl S, Pacini G, et al. The relative benefits of endurance and strength training on the metabolic factors and muscle function of people with type 2 diabetes mellitus. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2005;86(8):1527-33. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2005.01.007>
- [28]. HAJINIA M, HAGHIGHI A, ASKARI R. The effect of high-intensity interval training and high-intensity resistance training on the Lipid profile and body composition in overweight and obese men. <http://jms.thums.ac.ir/article-1-849-en.html> [In Persian].
- [29]. Ahmadizad S, Haghighi AH, Hamedinia MR. Effects of resistance versus endurance training on serum adiponectin and insulin resistance index. *European journal of Endocrinology*. 2007;157(5):625-32. <https://doi.org/10.1530/EJE-07-0223>
- [30]. Lee MK, Chu SH, Lee DC, An KY, Park J-H, Kim DI, et al. The association between chemerin and homeostasis assessment of insulin resistance at baseline and after weight reduction via lifestyle modifications in young obese adults. *Clinica chimica acta*. 2013;421:109-15. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2013.02.017>
- [31]. Kim SH, Lee SH, Ahn KY, Lee DH, Suh YJ, Cho SG, et al. Effect of lifestyle modification on serum chemerin concentration and its association with insulin sensitivity in overweight and obese adults with type 2 diabetes. *Clinical endocrinology*. 2014;80(6):825-33. <https://doi.org/10.1111/cen.12249>
- [32]. Venojärvi M, Wasenius N, Manderöos S, Heinonen OJ, Hernelahti M, Lindholm H, et al. Nordic walking decreased circulating chemerin and leptin concentrations in middle-aged men with impaired glucose regulation. *Annals of medicine*. 2013;45(2):162-70. doi.org/10.3109/07853890.2012.727020
- [33]. Stefanov T, Blüher M, Vekova A, Bonova I, Tzvetkov S, Kurktschiev D, et al. Circulating chemerin decreases in response to a combined strength and endurance training. *Endocrine*. 2014;45:382-91. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12020-013-0003-2>
- [34]. Neuparth MJ, Proença JB, Santos-Silva A, Coimbra S. The positive effect of moderate walking exercise on chemerin levels in Portuguese patients with type 2 diabetes mellitus. *Journal of Investigative Medicine*. 2014;62(2):350-3. <https://doi.org/10.2310/JIM.0000000000000025>
- [35]. Lin X, Yang Y, Qu J, Wang X. Aerobic exercise decreases chemerin/CMKLR1 in the serum and perieeeral metaoolic rr gass ff eesesity add ii abetes rats yy iccreasigg PPARγ. *Ntt ritinn & metalll ism*. 2019;16(1):1-13. <https://doi.org/10.1186/s12986-019-0344-9>
- [36]. Askari R, Ravasi A, Gaeini A. The effect of combined exercise training on some adipokines and insulin sensitivity index in overweight females. 2011;1(5):25-36. <http://koomeshjournal.semums.ac.ir/article-1-4195-en.html> [In Persian].
- [37]. Banitalebi E, Mardanpour Shahrekordi Z, Kazemi AR, Bagheri L, Amani Shalamzari S, Faramarzi M. Comparing the effects of eight weeks of combined training (Endurance and Resistance) in different orders on inflammatory factors and adipokines among elderly females. *Women's Health Bulletin*. 2016;3(2):1-10. <https://doi.org/10.17795/whb-30990>
- [38]. Rabe K, Lehrke M, Parhofer KG, Broedl UC. Adipokines and insulin resistance. *Molecular medicine*. 2008;14(11):741-51. doi: 10.2119/2008-00058.Rabe
- [39]. Takahashi M, Inomata S, Okimura Y, Iguchi G, Fukuoka H, Miyake K, et al. Decreased serum chemerin levels in male Japanese patients with type 2 diabetes: sex dimorphism. *Endocrine journal*. 2013;60(1):37-44. <https://doi.org/10.1507/endocrj.EJ12-0201>
- [40]. Habib S, Eshki A, AlTassan B, Fatani D, Helmi H, AlSaif S. Relationship of serum novel adipokine chemerin levels with body composition, insulin resistance, dyslipidemia and diabetes in Saudi women.

- Eur Rev Med Pharmacol Sci. 2017;21(6):1296-302. PMID: 28387898
- [41]. Goralski KB, McCarthy TC, Hanniman EA, Zabel BA, Butcher EC, Parlee SD, et al. Chemerin, a novel adipokine that regulates adipogenesis and adipocyte metabolism. *Journal of Biological Chemistry*. 2007;282(38):28175-88. DOI: <https://doi.org/10.1074/jbc.M700793200>
- [42]. Buechler C, Feder S, Haberl EM, Aslanidis C. Chemerin isoforms and activity in obesity. *International journal of molecular sciences*. 2019;20(5):1128. <https://doi.org/10.3390/ijms20051128>
- [43]. Weigert J, Neumeier M, Wanninger J, Filarsky M, Bauer S, Wiest R, et al. Systemic chemerin is related to inflammation rather than obesity in type 2 diabetes. *Clinical endocrinology*. 2010;72(3):342-8. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2265.2009.03664.x>
- [44]. Malin S, Navaneethan S, Mulya A, Huang H, Kirwan JP. Exercise-induced lowering of chemerin is associated with reduced cardiometabolic risk and glucose-stimulated insulin secretion in older adults. *The journal of nutrition, health & aging*. 2014;18:608-15. doi: 10.1007/s12603-014-0459-7
- [45]. Barzegari A, Amouzad Mahdirezaji H. Effects of 8 weeks resistance training on plasma vaspin and lipid profile levels in adult men with type 2 diabetes. *Caspian journal of internal medicine*. 2014;5(2):103-8. PMID: PMC3992237
- [46]. Kadoglou NP, Vrabas IS, Kapelouzou A, Angelopoulou N. The association of physical activity with novel adipokines in patients with type 2 diabetes. *European journal of internal medicine*. 2012;23(2):137-42. DOI: 10.1016/j.ejim.2011.10.020
- [47]. Taekyung Han. Effects of Acute Exercise on Serum Vaspin and Insulin Resistance in Normal and Pre-Diabetes Middle-Aged Women. *Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry*. 2012;16(1):11-7. <https://www.dbpia.co.kr/>
- [48]. Mlyzzyńska E, Kizżun ,, Kurowkka P, Dwwid ,, Pihh K, Reppkka N, tt ll. Nwpppttt s of oopus luteum regulation in physiological and pathological conditions: involvement of adipokines and neuropeptides. *Cells*. 2022;11(6):957. <https://doi.org/10.3390/cells11060957>
- [49]. Pan Z, Zhuang X, Li X, Huang S, Zhang L, Lou F, et al. Significance of vaspin in obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome. *Experimental and Therapeutic Medicine*. 2016;11(3):841-5. DOI: 10.3892/etm.2016.2997
- [50]. Pilarkki Ł, Pelzzyńkka ,, Koperkka A. Srrzzek-Jarss A, Szll isska M, Bggaasski P. Assciatinn of Serum Vaspin Concentration with Metabolic Disorders in Obese Individuals. *Biomolecules*. 2023;13(3):508. <https://doi.org/10.3390/biom13030508>
- [51]. Tokmakidis SP, Zois CE, Volaklis KA, Kotsa K, Touvra A-M. The effects of a combined strength and aerobic exercise program on glucose control and insulin action in women with type 2 diabetes. *European journal of applied physiology*. 2004;92:437-42. doi: 10.1007/s00421-004-1174-6
- [52]. Morales-Alamo D, Ponce-González JG, Guadalupe-Grau A, Rodríguez-García L, Santana A, Cusso R, et al. Critical role for free radicals on sprint exercise-icccc ed CaMKII add AMPK α oosooorylatinn in human skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*. 2013;114(5):566-77. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01246.2012>
- [53]. Saleem ZA, Sahab KS. Relationship the Variation of Serum Vaspin and Some Biochemical Parameters Associated with Gender and BMI of Type2 Diabetic Patients. *Academic Science Journal*. 2024 14;2(1):218-44. DOI: <https://doi.org/10.24237/ASJ.02.01.688B>
- [54]. Klötting N, Kovacs P, Kern M, Heiker J, Fasshauer M, Schön M, et al. Central vaspin administration acutely reduces food intake and has sustained blood glucose-lowering effects. *Diabetologia*. 2011;54:1819-23. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00125-011-2137-1>