



The effect of high-intensity interval training on serum Asprosin and lipid profile of overweight and obese women

Parvane Dolataabadi¹, Ramin Amirsasan^{2*}, Javad Vakili³

1. PhD Student in Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
2. Professor in Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran
3. Associate Professor in Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

Abstract

Background and Aim: Asprosin where secreted from adipose tissue plays a key role in regulating glucose metabolism and appetite, and could be a therapeutic target for the prevention of diseases such as obesity, type II diabetes, and insulin resistance. Therefore, the present study aimed to investigate the effect of high-intensity interval training (HIIT) on serum Asprosin and lipid profile in overweight and obese women. **Materials and Methods:** Thirty overweight and obese women ($BMI \geq 28$) with an age range of 30-45 years were purposefully selected in a quasi-experimental research with pre - test to post-test design. They randomly divided into two groups including 15 subjects in every HIIT and control group. The protocol was included preparation period for two weeks, eight weeks for the HIIT, and also they performed three sessions per week with 100% maximum reserve heart rate. Blood samples were taken before and 48 hours after the last training session (following 10 weeks of training). The amount of Asprosin and lipid profile were measured by ELISA and spectrophotometry methods respectively. Data were analyzed using Independent t-test and paired sample t-test at a significant level of $p < 0.05$. **Results:** After 10 weeks of intervention, HIIT group showed a significant decrease in amount of Asprosin ($p = 0.02$), triglyceride ($p = 0.01$), total cholesterol ($p = 0.01$), low density lipoprotein cholesterol ($p = 0.01$), very low density lipoprotein cholesterol ($p = 0.01$), weight ($p = 0.0001$), fat percentage ($p = 0.0001$) and BMI ($p = 0.0001$), but a significant increase also observed in maximal oxygen consumption ($p = 0.0001$). However, no significant increase in high density lipoprotein cholesterol ($p > 0.05$) was observed. **Conclusion:** Probably HIIT as a non-pharmacological and effective method can reduce serum Asprosin and lipid profile in overweight and obese women and therefore improve their body composition.

Keywords: High Intensity Interval Training, Obese woman, Asprosin, Lipid profile.

Cite this article:

Dolataabadi, P., Amirsasan, R., & Vakili, J. (2023). The effect of high-intensity interval training on serum Asprosin and lipid profile of overweight and obese women. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*, 11(27), 22-33.

Corresponding Author, Address: Faculty of Physical Education and Sport Science, Tabriz University, Tabriz, Iran;

Email: amirsasan@tabrizu.ac.ir

 <https://doi.org/10.22077/jpsbs.2022.5292.1714>





تأثیر تمرینات تناوبی با شدت بالا بر مقدار سرمی آسپروسین و پروفایل لیپیدی در زنان دارای اضافه وزن و چاقی

پروانه دولت آبادی^۱، رامین امیرساسان^{۲*}، جواد وکیلی

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۲. استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

۳. دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: آسپروسین از بافت چربی ترشح می‌شود و نقش اساسی در تنظیم متابولیسم گلوکز و تنظیم اشتها بر عهده دارد و ممکن است یک هدف درمانی برای پیشگیری از بیماری‌هایی مانند چاقی، دیابت نوع دو و مقاومت به انسولین باشد. از این‌رو، مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT) بر مقدار سرمی آسپروسین و پروفایل لیپیدی در زنان دارای اضافه وزن و چاقی انجام شد. **روش تحقیق:** تعداد ۳۰ زن دارای اضافه وزن و چاقی (با BMI ≥ 28) با دامنه سنی ۳۰-۴۵ سال، در قالب یک طرح مطالعاتی نیمه تجربی با دو مرحله پیش‌آزمون-پس‌آزمون، به صورت هدفمند انتخاب شدند و به طور تصادفی به دو گروه ۱۵ نفره شامل تمرین تناوبی شدید (HIIT) و کنترل تقسیم گردیدند. دوره آماده‌سازی به مدت دو هفته و HIIT به مدت هشت هفته، سه جلسه در هفته با ۱۰۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره به اجرا درآمد. نمونه‌های خونی قبل از شروع تمرینات و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی (بعد از اتمام ۱۰ هفته تمرین) اخذ گردید. مقدار آسپروسین و نیمرخ لیپیدی به ترتیب با روش الیزا و اسپکتروفوتومتری اندازه‌گیری شدند. داده‌ها با استفاده از آزمون t مستقل و t زوجی و در سطح معنی‌داری $p < 0.05$ تجزیه و تحلیل گردیدند. **یافته‌ها:** بعد از ۱۰ هفته مداخله، گروه HIIT کاهش معنی‌داری در مقدار آسپروسین ($p = 0.02$)، تری‌گلیسرید ($p = 0.01$)، کلسترول تام ($p = 0.01$)، لیپوپروتئین کلاسترول با چگالی کم ($p = 0.01$)، لیپوپروتئین کلاسترول با چگالی خیلی کم ($p = 0.01$)، وزن ($p = 0.001$)، درصد چربی ($p = 0.001$) و شاخص توده بدنی ($p = 0.001$) و افزایش معنی‌داری در حداکثر اکسیژن مصرفی ($p = 0.001$) داشت. با این‌حال، تغییر معنی‌داری در مقدار لیپوپروتئین کلاسترول با چگالی بالا ($p > 0.05$) مشاهده نشد. **نتیجه‌گیری:** احتمالاً انجام HIIT به عنوان یک روش غیر دارویی و موثر، می‌تواند مقدار سرمی آسپروسین و پروفایل لیپیدی را در زنان دارای اضافه وزن و چاقی کاهش دهد و ترکیب بدنی آن‌ها را بهبود بخشد.

واژه‌های کلیدی: تمرین تناوبی با شدت بالا، زنان چاق، آسپروسین، نیمرخ لیپیدی.

مقدمه

چاقی یک مشکل جهانی بهداشت عمومی است و با این که حدود ۴/۸ درصد مرگ و میر در سراسر جهان را موجب می‌شود، رتبه پنجم را در اختیار دارد (سیلان و سایگین^۱، ۲۰۲۰؛ ویلسون^۲ و دیگران، ۲۰۱۹). طی دهه‌ها گزارش شده است که عوامل مختلف درونی و بیرونی، از جمله ژنتیک، شرایط محیطی و رفتارهای زندگی؛ با چاقی ارتباط دارند (هم و جانگ^۳، ۲۰۲۰). اخیراً محققان روی عوامل خطر قابل اصلاح ابتلا به اختلالات لیپیدی، مطالعات متعددی انجام داده‌اند. بیماری عروق کرونر قلب یکی از عمده‌ترین عوامل مرگ و میر در ایران و اکثر کشورها محسوب می‌شود که رابطه قوی با مقادیر بالای کلسترول تام^۴، لیپوپروتئین کلسترول با چگالی کم^۵ (LDL) و لیپوپروتئین کلسترول با چگالی بالا^۶ (HDL) دارد (میرزایی و نگاهی، ۲۰۲۰). بر پایه مطالعات اخیر، هورمون جدیدی از بافت چربی ترشح می‌شود که نقشی اساسی در تنظیم متابولیسم گلوکز و تنظیم اشتها بر عهده دارد و ممکن است یک هدف درمانی برای پیشگیری از بیماری‌هایی مانند چاقی، دیابت نوع دوم و مقاومت به انسولین باشد. این هورمون آسپروسین^۷ است که به عنوان یک آدیپوکاین جدید توصیف می‌شود (سیلان و سایگین، ۲۰۲۰). آسپروسین در هنگام ناشتایی و از بافت چربی ترشح می‌شود. این هورمون به کبد منتقل شده و از طریق مسیر پیام دهی آدنوزین مونوفسفات حلقوی^۸ (cAMP) فعال شده با گیرنده‌های پروتئین G^۹ (GPCR)، باعث گلوکونوژنز^{۱۰} می‌شود. عملکرد این هورمون فعال کردن مسیر پروتئین G - cAMP - پروتئین کیناز^{۱۱} (G-protein-cAMP-kinase) توسط گیرنده بویایی^{۱۲} (OLF734) برای ایجاد ترشحات گلوکز کبدی با افزایش مقدار cAMP داخل سلولی است و باعث آزاد شدن سریع گلوکز در گردش خون می‌شود (لی^{۱۳} و دیگران، ۲۰۱۹). آسپروسین علاوه بر این که بر روی بافت‌های هدف محیطی اثر می‌گذارد، می‌تواند از سد خونی مغزی نیز عبور کرده و بر روی سیستم عصبی مرکزی تأثیر بگذارد (لی و دیگران، ۲۰۱۹؛ یوان^{۱۴} و دیگران، ۲۰۲۰). گیرنده‌های مرکزی آسپروسین عمدتاً در هسته‌های کمانی هیپوتالاموسی واقع شده‌اند و در تقویت اشتها مؤثرند. آسپروسین فعالیت سلول‌های عصبی پپتید مربوط به آگوتی^{۱۵} (AgRP) را توسط G protein-cAMP-

PKA افزایش می‌دهد. در عین حال، این پیام دهی فعالیت نورون‌های پرواپوپمیلانوکورتین^{۱۶} (POMC) را به روشی وابسته به گاما آمینوبوتیریک اسید^{۱۷} (GABA) مهار می‌کند و در نتیجه، باعث تحریک دریافت غذا و تنظیم هموستاز انرژی می‌شود (یوان و دیگران، ۲۰۲۰). پیشرفت‌های اخیر در مورد چاقی نشان داده است که جهش‌های ژنتیکی روند رو به رشد چاقی را توجیه نمی‌کنند و عوامل محیطی و سبک زندگی تأثیر بیشتری بر آن دارند.

انتخاب مناسب تمرینات ورزشی عامل مهمی در تغییر سبک زندگی بوده و شاخص مؤثری در کنترل و درمان چاقی محسوب می‌شود (مبهوت مقدم و دیگران، ۲۰۲۰). مطالعات به نقش موثر فعالیت ورزشی بر اشتها و دریافت انرژی تمرکز زیادی داشته‌اند. پژوهش‌های اخیر نشان از آن دارند که تمرین تناوبی با شدت بالا^{۱۸} (HIIT) یک وضعیت بی‌اشتهایی زودگذر ایجاد می‌کند که برای مدت کمی پس از فعالیت ورزشی، احساس گرسنگی را به تعویق می‌اندازد؛ اثری که کوتاه مدت و موقتی است (مارتینز^{۱۹} و دیگران، ۲۰۰۸؛ مبهوت مقدم و دیگران، ۲۰۲۰). با تمرکز بر HIIT می‌توان احتمال تغییر انرژی دریافتی از طریق تغییر در پیام‌های گرسنگی و اشتها و همچنین پپتیدهای تنظیمی در مقادیر سیگنال‌های کوتاه تا بلندمدت را شاهد بود (غلامان و دیگران، ۲۰۲۱؛ مارتینز و دیگران، ۲۰۰۸). فعالیت بدنی به دلیل افزایش مصرف انرژی، موجب ایجاد یک تعادل منفی در انرژی می‌شود (فستیوان^{۲۰} و دیگران، ۲۰۲۱؛ مبهوت مقدم و دیگران، ۲۰۲۰) و به نظر، HIIT یکی از کارآمدترین تمرینات در بهبود آمادگی هوازی، سلامت متابولیکی و سلامت قلبی عروقی است (گوئیرو^{۲۱} و دیگران، ۲۰۱۴؛ لوگن^{۲۲} و دیگران، ۲۰۰۹؛ کارستوفت^{۲۳} و دیگران، ۲۰۱۳). آنچه که باعث می‌شود HIIT برای ورزشکاران سراسر جهان بسیار جذاب باشد، مدت زمان لازم برای انجام یک جلسه تمرین است (راموس^{۲۴} و دیگران، ۲۰۱۵). در سال‌های اخیر بر انجام HIIT به عنوان وهله‌های فعالیت ورزشی با شدت بسیار بالا به دنبال استراحت فعال با شدت پایین، نسبت به تمرینات تداومی تأکید بیشتری شده است (گروسا - نتو^{۲۵} و دیگران، ۲۰۱۶). علیرغم این که حجم کل HIIT کمتر از تمرینات تداومی است، ممکن است تأثیر مثبت آن بر التهاب، نیمرخ لیپیدی و حساسیت به

1. Ceylan and Saygin

2. Wilson

3. Ham and Joung

4. Total cholesterol

5. Low density lipoprotein cholesterol

6. High density lipoprotein cholesterol

7. Asprosin

8. Cyclic adenosine monophosphate

9. G protein-coupled receptors

10. Gluconeogenesis

11. Protein kinase A

12. Olfactory receptor 734

13. Li

14. Yuan

15. Agouti related peptide

16. Proopiomelanocortin

17. Gamma-aminobutyric acid

18. High intensity interval training

19. Martins

20. Festiawan

21. Guiraud

22. Löllgen

23. Karstoft

24. Ramos

25. Gerosa-Neto

و مجوز مرکز ثبت کارآزمایی‌های بالینی با شناسه IRCT202110715051899N1 از مرکز ثبت کارآزمایی‌های بالینی اخذ گردید. شرکت‌کنندگان به روش نمونه‌گیری در دسترس از میان زنان اضافه وزن و چاق با BMI بزرگتر یا مساوی ۲۸ کیلوگرم/متر مربع، ساکن در شهر مرند، با دامنه سنی ۳۰ تا ۴۵ سال، انتخاب شدند. برای ورود به تحقیق معیارهایی همچون سالم بودن یا عدم ابتلا به بیماری‌هایی مانند پرفشاری‌خونی، دیابت، بیماری‌های قلبی - عروقی و ... غیرفعال بودن و عدم کاهش وزن زیاد (حداقل) در طول مدت شش ماه قبل از شروع پژوهش، عدم مصرف دارو و مکمل و عدم قرار داشتن در دوره یائسگی در نظر گرفته شد. دو ماه قبل از شروع مطالعه، فراخوان شرکت در تحقیق به همراه شرح اهداف و مراحل کلی تحقیق در سطح شهر و فضای مجازی توزیع گردید. از بین زنان دارای اضافه وزن و چاق که برگه آمادگی شرکت در تحقیق را تکمیل کردند، ۳۰ نفر واجد شرایط برای شرکت در جلسه آشنایی و هماهنگی فراخوانده شدند. سپس از آن‌ها خواسته شد تا فرم رضایت آگاهانه، پرسشنامه وضعیت سلامت، یادآمد ۲۴ ساعته رژیم غذایی، ثبت سه روزه دریافت غذایی و ثبت فعالیت بدنی روزانه را تکمیل نمایند. به منظور گروه بندی شرکت‌کنندگان، افراد واجد شرایط به صورت تخصیص تصادفی در دو گروه تمرین و کنترل (هر گروه ۱۵ نفر) قرار گرفتند. معیارهای خروج از تحقیق شامل ابتلا به بیماری یا آسیب دیدگی (که مانع شرکت در پروتکل‌های ورزشی شود) حین تمرینات، داشتن غیبت بیش از دو جلسه در تمرینات، و ناتوانی در انجام تمرینات به شکل صحیح بود. همگنی گروه‌ها بر اساس BMI، درصد چربی کل بدن و حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_{2max}) صورت گرفت. در طول دوره تحقیق، سه نفر از آزمودنی‌های گروه تمرینی به علت شرکت نامنظم در فعالیت‌های ورزشی و دو نفر از افراد گروه کنترل به دلیل عدم حضور در نمونه‌گیری (خونی) نهایی، از مطالعه خارج شدند و در نهایت، در گروه تمرینی ۱۲ نفر و در گروه کنترل ۱۳ نفر باقی ماندند. اندازه‌گیری ترکیب بدنی با استفاده از دستگاه چند زبانه آنالیز ترکیب بدن^{۱۱} ساخت کشور چین انجام شد. برای اندازه‌گیری VO_{2max} از آزمون پیاده‌روی راکپورت^{۱۲} (بیم و آدامز^{۱۳}، ۲۰۱۱) قبل و بعد از دوره مداخله استفاده گردید. شدت تمرین با استفاده از حداکثر ضربان قلب ذخیره^{۱۴}

انسولین؛ همانند، یا حتی بهتر از تمرینات ورزشی تداومی باشد؛ ادعایی که هنوز کاملاً اثبات نشده است (آدامز^۱، ۲۰۱۳). زارعی و دیگران (۲۰۲۱) با بررسی تاثیر تمرینات ترکیبی هوازی - مقاومتی در مردان مبتلا به دیابت نوع دوم، نشان داده‌اند که وزن بدن، شاخص توده بدنی^۲ (BMI)، درصد چربی بدن، توده چربی، تری‌گلیسرید، کلسترول تام، گلوکز ناشتا، هموگلوبین A1c^۳ (Hba1c)، ارزیابی مدل هوموستاز^۴ مقاومت به انسولین (HOMA-IR) و اسپرووسین؛ به طور معنی‌داری در گروه تمرینی نسبت به گروه کنترل کاهش می‌یابد؛ در حالی‌که تغییر معنی‌داری در توده بدون چربی، نسبت دور کمر به دور لگن (WHR)، LDL و HDL ایجاد نمی‌شود. همچنین در مطالعه کانتروویچ^۵ و دیگران (۲۰۲۱) که تاثیر هشت هفته تمرینات پیاده‌روی نوردیک^۶ را در زنان جوان مبتلا به چاقی احشایی و اختلالات متابولیکی بررسی کردند، کاهش معنی‌داری در مقدار اسپرووسین مشاهده شد. اثربخشی بهینه HIIT در کاهش BMI، درصد چربی و دور کمر؛ می‌تواند بر بهبود مقادیر اسپرووسین تأثیر بگذارد. با این حال، تنها تعداد محدودی مطالعه وجود دارد که تأثیر فعالیت ورزشی بر مقادیر اسپرووسین در نمونه‌های انسانی و پیچیدگی نقش اسپرووسین در متابولیسم را بررسی کرده باشد و بیشتر مطالعات، بر تعامل یا نقش فعالیت ورزشی و اسپرووسین در موش‌ها تمرکز داشته‌اند (احمدآبادی و دیگران، ۲۰۲۱؛ کو^۷ و دیگران، ۲۰۱۹؛ نخاعی و دیگران، ۲۰۱۹؛ سئو^۸ و دیگران، ۲۰۲۰؛ یانگ^۹ و دیگران، ۲۰۲۰). بنابراین بررسی تاثیر انواع مختلف فعالیت‌های ورزشی بر روی این آدیپوکاین یک هدف بالقوه می‌باشد. HIIT با افزایش مصرف انرژی و بهبود کنترل اشتها، اثرات مفیدی بر تعادل انرژی و کنترل چاقی می‌گذارد (هانشده^{۱۰} و دیگران ۲۰۱۷) و انتظار می‌رود که تأثیر تنظیمی مثبت بر مقادیر سرمی اسپرووسین و نیمرخ لیپیدی در زنان دارای اضافه وزن و چاقی داشته باشد. بنابراین هدف از تحقیق حاضر بررسی تاثیر ۱۰ هفته HIIT بر مقادیر سرمی اسپرووسین و نیمرخ لیپیدی در زنان دارای اضافه وزن و چاقی بود.

روش تحقیق

مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی با اندازه‌گیری متغیرها در پیش آزمون و پس آزمون بود. قبل از اجرای تحقیق، مجوز اخلاق پژوهشی برای اجرای طرح از دانشگاه تبریز با شناسه IR.TABRIZU.REC.1400.027

1. Adams

2. Body mass index

3. Hemoglobin A1c

4. Homeostasis model

5. Kantorowicz

6. Nordic walking

7. Ko

8. Seo

9. Yang

10. Hunschede

11. Multilanguage body composition analyzer

12. Rockport walking test

13. Beam and Adams

14. Maximal heart rate reserve

دوره مداخله تمرینی شامل یک دوره آشنا سازی (دو هفته) و یک دوره HIIT (هشت هفته) بود که با تکرار سه جلسه در هفته به اجرا درآمد. جلسات تمرینی در محل استادیوم تختی شهرستان مرند زیر نظر محقق هدایت و اجرا شدند. دو هفته اول به منظور آماده سازی برای انجام HIIT (مطابق جدول یک) انجام شد. سپس از هفته سوم، تمرینات اصلی (مطابق جدول دو) شروع شد (بومپا و بوزیچلی^۳، ۲۰۱۹). ابتدای هر جلسه حرکات جنبشی با شدت ۵۰ درصد حداکثر ضربان قلب ذخیره و حرکات کششی (برای گرم کردن بدن) در نظر گرفته شد. در انتهای هر جلسه تمرین نیز تمرینات سرد کردن به صورت راه رفتن و حرکات کششی به اجرا درآمد.

(MRHR) و شاخص درک فشار^۱ (RPE) بورگ^۲ کنترل شد. اندازه گیری ضربان قلب استراحتی به صورت انگشتی (در صبح بلافاصله بعد از بیدار شدن از خواب برای سه روز متوالی) به آزمودنی‌ها آموزش داده شد تا بعد از تمرین نیز (علی رغم استفاده از ضربان سنج پولار)، بتوانند ضربان خود را بر اساس MRHR در طول تمرین کنترل نمایند. به علاوه، به آزمودنی‌ها توصیه شد که در طول دوره مداخله و ۴۸ ساعت قبل از هر آزمون یا نمونه گیری، ساعت خواب و بیداری، عادات غذایی و هر گونه فعالیت ورزشی دیگر را مانند گذشته، کنترل کنند. گروه کنترل در طول این دوره در فعالیت های بدنی شرکت نداشتند و به زندگی عادی خود ادامه دادند.

جدول ۱. جزئیات پروتکل آشناسازی (آماده سازی اولیه) شرکت کنندگان

مدت زمان کل	تعداد تمرین بدون احتساب گرم کردن و سرد کردن	تعداد جلسه در هفته	استراحت		تعداد تکرارها	شدت	نوع تمرین	هفته
			استراحت بین دو نوع تمرین	استراحت هر تکرار				
۴۳ دقیقه	۳	۳	۲ دقیقه استراحت فعال	۱	۳ تکرار ۵ دقیقه ای	۴۰ تا ۵۰ درصد MRHR و شاخص بورگ ۱۲	تداومی	اول
			۴ دقیقه استراحت فعال	۱	۱۰ تکرار ۱ دقیقه ای	۴۰ تا ۵۰ درصد MRHR و شاخص بورگ ۱۲	تناوبی با شدت متوسط	
۴۳ دقیقه	۳	۳	۲ دقیقه استراحت فعال	۱	۳ تکرار ۵ دقیقه ای	۵۰ تا ۶۰ درصد MRHR و شاخص بورگ ۱۲ تا ۱۴	تداومی	دوم
			۴ دقیقه استراحت فعال	۱	۱۰ تکرار ۱ دقیقه ای	۵۰ تا ۶۰ درصد MRHR و شاخص بورگ ۱۲ تا ۱۴	تناوبی با شدت متوسط	

جدول ۲. جزئیات پروتکل HIIT (اصلی) به اجرا درآمده

هفته	تعداد جلسه در هفته	تعداد نوبت در هر جلسه	تعداد تکرار در هر نوبت	مدت هر تکرار (ثانیه)	شدت تمرین (%MRHR)	نسبت کار به استراحت	زمان خالص دوییدن بدون استراحت (ثانیه)	مدت هر جلسه (دقیقه)	زمان گرم کردن و سرد کردن
۱	۳	۳	۶	۱۵	۱۰۰	۱-۶	۲۷۰	۴۰/۵	۲۰
۲	۳	۳	۶	۱۵	۱۰۰	۱-۶	۲۷۰	۴۰/۵	۲۰
۳	۳	۳	۵	۲۰	۱۰۰	۱-۵	۳۰۰	۳۹	۲۰
۴	۳	۳	۵	۲۰	۱۰۰	۱-۵	۳۰۰	۳۹	۲۰
۵	۳	۳	۴	۲۵	۱۰۰	۱-۴	۳۰۰	۳۴	۲۰
۶	۳	۳	۴	۲۵	۱۰۰	۱-۴	۳۰۰	۳۴	۲۰
۷	۳	۳	۴	۳۰	۱۰۰	۱-۴	۳۶۰	۳۹	۲۰
۸	۳	۳	۴	۳۰	۱۰۰	۱-۴	۳۶۰	۳۹	۲۰

معنی‌داری نکرد ($p=0/45$).

علاوه بر مقایسه مقادیر پیش آزمون و پس آزمون؛ با استفاده از روش آماری t مستقل به مقایسه تغییرات شاخص‌های دو گروه تجربی و کنترل پرداخته شد و مشخص گردید که در گروه HIIT تغییرات آسپروسین ($p=0/001$)، تری‌گلیسرید ($p=0/02$)، کلسترول تام ($p=0/01$)، LDL ($p=0/03$)، و VLDL ($p=0/02$)، سرمی؛ و همچنین تغییرات وزن ($p=0/02$) درصد چربی ($p=0/001$)، BMI ($p=0/001$) نسبت به گروه کنترل کاهش معنی دار داشته است؛ در حالی که تغییرات $VO_2\max$ ($p=0/001$) نسبت به گروه کنترل به طور معنی دار بیشتر (افزایش) بود و تغییرات HDL سرمی تفاوت معنی‌داری ($p=0/60$) نشان نداد.

بحث

بر اساس نتایج مطالعه، بعد از ۱۰ هفته اجرای HI، کاهش معنی‌داری در آسپروسین سرم زنان دارای اضافه وزن و چاق مشاهده شد. مطالعات قبلی اثر مزمن تمرین ورزشی بر آسپروسین در موش‌ها را بررسی کرده اند (احمدآبادی و دیگران، ۲۰۲۱؛ کو و دیگران، ۲۰۱۹؛ نخاعی و دیگران، ۲۰۱۹)؛ در حالی که تاثیر مزمن تمرین ورزشی بر مقدار آسپروسین در نمونه‌های انسانی کمتر مطالعه شده است (جهانگیری و دیگران، ۲۰۲۱؛ زارعی و دیگران، ۲۰۲۱). زارعی و دیگران (۲۰۲۱) تأثیر تمرین ترکیبی (هوازی - مقاومتی) را بر آسپروسین مردان مبتلا به دیابت نوع دوم بررسی کرده و گزارش داده اند که تمرین غلظت این شاخص را به همراه مقاومت به انسولین، گلوکز ناشتا، وزن، BMI، درصد چربی بدن، کلسترول تام، و تری‌گلیسرید کاهش می دهد؛ یافته‌ای که همسو با نتایج تحقیق حاضر است. همچنین جهانگیری و دیگران (۲۰۲۱) تغییرات آسپروسین را پس از انواع مختلف تمرینات مقاومتی بررسی کرده و نشان داده اند که سه نوع تمرین مقاومتی سنتی، تمرین مقاومتی - دایره‌ای و تمرین مقاومتی - تناوبی؛ باعث کاهش آسپروسین و بهبود شاخص‌های ترکیب بدنی، در مقایسه با گروه کنترل می‌شوند؛ به گونه‌ای که تمرینات مقاومتی - تناوبی، بیشترین تأثیر را در کاهش آسپروسین و بهبود ترکیب بدنی داشتند. کو و دیگران (۲۰۱۹) اثر هشت هفته تمرین هوازی را بر آسپروسین کبدی در موش‌های صحرایی دیابتی مورد سنجش قرار داده و گزارش کرده اند که این برنامه تمرینی، آسپروسین کبدی را به طور قابل توجهی کاهش می‌دهد. همچنین نخاعی و دیگران (۲۰۱۹) به این نتیجه رسیده‌اند که هشت هفته تمرین شنای مداوم و تناوبی در موش‌های صحرایی مبتلا به سندرم متابولیک،

نمونه‌های خونی بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی در ابتدای مطالعه (قبل از دو هفته آماده سازی اولیه) و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین، از ساعت ۷:۳۰ تا ۸ صبح توسط کارشناس علوم آزمایشگاهی به مقدار شش میلی‌لیتر از ورید بازویی آزمودنی‌ها و در حالت نشسته اخذ گردید و بلافاصله به آزمایشگاه سارا در تبریز منتقل گردید. بعد از انتقال به آزمایشگاه، سرم نمونه‌ها در همان روز با سانتریفیوژ (با سرعت ۳۰۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه) جدا شد و برای حفظ سطوح سرمی متغیرهای تحقیق در دمای ۱۲- درجه سانتی‌گراد نگهداری گردید. سطح سرمی آسپروسین با روش الیزا و کیت LS-F55600 ساخت کشور آمریکا با ضریب تغییرات درونی کمتر از ۱۲ درصد اندازه‌گیری شد. کلسترول تام با کیت MAK043 ساخت آمریکا با ضریب تغییرات درونی ۱/۱ درصد، تری‌گلیسرید و HDL با کیت MAK266 ساخت آمریکا و با ضریب تغییرات درونی ۴/۱ درصد و با روش اسپکتروفوتومتری اندازه‌گیری شدند. LDL با استفاده از فرمول فریدوالد^۱ محاسبه گردید (جانسون^۲ و دیگران، ۱۹۹۷). لیپوپروتئین بسیار کم چگال (VLDL) نیز به روش محاسباتی تعیین گردید (بهمیاری و دیگران، ۲۰۱۹). به منظور استخراج نتایج تحقیق، با استفاده از برنامه نرم افزاری SPSS نسخه ۲۶، ابتدا طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو - ویلک^۳ بررسی شد. سپس از روش آماری آزمون t مستقل و t زوجی برای بررسی تغییرات درون‌گروهی و بین‌گروهی در سطح معنی‌داری $p<0/05$ استفاده گردید.

یافته‌ها

در جدول سه گزارش توصیفی و نتایج آمار استنباطی در مورد مقایسه شاخص‌های مورد بررسی، ارائه شده است. طبق نتایج آزمون t زوجی؛ بعد از ۱۰ هفته HIIT، آسپروسین سرمی ($p=0/01$) در گروه تجربی کاهش معنی‌داری پیدا کرد، اما در گروه کنترل تغییر معنی‌داری مشاهده نشد. به علاوه، تری‌گلیسرید ($p=0/01$)، کلسترول تام ($p=0/01$)، LDL ($p=0/01$)، و VLDL ($p=0/01$) سرمی شرکت‌کنندگان به طور معنی‌داری کاهش یافتند؛ در حالی که در گروه کنترل تغییر معنی‌داری مشاهده نشد.

در مورد سایر شاخص‌های بررسی شده، نتایج آزمون t زوجی نشان داد که پس از ۱۰ هفته HIIT، وزن ($p=0/001$)، درصد چربی ($p=0/001$) و BMI ($p=0/01$) به طور معنی‌داری کاهش یافتند؛ اما در گروه کنترل تغییر معنی‌داری بدست نیامد. همچنین پس از دوره HIIT، افزایش معنی‌داری در $VO_2\max$ ($p=0/001$) دیده شد؛ در حالی که HDL سرمی تغییر

1. Friedewald's formula

2. Johnson

3. Shapiro-Wilk

جدول ۳. توصیف (میانگین و انحراف استاندارد) و مقایسه متغیرهای وابسته تحقیق در دو گروه تجربی و کنترل

نتایج آزمون t مستقل	نتایج آزمون t وابسته		مرحله		گروه	متغیرها	
	مقدار p	مقدار t	پس آزمون	پیش آزمون			
-۲/۹۶	۰/۰۰۰۱ [#]	۳/۰۱	۰/۰۱ [°]	۱/۰۴±۰/۷۲	۲/۰۴±۰/۸۹	تمرین	آسپروسین (نانوگرم/میلی لیتر)
		-۰/۶۴	۰/۵۳	۱/۹۶±۰/۸۲	۱/۷۳±۰/۶۹	کنترل	
-۲/۴۱	۰/۰۳ [#]	۲/۹۶	۰/۰۱ [°]	۱۱۷/۸۶±۳۶/۶۸	۱۴۶/۴۸۰±۵۰/۹۳	تمرین	تری گلیسرید (میلی گرم/دسی لیتر)
		-۰/۳۴	۰/۷۳	۱۵۰/۵۴±۳۰/۲۳	۱۴۶/۵۰±۴۰/۳۱	کنترل	
-۲/۷۰	۰/۰۱ [#]	۳/۰۵	۰/۰۱ [°]	۱۳۹/۵۰±۲۵/۹۶	۱۷۸/۸۳±۵۲/۷۰	تمرین	کلسترول تام (میلی گرم/دسی لیتر)
		-۰/۳۷	۰/۷۱	۱۷۵/۷۶±۴۰/۰۷	۱۷۴/۳۱±۳۳/۲۵	کنترل	
-۲/۳۰	۰/۰۳ [#]	۲/۹۷	۰/۰۱ [°]	۷۶/۹۲±۲۷/۷۷	۱۱۳/۰۴±۵۰/۶۱	تمرین	لیپوپروتئین با چگالی کم (میلی گرم/دسی لیتر)
		-۰/۹۶	۰/۳۵	۱۱۰/۴۴±۴۲/۷۷	۱۰۷/۰۷±۴۰/۰۴	کنترل	
۱/۷۸	۰/۰۸	-۱/۸۹	۰/۰۸	۳۹/۰۰±۵/۴۴	۳۶/۵۰±۶/۳۶	تمرین	لیپوپروتئین با چگالی زیاد (میلی گرم/دسی لیتر)
		۱/۱۷	۰/۳۶	۳۵/۲۳±۵/۰۸	۳۷/۹۲±۷/۱۳	کنترل	
-۲/۴۱	۰/۰۳ [#]	۲/۹۶	۰/۰۱ [°]	۲۳/۵۷±۷/۳۳	۲۹/۲۹±۱۰/۱۸	تمرین	لیپوپروتئین با چگالی خیلی کم (میلی گرم/دسی لیتر)
		۰/۳۴	۰/۷۳	۳۰/۱۰±۶/۰۴	۲۹/۳۱±۸/۰۶	کنترل	
-۲/۵۰	۰/۰۳ [#]	۵/۲۱	۰/۰۰۰۱ [°]	۷۵/۱۴±۷/۵۶	۸۱/۶۲±۹/۳۹	تمرین	وزن (کیلوگرم)
		-۱/۶۷	۰/۱۲	۸۳/۰۸±۸/۲۹	۸۲/۶۴±۸/۴۳	کنترل	
-۲/۸۵	۰/۰۰۰۱ [#]	۴/۲۴	۰/۰۰۰۱ [°]	۲۹/۳۰±۳/۰۸	۳۲/۳۲±۴/۸۲	تمرین	شاخص توده بدن (کیلوگرم/مترمربع)
		-۱/۶۴	۰/۱۲	۳۲/۹۰±۳/۲۲	۳۲/۷۲±۳/۲۶	کنترل	
-۴/۰۰	۰/۰۰۰۱ [#]	۱۶/۵۵	۰/۰۰۰۱ [°]	۳۵/۲۱±۳/۵۸	۳۸/۰۳±۳/۲۴	تمرین	چربی بدن (درصد)
		-۲/۷۴	۰/۰۵۱	۴۰/۹۸±۳/۶۲	۳۹/۶۸±۳/۳۷	کنترل	
۴/۰۳	۰/۰۰۰۱ [#]	-۵/۰۸	۰/۰۰۰۱ [°]	۳۸/۱۸±۴/۳۱	۳۰/۹۶±۳/۹۳	تمرین	حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی لیتر/کیلوگرم/دقیقه)
		۰/۲۹	۰/۹۲	۳۱/۰۸±۴/۴۹	۳۱/۱۱±۴/۴۶	کنترل	

*نشانه تفاوت معنی دار بین زمان ها در سطح $p < 0.05$; #نشانه تفاوت معنی دار بین گروه ها در سطح $p < 0.05$.

اثر مرکزی مشابه گرلین است که علاوه بر فعال کردن نورون‌های AgRP، فرکانس تحریک نورون‌های POMC را هم مختل می‌کند و اشتها را کاهش می‌دهد؛ بدان معنی که نورون‌های POMC اشتها را سرکوب می‌کنند و باعث سیری می‌شوند (سیلان و سایگین، ۲۰۲۰؛ دورشمید و دیگران، ۲۰۱۷). مطالعات نشان داده است که غلظت آسپروسین پلاسما در افراد چاق (هاتیپ اوگلو^۱، ۲۰۲۰؛ اوگور و آیدین^۲، ۲۰۱۹)، بیماران مبتلا به دیابت نوع دوم (ژانگ و دیگران، ۲۰۲۰؛ لی^۵ و دیگران، ۲۰۱۸؛ ونگ^۶ و دیگران، ۲۰۱۹)، و افراد مبتلا به سندرم متابولیک (هنگ^۷ و دیگران، ۲۰۲۱)؛ در مقایسه با افراد سالم بیشتر است. در مطالعه حاضر ۱۰ هفته HIIT منجر به کاهش معنی‌داری در وزن، درصد چربی و BMI آزمودنی‌ها شد که نشان دهنده تأثیر مثبت این تمرینات می‌باشد. با توجه به یافته‌های

باعث کاهش معنی‌دار غلظت آسپروسین می‌شود. در مطالعه احمد آبادی و دیگران (۲۰۲۱)، تمرین تناوبی هوازی موجب کاهش آسپروسین سرم در مقایسه با تمرین تداومی هوازی و عدم اجرای تمرین (کنترل)، در نمونه‌های مبتلا به سندرم متابولیک شد؛ تغییراتی که با بهبود نشانگرهای قلبی - متابولیکی مانند HOMA-IR و پروفایل لیپیدی همراه بود. با این حال مطالعه‌ای ناهمسو با مطالعه حاضر که تأثیر افزایشی تمرین بر مقدار سرمی آسپروسین را نشان دهد، یافت نگردید.

آسپروسین از سد خونی مغزی عبور کرده و AgRP را از طریق مسیر وابسته به cAMP فعال می‌کند؛ روندی که منجر به احساس گرسنگی و افزایش اشتها و در نهایت، جذب بیش از حد انرژی و احتمال بروز چاقی می‌شود (دورشمید^۱ و دیگران، ۲۰۱۷). آسپروسین یک هورمون اورکسیژنیک^۲ با

1. Duerrschmid
2. Oregenic
3. Hatipoglu

4. Ugur and Aydin
5. Li
6. Wang

7. Hong

نظر می‌رسد کاهش غلظت آسپروسین به دنبال تمرینات ورزشی، احتمالاً به دلیل کاهش وزن و کاهش توده و درصد چربی بدن باشد (یوان و دیگران، ۲۰۲۰). در مطالعه حاضر، وزن و درصد چربی در گروه تمرینی کاهش یافت و این ممکن است توضیح دهنده کاهش مقدار آسپروسین باشد. مکانیسم‌های دخیل در تغییرات ناشی از فعالیت ورزشی در غلظت آسپروسین هنوز به طور دقیق مشخص نشده است و مطالعات بیشتری برای درک مکانیسم‌های احتمالی کاهش مقدار آسپروسین ناشی از فعالیت ورزشی مورد نیاز است. یکی از محدودیت‌های مهم پژوهش حاضر، حجم نسبی کوچک نمونه بود. معیارهای زیادی برای انتخاب نمونه در نظر گرفته شد که منجر به کوچک بودن حجم نمونه گردید. تغییرات رژیم غذایی افراد هم به طور دقیق کنترل نشد و با توجه به اثرات احتمالی رژیم غذایی بر نتایج نهایی مطالعه، آزمودنی‌ها در طول مطالعه هیچ گونه مشاوره غذایی دریافت نکردند و از آن‌ها خواسته شد که رژیم غذایی قبلی خود را ادامه دهند. همچنین با توجه به ملاحظات مذهبی و فرهنگی، مطالعه حاضر تنها روی زنان دارای اضافه وزن و چاق انجام گرفت و امکان مقایسه زنان و مردان به طور همزمان وجود نداشت. بنابراین، برای بدست آمدن دیدگاه روشن‌تر در این زمینه، پیشنهاد می‌شود تحقیقات آینده با حجم نمونه بیشتر و کنترل دقیق رژیم غذایی ویژه صورت گیرد.

نتیجه گیری: انجام HIIT با شدت حداکثر، با تکرار سه جلسه در هفته و به مدت ۱۰ هفته، به عنوان یک روش غیر دارویی و موثر می‌تواند مقدار سرمی آسپروسین را در زنان دارای اضافه وزن و چاق کاهش دهد و به دنبال آن، پروفایل لیپیدی و ترکیب بدنی آن‌ها را بهبود بخشد.

تعارض منافع

بدین وسیله نویسندگان تصریح می‌نمایند که هیچ‌گونه تضاد منافی در خصوص پژوهش حاضر وجود ندارد.

قدردانی و تشکر

بدین وسیله از همکاری آزمایشگاه سارا، مدیریت تربیت بدنی شهرستان مرند و کلیه شرکت کنندگان در اجرای مراحل عملی تحقیق، تشکر و قدردانی می‌نماییم.

مطالعات جدید، HIIT در مقایسه با تمرینات هوازی مداوم، جایگزین مؤثری برای بهبود VO_2max ، فشار خون، عملکرد قلب، بهبود ترکیب بدنی (کاهش درصد چربی بدن و BMI) و نشانگرهای التهابی است (گیبالا^۱ و دیگران، ۲۰۱۲؛ وستون^۲ و دیگران، ۲۰۱۴). به این ترتیب، کاهش درصد چربی بدن و BMI ناشی از HIIT می‌تواند یک مکانیسم بالقوه در کاهش مقدار آسپروسین باشد. علاوه بر موارد فوق، آسپروسین با افزایش cAMP داخل سلولی و فعال کردن مسیر پیام دهی PKA، تولید گلوکز کبدی را تحریک می‌کند (رومر^۳ و دیگران، ۲۰۱۶). کو و دیگران (۲۰۱۹) نشان داده‌اند که تمرینات ورزشی هوازی، آسپروسین و PKA را کاهش می‌دهند، اما بر اثر آن، پروتئین کیناز فعال شده با آدنوزین مونوفسفات^۴ (AMPK) و پروتئین کیناز B (PKB) در موش‌های دیابتی افزایش می‌یابد. افزایش آسپروسین با سرکوب فعال‌سازی AMPK - که در تنظیم متابولیسم گلوکز نقش دارد - PKA را افزایش می‌دهد. بنابراین، سرکوب فعال‌سازی AMPK منجر به اختلال در تنظیم گلوکز می‌شود (سالمین^۵ و دیگران، ۲۰۱۶). این شواهد دال بر آن است که تمرین ورزشی از طریق کاهش آسپروسین و PKA، و با فعال کردن AMPK و سایر مسیرهای پیام دهی؛ نقش کلیدی در تقویت کنترل گلوکز خون دارد. در تحقیق حاضر پس از ۱۰ هفته HIIT، مقادیر تری‌گلیسرید، کلسترول تام، LDL و VLDL به طور معنی‌داری کاهش یافتند، در حالی که HDL تغییر معنی‌داری نکرد. ونگ و دیگران (۲۰۱۸) نشان داده‌اند که مقادیر آسپروسین با مقادیر تری‌اسیل گلیسرول همبستگی مثبت و با HDL همبستگی منفی دارد. همچنین لی و دیگران (۲۰۱۸) گزارش کرده‌اند که مقادیر سرمی آسپروسین با LDL همبستگی مثبت دارد. آسپروسین ممکن است متابولیسم چربی را با اثرگذاری بر مسیر پیام دهی انسولین و فعالیت نورو-های POMC تحت تاثیر قرار دهد. اعتقاد بر آن است که برخی از اثرات آسپروسین بر نیمرخ لیپیدی ممکن است با تغییر بیان ژن در سلول‌های کبدی و با القای مقاومت به انسولین اعمال شود (آلان^۶ و دیگران، ۲۰۱۹؛ جانگ^۷ و دیگران، ۲۰۱۹؛ پاویتان^۸ و دیگران، ۲۰۱۷؛ مارگیانا^۹ و دیگران، ۲۰۰۹). به

1. Gibala

kinase

8. Pawitan

2. Weston

5. Salminen

9. Margiana

3. Romere

6. Alan

4. Adenosine monophosphate-activated protein

7. Jung

منابع

- Adams, O.P. (2013). The impact of brief high-intensity exercise on blood glucose levels. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*, 6, 113-22. <https://doi.org/10.2147/dmso.s29222>.
- Ahmadabadi, F., Nakhaei, H., Mogharnasi, M., & Huang, C.J. (2021). Aerobic interval training improves irisin and chemerin levels of both liver and visceral adipose tissues and circulating asprosin in rats with metabolic syndrome. *Physiology International*, 3(108), 383-397. <https://doi.org/10.1556/2060.2021.00182>.
- Alan, M., Gurlek, B., Yilmaz, A., Aksit, M., Aslanipour, B., Gulhan, I., & Taner, C.E. (2019). Asprosin: a novel peptide hormone related to insulin resistance in women with polycystic ovary syndrome. *Gynecological Endocrinology*, 35(3), 220-223. <https://doi.org/10.1080/09513590.2018.1512967>.
- Beam, W.C., & Adams, G.M. (2011). *Aerobic stepping. Exercise physiology laboratory manual*. 6th ed. New York (NY): McGraw-Hill, 127-33.
- Bompa, T.O., & Buzzichelli, C. (2019). *Periodization-: theory and methodology of training*. Human kinetics. 5th edition. pp. 344-349.
- Ceylan, H. I., & Saygın, Ö. (2021). An investigation of the relationship between new fasting hormone asprosin, obesity and acute-chronic exercise: current systematic review. *Archives of Physiology and Biochemistry*, 127(4), 373-384. <https://doi.org/10.1080/13813455.2020.1767652>.
- Duerschmid, C., He, Y., Wang, C., Li, C., Bournat, J.C., Romere, C., & Jain, M. (2017). Asprosin is a centrally acting orexigenic hormone. *Nature Medicine*, 23(12), 1444-1453. <https://doi.org/10.1038/nm.4432>.
- Festiawan, R., Hoi, L. B., Siswantoyo, N., Kusuma, I. J., Heza, F. N., Wahono, B. S., ... & Sumartiningsih, S. (2021). high-intensity interval training, fartlek training & oregon circuit training: what are the best exercises to increase vo2 max. *Annals of Tropical Medicine & Public Health*, 24(03), 0-10. <https://doi.org/10.36295/asro.2021.24363>.
- Gerosa-Neto, J., Antunes, B.M., Campos, E.Z., Rodrigues, J., Ferrari, G.D., Neto, J.C.R., & Bueno, C.R. (2016). Impact of long-term high-intensity interval and moderate-intensity continuous training on subclinical inflammation in overweight/obese adults. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 12(6), 575. <https://doi.org/10.12965/jer.1632770.385>.
- Gholaman, M., Gholami, M., Azarbayjani, M.A., & Abed Natanzi, H. (2021). The effect of high intensity interval training and moderate intensity continuous training on the levels of cardiostrophin-1 and insulin resistance in women with type 2 diabetes. *Journal of Basic Research in Medical Sciences*, 8(1), 67-75. <https://doi.org/10.20900/agmr20220007>.
- Gibala, M.J., Little, J.P., MacDonald, M.J., & Hawley, J.A. (2012). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *The Journal of Physiology*, 590(5), 1077-1084. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2011.224725>.
- Guiraud, T., Labrunée, M., Pillard, F., Granger, R., Bousquet, M., Richard, L., ... & Gremeaux, V. (2014). Copyeditor: Patricia Llenado. *American Journal of Physical*, 894(9115/14), 0000-0000. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000181>
- Ham, D., & Joung, H. (2020). Understanding the associations between dietary antioxidants and obesity. *Journal of Obesity & Metabolic Syndrome*, 29(3), 163. <https://doi.org/10.7570/jomes20070>.
- Hatipoglu, H. (2020). Increased serum circulating asprosin levels in children with obesity. *Pediatrics International: Official Journal of the Japan Pediatric Society*, 62, 467-476. <https://doi.org/10.1111/ped.14176>.

- Hong, T., Li, J. Y., Wang, Y. D., Qi, X. Y., Liao, Z. Z., Bhadel, P., ... & Xiao, X. H. (2021). High serum asprosin levels are associated with presence of metabolic syndrome. *International Journal of Endocrinology*, 2021, 1-7. <https://doi.org/10.1155/2021/6622129>.
- Hunschede, S., Kubant, R., Akilen, R., Thomas, S., & Anderson, G.H. (2017). Decreased appetite after high-intensity exercise correlates with increased plasma interleukin-6 in normal-weight and overweight/obese boys. *Current Developments in Nutrition*, 1(3), e000398. <https://doi.org/10.3945/cdn.116.000398>.
- Jahangiri, M., Shahrbanian, S., & Hackney, A.C. (2021). Changes in the level of Asprosin as a novel adipocytokine after different types of resistance training. *Journal of Chemical Health Risks*, 11(Spec Issue), 179-188.
- Johnson, R., McNutt, P., MacMahon, S., & Robson, R. (1997). Use of the Friedewald formula to estimate LDL-cholesterol in patients with chronic renal failure on dialysis. *Clinical Chemistry*, 43(11), 2183-2184. <https://doi.org/10.1093/clinchem/43.11.2183>.
- Jung, T.W., Kim, H.C., Kim, H.U., Park, T., Park, J., Kim, U., & Jeong, J H. (2019). Asprosin attenuates insulin signaling pathway through PKC δ -activated ER stress and inflammation in skeletal muscle. *Journal of Cellular Physiology*, 234(11), 20888-20899. <https://doi.org/10.1002/jcp.28694>.
- Kantorowicz, M., Szymura, J., Szygula, Z., Kusmierczyk, J., Maciejczyk, M., & Wiecek, M. (2021). Nordic walking at maximal fat oxidation intensity decreases circulating asprosin and visceral obesity in women with metabolic disorders. *Frontiers in Physiology*, 12, 726783. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.726783>.
- Karstoft, K., Winding, K., Knudsen, S. H., Nielsen, J. S., Thomsen, C., Pedersen, B. K., & Solomon, T. P. (2013). The effects of free-living interval-walking training on glycemic control, body composition, and physical fitness in type 2 diabetic patients: a randomized, controlled trial. *Diabetes Care*, 36(2), 228-236. <https://doi.org/10.2337/dc12-0658>.
- Ko, J.R., Seo, D.Y., Kim, T.N., Park, S.H., Kwak, H.-B., Ko, K.S., ... & Han, J. (2019). Aerobic exercise training decreases hepatic asprosin in diabetic rats. *Journal of Clinical Medicine*, 8(5), 666. <https://doi.org/10.3390/jcm8050666>.
- Li, E., Shan, H., Chen, L., Long, A., Zhang, Y., Liu, Y., & Li, T. (2019). OLF1R3 mediates glucose metabolism as a receptor of asprosin. *Cell Metabolism*, 30(2), 319-328. e318. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2019.05.022>.
- Li, X., Liao, M., Shen, R., Zhang, L., Hu, H., Wu, J., ... & Zheng, H. (2018). 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. <https://doi.org/10.1155/2018/7375294>.
- Löllgen, H., Böckenhoff, A., & Knapp, G. (2009). Physical activity and all-cause mortality: an updated meta-analysis with different intensity categories. *International Journal of Sports Medicine*, 30(03), 213-224. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1128150>.
- Mabhout Moghadam, T., Mosaferi Ziaaldini, M., Fathei, M., & Attarzadeh Hoseini, S. R. (2020). Review the effect of high intensity interval training on obesity-related hormones. *Researches in Sport Sciences and Medical Plants*, 1(1), 1-18. [In Persian]. <https://doi.org/10.34172/hmj.2021.26>.
- Ma, H., Zhang, G., Mou, C., Fu, X., & Chen, Y. (2018). Peripheral CB1 receptor neutral antagonist, AM6545, ameliorates hypometabolic obesity and improves adipokine secretion in monosodium glutamate induced obese mice. *Frontiers in Pharmacology*, 9, 156. <https://doi.org/10.3389/fphar.2018.00156>.

- Margiana, R., Jusuf, A.A., & Lestari, S.W. (2009). Immunohistochemistry detection method of rejection reaction of human umbilical cord derived mesenchymal stem cell on rat sciatic nerve tissue. *Journal of Global Pharma Technology*, 10(07), 330-342.
- Martins, C., Morgan, L., & Truby, H. (2008). A review of the effects of exercise on appetite regulation: an obesity perspective. *International Journal of Obesity*, 32(9), 1337-1347. <https://doi.org/10.1038/ijo.2008.98>.
- Mirzaei, M., & Nikahi, F. (2020). Investigating the relationship between physical activity and blood lipid profile in Yazd residents: Results of Yazd health study (Yas). *Scientific Research Monthly of Yazd Shahid Sadoughi University of Medical Sciences*, 28(7), 2819-2832. [In Persian]. <https://doi.org/10.18502/issu.v28i7.4266>.
- Nakhaei, H., Mogharnasi, M., & Fanaei, H. (2019). Effect of swimming training on levels of asprosin, lipid profile, glucose and insulin resistance in rats with metabolic syndrome. *Obesity Medicine*, 15(2019) 100111. <https://doi.org/10.1016/j.obmed.2019.100111>.
- Pawitan, J.A., Leviana, M., Sukmawati, D., Liem, I.K., Margiana, R., & Tarcisia, T. (2017). Prospect of umbilical cord mesenchymal stem cell culture waste in regenerative medicine. *Journal of Global Pharma Technology*, 9(7), 1-5. <http://152.118.76.18:8080/jspui/handle/123456789/7040>.
- Ramos, J.S., Dalleck, L.C., Tjonna, A.E., Beetham, K.S., & Coombes, J.S. (2015). The impact of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on vascular function: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 45(5), 679-692. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0321-z>.
- Rebello, C.J., Kirwan, J.P., & Greenway, F.L. (2020). Obesity, the most common comorbidity in SARS-CoV-2: is leptin the link? *International Journal of Obesity*, 44, 1810-1817. <https://doi.org/10.1038/s41366-020-0640-5>.
- Romere, C., Duerschmid, C., Bournat, J., Constable, P., Jain, M., Xia, F., & York, B. (2016). Asprosin, a fasting-induced glucogenic protein hormone. *Cell*, 165(3), 566-579. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2016.02.063>.
- Salminen, A., Kaarniranta, K., & Kauppinen, A. (2016). Age-related changes in AMPK activation: role for AMPK phosphatases and inhibitory phosphorylation by upstream signaling pathways. *Ageing Research Reviews*, 28, 15-26. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2016.04.003>.
- Seo, D.Y., Ko, J.R., Bang, H.S., & Han, J. (2020). Exercise decreases hepatic asprosin in stz-induced diabetic rats. *Metabolism-Clinical and Experimental*, 104S(2020) 154076. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2019.12.022>.
- Ugur, K., & Aydin, S. (2019). Saliva and blood asprosin hormone concentration associated with obesity. *International Journal of Endocrinology*. 2521096, 8. <https://doi.org/10.1155/2019/2521096>.
- Wang, Y., Qu, H., Xiong, X., Qiu, Y., Liao, Y., Chen, Y., & Zheng, H. (2018). Plasma asprosin concentrations are increased in individuals with glucose dysregulation and correlated with insulin resistance and first-phase insulin secretion. *Mediators of Inflammation*. 9471583, 7. <https://doi.org/10.1155/2018/9471583>.
- Weston, K.S., Wisløff, U., & Coombes, J.S. (2014). High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 48(16), 1227-1234. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092576>.
- Wilson, L.F., Baade, P.D., Green, A.C., Jordan, S.J., Kendall, B.J., Neale, R.E., & Whiteman, D.C. (2019). The impact of changing the prevalence of overweight/obesity and physical inactivity in Australia: an estimate of the proportion of potentially avoidable cancers 2013-2037. *International Journal of cancer*, 144(9), 2088-2098. <https://doi.org/10.1002/ijc.31943>.

- Yang, Z., Jiang, J., Huang, J., Zhao, Y., Luo, X., & Song, L. (2020). Effect of high-fat diet and exercise on asprosin and CTRP6 expression in subcutaneous and retroperitoneal adipose tissues in rats during mid-gestation. *Journal of Southern Medical University*, 40(10), 1406-1414. <https://doi.org/10.12122/j.issn.1673-4254.2020.10.05>.
- Yuan, M., Li, W., Zhu, Y., Yu, B., & Wu, J. (2020). Asprosin: a novel player in metabolic diseases. *Frontiers in Endocrinology*, 11, 64. <https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00064>.
- Zarei, M., Khodakheyr, J. N., Rashidlamir, A., & Montazeri, A. (2021). The effect of combined resistance aerobic exercise training on concentrations of asprosin and complement C1q tumor necrosis factor-related protein-1 in men with type 2 diabetes. *Sport Sciences for Health*, 17, 863–871, 1-9. <https://doi.org/10.1007/s11332-021-00738-7>.
- Zhang, L., Chen, C., Zhou, N., Fu, Y., & Cheng, X. (2019). Circulating asprosin concentrations are increased in type 2 diabetes mellitus and independently associated with fasting glucose and triglyceride. *Clinica Chimica Acta*, 489, 183-188. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2017.10.034>.
- Zhang, X., Jiang, H., Ma, X., & Wu, H. (2020). Increased serum level and impaired response to glucose fluctuation of asprosin is associated with type 2 diabetes mellitus. *Journal of Diabetes Investigation*, 11(2), 349-355. <https://doi.org/10.1111/jdi.13148>.

