

The Effect of eight weeks of moderate-intensity continuous and intense interval training on plasma levels of Asprosin, insulin resistance, and some body composition indices in overweight and obese women.

Mehdi Mogharnasi ^{1*}, Rezvane Galdavi ², Shila Nayebifar ³ Karim Dehghani ⁴

Receive 2024 December 23; Accepted 2025 March 25

Abstract

Aim: Asprosin is a newly identified peptide hormone that is a proteolytic product of a protein called profibrillin. This study aims to examine the effects of eight weeks of moderate-intensity and high-intensity interval training on plasma levels of Asprosin, insulin resistance, and certain body composition indices in overweight and obese women.

Methods: This study was a quasi-experimental and applied research in which 45 subjects were purposefully selected and randomly divided into three experimental and control groups of 15 subjects each. The training program (high-intensity interval training and moderate-intensity interval training) consisted of four and 30 minutes of running, respectively, at 45-60% and 85-95% of maximum heart rate. The first training session was conducted at 45% and 85% of maximum heart rate, respectively, and the intensity of the training was gradually increased by 5% each week. After reaching 60% and 90% of maximum heart rate, respectively, this intensity was maintained until the end of the training program. Blood sampling was performed after 12 hours of fasting in two stages, pre- and post-test, and research variables were measured. To assess the normality of data distribution, the Shapiro-Wilk test was used, and for intra- and inter-group changes, the dependent t-test and covariance analysis were employed at a significance level of ($p \leq 0.05$).

Results The results showed that all the indicators examined in this study had a significant difference between the two training groups and the control group ($p < 0.05$). Also, a significant difference was observed in the changes in asprosin concentration between the two high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training groups ($p < 0.05$). In the intra-group comparison, plasma asprosin levels, body weight, body mass index, fat percentage, and insulin resistance in both training groups in the post-test phase decreased significantly compared to before training ($p < 0.05$).

Conclusion: Therefore, given the reduction in Asprosin, insulin resistance, and various body composition indicators, it is recommended that overweight and obese individuals engage in high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training methods to prevent obesity-related diseases.

Keywords: Asprosin, High-intensity interval training, Moderate-intensity continuous training, Insulin resistance



Scan this QR code to see the accompanying video, or visit jahssp.azaruniv.ac.ir

1. Professor, Department of Sports Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran. ***(corresponding author)**. mogharnasi@birjand.ac.ir
2. Department of Physical Education, Farhangian University, Tehran, Iran
3. Associate Professor, Department of Sports Sciences, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.
4. Department of Physical Education, Farhangian University, Tehran, Iran

Cite as: Mogharnasi M, Galdavi R, Nayebifar Sh Dehghani K. The effects of eight weeks of moderate-intensity and high-intensity interval training on plasma levels of Asprosin, insulin resistance, and certain body composition indices in overweight and obese women.. *Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2026; 13(1): 97-101.

Owner and Publisher: Azarbaijan Shahid Madani University

Journal ISSN (online): 2676-6507

Access Type: Open Access

DOI: 10.22049/jahssp.2025.30196.1707



Extended abstract

Background

Obesity is the result of an increase in excess adipose tissue and an imbalance between food intake and energy expenditure (2). Adipose tissue is one of the largest endocrine organs in the body and is required for normal body function, and its level changes in metabolic diseases (3). Asprosin has been identified as a novel peptide hormone that is a proteolysis product of a protein called profibrillin, which is released from white adipose tissue (5). It has been reported that asprosin plays an important and complex role in metabolism and metabolic diseases, including obesity (6). Given that proinflammatory adipokines have specific toxic effects on cells of certain tissues, it can be said that regular exercise prevents further damage to insulin-producing beta cells by reducing the production of these proinflammatory adipokines (9). Therefore, in this study, we investigated the effect of moderate-intensity high-intensity interval training on asprosin levels and insulin resistance.

Materials and Methods

This semi-experimental and applied study (pre-test, post-test) with an experimental group and a control group was conducted after obtaining permission from the ethics committee IR.BIRJAND.REC.1399.001. The population and statistical sample were 45 overweight and obese women aged 25 to 40 years with a body mass index of more than 25 kg/m².

Experimental design

These individuals were selected purposefully and divided into three groups of 15 by simple random method. After conducting medical examinations, the individual and physical characteristics including age, height, weight and fat percentage of the subjects were measured at three points: triceps, supraspinatus and gluteus maximum on the right side of the body, and fat percentage was calculated using the Jackson and Pollock formula for women.

Training protocol

The training program lasted for eight weeks (including intense interval training, consisting of four-minute intervals of running in the field at an intensity of 85-95% HR_{max} and three-minute periods of active rest at an intensity of 60-70% HR_{max} and moderate interval training at an intensity of 45% HR_{max}). Each week, the intensity of the training was increased by five percent, and after the intensity of the training reached 60% HR_{max}, this condition was maintained until the end of the training program.

Extraction of laboratory

Blood samples were taken in two stages, pre-test and post-test, with a 12-hour fast. After the end of the training, body composition indices were measured again. Asprosin levels were measured using a laboratory kit manufactured by Hangzhou Eastbiopharm, China-USA, per ml using the ELISA method. Insulin levels were also measured using a Monokit produced in collaboration with Monobind Iran using the ELISA method.

Statistical analysis

Descriptive statistical methods were used to classify raw data, determine means and standard deviations. To determine the normal distribution of data, Shapiro-Wilk test was used, and to examine intra-group and inter-group changes, dependent T-test, covariance test and Bonferroni post hoc test were used, respectively, at a significance level of ($P > 0.05$).

Results

The results showed that all the indicators examined in this study had a significant difference between the two training groups and the control group ($p < 0.05$). Also, a significant difference was observed in the changes in asprosin



concentration between the two high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training groups ($p<0.05$). In the intra-group comparison, plasma asprosin levels, body weight, body mass index, fat percentage, and insulin resistance in both training groups in the post-test phase decreased significantly compared to before training ($p<0.05$).

Conclusion

Considering the reduction in asprosin concentration and body composition indices (body weight, body mass index, and fat percentage) and insulin resistance, exercise training and regular physical activities, especially intense and moderate intensity interval training, seem to be a suitable strategy for reducing adipose tissue, inflammation, insulin resistance, cardiovascular diseases, and increasing insulin sensitivity, and can be effective in preventing diseases caused by overweight and obesity and related disorders.

Article message

Therefore, considering the reduction in plasma levels of asprosin, insulin resistance, and some body composition indices, it is recommended that overweight and obese individuals use high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training for general health and to prevent complications caused by overweight and obesity.

Keywords

Asprosin, High-intensity interval training, Moderate-intensity continuous training, Insulin resistance

مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش

سال سیزدهم، شماره اول؛

بهار و تابستان 1405؛ صفحات 97-101

Open Access

مقاله پژوهشی

تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی شدید و تداومی با شدت متوسط بر سطوح پلاسمایی آسپروسین، مقاومت به انسولین و برخی شاخص‌های ترکیب بدنی زنان دارای اضافه وزن و چاق

مهدی مقرنسی^{1*}، رضوانه گلدوی²، شیلا ناییبی فر³، کریم دهقانی⁴

تاریخ پذیرش: 1404/01/09

تاریخ دریافت: 1403/10/03

چکیده

هدف: آسپروسین یک هورمون پپتیدی جدید شناخته شده است که محصول پروتئولیز پروتئینی به نام پروفیبریلین است. در این پژوهش به تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی شدید و تداومی با شدت متوسط بر سطوح پلاسمایی آسپروسین، مقاومت به انسولین و برخی شاخص‌های ترکیب بدنی زنان دارای اضافه وزن و چاق می‌پردازیم.

روش پژوهش: این پژوهش از نوع نیمه تجربی و کاربردی بود که به صورت هدفمند 45 نفر انتخاب و به طور تصادفی ساده به سه گروه 15 نفری تمرین تناوبی شدید، تداومی با شدت متوسط و کنترل تقسیم شدند. برنامه تمرینی به ترتیب (تناوبی شدید و تداومی با شدت متوسط) شامل چهار و 30 دقیقه دویدن، با شدت 45-60 و 85-95 درصد ضربان قلب بیشینه بود. اولین جلسه تمرین به ترتیب با 45 و 85 درصد ضربان قلب بیشینه انجام شد و به تدریج هر هفته پنج درصد به شدت تمرین افزوده شد و به ترتیب پس از رسیدن به شدت 60 و 90 درصد ضربان قلب تا پایان برنامه تمرینی حفظ شد. خونگیری پس از 12 ساعت ناشتایی در دو مرحله پیش و پس از آزمون انجام و متغیرهای پژوهش اندازه‌گیری شد. برای طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک و برای تغییرات درون و بین گروهی از آزمون t وابسته و کوواریانس در سطح معنی‌داری $p \leq 0/05$ استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد تمامی شاخص‌های مورد بررسی در این مطالعه، بین دو گروه تمرینی با گروه کنترل تفاوت معنی‌داری داشت ($p < 0/05$). همچنین در تغییرات غلظت آسپروسین، بین دو گروه تناوبی شدید و تداومی متوسط نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($p < 0/05$). در مقایسه درون گروهی، مقادیر پلاسمایی آسپروسین، وزن بدن، شاخص توده بدنی، درصد چربی و مقاومت به انسولین در هر دو گروه تمرین در مرحله پس از آزمون در مقایسه با قبل از تمرین کاهش معنی‌داری یافت ($p < 0/05$). **نتیجه‌گیری:** لذا با توجه به کاهش آسپروسین، مقاومت به انسولین و برخی شاخص‌های ترکیب بدنی، پیشنهاد می‌شود افراد دارای اضافه وزن و چاق جهت پیشگیری از بروز بیماری‌های مرتبط با چاقی از شیوه‌های تمرین تناوبی شدید و تداومی با شدت متوسط استفاده کنند، اگرچه تمرین تناوبی شدید موثرتر بود.

واژه‌های کلیدی: آسپروسین، تمرین تناوبی شدید، تمرین تداومی با شدت متوسط، مقاومت به انسولین

نحوه ارجاع: مقرنسی، مهدی، گلدوی، رضوانه، ناییبی فر، شیلا، دهقانی، کریم. "تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی شدید و تداومی با شدت متوسط بر سطوح پلاسمایی آسپروسین، مقاومت به انسولین و برخی شاخص‌های ترکیب بدنی زنان دارای اضافه وزن و چاق. مطالعات کاربردی تندرستی در فیزیولوژی ورزش. 1405؛ 13 (1): 97-101.

صاحب امتیاز و ناشر: دانشگاه شهید مدنی آذربایجان

شاپای الکترونیکی: 2676-6507

نوع دسترسی: آزاد

DOI: 10.22049/jahssp.2025.30196.1707



دو و سندرم متابولیک مفید خواهد بود (5, 7). فعالیت بدنی یک روش درمانی غیردارویی برای کنترل تعادل انرژی و چاقی محسوب می شود، همچنین می تواند تولید آدیپوکاین های پیش التهابی را مهار می کند و آدیپوکاین های ضد التهابی را افزایش دهد. با توجه به اینکه آدیپوکاین های پیش التهابی آثار سمی خاصی بر سلول های بافت های مشخصی دارند، می توان گفت که فعالیت ورزشی منظم به واسطه کاهش تولید این آدیپوکاین های پیش التهابی از آسیب بیشتر سلول های بتای تولید کننده انسولین جلوگیری می کند (10). دولت آبادی و همکاران (1402) کاهش سطوح آسپروسین را در زنان دارای اضافه وزن و چاق مشاهده کردند (8). توکومتو⁴ و همکاران (2017) پژوهشی بر روی سطح آسپروسین زنان و مردان چاق با مداخله تمرین فزاینده بر روی نوارگردان با ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه انجام دادند که نتایج نشان داد که مقایسه سطح آسپروسین استراحت بین افراد چاق و غیرچاق مشابه و با تغییرات فردی شدید همراه است (9). در پژوهشی دیگر تاثیر تمرینات شنا بر سطوح آسپروسین، نیمرخ لیپیدی، گلوکز و مقاومت به انسولین در موش های صحرایی مبتلا به سندرم متابولیک موجب بهبود سطوح سرمی آسپروسین، نیمرخ لیپیدی، گلوکز و حساسیت به انسولین شد (11). اما ویسک و همکاران (2018) افزایش معنی داری سطوح آسپروسین را پس از تمرین حاد بی هوازی در مردان و زنان سالم و جوان مشاهده کردند (12). همچنین حق شناس (2024) افزایش معنی داری مقادیر آسپروسین را پس از هشت هفته تمرین هوازی تداومی در رت های نر دیابتی مشاهده کردند (13). تمرین ورزشی و فعالیت های بدنی منظم به عنوان یک راهکار مناسب برای کاهش بافت چربی، بروز التهاب، مقاومت به انسولین، بیماری های قلبی-عروقی و افزایش حساسیت به انسولین شناخته شده است و به نظر می رسد آمادگی جسمانی در افزایش حساسیت به انسولین در نتیجه افزایش توده خالص بدن و کاهش مقادیر چربی بسیار موثر است (14). از طرفی دیگر، فعالیت ورزشی از شیوع اضافه وزن و چاقی جلوگیری می کند و تمرین ورزشی، وزن بدن را با افزایش مصرف انرژی، تحت تأثیر قرار می دهد (15). چاقی با اختلالی که در بافت چربی به وجود می آورد منجر به تغییرات در میزان ترشح آدیپوکاین ها می شود (16). بنابراین عوامل تاثیرگذار بر روی بافت چرب و پدیده اضافه وزن و چاقی می تواند نقش مهمی در پیشگیری از ابتلاء به بیماری مرتبط با آن داشته باشد. با توجه به مطالعات محدود، نتایج متفاوت و گاهی متناقض و همچنین اهمیت هورمون آسپروسین که احتمالاً پیش گیری کننده و هشداردهنده بیماری ها و عملکرد دستگاه های مختلف بدن است، لذا شناخت بیشتر مکانیسم ها و عواملی که تولید و ترشح این هورمون را تحت تاثیر قرار می دهد مهم و ضروری است. لذا در این پژوهش به بررسی تأثیر تمرینات ورزشی تناوبی

مقدمه

چاقی یکی از مشکلات شایع زندگی کم تحرک و غیرفعال است که نیازمند اقدام و درمان مناسب است (1). چاقی نتیجه افزایش بافت چربی اضافه و عدم تعادل بین انرژی دریافتی و انرژی مصرفی می باشد و به عنوان یک اپیدمی توسط سازمان بهداشت جهانی شناخته شده است (2). بافت چرب یکی از بزرگترین اندام های آندوکربینی بدن بوده و برای عملکرد طبیعی بدن مورد نیاز است و در بیماری های متابولیکی سطح آن تغییر می کند (3). لذا به نظر می رسد شناسایی عوامل مرتبط در التهاب طولانی مدت و مهار آن در درمان چاقی موثر باشد. بافت چرب با ترشح برخی آدیپوکاین ها، بسیاری از اعمال فیزیولوژیکی نظیر ایمنی، التهاب و هموستاز انرژی را کنترل می کند (4). برخی از آدیپوکاین های مترشح از بافت چربی شامل انواع مختلفی از هورمون های پیش التهابی و ضد التهابی هستند که از جمله آنها می توان به آیریزین، آدیپونکتین، آدیپولین، آسپروسین، رزیستین، نسفانتین-1 و... اشاره کرد (4). آسپروسین به عنوان یک هورمون پپتیدی جدید التهابی شناخته شده است که محصول پروتئولیز پروتئینی به نام پروفیبریلین است که از بافت چربی سفید آزاد می شود و کبد را وادار به رهاسازی گلوکز در خون می نماید (5). این هورمون گیرنده ای در سطح سلول کبدی دارد که با اتصال به آن گیرنده که از نوع G پروتئین ها است و فعال کردن مسیر پیام رسانی از طریق پروتئین کیناز A¹ و پیامبر ثانوی CAMP² پیام خود را به منظور تجزیه گلیکوژن کبد به داخل سلول مخابره می کند و بدین ترتیب، منجر به آزادسازی گلوکز به درون خون می شود (5). گزارش شده است که آسپروسین نقش مهم و پیچیده ای در سوخت و ساز و بیماری های متابولیک از جمله چاقی ایفا می کند (6). آسپروسین ارتباط نزدیکی با تولید گلوکز و انسولین در کبد دارد و حضور آن، یک عامل خطرزای آسیب شناختی برای مقاومت به انسولین است (5). علاوه بر این، بین سطح آسپروسین پلاسما و دور کمر، گلوکز ناشتا، گلوکز پلاسما آفس از چالش، هموگلوبین گلیکوزیله⁴، تری گلیسیرید و مقاومت به انسولین رابطه مثبت وجود دارد (5). براساس مطالعات انجام شده آسپروسین در گردش خون می تواند شاخص تشخیص زودرس دیابت ملیتوس باشد (7). در افراد مقاوم به انسولین مقادیر آسپروسین در بافت های چربی قهوه ای، چربی سفید و عضلات اسکلتی بیشتر است و در حالت طبیعی محل اصلی ترشح این هورمون، بافت چربی سفید است و همانند هورمون گلوکاگون، به طور مستقیم منجر به افزایش قند خون می شود؛ با این تفاوت که فقط گلوکز کبدی را آزاد می کند (8, 9). در مطالعات محدودی نقش آسپروسین در بیماری های مرتبط با چاقی را مورد بررسی قرار داده گرفته است، لذا هدف قرار دادن درمانی آسپروسین در دیابت نوع

⁴. Hemoglobin A1C

⁵. Tokumoto

¹. Protein Kinase A

². Cyclic Adenosine Monophosphate

³. Glucose



آزمودنی‌ها رضایت خود را جهت شرکت در این پژوهش کاملاً آگاهانه امضاء نمودند.

برنامه تمرین: برنامه تمرین به مدت هشت هفته، هفته‌ای سه جلسه (روزهای یکشنبه، سه شنبه و پنجشنبه) و هر جلسه 90 دقیقه شامل: 10 دقیقه گرم کردن، 70 دقیقه بخش اصلی (اختصاصی تناوبی شدید و تناوبی متوسط) و 10 دقیقه سرد کردن و در نوبت عصر (ساعت 17 لغایت 18:30) در فضای بسته و در دمای (20-24) درجه سانتیگراد اجرا شد. برنامه تمرینات تناوبی شدید در برگزیده چهار تناوب چهار دقیقه‌ای دویدن در میدان با شدت 95-85 درصد HRmax و وهله‌های سه دقیقه‌ای استراحت فعال با شدت 70-60 درصد HRmax بود. - تمرینات تناوبی متوسط با شدت 45 درصد HRmax آغاز شد و به تدریج با پیشرفت آمادگی شرکت کنندگان، هر هفته پنج درصد بر شدت تمرین افزوده شد و پس از رسیدن شدت تمرینات به ترتیب به شدت 60 درصد HRmax، این وضعیت تا پایان برنامه تمرین حفظ شد (جدول 1 و 2) (18). برای تعیین شدت تمرینات، از ضربان قلب حداکثر (سن-220 HRmax) استفاده شد که برای هر آزمودنی جداگانه محاسبه گردید و سپس شدت مورد نظر ثبت گردید و نهایتاً توسط ضربان سنج پولار کنترل شد تا از آن ضربان کمتر نشود.

جدول 1. برنامه تمرین تناوبی شدید

مدت هفته	تعداد تناوب	فعالیت (دقیقه)	استراحت فعال (دقیقه)	شدت (درصد)	استراحت (درصد)	برنامه (دقیقه)
اول	4	4	3	85	60	25
دوم	4	4	3	90	65	25
سوم	4	4	3	95	70	25
چهارم	4	4	3	95	70	25
پنجم	4	4	3	95	70	25
ششم	4	4	3	95	70	25
هفتم	4	4	3	95	70	25
هشتم	4	4	3	95	70	25

شدید و تناوبی با شدت متوسط بر سطوح آسپروکسین و مقاومت به انسولین می پردازیم.

روش پژوهش

این پژوهش نیمه تجربی و کاربردی (پیش‌آزمون - پس‌آزمون) با گروه تجربی و کنترل به اجرا شد. شاخص‌های ورود به این پژوهش شامل داشتن سطح سلامت عمومی جسمانی و روانی، ($BMI > 25$) کیلوگرم بر مترمربع، عدم شرکت در هرگونه فعالیت ورزشی منظم قبل از شروع تمرینات، نداشتن بیماری‌های قلبی-عروقی، دیابت، اختلالات هورمونی، بیماری‌های کلیوی، کبدی، جراحی مصرف دخانیات و هرگونه مداخله درمانی موثر بر نتایج آزمایشگاهی بود. معیار خروج از پژوهش رعایت نکردن رژیم غذایی، شرکت در فعالیت‌های ورزشی دیگر، ابتلا به بیماری در حین تمرین، بارداری در حین تمرین و عدم تمایل شرکت آزمودنی‌ها در هریک از گروه‌های مورد مطالعه بود. جامعه و نمونه آماری زنان دارای اضافه وزن و چاق شهر زاهدان بودند که پس از فراخوان عمومی در سطح شهر زاهدان نمونه‌های پژوهش تعداد 45 نفر از زنان 25 تا 40 سال دارای اضافه وزن و چاق با شاخص توده بدنی بیشتر از 25 کیلوگرم

متر مربع به صورت هدفمند انتخاب شدند. افراد هیچ برنامه ورزشی منظمی را انجام نمی‌دادند و به طور تصادفی ساده (با جایگزین) به سه گروه 15 نفری تقسیم شدند. سپس از آنها خواسته شد افراد پرسشنامه (PAR-Q) حاوی اطلاعات شخصی، وضعیت سلامت، میزان فعالیت بدنی و پرسشنامه یادآمد 24 ساعته و ثبت سه روز دریافت غذایی را تکمیل نمایند. همچنین تمام آزمودنیها بر اساس پاسخ به پرسش محقق، دارای سیکل قاعدگی منظم و تقریباً یکسان بودند. پس از انجام معاینات پزشکی، ویژگی‌های فردی و جسمانی شامل سن، قد با (قدسنج دیواری با دقت 0/05 سانتی متر)، وزن با (ترازوی وزن کشی دیجیتال با دقت 0/1 کیلوگرم) و درصد چربی آزمودنی‌ها از طریق چربی زیر پوستی با استفاده از کالیپر مدل (SAEHAN) ساخت کشور کره جنوبی در سه نقطه سه سر بازویی، فوق خاصره و ران در سمت راست بدن اندازه‌گیری شد و درصد چربی با استفاده از فرمول جکسون و پولاک مختص زنان محاسبه شد (17). تمام اندازه‌گیری‌ها قبل از اتمام تمرینات انجام شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد از رژیم غذایی معمولی استفاده کنند و در طول دوره داروی شیمیایی و گیاهی مصرف نکنند. همچنین از گروه کنترل خواسته شد که از انجام هرگونه فعالیت بدنی منظم در طول دوره پژوهش خودداری کنند. سپس در یک جلسه توجیهی اطلاعات جامع و کامل برنامه تمرین، شیوه اجرای تمرینات، زمان و مکان اجرای تمرینات و مدت زمان پژوهش در اختیار آزمودنی‌ها قرار گرفت و در انتهای جلسه

از تمامی آزمودنی‌ها قبل از اجرای پژوهش رضایت آگاهانه اخذ شد و همچنین طبق اصول اخلاقی انجمن روانشناسی آمریکا^۹ و بیانیه هلیسنکی تمامی شرایط از جمله پذیرفتن مسوولیت طرح توسط محقق، تغییر رویکرد در موقع خطرناک، تصمیم واحد در نتایج، توافق منصفانه و به دور از فریبکاری، خروج آزمودنی‌ها در صورت عدم تمایل به ادامه حضور در طرح، آگاهی دادن به آزمودنی‌ها از خطرات روانی، فیزیکی طرح و استفاده از اطلاعات بدست آمده با اجازه شخصی آنها در جهت اجرای این پژوهش و در اختیار قرار دادن نتایج به آزمودنی‌ها مد نظر قرار گرفت. **روش آماری:** از روش‌های آمار توصیفی برای دسته بندی داده‌های خام، تعیین میانگین‌ها و انحراف استانداردها استفاده شد. به منظور تعیین گروهی طبیعی داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک، برای بررسی تغییرات درون گروهی و بین گروهی به ترتیب از آزمون t وابسته، آزمون کوواریانس و آزمون تعقیبی بنفرونی در سطح معنی‌داری $P < 0/05$ استفاده شد. مراحل با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه 24 تحلیل شد.

یافته‌ها

میانگین و انحراف استاندارد ویژگی فردی آزمودنی‌ها در مرحله پیش آزمون در جدول شماره 3 آورده شده است. براساس آزمون آنکوا، نتایج نشان داد تمامی شاخص‌های مورد بررسی در این مطالعه، بین دو گروه تمرینی با گروه کنترل تفاوت معنی داری دارد ($p < 0/05$) (جدول 4، 5). همچنین در تغییرات غلظت آسپروسین، بین دو گروه تناوبی شدید و تداومی متوسط نیز تفاوت معنی داری مشاهده شد ($p < 0/05$) (جدول 5). نیز براساس آزمون t وابسته در مقایسه درون گروهی، مقادیر پلاسمایی آسپروسین، وزن بدن، شاخص توده بدنی، درصد چربی و مقاومت به انسولین در هر دو گروه تمرین در مرحله پس آزمون در مقایسه با قبل از تمرین کاهش معنی‌داری را نشان داد ($p < 0/05$) (جدول 4).

سنجش بیوشیمیایی: خونگیری از آزمودنی‌ها در دو مرحله پیش آزمون (24 ساعت قبل از اولین جلسه تمرین) و 48 ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین با رعایت 12 ساعت ناشتایی به میزان هشت میلی لیتر بین ساعت 7 تا 10 صبح توسط متخصصین علوم آزمایشگاهی با بستن شریان بند^۶ از سیاهرگ آنتی کویتال بازویی چپ^۷ گرفته شد و برای جلوگیری از لخته شدن در لوله‌های CBC محتوی ماده ضد انعقاد (EDTA)^۸ ریخته شد. نمونه خونی در هر دو مرحله (پیش آزمون و پس آزمون) بلافاصله با دستگاه سانتریفیوژ Rotofix32A مدل Hettieh سانتریفیوژ (3000 دور به مدت 5 دقیقه و دمای محیط) شد و جداسازی پلاسما صورت گرفت و در میکروتیوب‌های جداگانه در دمای 80- فریز و نگهداری شد. آزمودنی‌ها 24 ساعت بعد از نمونه‌گیری اولیه برنامه تمرین را به مدت هشت هفته به صورت تناوبی شدید و تداومی با شدت متوسط اجرا نمودند. پس از پایان برنامه تمرینات مجدداً شاخص‌های ترکیب بدنی اندازه گیری شد. برای اندازه‌گیری مقادیر آسپروسین از کیت آزمایشگاهی نمونه انسانی ساخت شرکت Hangzhou Eastbiophrm کشور چین- آمریکا با حساسیت 0/023 نانو گرم بر میلی لیتر با روش الایزا ساندویچی مستقیم^۹ اندازه‌گیری شد. همچنین مقادیر انسولین توسط Monokit تولید شده با همکاری شرکت Monobind ایران به روش الایزا سنجش شد. به منظور تعیین مقاومت به انسولین از شاخص HOMA-IR استفاده شد (19).

$$\text{HOMA-IR (for mg/dL)} = \frac{\text{انسولین ناشتا (uIU/mL)} \times \text{گلوکز خون ناشتا (mg/dL)}}{405}$$

ملاحظات اخلاقی: این مطالعه در دانشکده علوم ورزشی دانشگاه بیرجند تصویب شد و با کد مصوب IR.BIRJAND.REC.1399.001 در کمیته اخلاق این دانشگاه به ثبت رسید. به جهت رعایت اصول اخلاقی

جدول 3. شاخص‌های توصیفی متغیرهای کمی در سه گروه مورد مطالعه (میانگین و انحراف استاندارد)

گروه	تمرین تناوبی شدید	تمرین تداومی متوسط	کنترل
متغیر	انحراف استاندارد ± میانگین	انحراف استاندارد ± میانگین	انحراف استاندارد ± میانگین
سن (سال)	34/13 ± 5/60	32 ± 6/05	34/60 ± 5/35
قد (سانتی‌متر)	160/87 ± 5/76	160/87 ± 5/09	160/13 ± 5/74
وزن (کیلوگرم)	78/98 ± 12/67	80/45 ± 10/46	79/19 ± 9/26
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	30/52 ± 4/19	31/06 ± 3/78	30/86 ± 2/67

⁹. Sandwich ELISA

¹⁰. American Psychological Association

⁶. Toumiquet

⁷. Left Brachial veins

⁸. Ethylenediaminetetra-acetic.Acid



جدول 4. توصیف و مقایسه شاخص های بیوشیمیایی و ترکیب بدنی در مراحل پیش و پس از آزمون (نتایج آزمون های t و ANCOVA)

آماره متغیر	گروه	تناوبی شدید انحراف استاندارد ± میانگین	تداومی متوسط انحراف استاندارد ± میانگین	کنترل انحراف استاندارد ± میانگین	P بین گروهی
آسپروکسین (نانو گرم بر میلی لیتر)	پیش آزمون	4/24 ± 1/63	3/22 ± 1/08	3/38 ± 1/83	*0/01
	پس آزمون	2/59 ± 1/12	2/62 ± 1/1	3/52 ± 1/69	
	P درون گروهی	*0/01	*0/01	0/38	
مقاومت به انسولین	پیش آزمون	4/83 ± 1/43	4/14 ± 1/57	3/57 ± 1/86	*0/01
	پس آزمون	2/45 ± 1/51	1/12 ± 2/13	3/74 ± 1/94	
	P درون گروهی	*0/01	*0/01	0/18	
شاخص توده بدنی (کیلو گرم بر متر مربع)	پیش آزمون	30/52 ± 4/19	31/06 ± 3/78	30/86 ± 2/67	*0/01
	پس آزمون	29/64 ± 3/95	30/34 ± 3/03	30/90 ± 2/68	
	P درون گروهی	*0/01	*0/01	0/29	
درصد چربی (%)	پیش آزمون	32/44 ± 3/28	33/17 ± 2/41	30/30 ± 3/23	*0/01
	پس آزمون	30/37 ± 2/90	31/52 ± 2/15	30/38 ± 3/06	
	P درون گروهی	*0/01	*0/01	0/43	
وزن (کیلو گرم)	پیش آزمون	78/98 ± 12/67	80/45 ± 10/46	79/19 ± 9/26	*0/01
	پس آزمون	76/73 ± 12/16	78/60 ± 10/36	79/30 ± 9/38	
	P درون گروهی	*0/01	*0/01	0/31	

(*) نشانه معنی داری آماری

جدول 5. نتایج آزمون تعقیبی بنفرونی برای تغییرات شاخص های پژوهش در گروه های مورد مطالعه

آماره متغیر	گروه	گروه ها	خطای استاندارد ± اختلاف میانگین	P بین گروهی
آسپروکسین (نانو گرم بر میلی لیتر)	تناوبی شدید	تداومی متوسط	0/26 ± 0/77 -	*0/01
	تناوبی شدید	کنترل	0/26 ± -1/56	*0/01
	تداومی متوسط	کنترل	0/26 ± -0/78	*0/01
مقاومت به انسولین	تناوبی شدید	کنترل	0/40 ± -2/19	*0/01
	تداومی متوسط	کنترل	0/38 ± 2/00	*0/01
	تداومی متوسط	کنترل	0/12 ± -0/93	*0/01
شاخص توده بدنی (کیلو گرم بر متر مربع)	تناوبی شدید	کنترل	0/12 ± -0/75	*0/01
	تناوبی شدید	کنترل	0/28 ± -1/88	*0/01
	تداومی متوسط	کنترل	0/28 ± -1/37	*0/01
درصد چربی (%)	تناوبی شدید	کنترل	0/32 ± -2/36	*0/01
	تناوبی شدید	کنترل	0/32 ± -1/93	*0/01
	تداومی متوسط	کنترل	0/32 ± -1/93	*0/01

(*) نشانه معنی داری آماری

بحث

پژوهش حاضر به بررسی هشت هفته تمرین تناوبی شدید و تداومی با شدت متوسط بر سطوح پلاسمایی آسپرووسین، مقاومت به انسولین و برخی شاخص‌های ترکیب بدنی زنان دارای اضافه‌وزن و چاق پرداخته است. نتایج نشان داد تمامی شاخص‌های مورد بررسی در این مطالعه، بین دو گروه تمرینی با گروه کنترل تفاوت معنی‌داری دارد. همچنین در تغییرات غلظت آسپرووسین، بین دو گروه تناوبی شدید و تداومی متوسط نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. در مقایسه درون گروهی، مقادیر پلاسمایی آسپرووسین، وزن بدن، شاخص توده بدنی، درصد چربی و مقاومت به انسولین در هر دو گروه تمرین در مرحله پس‌آزمون در مقایسه با قبل از تمرین کاهش معنی‌داری داشت. با این حال نتایج پژوهش حاضر با نتایج نخعی و دیگران (2019) با عنوان تأثیر هشت هفته تمرین تداومی و تناوبی بر سطوح سرمی آسپرووسین، نیمرخ لیپیدی، گلوکز و مقاومت به انسولین موش‌های صحرایی نر مبتلا به سندرم متابولیک که بهبود سطوح سرمی آسپرووسین را نشان داد همسو می‌باشد (11). همچنین تغییرات زیاد سطوح آسپرووسین در مطالعه توکومتو و دیگران (2017) بر زنان چاق و آلن و دیگران (2018) در زنان مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک (PCOS)¹ مشاهده شد که با نتایج پژوهش حاضر همسو می‌باشد (9). نتایج آنها نشان داد ارتباط مثبت بین سطح آسپرووسین در گردش با شاخص توده بدن، مقاومت به انسولین و شاخص آندروژن آزاد² (FAI) وجود دارد. علاوه بر این، افراد با سطح آسپرووسین بالا، بیشترین شانس ابتلا به PCOS را نسبت به افراد با کمترین مقدار آسپرووسین دارند. بنابراین در نتایج پژوهش خود بیان کردند که افزایش سطح آسپرووسین خون، منجر به PCOS مرتبط با مقاومت به انسولین می‌شود (20). پژوهش‌های متعدد نشان داده است که غلظت آسپرووسین پلازما در افراد چاق (21، 22) بیماران مبتلا به دیابت نوع دو (23-26)، افراد مبتلا به سندرم متابولیک (26) در مقایسه با افراد سالم بیشتر است. لانگ و همکاران (2019) در پژوهشی نشان دادند که سطح آسپرووسین در کودکان چاق نسبت به کودکان عادی به طور معنی‌داری کمتر است که با نتایج پژوهش حاضر ناهمسو است که ارتباط غلظت آسپرووسین با تفاوت جنسیتی و نقش پیچیده آسپرووسین در متابولیسم انرژی را بیان می‌کند (27). که دلیل تناقض نتایج این پژوهش با پژوهش حاضر، می‌تواند تفاوت در گروه‌های مورد مطالعه و نوع آزمودنی‌ها باشد. با توجه به مطالعات بسیار کمی که در این زمینه انجام شده، با توجه به مطالعات کم، مداخلات متفاوت، نوع، سن و جنس آزمودنی‌ها در پژوهش‌های

قبلی، نتیجه‌گیری در مورد سازو کارهای احتمالی این تمرینات بر تغییرات مقادیر آسپرووسین دشوار است. ولی اینگونه به نظر می‌رسد که آزادسازی آسپرووسین در افراد چاق و سالم به هنگام ناشتا بودن و کمبود گلوکز، جدا از وضعیت فیزیکی به یک نسبت نقش خود را در تامین گلوکز خون ایفا می‌کند. از طرفی تمرین ورزشی نیز نقش بسیار مهمی در کنترل مقادیر آسپرووسین در زمان استراحت و ناشتایی دارد. پژوهش ویسک و همکاران (2018) ترشح افزایش آیریزین، آسپرووسین و کاهش ترشح لپتین در زنان سالم و جوان پس از یک دوره تمرین بی‌هوای را مشاهده کردند. آنها بیان کردند که تغییرات غلظت آدیپوکاین‌ها می‌تواند با هم مرتبط باشد که با نتایج این پژوهش ناهمسو است (12). همچنین همسو با نتایج پژوهش حاضر، کو و دیگران (2019)، مطرح کردند که تمرینات ورزشی هوایی، موجب تنظیم کاهشی مسیر AMPK و PKA/TGF- β در دیابت نوع یک می‌شود، در نتیجه کاهش معنی‌داری غلظت آسپرووسین کبدی را در موش‌های مبتلا به دیابت نوع یک را نشان داد (28). آسپرووسین مانند لپتین در هیپوتالاموس به عنوان یک عامل محرک اشتها عمل می‌کند و نقش مهمی در تنظیم اشتها دارد و با مصرف غذا کاهش و با کاهش مصرف غذا افزایش می‌یابد (29). این پروتئین از سد خونی مغزی عبور می‌کند و نورون‌های پروتئین مرتبط با آگوتی (AgRP) را از طریق مسیر وابسته به آدنوزین مونوفسفات حلقوی (cAMP) فعال می‌کند، که باعث احساس گرسنگی و افزایش اشتها و در نهایت جذب بیش از حد انرژی و خطر چاقی می‌شود (22). براساس نتایج پژوهش حاضر، در مقایسه بین گروهی مقادیر مقاومت به انسولین در گروه‌های تجربی نسبت به گروه کنترل کاهش معنی‌داری داشت. ولی تفاوتی بین گروه تناوبی شدید و تداومی با شدت متوسط مشاهده نشد. در مقایسه درون گروهی نیز مقادیر مقاومت به انسولین نسبت به قبل از تمرین کاهش معنی‌داری داشت. کارستف و همکاران، 2014 نشان دادند که تمرینات تناوبی در مقایسه با تمرینات تداومی ترشح انسولین را حفظ می‌کند و موجب بهبود مقاومت به انسولین در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو می‌شود (30). همچنین با پژوهش‌های رستمی‌زاده و همکاران (2019)، عاصی شیرازی و همکاران (1397) و ظفرمند و همکاران همسو بود (31-33) که پس از هشت هفته تمرین، با کاهش وزن، سطح مقاومت به انسولین در افراد دارای اضافه وزن کاهش می‌یابد. بیشتر پژوهش‌های انجام شده در جهت بررسی میزان گلوکز خون و سطح حساسیت به انسولین، کاهش گلوکز پلازما و افزایش مقاومت به انسولین را به دنبال چند هفته تمرین مشاهده کردند، که احتمالاً این کاهش ممکن است به

². Free androgen index¹. Polycystic ovary syndrome

به انسولین را نیز بهبود بخشند (37، 43). به این دلیل که بین کاهش وزن و درصد چربی بدن و بهبود گلوکز خون ارتباط معنی‌داری وجود دارد. به این صورت که با کاهش وزن چربی تولید گلوکز کبدی کاهش، ترشح انسولین از پانکراس افزایش و حساسیت به انسولین بهبود می‌یابد، در نتیجه قند خون کنترل می‌شود (44). کو و همکاران (2019) نشان دادند که تمرینات ورزشی هوازی مقادیر آسپرو سین و PKA را کاهش داد اما AMPK و Akt را در موش‌های دیابتی افزایش داد (41). احتمالاً کاهش غلظت آسپرو سین متعاقب تمرینات ورزشی به دلیل کاهش وزن و کاهش توده و درصد چربی بدن باشد (45). بنابراین در این پژوهش کاهش وزن بدن و درصد چربی بدن، می‌تواند توجیهی برای کاهش گلوکز خون و افزایش حساسیت به انسولین در دو گروه تمرین تناوبی شدید و تداومی با شدت متوسط باشد. ترکیب بدن یکی از اجزای مهم آمادگی جسمانی وابسته به تندرستی است که با اندازه‌گیری وزن، درصد چربی بدن، شاخص توده بدنی و نسبت دور کمر به لگن بررسی می‌شود و در بسیاری از مطالعات، بین ویژگی‌های ترکیب بدن با اجراهای ورزشی ارتباط و همبستگی بالایی مشاهده شده است (4، 46). این ارتباط و همبستگی در راستای تایید نتایج پژوهش ما در پژوهش حق جو و دیگران به خوبی مشاهده شد، آنها نشان دادند که هشت هفته تمرین زومبا، باعث کاهش معنی‌داری وزن، درصد چربی بدن، شاخص توده بدن و توده چربی زنان دارای اضافه وزن شده و می‌تواند منجر به بهبود ترکیب بدنی آنان شود (46). همچنین کاهش معنی‌داری وزن بدن و چربی زیرپوستی در نتایج این پژوهش با نتایج میلرد و همکاران (2018) همسو می‌باشد. این محققان در بیان علت تغییر معنی‌داری، پاسخ کاتکولامین‌ها را که در حین ورزش به طور چشمگیری افزایش می‌یابد مطرح می‌کنند، که لیپولیز را از طریق گیرنده‌های بتا آدرنژیک فعال می‌کند. چربی شکمی شامل چربی زیرجلدی و چربی احشایی می‌باشد که میزان گیرنده‌های بتا آدرنژیک در چربی احشایی بیشتر از چربی زیرپوستی است میلرد (47). همچنین هم راستا با پژوهش حاضر در کاهش وزن بدن، شاخص توده بدنی و درصد چربی بدن، پژوهش‌های متعددی نشان دادند متعاقب چند هفته تمرین استقامتی و مقاومتی در افراد دارای اضافه وزن و چاق، وزن، شاخص توده بدن و درصد چربی بدن به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد (48-52). با این حال منیخ و همکاران (1394) پس از شش هفته تمرین مقاومتی، افزایش معنی‌داری شاخص توده بدن و درصد چربی بدن را نشان دادند که ناهمسو با مطالعه ما می‌باشد (53). که دلیل این ناهمسو بودن احتمالاً ریشه در عواملی همچون طول دوره تمرین، حجم و شدت تمرین و جنس و نوع آزمودنی‌ها دارد. با توجه به اینکه عضله اسکلتی، محل اصلی برداشت گلوکز در حالت طبیعی است،

دلیل سازگار شدن بدن به ترشح کاتکولامین‌ها باشد (34). با افزایش طول دوره تمرین و افزایش شدت تمرین پس از گذشت چند هفته، سطح کاتکولامین‌ها نسبت به اوایل تمرین کاهش می‌یابد که به نظر می‌رسد این سازوکار در نهایت باعث ایجاد تعادل در ترشح میزان گلوکز کبدی و استفاده از گلوکز خون در تمرینات می‌شود (35). همچنین تاجی طبس و همکاران (2016) کاهش مقادیر گلوکز خون پس از گذشت یک دوره تمرین ورزشی به علت سازگار شدن بدن به ترشح کاتکولامین‌ها را نشان دادند (36). آنها بیان کردند که افزایش طول دوره تمرین و شدت تمرین به صورت تدریجی، بدن را برای سازگاری با تغییرات آماده می‌کند و در یک شدت و مدت مشابه از تمرین، در سطح کاتکولامین‌ها نسبت به آغاز تمرین کاهش صورت می‌گیرد، در نتیجه این سازوکار به ایجاد تعادل در برون‌ده گلوکز کبدی و استفاده از گلوکز خون در تمرینات کمک می‌کند (36). با این حال در مطالعه اسچرو و همکاران (2008) عدم تغییر مقادیر گلوکز و سطح حساسیت به انسولین در افراد چاق متعاقب یک دوره تمرین تناوبی و تداومی را به دنبال داشت (37). تمرین ورزشی و کاهش وزن به طور هماهنگ و از طریق سازو کارهای تفکیک شده اما مرتبط، عوامل خطرزای متابولیکی و قلبی-عروقی را بهبود می‌بخشند؛ به این صورت که ورزش به واسطه کاهش منابع چربی و یا تغییر در عملکرد سلول‌های بافت چربی به عنوان یک ارگان درون ریز ترشح کننده آدیپوکاین‌هایی نظیر آدیپونکتین، واسپین و آسپرو سین ... نقش دارد. بنابراین اگر رژیم تمرینی به کاهش در تعداد سلول‌های چربی و یا بهبود عملکرد این سلول‌ها منجر نشود، توانایی ورزش در تعدیل سطح آدیپوکاین‌ها، مقاومت انسولینی و التهاب، محدود شده و یا به طور کلی دیده نمی‌شود (38). طبق بررسی انجام شده در بین مطالعات صورت گرفته، به نظر می‌رسد مکانیسمی که می‌تواند باعث افزایش عملکرد انسولین و بهبود حساسیت به انسولین متعاقب تمرینات ورزشی شود؛ افزایش پس گیرنده‌ای انسولین (39) افزایش فعالیت هگزوکیناز و گلیکوزن سنتتاز (40) کاهش رهایی و افزایش پاکسازی اسیدهای چرب آزاد، افزایش رهایی گلوکز از سطح خون به سمت عضله به علت افزایش مویرگ‌های عضلانی، تغییر در ترکیب عضله به منظور افزایش برداشت گلوکز (41) و افزایش انتقال دهنده‌های GLUT4 می‌باشد (42). در پژوهش حاضر با کاهش وزن و بهبود ترکیب بدنی آزمودنی‌ها، سطح حساسیت به انسولین در هر دو گروه تجربی افزایش معنی‌داری را نشان داد. برخی پژوهش‌ها در این زمینه گزارش کردند که تمرینات ورزشی علاوه بر اینکه از طریق افزایش گیرنده انسولین و GLUT4، موجب بهبود پیام رسانی داخل سلولی انسولین و افزایش تحویل گلوکز خون به عضله می‌شوند؛ می‌توانند از طریق کاهش وزن و درصد چربی بدن، حساسیت

تمرینات تناوبی شدید و تداومی با شدت متوسط با کاهش غلظت آسپروسین و شاخص‌های ترکیب بدن (وزن بدن، شاخص توده بدنی و درصد چربی) و مقاومت به انسولین می‌تواند جهت پیشگیری از بیماری‌های ناشی از اضافه وزن و چاقی و اختلالات مرتبط با آن موثر واقع شود. اگرچه تمرین تناوبی شدید موثرتر بود.

تضاد منافع

این مقاله برگرفته از رساله دکتری فیزیولوژی ورزشی دانشگاه بیرجند است و نویسندگان این مقاله، هیچ نفع متقابلی از انتشار آن ندارند.

تشکر و قدردانی

از تمامی آزمودنی‌های شرکت کننده و کسانی که ما را در اجرای این تحقیق یاری رساندند، نهایت تشکر و قدردانی را داریم.

تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی شدید و تداومی با شدت متوسط بر... بنابراین عاقلانه است فرض کنیم که کاهش درصد چربی بدن و افزایش توده عضلانی روش مؤثری در بهبود حساسیت به انسولین است که هم راستا با این پژوهش می‌باشد. به نظر می‌رسد هنگام تمرینات ورزشی دستگاه غدد درون ریز با افزایش هورمون‌های اپی نفرین، نوراپی نفرین، هورمون رشد و کورتیزول، لیپولیز را افزایش داده و با افزایش فراخوانی و استفاده از اسیدهای چرب آزاد برای تولید انرژی هنگام فعالیت، انرژی مورد نیاز برای عضلات، تامین شده و منجر به کاهش توده چربی بدن می‌شود (54). بنابراین به نظر می‌رسد هر دو شیوه تمرینی با افزایش اکسیداسیون چربی‌ها، کاهش وزن و کاهش درصد چربی بدن به بهبود شاخص‌های ترکیب بدنی موثر باشد.

نتیجه گیری

Reference

- Shrewsbury VA, Burrows T, Ho M, Jensen M, Garnett SP, Stewart L, et al. Update of the best practice dietetic management of overweight and obese children and adolescents: a systematic review protocol. JBI Evidence Synthesis. 2018;16(7):1495-502.
- Monteiro AG, Aoki MS, Evangelista AL, Alveno DA, Monteiro GA, da Cruz Piçarro I, et al. Nonlinear periodization maximizes strength gains in split resistance training routines. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2009;23(4):1321-6.
- Moran CN, Barwell ND, Malkova D, Cleland SJ, McPhee I, Packard CJ, et al. Effects of diabetes family history and exercise training on the expression of adiponectin and leptin and their receptors. Metabolism. 2011;60(2):206-14.
- Cho J-K, Han T-K, Kang H-S. Combined effects of body mass index and cardio/respiratory fitness on serum vaspin concentrations in Korean young men. European journal of applied physiology. 2010;108:347-53.
- Proença AR, Sertié RAL, Oliveira A, Campaaa A, Caminhotto R, Chimin P, et al. New concepts in white adipose tissue physiology. Brazilian journal of medical and biological research. 2014;47(3):192-205.
- Yuan M, Li W, Zhu Y, Yu B, Wu J. Asprosin: a novel player in metabolic diseases. Frontiers in endocrinology. 2020;11:64.
- Wang Y, Qu H, Xiong X, Qiu Y, Liao Y, Chen Y, et al. Plasma asprosin concentrations are increased in individuals with glucose dysregulation and correlated with insulin resistance and first-phase insulin secretion. Mediators of inflammation. 2018;2018(1):9471583.
- Dolataabadi P, Amirsasan R, Vakili J. The effect of high-intensity circuit training on serum asprosin, lipid profile and some fitness factors in overweight and obese women. Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology. 2023;10(1):14-26.
- Tokumoto S, Okamura E, Abe M, Honjo S, Hamasaki A, editors. Inverse association between fasting insulin levels and postprandial changes of plasma asprosin concentration in patients with type 2 diabetes. Diabetologia; 2017: Springer 233 spring st, new york, ny 10013 usa.
- Beavers KM, Brinkley TE, Nicklas BJ. Effect of exercise training on chronic inflammation. Clinica chimica acta. 2010;411(11-12):785-93.
- Nakhaei H, Mogharnasi M, Fanaei H. Effect of swimming training on levels of asprosin, lipid profile, glucose and insulin resistance in rats with metabolic syndrome. Obesity medicine. 2019;15:100111.
- Wiecek M, Szymura J, Maciejczyk M, Kantorowicz M, Szygula Z. Acute anaerobic exercise affects the secretion of asprosin, irisin,

plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia*. 1985;28(7):412-9.

20. Alan M, Gurlek B, Yilmaz A, Aksit M, Aslanipour B, Gulhan I, et al. Asprosin: a novel peptide hormone related to insulin resistance in women with polycystic ovary syndrome. *Gynecological Endocrinology*. 2019;35(3):220-3.

21. Wang C-Y, Lin T-A, Liu K-H, Liao C-H, Liu Y-Y, Wu VC-C, et al. Serum asprosin levels and bariatric surgery outcomes in obese adults. *International Journal of Obesity*. 2019;43(5):1019-25.

22. Hatipoglu H. Increased Serum Circulating Asprosin Levels in Children with Obesity. *Pediatrics International: Official Journal of the Japan Pediatric Society*. 2020; 62(4):467-476.

23. Li X, Liao M, Shen R, Zhang L, Hu H, Wu J, et al. Plasma asprosin levels are associated with glucose metabolism, lipid ,and sex hormone profiles in females with metabolic-related diseases. *Mediators of inflammation*. 2018; 1-12

24. Wang C-Y, Lin T-A, Liu K-H, Liao C-H, Liu Y-Y, Wu VC-C, et al. Serum asprosin levels and bariatric surgery outcomes in obese adults. *International Journal of Obesity*. 2019;43(5):1019-25.

25. Zhang H, Hu W, Zhang G. Circulating asprosin levels are increased in patients with type 2 diabetes and associated with early-stage diabetic kidney disease. *International Urology and Nephrology*. 2020;52:1517-22.

26. Zhang L, Chen C, Zhou N, Fu Y, Cheng X. Circulating asprosin concentrations are increased in type 2 diabetes mellitus and independently associated with fasting glucose and triglyceride. *Clinica chimica acta*. 2019;489:183-8.

27. Long W, Xie X, Du C, Zhao Y, Zhang C, Zhan D, et al. Decreased circulating levels of asprosin in obese children. *Hormone research in paediatrics*. 2019;91(4):271-7.

and other cytokines—a comparison between sexes. *Frontiers in physiology*. 2018;9:1782.

13. Haghshenas R. Changes in Asprosin Protein Expression in the Liver, Pancreas, Heart, and Soleus Muscle Tissues of Male Diabetic Rats, After Eight Weeks of Endurance Training and Nettle Supplementation. *Journal of Sport Biosciences*. 2024;16(1):17-29. [In Persian]

14. Balagopal P, George D, Sweeten S, Mann K, Yarandi H, Mauras N, et al. Response of fractional synthesis rate (FSR) of fibrinogen, concentration of D-dimer and fibrinolytic balance to physical activity-based intervention in obese children. *Journal of Thrombosis and Haemostasis*. 2008;6(8):1296-303.

15. Yarahmadi H HMR, Haghighi A.H, Jahandide A.A, . The Effect of one session moderate and heavy resistance exercise on the appetite, food intake and energy expenditure in healthy men. *Bimonthly Scientific-Research University of Shahed*. 2010;89(18):51-60. [In Persian]

16. Bahari S, Faramarzi M, AZAMIAN JA, CHERAGH CM. The effect of 8 week resistance training on resting level of liver inflammatory markers and insulin resistance of type 2 diabetic women. 2014.

17. Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. *Medicine and science in sports and exercise*. 1980;12(3):175-81.

18. Ramos JS, Dalleck LC, Tjonna AE, Beetham KS, Coombes JS. The impact of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on vascular function: a systematic review and meta-analysis. *Sports medicine*. 2015;45:679-92.

19. Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting

Diabetes and Metabolism. 2015;14(3):179-88. [In Persian]

37. Schjerve IE, Tyldum GA, Tjønnå AE, Stølen T, Loennechen JP, Hansen HE, et al. Both aerobic endurance and strength training programmes improve cardiovascular health in obese adults. *Clinical science*. 2008;115(9):283-93.

38. Omid M, Moghadas M. Effect of 8 weeks aerobic training on pancreatic β -cells function and insulin resistance of female patients with type 2 diabetes. *Iranian Journal of Diabetes and Metabolism*. 2018;17(2):79-86.

39. Smith JK, Dykes R, Douglas JE, Krishnaswamy G, Berk S. Long-term exercise and atherogenic activity of blood mononuclear cells in persons at risk of developing ischemic heart disease. *Jama*. 1999;281(18):1722-7.

40. Church TS, Barlow CE, Earnest CP, Kampert JB, Priest EL, Blair SN. Associations between cardiorespiratory fitness and C-reactive protein in men. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*. 2002;22(11):1869-76.

41. Ko JR, Seo DY, Kim TN, Park SH, Kwak H-B, Ko KS, et al. Aerobic exercise training decreases hepatic asprosin in diabetic rats. *Journal of clinical medicine*. 2019;8(5):666.

42. Oki K, Yamane K, Kamei N, Nojima H, Kohno N. Circulating visfatin level is correlated with inflammation, but not with insulin resistance. *Clinical endocrinology*. 2007;67(5):796-800.

43. Brooks N, Layne JE, Gordon PL, Roubenoff R, Nelson ME, Castaneda-Sceppa C. Strength training improves muscle quality and insulin sensitivity in Hispanic older adults with type 2 diabetes. *International journal of medical sciences*. 2006;4(1):19.

44. Esfarjani F, Rashidi F, Marandi SM. The Effect of Aerobic Exercise on Blood Glucose, Lipid Profile and Apo B-100 in Patients with Type II Diabetes. 2013.[In Persian]

تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی شدید و تداومی با شدت متوسط بر...

28. Ko J, Kim TN, Seo DY, Han J. 64-LB: Aerobic Exercise Decreases Hepatic Glucose Production via Asprosin Pathway in Diabetic Rats. *Diabetes*. 2019;68(Supplement_1).

29. Duerrschmid C, He Y, Wang C, Li C, Bournat JC, Romere C, et al. Asprosin is a centrally acting orexigenic hormone. *Nature medicine*. 2017;23(12):1444-53.

30. Karstoft K, Winding K, Knudsen SH, James NG, Scheel MM, Olesen J, et al. Mechanisms behind the superior effects of interval vs continuous training on glycaemic control in individuals with type 2 diabetes: a randomised controlled trial. *Diabetologia*. 2014;57:2081-93.

31. Asishirazi I, Hosseini SA, Keikhosravi F. Hypoglycemic interactional effects of saffron (*Crocus Sativus*) aqueous extract and swimming training in streptozotocin induced diabetic rats. *Journal of Sabzevar University of Medical Sciences*. 2017;24(4):273-9.

32. Rostamizadeh M, Elmieh A, SHABANI R. Effect of 8 week resistance training on adiponectin, Insulin resistance, insulin sensitivity and HbA1c levels in overweight men. 2019. [In Persian]

33. Zafarmand O, Mogharnasi M, Moghadas M. The effect of exercise training on serum levels of adipokines related to energy homeostasis (adropin, asprosin) and insulin resistance in patients with type 2 diabetes or obesity: A Systematic review and meta-Analysis. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2024.

34. Richter EA, Hargreaves M. Exercise, GLUT4, and skeletal muscle glucose uptake. *Physiological reviews*. 2013.

35. Hultman E. Fuel selection, muscle fibre. *Proceedings of the Nutrition Society*. 1995;54(1):107-21.

36. Taji Tabas A, Mogharnasi M. The effect of 10 week resistance exercise training on serum levels of nesfatin-1 and insulin resistance index in woman with type 2 diabetes. *Iranian journal of*

irisin and chemerin levels of both liver and visceral adipose tissues and circulating asprosin in rats with metabolic syndrome. *Physiology International*. 2021; 15; 108(3):383-397.

53. Monikh K, Kashef M, Azad A, Ghasemnian A. Effects of 6 weeks resistance training on Body Composition, serum Leptin and muscle strength in non-athletic men. *Intern Med Today*. 2015; 21 (2):135-140.

54. Ziccardi P, Nappo F, Giugliano G, Esposito K, Marfella R, Cioffi M, et al. Reduction of inflammatory cytokine concentrations and improvement of endothelial functions in obese women after weight loss over one year. *Circulation*. 2002;105(7):804-9.

45. Yuan M, Li W, Zhu Y, Yu B, Wu J. Asprosin: a novel player in metabolic diseases. *Frontiers in endocrinology*. 2020;11:64.

46. Haghjoo M, Zar A, Hoseini SA. The Effect of 8 weeks Zumba Training on Women's Body Composition with Overweight. *Pars Journal of Medical Sciences*. 2022;14(2):21-30. [In Persian]

47. Maillard F, Pereira B, Boisseau N. Effect of high-intensity interval training on total, abdominal and visceral fat mass: a meta-analysis. *Sports Medicine*. 2018;48:269-88.

48. Galdavi R, Mogharnasi M. The effect of two methods of endurance and resistance training on omentin-1 levels of plasma and factors related to obesity in overweight and obese girls in university of Sistan and Baluchestan. *Iranian journal of diabetes and metabolism*. 2016;15(2):101-9. [In Persian]

49. Jafari M, Mogharnasi M, Galdavi R. The effect of 8 weeks of resistance training and a period of short-term detraining on plasma levels of chemerin and body composition in overweight and obese females. *Sport Physiology & Management Investigations*. 2017;9(1):9-20. [In Persian]

50. Karajibani M, Montazerifar F, Dehghani K, Mogharnasi M, Mousavi Gilani SR, Dasheipour A. Effect of 10 weeks of speed and endurance exercise and a period of detraining on serum nesfatin-1, lipid profiles, body fat percentage and Body mass index in non-athlete healthy men. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*. 2019;7(14):129-40. [In Persian]

51. Mogharnasi M, Taji Tabas A. The Effect of 10 Weeks of Endurance Training of Cycle Ergometer on Nesfatin-1 Levels and Insulin Resistance in Women with Type 2 Diabetes. *Journal of Sport Biosciences*. 2016;8(1):95-107. [In Persian]

52. Ahmadabadi F, Nakhaei H, Mogharnasi M, Huang C-J. Aerobic interval training improves