

Review Article

The effect of exercise training on vaspin serum levels in obese people and type 2 diabetes patients: a meta-analysis study

Mohammad Rahman Rahimi<sup>1</sup>, Hassan Faraji<sup>2\*</sup>, Fataneh Samzadeh Kermani<sup>1</sup>

1. Department of Exercise Physiology, Faculty of Humanities and Social Sciences, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

2. Department of Physical Education and Sport Sciences, Islamic Azad University, Marivan Branch, Marivan, Iran

Abstract

**Background and Purpose:** Vaspin (serpin derived from visceral adipose tissue) is an adipokine secreted from adipose tissue that plays a role in regulating glucose and lipid metabolism. Elevated vaspin levels are associated with obesity, metabolic syndrome, and type 2 diabetes (T2DM). The effect of regular sports training on its levels is not known.

**Materials and Methods:** All randomized controlled clinical trials from 2000 to 2023 that performed aerobic, resistance and HIIT exercise training on the spin index in obese and T2DM subjects were searched through a systematic search of databases including WOS, PubMed and Google Scholar were selected. In the initial search, 560 articles related to the topic were found from the reliable sites, and finally, based on the criteria, 20 articles were selected for meta-analysis. The random effects model was used in the case of heterogeneity between studies and the fixed effects model in the absence of heterogeneity was used to calculate the effect size. A significance level of  $P < 0.05$  was considered and data analysis was performed by CMA 3.0 software.

**Results:** The meta-analysis results indicate a significant decrease in vaspin levels due to sports training with an effect size of  $SMD = -0.260$  and a 95% confidence interval of  $-0.517$  to  $-0.002$  ( $p = 0.048$ ). Also, resistance training ( $SMD = -0.674$ , 95%  $CL = -1.021$ ;  $-0.327$ ,  $P < 0.000$ ) was associated with a significant decrease in vaspin. However, vaspin changes were not significant after aerobic and HIIT exercises. In the subgroup analysis, age, gender and type of disease (obese or T2DM) had no significant effect on the effect of exercise on vaspin, but BMI ( $p = 0.005$ ,  $SMD = -0.384$ ) and type of exercise ( $p = 0.001$ ,  $SMD = -0.396/3$ ) had a significant effect in terms of the reduction of vaspin, the largest reduction was related to BMI 25 to 30, and the reduction of vaspin due to resistance training was more than other exercises.

**Conclusion:** The general finding of the present meta-analysis indicates a significant decrease in circulating vaspin levels in obese people with T2DM as a result of training; Also, in relation to the type of training, only performing resistance trainings caused a significant decrease in vaspin levels, and people with a BMI between 25 and 30 have experienced a greater decrease in vaspin levels by performing resistance trainings. The rest of the analyzed subgroups did not have a significant effect on the effect of training on the level of vaspin. More accurate randomized control studies are needed in relation to the effect of these factors, especially aerobic and HIIT trainings and different exercise variables in people with other health conditions.

**Keywords:** Physical Training, Aerobic Training, Resistance Training, Serpin Derived from Visceral Fat Tissue

**How to cite this article:** Rahimi M R, Faraji H, Samzadeh Kermani F. The effect of exercise training on vaspin serum levels in obese people and type 2 diabetes patients: a meta-analysis study. Journal of Sport and Exercise Physiology. 2025;18(1):?-.?

\*Corresponding Author's E-mail: faraji.hassan@iau.ac.ir

<https://doi.org/10.48308/joeppa.2024.236449.1282>

Received: 29/07/2024

Revised: 27/10/2024

Accepted: 22/12/2024

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

## تأثیر تمرینات ورزشی بر سطوح سرمی واسپین در افراد چاق و بیماران دیابت نوع دو: مطالعه متاآنالیز

محمد رحمان رحیمی<sup>۱</sup>، حسن فرجی<sup>۲\*</sup>، فتانه سام زاده کرمانی<sup>۱</sup>

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

۲. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مریوان، مریوان، ایران

### چکیده

زمینه و هدف: واسپین (سرپین مشتق از بافت چربی احشایی) یک آدیپوکین ترشح شده از بافت چربی است که در تنظیم متابولیسم گلوکز و لیپیدها نقش دارد. افزایش سطح واسپین با چاقی، سندرم متابولیک و دیابت نوع ۲ (T2DM) مرتبط است. اثر انواع تمرین منظم ورزشی بر سطوح آن مشخص نیست.

مواد و روش ها: تمامی کارآزمایی‌های بالینی کنترل شده تصادفی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳ که به انجام تمرین ورزشی هوازی، مقاومتی و HIIT روی شاخص واسپین در افراد چاق و T2DM پرداخته بودند، از طریق جستجوی سیستماتیک از پایگاه‌های اطلاعاتی شامل WOS، PubMed و Google Scholar انتخاب شدند. در جستجوی اولیه از سایت‌های معتبر تعداد ۵۶۰ مقاله مرتبط با موضوع یافت شد که در نهایت بر اساس معیارهای مدنظر، ۲۰ مقاله جهت انجام فراتحلیل انتخاب شدند. از مدل اثرات تصادفی در صورت وجود ناهمگونی بین مطالعات و مدل اثرات ثابت در صورت نبود ناهمگونی جهت محاسبه اندازه اثر استفاده گردید. سطح معناداری  $P < 0.05$  در نظر گرفته شد و تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم افزار CMA 3.0، انجام شد.

نتایج: نتایج فراتحلیل حاکی از کاهش معنی دار سطح واسپین در اثر تمرینات ورزشی با اندازه اثر  $SMD = -0.260$  و فاصله اطمینان ۹۵٪ برابر با  $-0.517$  تا  $-0.002$  می باشد ( $p = 0.048$ ). همچنین، تمرینات مقاومتی ( $-0.327$ ،  $-1/021$ ،  $95\% CL = -0.674$ ،  $SMD = -0/384$ ) و نوع تمرین (چاق یا T2DM) در اثرگذاری تمرینات بر واسپین اثر معناداری نداشت اما BMI ( $p = 0.005$ )، جنسیت و نوع بیماری (چاق یا T2DM) در اثرگذاری تمرینات بر واسپین اثر معناداری از لحاظ میزان کاهش واسپین داشتند که بیشترین کاهش مربوط به BMI ۲۵ تا ۳۰ بود و کاهش واسپین ناشی از تمرینات مقاومتی بیشتر از تمرینات دیگر بود.

نتیجه‌گیری: یافته کلی فراتحلیل حاضر حاکی از کاهش معنادار سطح واسپین گردش خون در افراد چاق و دارای T2DM بر اثر تمرینات ورزشی می باشد؛ همچنین، در رابطه با نوع تمرین، تنها انجام تمرینات مقاومتی موجب کاهش معنادار میزان واسپین گردید و افراد دارای BMI بین ۲۵ تا ۳۰ با انجام تمرینات مقاومتی، کاهش بیشتری در سطوح واسپین تجربه کرده اند. بقیه زیرگروه‌ها مورد تحلیل در اثرگذاری تمرینات بر سطح واسپین اثر معناداری نداشته اند. پژوهش‌های کنترل تصادفی دقیق تری در ارتباط با تأثیر این عوامل بویژه تمرینات هوازی و HIIT و متغیرهای مختلف تمرینی در افراد با وضعیت‌های سلامتی دیگر مورد نیاز است.

واژه های کلیدی: تمرینات بدنی، تمرین هوازی، تمرین مقاومتی، سرپین مشتق از بافت چربی احشایی  
نحوه استناد به این مقاله: رحیمی م ر، فرجی ح، سام زاده کرمانی ف. تاثیر تمرینات ورزشی بر سطوح سرمی واسپین در افراد چاق  
و بیماران دیابت نوع دو: مطالعه متاآنالیز. نشریه فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی. ۱۴۰۴؛ ۱۸(۱): ۱-۴.

\*رایانامه نویسنده مسئول: faraji.hassan@iau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۰۸ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۸/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۰۲

نسخه پیش انتشار

## مقدمه

چاقی و دیابت نوع ۲ (T2DM) با افزایش شیوع در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، نگرانی های عمده بهداشت عمومی در سراسر جهان هستند. چاقی بیش از حد، به ویژه چربی احشایی، یک عامل خطر کلیدی برای مقاومت به انسولین، سندرم متابولیک و T2DM است (۱، ۲). درک مکانیسم های زمینه ای که چاقی را با مقاومت به انسولین و T2DM مرتبط می کند، برای توسعه راهبردهای پیشگیری و درمان موثر بسیار مهم است.

واسپین که به عنوان مهارکننده سرین پروتئاز مشتق از بافت چربی احشایی نیز شناخته می شود، یک آدیپوکین متعلق به خانواده سرپین ۲ها (مهارکننده پروتئاز سرین) متشکل از ۳۹۵ اسید آمینه با وزن مولکولی حدود ۴۵٫۲ کیلو دالتون (که به همین دلیل سرپین A12 نیز نامیده می شود) است که برای اولین بار در بافت چربی احشایی موش های صحرایی اوتسوکا لانگ-اوانز توکوشیما چربی (OLETF<sup>3</sup>)، یک مدل حیوانی، کشف شد (۳). بیان واسپین مختص بافت چربی احشایی است و در سرم نیز در گردش است. ورزش و درمان با انسولین و پیوگلیتازون حساس کننده به انسولین از کاهش بیان واسپین مرتبط با دیابت در بافت چربی احشایی جلوگیری می کند. برخلاف یافته های مدل های حیوانی، غلظت واسپین پلاسما در انسان هایی با شاخص توده بدنی (BMI) بالا افزایش می یابد و با چاقی، سندرم متابولیک و اختلال در حساسیت به انسولین مرتبط است (۴) هر چند این رابطه پیچیده است (۵). بیان آن در بافت چربی زیر جلدی افراد چاق اما نه لاغر تشخیص داده شده است (۵)، با این حال، برخی از مطالعات تفاوت قابل توجهی در سطوح سرمی واسپین در حالت استراحت بین افراد چاق و لاغر پیدا نکرده اند. این نشان می دهد که عواملی فراتر از ترکیب بدن ممکن است بر سطح واسپین تأثیر بگذارد (۶).

در انسان، واسپین دارای اثرات حساس کننده به انسولین است که به طور مستقیم به واسپین در کاهش مقاومت به انسولین کمک می کند. واسپین با افزایش سیگنال دهی Akt حساسیت به انسولین را در بافت چربی بهبود می بخشد. پیشنهاد شده است که اثرات واسپین بر کنترل قند خون توسط کالیکرئین ۷، یک پروتئاز که انسولین انسانی را در شرایط آزمایشگاهی جدا می کند، واسطه می شود. مشخص شد که واسپین از طریق فعالیت سرپین خود، کالیکرئین ۷ را مهار می کند (۷). بنابراین، اثرات ضد دیابتی ناشی از واسپین می تواند، حداقل تا حدی، با کاهش تخریب انسولین در گردش مرتبط باشد. براساس نتیجه گیری فراتحلیل فنگ و همکاران (۲۰۱۴) سطوح بالاتری از سرم واسپین در افراد چاق و بیماران T2DM مشاهده شد (۸). افزایش بیان واسپین ممکن است یک مکانیسم جبرانی ذاتی در چربی به عنوان پاسخی به کاهش حساسیت به انسولین یا اختلال در متابولیسم گلوکز باشد که ممکن است علت آن مربوط به این امر باشد که واسپین می تواند قند خون را کاهش داده و تحمل گلوکز را افزایش دهد (۹). در سال ۲۰۰۸ یون و همکاران ارتباط بین واسپین در گردش و عوامل مرتبط با چاقی را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که افزایش غلظت سرمی واسپین با چاقی و اختلال در حساسیت به انسولین مرتبط است، در حالی که به نظر می رسد T2DM بر همبستگی بین افزایش واسپین در گردش، وزن بالاتر بدن و کاهش حساسیت به انسولین اثر گذار است (۱۰). سطوح واسپین بالاتر در بیماران مبتلا به رتینوپاتی دیابتی در مقایسه با بیماران بدون مشاهده شد (۱۱). یک مطالعه نشان داد که سطوح پایین واسپین پیش آگهی بدتر و خطر بالاتر عوارض جانبی قلبی عروقی را در بیماران از جمله بیماران بدون بیماری عروق کرونر پیش بینی می کند (۱۲). به نظر می رسد واسپین اثرات محافظتی قلبی عروقی و متابولیکی دارد، بنابراین سطوح پایین یا زیاد آن ممکن است نشان دهنده افزایش خطر بیماری باشد. فرض بر این است که القای واسپین با بافت چربی ممکن است یک مکانیسم جبرانی در پاسخ به چاقی، مقاومت شدید

<sup>1</sup> Type 2 Diabetes Mellitus

<sup>2</sup> Serpin

<sup>3</sup> Otsuka Long-Evans Tokushima Fatty

به انسولین و T2DM ارائه دهد (۱۳). این یافته که غلظت واسپین سرم در زنان به طور قابل توجهی بالاتر است، نشان می دهد که تفاوت های جنسی در سطوح سرمی واسپین (احتمالاً به دلیل مقادیر بالای استروژن) وجود دارد (۱۴). گزارش شده است که رابطه بین غلظت واسپین، سندرم متابولیک و تنگی عروق کرونر بین مردان و زنان متفاوت است. در زنان، غلظت واسپین با سندرم متابولیک مرتبط نبود، اما به طور قابل توجهی با ویژگی های آترواسکلروز عروق کرونر مرتبط بود. با این حال، برعکس در مردان صادق بود (۱۵). در مقایسه با مردان، زنان مبتلا به تنگی عروق کرونر، پروفایل های خطر قلبی عروقی بسیار بدتری مانند فشار خون بالا، BMI بالا و غلظت تری گلیسیرید بالا داشتند. این نشان می دهد که سطوح واسپین در زنان مبتلا به تنگی عروق کرونر نشان دهنده بدتر شدن شدید عوامل خطر متابولیک است (۱۳، ۱۵).

اصلاح سبک زندگی با انجام تمرینات منظم ورزشی راهکاری غیر دارویی و عملی برای پیشگیری از بروز بسیاری از بیماریها نظیر بیماریهای قلبی عروقی و بیماریهای مرتبط با چاقی، دیابت و سندروم متابولیک است. تمرینات ورزشی با کاهش بافت چربی بویژه چربی احشائی، افزایش ترشح میوکین های ناشی از ورزش (که می توانند با بافت چربی تعامل داشته باشند)، افزایش حساسیت انسولین و بهبود هومئوستاز متابولیکی، و تعدیل پروفایل آدیپوکینی اثرات مطلوبی را ایجاد می کند (۱۶). روی هم رفته، فعالیت بدنی یا برخورداری از آمادگی جسمانی بالا ممکن است سطح سرمی واسپین را تغییر دهد. نشان داده شده است که اصلاح سبک زندگی به طور قابل توجهی سطوح واسپین را کاهش می دهد (۱۷)، اما در برخی مطالعات دیگر چنین تأثیری مشاهده نشد (۱۸). تحقیقات در مورد اثرات انواع تمرینات استقامتی، مقاومتی و تناوبی شدید (HIIT) بر سطوح واسپین نیز نتایج متفاوتی را به همراه داشته است. گزارش شده است که ۶ هفته تمرین تناوبی هوازی تأثیر معنی داری بر غلظت واسپین و گلوکز سرم در دختران چاق غیرفعال ندارد (۱۹). اما در مطالعه ای روی مردان چاق، دوازده هفته تمرینات استقامتی با کاهش واسپین سرم همراه بوده است (۲۰) و همچنین دو ماه تمرین استقامتی و مقاومتی منجر به کاهش سطوح واسپین در زنان چاق و دارای اضافه وزن شده بود (۲۱). تمرین منظم مقاومتی به تنهایی منجر به کاهش سطح واسپین در ۲۵ دختر دارای اضافه وزن شد (۲۲) بهرحال برنامه تمرین مقاومتی ۸ هفته ای در بیماران مبتلا به T2DM علیرغم بهبود مقاومت به انسولین و برخی پارامترهای متابولیک، نتوانست غلظت واسپین سرم را تغییر دهد (۲۳). هرچند یک دوره تمرین HIIT باعث افزایش معنی دار غلظت واسپین سرمی در مردان دارای اضافه وزن گردید (۱۹) اما یک مطالعه بر روی زنان مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک نشان داد که ۱۲ هفته تمرین HIIT علی رغم افزایش سطح آدیپونکتین و کاهش انسولین، سطوح لپتین یا واسپین را تغییر نداد (۲۴). به نظر می رسد اثر نوع تمرینات و مدت زمان مختلف مداخلات تمرینی، سن، جنسیت و وضعیت سلامتی آزمودنی ها یا انتشار یافته های ضعیف در این نتایج ناهمخوان اثر گذار بوده باشد. بنابراین مطالعه متاآنالیز حاضر با هدف بررسی اثر انواع تمرینات ورزشی منظم بر سطوح واسپین انجام شد تا نتایج مشخص تری در این زمینه حاصل شود و دانش ما را در این زمینه بهبود دهد.

## روش پژوهش

تمامی مطالعات چاپ شده بدون محدودیت زبان از سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۲۳ در مورد تأثیر تمرینات ورزشی بر واسپین جستجو شد. دو محقق چهار پایگاه داده شامل EBSCO، EMBASE، WOS، PubMed را جستجو کردند. علاوه بر این از پایگاه های داده داخل کشور شامل مگیران، علم نت و سایت SID برای جستجوی مقالات نیز استفاده شد. در نهایت یک بازبایی تکمیلی با استفاده از Google Scholar انجام شد. تحقیقاتی که حائز شرایط ورود به تحقیق بودند انتخاب شدند. ترکیبی از کلمات موضوعی، کلمات کلیدی و کلمات آزاد برای بررسی استفاده شد. "فعالیت ورزشی"، "تمرین ورزشی"، "تمرین استقامتی"، "تمرین هوازی"، "تمرین مداوم"، "فعالیت بدنی"، "فعالیت ورزشی شدید"، "تمرین تناوبی با شدت بالا"، "تمرین مقاومتی"، "تمرین مقاومتی دایره ای"، "فعالیت ورزشی بی هوازی"، "واسپین"، "پروتئین واسپین"، "سرپین ها"، "سوپر خانواده سرپین"، "پروتئین سرپین ۱۲"، "آدیپوکین"،

<sup>1</sup> High-intensity interval training

"آدیپوسیتوکین ها"، "چاقی"، "بیش از حد"، "افراد چاق"، "مردان چاق"، "زنان چاق"، "دیابت نوع ۲"، "دیابت شیرین"، بود. جستجو به هر دو زبان فارسی و انگلیسی با ترکیب کلید واژه ها و با استفاده از عملگرهای بولی گسترش داده شد. برای مقالاتی که متن کامل آنها در دسترس نبود یا داده‌های از دست رفته بود، با نویسنده مربوطه از طریق ایمیل تماس گرفته شد تا اطلاعات مرتبط را به طور جامع به دست آوریم. نتیجه جستجوی مقالات وارد نرم افزار End Note نسخه ۲۰ گردیدند. سپس، مقالات تکراری حذف شده و دو نویسنده به صورت مستقل همه عناوین و چکیده های مطالعات باقی مانده که واجد شرایط بودند را انتخاب کردند. در مواردی که اختلاف نظر بین دو نویسنده در رابطه با انتخاب یک مطالعه واجد شرایط بود، نویسنده سوم برای داوری ارجاع می شد. پس از این مرحله، متن کامل همه مقالات واجد شرایط دانلود گردید و با بررسی متن کامل مقالات منتخب معیار های ورود به تحقیق حاضر مورد بررسی قرار گرفت. معیارهای ورود با استفاده از دستورالعمل the PICO framework (Participant-Intervention-Comparator-Outcomes) بود: (۱) جمعیت: زنان و مردان سالم، چاق و دارای اضافه وزن و دیابتی با همه دامنی سنی بالاتر از ۱۸ سال و با هر سابقه تمرین ورزشی؛ (۲) مداخله: هر نوع تمرین ورزشی مزمین با هر مدت و شدتی که استفاده شده؛ (۳) مقایسه: مطالعاتی که دارای گروه کنترل هستند؛ (۴) نتایج: RCT هایی که داده های کافی در مورد سطح واسپین گردش خون در هر دو گروه مداخله و کنترل داشته باشند؛ (۵) روش مطالعه: RCT معیارهای خروج از این متاآنالیز شامل: (۱) مطالعاتی که RCT نبودند، (۲) مطالعات RCT که شامل آزمودنی های کودکان بودند، (۳) مطالعات RCT که شامل آزمودنی های حیوانی بودند، (۴) مطالعاتی که به انجام تمرین های ورزشی حاد و شدید در بازه زمانی کوتاه (یک روزه) پرداخته بودند.

در جستجوی اولیه از سایت های معتبر تعداد ۵۶۰ مطالعه یافت شد که در مرحله اول و وارد کردن در فایل اندنوت ۱۲۰ مطالعه تکراری حذف گردید در مرحله بعد با مطالعه عنوان و چکیده ۳۶۰ مطالعه حذف گردید که ۸۰ مطالعه جهت بررسی فول تکست مقالات باقی ماند و در این مرحله نیز ۵۰ مطالعه به دلیل مرتبط نبودن و عدم گزارش سطح واسپین حذف شدن در نهایت ۳۰ مطالعه باقی ماند که از این تعداد ۴ مطالعه حیوانی، ۲ مطالعه بیماری های خاص، ۲ مطالعه افراد با وزن نرمال و ۲ مطالعه مربوط به اثر تمرینات ترکیبی از فراتحلیل حذف شدن و در نهایت ۲۰ مطالعه باقی ماند که در آنها اثر تمرینات هوازی، مقاومت و اینترول بر سطح واسپین در افراد چاق و اضافه وزن بررسی شده بود و وارد فراتحلیل شدند (شکل ۱). کیفیت مطالعات با استفاده از مقیاس ۹ نقطه ای پدرو که شامل معیارهای خاصی مانند واجد شرایط بودن، تصادفی سازی و شباهت ویژگی های پیش آزمون است، مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول ۱).

استخراج داده ها به صورت مستقل انجام شد. اطلاعات مورد نیاز از تمام مطالعاتی که حائز شرایط ورود به تحقیق بودند به شیوه زیر استخراج و مورد بررسی قرار گرفت: (۱) مشخصات، نام نویسندگان مقالات، سال انتشار، کشور مورد مطالعه. (۲) سن، جنس، BMI، سابقه تمرین و حجم نمونه ها، روش نمونه گیری. (۳) شدت و مدت تمرینات و تواتر هفتگی. (۴) گروه کنترل، گروه مورد آزمایش. (۵) فاکتور واسپین در افراد چاق و T2DM، میانگین و انحراف استاندارد (sd) و حجم نمونه (n) برای تحلیل پژوهش ها استفاده شد. مشخصات مطالعات شامل نوع تمرین، ویژگی های تمرینی (شدت، مدت و تواتر تمرینی)، سن و جنس نمونه ها، نوع بیماری، BMI و مصرف مکمل بود. مواد مورد اندازه گیری از مطالعات در جدول ۲ اشاره شده است.

**تحلیل آماری:** نرم افزار جامع CMA ورژن ۲ برای تحلیل داده ها مورد استفاده قرار گرفت. بررسی همه متغیرهای بین افراد گروه تجربی و گروه کنترل با استفاده از اندازه اثر (SMD) با ضریب اطمینان در سطح ۹۵ درصد صورت گرفت. میزان اندازه اثر با استفاده از داده های گروه های تمرین ورزشی و کنترل بر اساس اختلاف استاندارد میانگین (SMD) محاسبه شد. برای تعیین ناهمگونی مطالعات از آزمون های chi-square و I-square استفاده شد. ملاک لازم برای ناهمگونی  $P < 0.05$   $I^2 > 50\%$  در نظر گرفته شد. از مدل اثرات تصادفی در صورت وجود ناهمگونی بین مطالعات و مدل اثرات ثابت در صورت نبود ناهمگونی استفاده گردید. سطح معناداری تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار CMA،  $P < 0.05$  لحاظ شد. تحلیل داده ها با استفاده از نمودار بیشه ای صورت گرفت. برای ارزیابی سوگیری انتشار از نمودار کیفی و آزمون اگر (Egger's test) استفاده شد. در تحلیل زیر گروهی، پژوهش ها

براساس زیرگروه خود دسته بندی شدند و میزان معنی داری هریک از زیرگروه‌ها و مقایسه معنی داری بین زیرگروهی نیز مورد محاسبه قرار گرفت.

## نتایج

در فراتحلیل اثر تمرینات ورزشی، نتایج آزمون ناهمگونی I-squared برابر ۶۱/۹۶ بدست آمد که نشان از ناهمگونی بین مطالعات می باشد لذا مدل اثرات تصادفی جهت بررسی اندازه اثر (SMD) استفاده گردید و نتایج حاکی از کاهش معنی دار سطح واسپین در اثر تمرینات ورزشی با اندازه اثر  $SMD=-0.260$  و فاصله اطمینان ۹۵٪ برابر با  $-0.517$  تا  $-0.002$  می باشد ( $p=0.048$ ). جهت بررسی سوگیری انتشار از تحلیل بصری فونل پلات (شکل ۲) و آزمون Egger ( $t=3.02, df=27, p=0.005$ ) استفاده گردید که نتایج هر دو حاکی از وجود سوگیری انتشار در مطالعات تحت بررسی بودند (شکل ۳). لذا از روش چینش و تکمیل دوآل و توئیدی (Duval and Tweedie's trim and fill) جهت اصلاح سوگیری استفاده گردید و ۷ مطالعه به سمت چپ نمودار کیفی منتقل گردید.

**اثر تمرینات ورزشی هوازی:** در رابطه با تاثیر تمرینات هوازی بر سطح پروتئین واسپین نتایج فراتحلیل نشان داد که بین مطالعات وارد شده در تحلیل ناهمگونی وجود ندارد و مقدار I-squared برابر با ۴۷/۴۰ درصد می باشد، لذا جهت محاسبه اندازه اثر کلی از مدل اثرات ثابت استفاده گردید که  $SMD$  برابر با  $-0.096$  و در سطح ۰/۰۵ معنی دار نیست ( $p=0.34$ ) (شکل ۴ و ۵). با توجه به عدم معنی داری اندازه اثر بدست آمد نتیجه گرفته می شود که تمرینات هوازی تاثیر معنی داری بر سطح پروتئین واسپین ندارد.

**اثر تمرینات ورزشی مقاومتی:** یافته های فراتحلیل در ارتباط با تاثیر تمرینات مقاومتی بر سطح پروتئین واسپین نشان داد که بین مطالعات تحت بررسی ناهمگونی وجود ندارد و مقدار بدست آمده ناشی از آزمون  $I-squared = 2.4$  کوچکتر از ۵۰ درصد می باشد، بنابراین از مدل اثرات ثابت جهت بررسی اندازه اثر داده ها (SMD) استفاده گردید ( $P < 0.001$ ). نتایج مربوط به نمودار بیشه ای نشان داد که اندازه اثر تمرینات ورزشی مقاومتی بر سطوح واسپین در افراد چاق و دیابت نوع ۲ معنادار بود ( $SMD=-0.72, 95\%$ ) (شکل ۶). تحلیل بصری این نمودار نشان می دهد که عمده مطالعات تمایل به سمت پایین کیف نمودار را دارند، به طوری که این مطالعات دارای اندازه کوچکتر و دقت کمتری می باشند. به عبارتی دیگر توزیع مطالعات در نمودار بصورت نامتقارن می باشد و این نشان دهنده وجود سوء گیری در انتشار می باشد. از طرفی با توجه به معنی دار بودن مقدار P آزمون های رگرسیون خطی اگر ( $P < 0.05$ ) و غیرمعنادار بودن همبستگی خطی بگ و مزومدار ( $P < 0.01$ )، با استفاده از روش چینش و تکمیل تعداد ۱ مطالعه به سمت راست نمودار کیفی اضافه گردید و در این صورت مقدار اندازه اثر از  $-0.75$  به  $-0.67$  تغییر یافت (شکل ۷).

**تمرینات ورزشی اینتروال شدید:** با توجه به مقدار بدست آمده ناشی از آزمون  $I-squared = 76.81$  که بزرگتر از ۵۰ درصد می باشد، بنابراین از مدل اثرات تصادفی جهت بررسی اندازه اثر داده ها استفاده گردید ( $P < 0.001$ ). نتایج مربوط به نمودار بیشه ای نشان داد که اندازه اثر تمرینات ورزشی اینتروال شدید بر سطوح واسپین در افراد چاق و T2DM معنادار نیست ( $ES=-0.265, 95\%$ ) (شکل ۸). از آنجایی که تعداد مطالعات در رابطه با بررسی اثر تمرینات اینتروال شدید بر سطوح واسپین در افراد چاق و مبتلا به T2DM کم بود از نمودار کیفی، جهت بررسی سوگیری انتشار برای آن استفاده نشد.

نتایج فراتحلیل طبقه ای زیر گروه های مختلف در رابطه با اثر تمرینات ورزشی بر سطوح واسپین در افراد چاق و مبتلا به T2DM بر حسب سن، جنسیت، نوع تمرین، BMI و نوع بیماری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تحلیل زیر گروهی براساس اثر سن (۵۰-۱۸ و ۷۰-۵۰) بر سطوح واسپین نشان داد که اثر بین گروهی (۵۰-۷۰ و ۱۸-۵۰) با اندازه اثر  $-0.286$ ،  $P < 0.029$  معنادار نمی باشد. نتایج تحلیل زیر گروهی براساس اثر جنسیت (مرد و زن) بر سطوح واسپین نشان داد که اثر بین گروهی (مرد و زن) با اندازه اثر  $-0.246$ ،  $P < 0.12$  معنادار نمی باشد. نتایج تحلیل زیر گروهی براساس اثر نوع تمرین (هوازی، مقاومتی و اینتروال) نشان داد که

تفاوت معنی داری بین تاثیر این سه نوع تمرین بر سطح پروتئینی واسپین وجود دارد و یافته ها حاکی از تاثیر بیشتر تمرین مقاومتی بر سطح پروتئین واسپین نسبت به دو نوع تمرین دیگر می باشد ( $z = -2.015, p = 0.035$ ). نتایج تحلیل زیر گروهی براساس اثر BMI ( $30-25$  و بالای  $30$ ) بر سطوح واسپین نشان داد که اثر بین گروهی ( $30-25$  و بالای  $30$ ) با اندازه اثر ( $0.384, P < 0.005$ ) معنادار می باشد. نتایج تحلیل زیر گروهی براساس اثر نوع بیماری (چاق و T2DM) بر سطوح واسپین نشان داد که اثر بین گروهی (چاق و T2DM) با اندازه اثر ( $0.213, P < 0.146$ ) معنادار نمی باشد.

جدول ۱. امتیازات مربوط به مقالات مورد بررسی در فراتحلیل بر اساس مقیاس PEDro

شاخص پژوهش	واجد شرایط بودن	تقسیم تصادفی	تقسیم آزمودنی توسط فرد غیر مرتبط	تشابه ویژگی های پیش از آزمون	یکسو کور بودن پژوهشگران	جمع آوری فاکتور اولیه از ۸۵ درصد آزمودنی ها	تحلیل تعادل به درمان	مقایسه آمار بین گروهی	اندازه گیری در مراحل و فواصل	امتیاز کل پدرو
Asaadi,2019 (25)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	6
SaharAvazpour,2020 (26)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	6
Barzegari et al,2014 (27)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	7
Faramarzi et al,2015 (28)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	6
Khademsharie et al, 2014 (29)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	6
Kim et al,2011 (30)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	6
Asgari Hazaveh et al, 2018 (31)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	7
Mirzazadeh Bakhteyari et al, 2021(32)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	6
Mogharnasi et al, 2019 (21)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	6
Najafi et al, 2023(33)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	7
Nezamdoost et al,2015 (34)	1	1	0	1	0	1	1	1	1	7



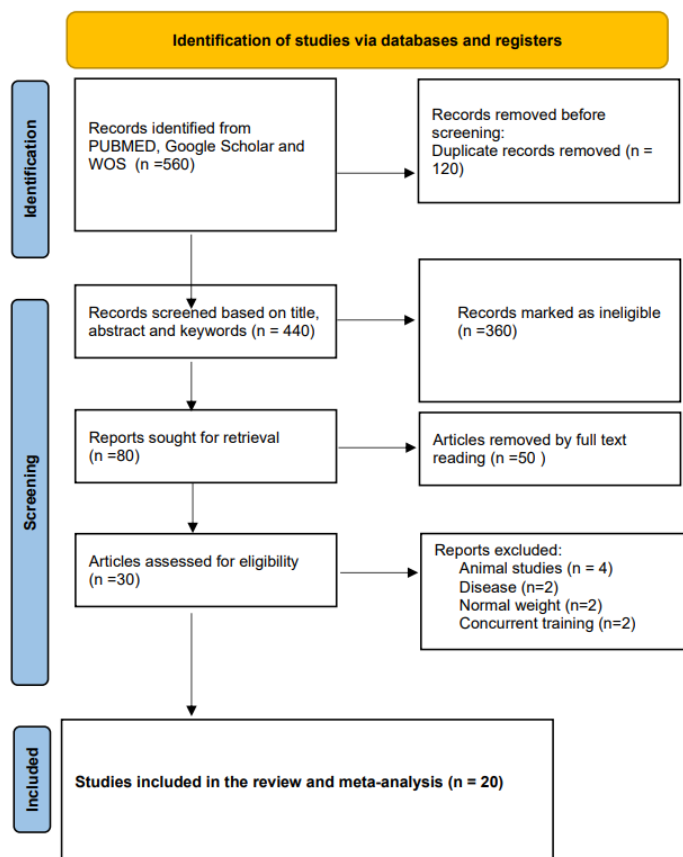
6	1	1	0	1	0	1	0	1	1	Ranjbar et al,2016 (35)
6	1	1	0	1	0	1	0	1	1	Safarzade et al,2013 (36)
6	1	1	0	1	0	1	0	1	1	Safarzade et al,2014(37)
7	1	1	1	1	0	1	0	1	1	Hejazi et al., 2014 (38)
6	1	1	0	1	0	1	0	1	1	Soori et al, 2014 (39)
7	1	1	1	1	0	1	0	1	1	Baravati et al, 2017 (40)
7	1	1	1	1	0	1	0	1	1	Shahdadi et al, 2016 (41)

جدول ۲۰. ویژگی مطالعات انتخاب شده در پژوهش حاضر

نویسنده	گروه‌ها	تعداد آزمودنی (نفر)	جنس	سن (سال)	مصرف مکمل یا دارو	BMI	نوع بیماری	شدت تمرین	مدت تمرین	تواتر تمرین در هفته	روش نمونه‌گیری
Asaadi,2019 (25)	کنترل	۱۱	مرد	۲۸/۶	خیر	۲۳/۳	چاق	70% VO <sub>2</sub> max 20% 1RM	۱۲ هفته	۳ بار	تصادفی
	HIIT	۱۱		۲۷/۶							
	مقاومتی دایره ای	۱۱		۲۷/۱							
	هوازی تداومی	۱۱		۲۶/۴							
Sahar Avazpour,2020 (26)	مقاومتی	۱۰	زن	۵۲/۱۳	خیر	۳۱/۳۸	چاق	50%- 75% 1RM	۱۲ هفته	۳ بار	تصادفی
	کنترل	۱۰				۳۱/۲۲					
Barzegari et al,2014 (27)	مقاومتی	۱۵	مرد	۴۹,۲۲	خیر	۲۸/۴	دیابتی	50%-70% 1RM	۸ هفته	۳ بار	هدمند
	کنترل	۱۵		۴۸/۶۲							
Faramarzi et al,2015 (28)	هوازی	۱۹	زن	۲۵-۴۵	خیر	۲۸,۲۳	اضافه وزن	55%-85% HR 30%-80% VO <sub>2</sub> max	۱۲ هفته	۳ بار	هدمند
	کنترل	۱۶				۲۸,۱۰					
Khademosharie et al, 2014	تمرین هوازی روزانه	۱۲	زن	۵۲,۲	خیر	۲۷/۷۳	دیابت	60%-70% HR Max	۵ هفته	۳ بار	تصادفی

		۱۰ هفته			۲۸/۴۵		۵۲/۷		۱۲	تمرین هوازی متناوب	(29)
		_____			۲۹/۸۴		۵۴/۱		۱۲	کنترل	
هدفمند	۵ بار	۱۲ هفته		اضافه وزن	۲۸,۷۹		۱۷,۵	مرد	۱۸	تمرین هوازی	Kim et al,2011 (30)
					۲۸/۳۳				۱۲	کنترل	
تصادفی	۳ بار	۸ هفته	۶۰٪-۸۰٪ HR reserve	دییاتی	۲۷,۹	بله	۴۵,۳	زن	۸	کنترل	Hazaveh et al 2018
					۲۶/۹		۴۸/۴		۸	تمرین هوازی	(31)
تصادفی	۳ بار	۶ هفته	65%-80% maximum power	چاق	۲۴/۲۲	خیر	۲۴,۱۲	زن	۱۱	HIIT	Mirzazadeh Bakhteyari et al ۲۰۲۱
					۲۴/۳		۲۳/۶۲		۱۱	کنترل	(32)
تصادفی	۴ بار	۸ هفته	65-80% of HR Max	چاق	۳۰/۳۱	خیر	۲۲/۸۱	زن	۱۲	هوازی	Mogharnasi et al, 2019
					۲۹/۷۳		۲۲/۵		۱۰	مقاومتی	(21)
هدفمند در دسترس	۳ بار	۱۲ هفته	40%-70% HR Max	دییاتی	۲۹,۵۲	خیر	۵۴,۷۸	زن ۸ مرد ۸	۱۶	HIIT	Najafi et al, ۲۰۲۳
					۲۹/۰۲		۵۵/۰۶	زن ۷ مرد ۹	۱۶	تمرینات تناوبی با شدت متوسط	(33)
					۲۹/۳۱		۵۴/۲۴	زن ۹ مرد ۲	۱۱	کنترل	
هدفمند در دسترس	۳ بار	۱۲ هفته	75%-85% HR reserve	دییاتی	۲۷/۴	خیر	۴۳,۵۳	زن	۱۰	تمرین هوازی	Nezamdoost et al,2015
					۲۶/۷		۴۴/۶		۱۰	کنترل	(34)
تصادفی	۳ بار	۱۲ هفته	50%-75% 1RM	چاق	۳۰/۳۶	خیر	۵۵-۴۵	مرد	۱۰	تمرین مقاومتی	Ranjbar et al,2016
					۳۰/۴				۱۰	کنترل	(35)
تصادفی	۳ بار	۸ هفته	65%-85% HRR 60%-70% 1RM	چاق و اضافه وزن	۲۹/۱	خیر	۲۵-۴۵	زن	۸	کنترل	Safarzade et al,2013
					۲۸/۶				۱۲	هوازی	(36)
					۳۱/۶				۱۰	مقاومتی	
تصادفی	۳ بار	۸ هفته	40%-80% HR reserve	اضافه وزن	۲۹/۱	خیر	۲۰-۶۳	زن	۱۷	تمرین هوازی پاسخ دهنده	Safarzade et al,2014
									۹	تمرین هوازی غیر پاسخ دهنده	(37)

هدمند	۳ بار	۱۲ هفته	65%-75% HR Max	چاق	۳۰/۸۶	خیر	۴۷	زن	۱۵	تمرین هوازی	Hejazi et al 2014 (38)
					۳۰/۵۵		۴۸		۱۵	کنترل	
هدمند در دسترس	۳ بار	۱۲ هفته	50%-80% HR Max -75%/50% IRM	چاق	۳۰/۳۲	خیر	۴۸-۶۰	مرد	۱۰	کنترل	Soori et al, 2014 (39)
					۳۰/۳۶				۱۰	مقاومتی	
					۳۰/۷۱				۱۰	هوازی	
تصادفی	۳ بار	۸ هفته	50%-70% HRmax	چاقی	۳۰/۵۷	خیر	۲۵-۴۵	مرد	۱۲	مقاومتی	Baravati et al, 2017 (40)
					۳۳/۸۹				۱۰	هوازی	
					۲۸/۸				۷	کنترل	
تصادفی	۳ بار	۸ هفته	55%-85% HR Max	اضافه وزن و چاقی	۳۱/۴	خیر	۳۷/۱	زن	۱۷	تمرین هوازی	Shahdadi et al, 2016 (41)
				۲/۴	۳۶/۲				۱۷	کنترل	

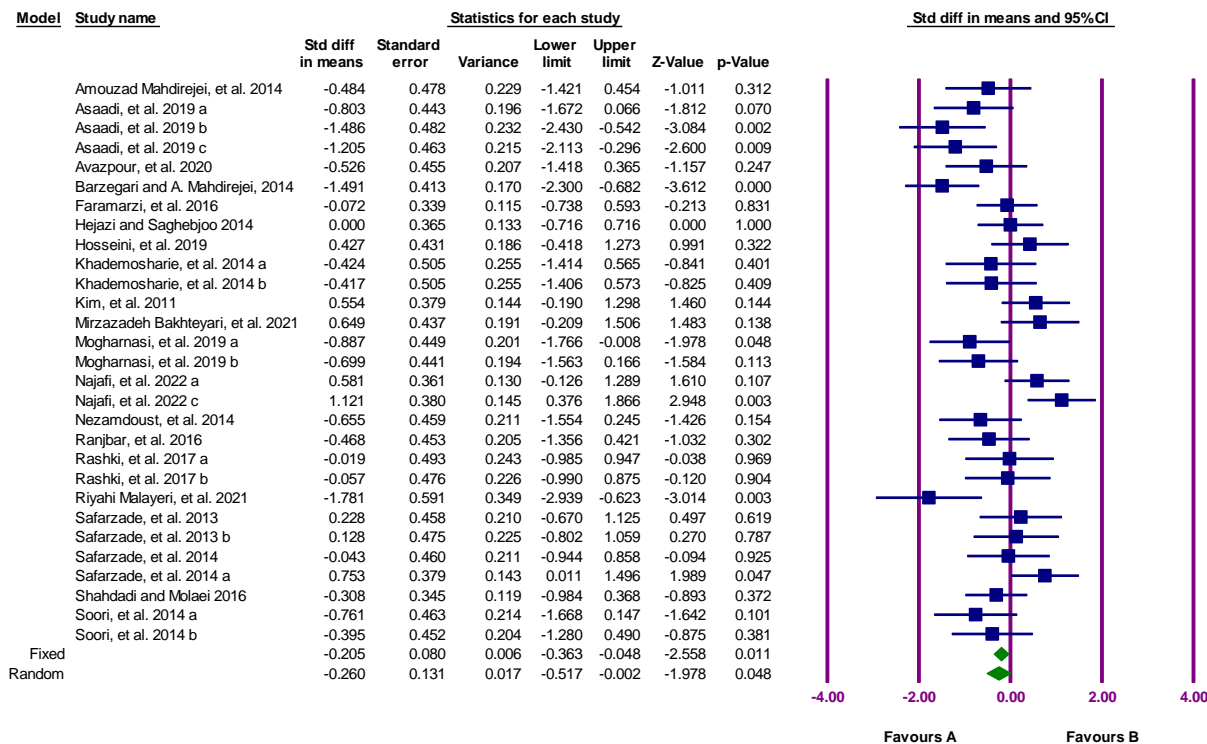


From: Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71. For more information, visit: <http://www.prisma-statement.org/>

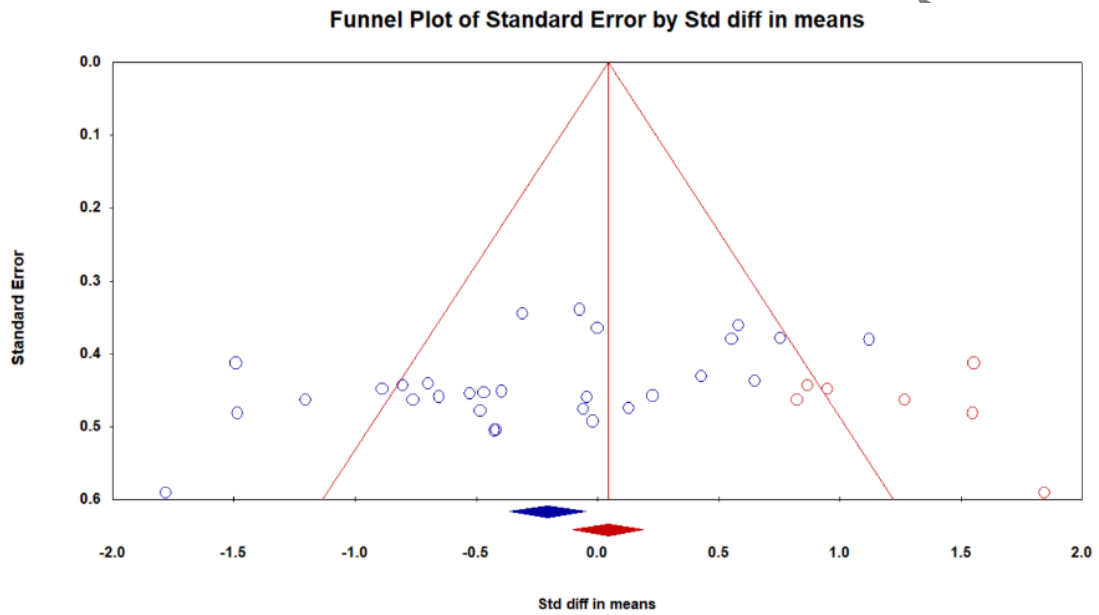
مستشار

شکل ۱. فلوجارت مطالعات بررسی شده

### Effect of training on Vaspin

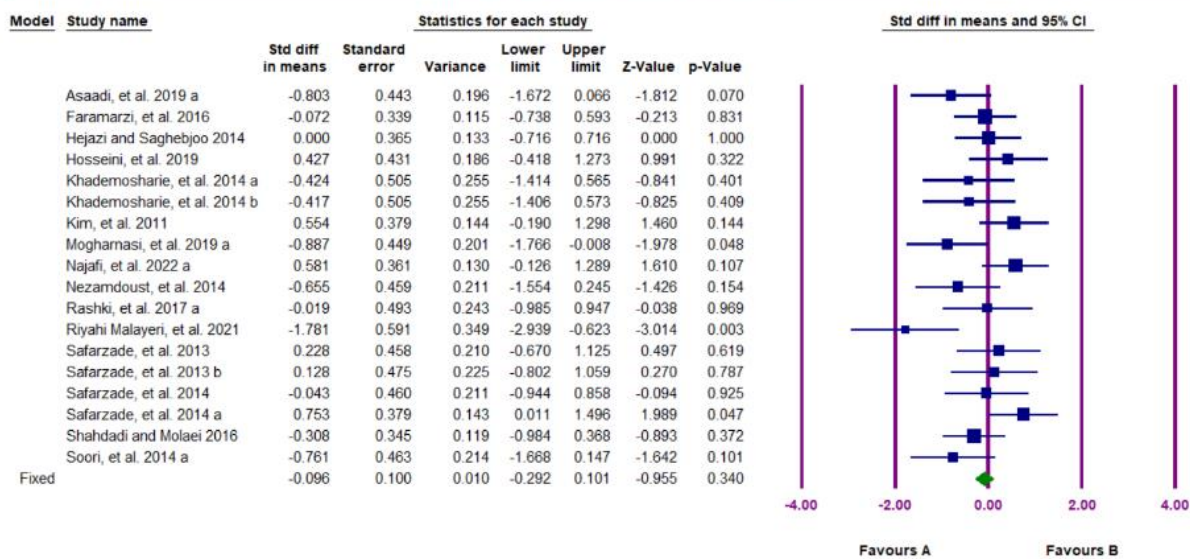


شکل ۲. نمودار بیشه ای مربوط به تاثیر تمرینات ورزشی بر سطح پروتئین واسپین گردش خون افراد چاق و دیابت نوع ۲

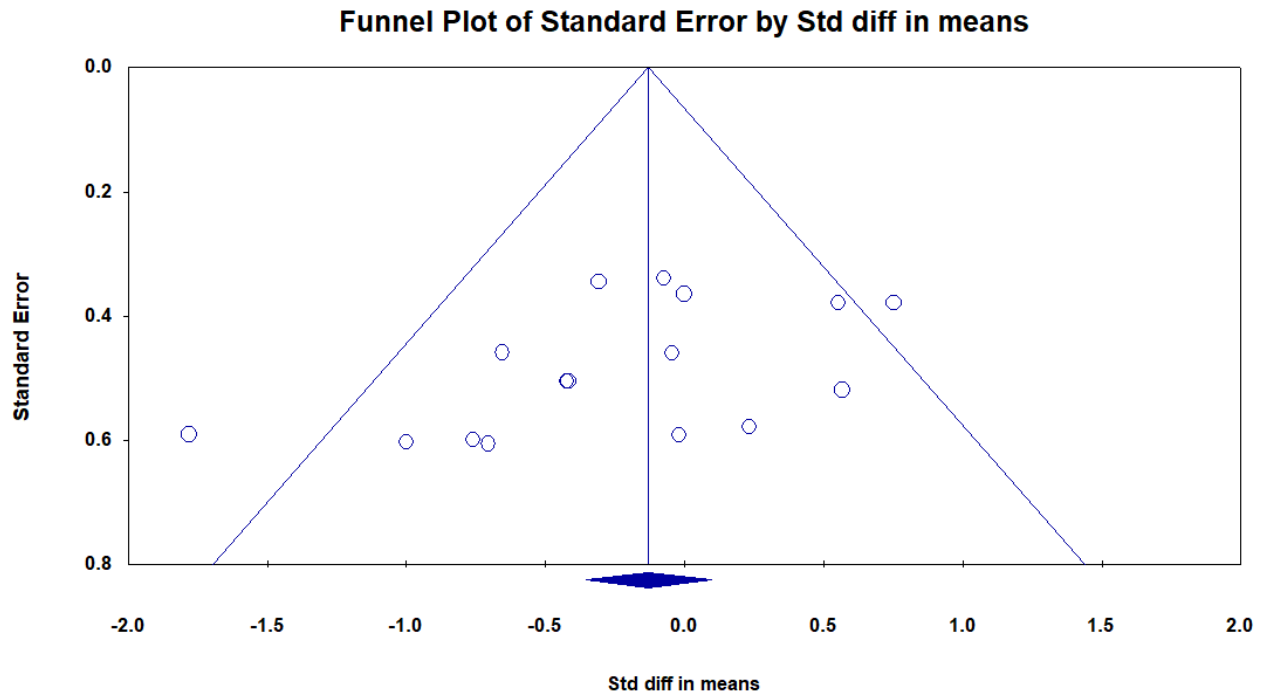


شکل ۳. نمودار قیفی مطالعات در خصوص اثر تمرینات ورزشی بر سطوح واسپین در افراد چاق و مبتلا به دیابت نوع ۲

### Effect of aerobic training on Vaspin



شکل ۴. نمودار بیسه ای مربوط به تاثیر تمرینات هوازی بر سطح پروتئین واسپین گردش خون افراد چاق و دیابت نوع ۲

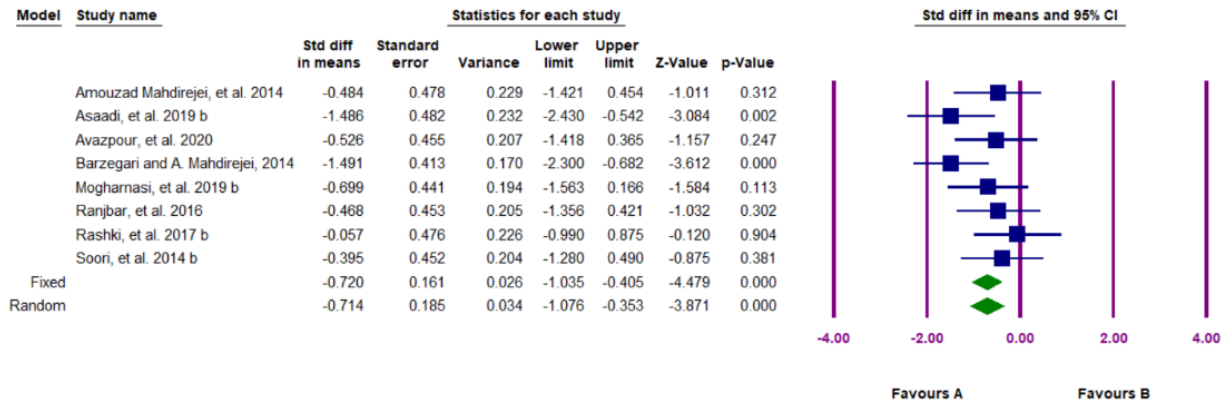


شکل ۵. نمودار کیفی مطالعات در خصوص بررسی اثر تمرینات هوازی بر سطوح واسپین در افراد چاق و مبتلا به دیابت نوع ۲

نشریات  
 علمی

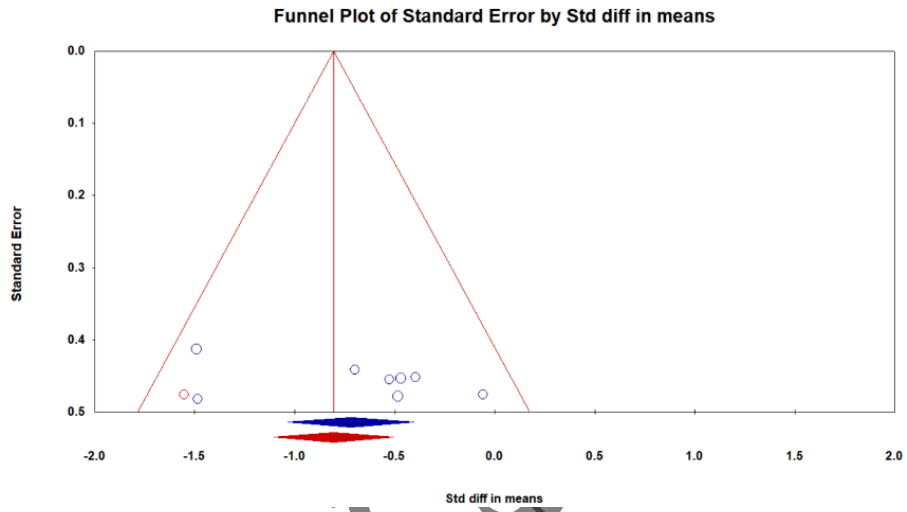


### Effect of resistance training on Vaspin



شکل ۶. نمودار بیسه ای مربوط به تاثیر تمرینات مقاومتی بر سطح پروتئین واسپین گردش خون افراد چاق و دیابت نوع ۲

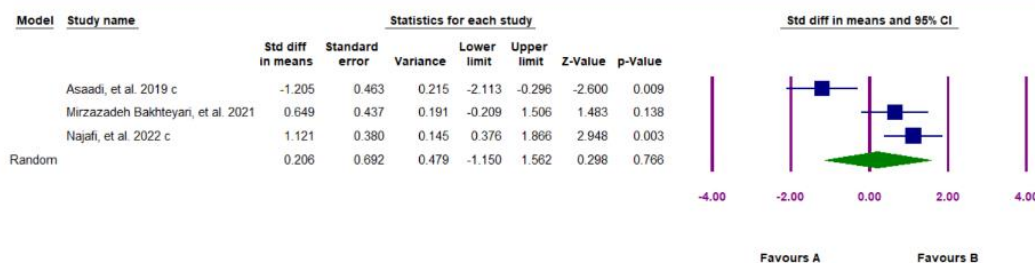
پایگاه  
انتشار



شکل ۷. نمودار کیفی مطالعات در خصوص بررسی اثر تمرینات مقاومتی بر سطوح واسپین در افراد چاق و مبتلا به دیابت نوع ۲

پایان انتشار

### Effect of resistance training on Vaspin



شکل ۸. نمودار بیسه ای مربوط به تاثیر تمرینات HIIT بر سطح پروتئین واسپین گردش خون افراد چاق و دیابت نوع ۲

پایگاه نشر

### بحث

بر اساس جستجوی ما تا بحال مطالعه ای بصورت متاآنالیز اثر تمرینات منظم ورزشی بر سطوح واسپین را بررسی نکرده است. بنابراین هدف مطالعه ما بررسی اثر تمرینات منظم ورزشی هوازی، مقاومتی و HIIT با در نظر گرفتن انواع آن، متغیرهای تمرینی و شرایط آزمودنی ها بر سطوح واسپین بود. نتایج آنالیز مقالات نشان داد که اثر مجموع تمرینات ورزشی با کاهش معنادار واسپین همراه بوده است اما در بررسی اثر هر نوع تمرین، مشاهده شد که تنها تمرینات مقاومتی با کاهش معنادار سطوح واسپین همراه بوده است و این

امر در خصوص تمرینات هوازی و HIIT صدق نکرده است. در مقیاسه بین زیر گروهی طبقات انجام شده، نتایج نشان داد که اثر سن، جنسیت و وضعیت سلامتی معنادار نبوده است اما اثر نوع تمرین و BMI معنادار بوده است.

شواهد نشان می دهد که واسپین یک نشانگر بیولوژیکی جدید مرتبط با چاقی و اختلال در حساسیت به انسولین و مقاومت به انسولین در گروه بیماران غیر دیابتی و T2DM مرتبط است (۵، ۱۰). اگرچه مکانیسم های اثر واسپین به خوبی شناخته نشده است، پیشنهاد می شود که عملکرد آن ممکن است یک مکانیسم جبرانی در ناهنجاری های متابولیک ناشی از چاقی باشد. واسپین که در افراد چاق و دیابتی افزایش پیدا می کند با بسیاری از بیماری های متابولیک مانند چاقی، دیابت، بیماری کبد چرب غیر الکلی و سندرم متابولیک همبستگی دارد و سطح آن با خطر بسیاری از اختلالات عروقی و متابولیک همبستگی مثبت دارد (۱۰). سطح واسپین با نشانگرهای التهابی مانند پروتئین واکنشی C با حساسیت بالا (hs-CRP) و اینترلوکین-6 (IL-6) ارتباط مثبت دارد (۳). بهرحال مشخص شده که واسپین فعالیت های ضد التهابی را در سلول های ماهیچه صاف عروقی دارد و واکنش التهابی ناشی از TNF- $\alpha$  در این سلول ها را مهار می کند (۴۲). سطح واسپین با نشانگرهای مقاومت به انسولین، از جمله سطوح انسولین و HOMA-IR (ارزیابی مدل هموستاتیک مقاومت به انسولین) همبستگی مثبت دارد (۴۳). سطح واسپین با معیارهای چاقی مانند وزن بدن، BMI، نسبت دور کمر به باسن (WHR) و درصد چربی بافت چربی همبستگی مثبت دارد (۳). از سوی دیگر سطح بسیار پائین واسپین با وجود و شدت بیماری عروق کرونر (CAD) همبستگی معکوس دارد. لی و همکاران (۲۰۱۱) کاهش بیان mRNA و سطوح پلاسمایی واسپین را در سلول های تک هسته ای خون محیطی در یک گروه همگن با CAD پیدا کردند. علاوه بر این، غلظت و بیان کم واسپین به طور قابل توجهی با شدت CAD و آنژین صدری ناپایدار مرتبط بود و یافته ها نشان می دهد که واسپین ممکن است به عنوان یک نشانگر زیستی جدید در CAD و همچنین آنژین صدری ناپایدار عمل کند (۴۴). بنابراین غلظت واسپین پلازما با شدت بیماری عروق کرونر ارتباط دارد. التهاب عروقی ایجاد شده توسط واسپین با سرکوب تشکیل سلول های کف ماکروفاژ و مهاجرت و تکثیر سلول های ماهیچه صاف عروق، آتروژنز را مهار می کند. واسپین همچنین با افزایش محتوای کلاژن و کاهش نسبت ماکروفاژ داخل پلاک به سلول های عضله صاف عروق، به تثبیت پلاک کمک می کند. این یافته ها نشان می دهد که افزایش غلظت واسپین ممکن است در نتیجه مقاومت در سطح گیرنده واسپین باشد. بنابراین، در چنین مواردی، افزایش سطح واسپین ممکن است نشان دهنده یک وضعیت مقاومت به انسولین یا مقاومت به واسپین باشد.

مطالعه حاضر پس از بررسی ۸ مطالعه در خصوص اثر تمرین مقاومتی انجام شده با تعداد ۲۲۵ آزمودنی این بود که تمرین مقاومتی موجب کاهش سطوح واسپین در آزمودنی های چاق یا دیابتی شده است بود (ES=-0/674, 95% CL= -1/021; -0/327, P<0/000). مطالعات نشان می دهد که کاهش سطح واسپین می تواند از طریق ارتباط با هورمونهای درگیر در کنترل وزن و اشتها، منجر به کاهش اشتها و مصرف غذا شود که ممکن است به مدیریت وزن افراد چاق کمک کند (۴۵) و چون کاهش وزن جزء مهمی در مدیریت چاقی و T2DM است این اثر بسیار حائز اهمیت است. علاوه بر این، کاهش واسپین ممکن است به کاهش التهاب کمک کند، در نتیجه خطر عوارض مرتبط با این شرایط، مانند بیماری های قلبی عروقی را کاهش می دهد (۴۶). باید در نظر داشت که کاهش واسپین ممکن است منعکس کننده کاهش چربی احشایی باشد که منجر به بهبود سلامت متابولیک و کاهش خطر ابتلا به عوارض بیشتر مرتبط با چاقی و T2DM می شود (۴۷). واسپین علاوه بر بافت چربی از بافت عضلانی نیز ترشح می شود. مطالعات نشان داده اند که واسپین با فعال کردن محور PI3K/AKT، مستقل از فعال شدن گیرنده انسولین، حساسیت به انسولین را در عضلات اسکلتی افزایش می دهد. این فعال سازی منجر به بیان و جابجایی GLUT4، یک انتقال دهنده کلیدی گلوکز می شود که جذب گلوکز با واسطه انسولین را در بافت عضلانی افزایش می دهد (۴۸). نشان داده شده است که تمرینات مقاومتی باعث بهبود حساسیت به انسولین در جمعیت های مختلف، از جمله افراد چاق، مسن و مبتلایان به T2DM می شود. این بهبود اغلب به افزایش توده عضلانی و عملکرد نسبت داده می شود که جذب و استفاده از گلوکز را افزایش می دهد. به عنوان مثال، یک مطالعه نشان داد که تمرین مقاومتی کوتاه مدت منجر به افزایش زودهنگام و پیشرونده در توده و عملکرد عضلانی می شود که منجر به بهبود حساسیت به انسولین می شود (۴۹). این امر

به ویژه برای افراد چاق و دیابتی که اغلب کاهش توده عضلانی و عملکرد را تجربه می کنند اثرگذاری بیشتری می تواند داشته باشد (۵۰). تمرین مقاومتی عمدتاً با افزایش توده عضلانی، جریان خون میکروواسکولار و بیان GLUT4 در عضله اسکلتی و همچنین با کاهش تجمع لیپید و التهاب در عضلات اسکلتی، حساسیت به انسولین عضله اسکلتی را بهبود می بخشد (۵۰).

در مطالعه حاضر مشاهده شد که تمرینات هوازی با کاهش معنادار سطوح واسپین در افراد چاق یا دیابتی همراه نبوده است. اگرچه تعدادی از مقالات مورد بررسی کاهش واسپین را پس از تمرینات هوازی گزارش کرده اند اما در آنالیز کل مطالعات انجام شده اثر معنادار تمرین هوازی روی واسپین مشاهده نشد. این امر می تواند دلایل مختلفی داشته باشد. به طور کلی، تغییرات واسپین سرم تحت تأثیر عوامل زیادی از جمله رژیم غذایی، فعالیت بدنی روزمره، وضعیت هورمونی و عوامل محیطی است (۵۱) و پراکندگی این عوامل در مطالعات انجام شده ممکن است روی نتایج اثرگذار بوده باشد. از سوی دیگر، برخی تحقیقات نشان می دهند که برای ایجاد تغییرات قابل توجه در سطوح واسپین، ممکن است شدت بالاتر یا مدت زمان طولانی تر تمرین هوازی لازم باشد، که در مطالعاتی که هیچ تغییری در سطوح واسپین گزارش نکرده اند، شدت و مدت تمرین پایین بوده است (۳۲).

آنالیز سه مطالعه محدود در خصوص تمرینات HIIT نشان داد که این نوع تمرین اثر معناداری بر سطوح واسپین مردان، زنان و دختران چاق غیر فعال یا زنان مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک ندارد ( $ES=-0/265, P < 0/670$ ) (۲۴, ۲۵, ۳۳). تاکنون دلیل عدم اثرگذاری این نوع تمرین بر سطوح واسپین مشخص نیست. مطالعات سطوح واسپین را قبل و بعد از مداخلات HIIT اندازه گیری کردند، اما زمان بندی این اندازه گیری ها ممکن است تغییرات گذرا بالقوه در واسپین را که می تواند با تمرین رخ دهد، ثبت نکرده باشد (۳۳). ممکن است برای تشخیص هر گونه نوسانات واسپین ناشی از تمرین ورزشی نمونه برداری مکرر نیاز باشد. مطالعات در جمعیت های مختلف از جمله افراد غیرفعال و بیماران مبتلا به سندرم تخمدان پلی کیستیک انجام شد. پروفایل های متابولیک و هورمونی این گروه ها ممکن است بر نحوه پاسخ واسپین به HIIT در مقایسه با سایر جمعیت ها تأثیر بگذارد. بهر حال مطالعات گذشته نشان می دهد که سطوح واسپین تحت تأثیر عواملی مانند سن، جنسیت، حساسیت به انسولین و وضعیت وزن قرار می گیرد، نه اینکه فقط ورزش به تنهایی اثر گذار باشد. به نظر می رسد تنظیم واسپین پیچیده باشد و ورزش ممکن است محرک اصلی تغییرات در سطوح آن نباشد. بهر حال شواهد موجود نشان می دهد که HIIT حداقل بر اساس طرح های مطالعه و جمعیت هایی که تاکنون مورد بررسی قرار گرفته اند، تأثیر قابل توجهی بر سطوح واسپین ندارد. تحقیقات بیشتری برای روشن شدن کامل رابطه بین HIIT و این آدیپوکین مورد نیاز می باشد.

نتایج تحلیل زیر گروهی براساس اثر سن (۵۰-۷۰ و ۱۸-۵۰) بر سطوح واسپین نشان داد که اثر بین گروهی (۵۰-۷۰ و ۱۸-۵۰) معنادار نمی باشد. اگرچه برخی از داده ها نشان می دهد که واسپین با افزایش سن در جمعیت عمومی افزایش می یابد (۵۲) با این حال، مطالعات کمی پاسخ های واسپین به تمرین را به طور مشخص بین افراد جوان و مسن مقایسه کرده اند. اکثر مطالعات تمرین ورزشی دارای محدوده سنی وسیعی در یک گروه واحد بودند. بنابراین، نتایج کنونی مطالعه ما هیچ مدرکی مبنی بر اینکه افراد مسن تر مبتلا به چاقی یا دیابت، سازگاری های واسپین کمتر یا بیشتری در مقایسه با هم تیان جوان تر از خود نشان می دهند را ارائه نمی کند.

نتایج دیگر تحلیل زیر گروهی بر سطوح واسپین نشان داد که اثر جنسیت نیز بر سطوح واسپین معنادار نمی باشد. تحقیقات قبلی در مورد تأثیرات بالقوه جنسیت بر واسپین سرمی مشخص نیست. برخی از مطالعات غلظت بالاتر واسپین را در زنان در مقایسه با مردان، بویژه در بزرگسالان، گزارش کردند (۳). در حالی که مطالعات دیگر تفاوتی بر اساس جنسیت در واسپین سرم پیدا نکردند (۴۳). اکثر مطالعات دارای یک نمونه مختلط یا فاقد قدرت کافی برای تشخیص تفاوت های جنسی کوچک بودند. تجزیه و تحلیل های اختصاصی در مورد جنسیت به عنوان کنترل این عامل هنوز مورد نیاز است. علاوه بر این، عواملی مانند وضعیت یائسگی در زنان در نظر گرفته نشده است. به طور کلی، یافته های ما نشان می دهد که بزرگسالان چاق و دیابتی از طریق تمرینات ورزشی بدون توجه به جنسیت،

کاهش مشابه سطح واسپین را داشتند. با این حال، تحقیقات بیشتری در مورد تأثیرات ظریف بالقوه جنسی بر تعاملات ورزش-واسپین ضروری است.

نتایج تحلیل زیر گروهی براساس اثر BMI (۲۵-۳۰ و بالای ۳۰) بر سطوح واسپین نشان داد که اثر بین گروهی (۳۰-۲۵ و بالای ۳۰) معنادار می باشد. تحقیقات نشان می دهد که سطح سرمی واسپین بالا با BMI همبستگی مثبت دارد (۳، ۴۳) به طوریکه یک همبستگی U شکل بین غلظت واسپین سرم و BMI وجود دارد (۵۳). سطوح بالاتر واسپین در چاقی شدید نسبت به چاقی متوسط ممکن است به چاقی توده چربی احشایی و غیراحشایی بیشتر و اختلال متابولیک مرتبط نسبت داده شود. نتایج متآنالیز ما نشان داد که افراد با BMI بین ۲۵-۳۰ کیلوگرم بر متر مربع نسبت به افراد با BMI بالای ۳۰ کیلوگرم بر متر مربع، کاهش بیشتری در سطوح واسپین داشتند. افرادی که BMI بین ۲۵ تا ۳۰ دارند ممکن است سطح واسپین اولیه کمتری در مقایسه با افراد با BMI بالای ۳۰ داشته باشند. این تفاوت در سطوح پایه می تواند بر میزان تغییرات مشاهده شده پس از تمرینات ورزشی تأثیر بگذارد. آنهایی که سطوح اولیه واسپین بالاتری دارند ممکن است پاسخ ضعیفی به ورزش داشته باشند، زیرا بدن آنها ممکن است به دلیل مقاومت مزمن به انسولین با سطوح بالای آدیپو کین سازگارتر باشد (۵۴). در افراد با BMI ۲۵-۳۰، فعالیت بدنی حاد ممکن است منجر به بهبود بارزتری در حساسیت به انسولین شود و در نتیجه سطح واسپین را کاهش دهد. برعکس، افرادی که BMI بالای ۳۰ دارند ممکن است بهبود کمتری در حساسیت به انسولین تجربه کنند که منجر به کاهش کمتری در سطح واسپین می شود (۵۵) که این امر در تمرینات منظم نیز ایجاد گردد. علاوه بر این، افرادی که BMI بالاتر از ۳۰ دارند اغلب نسبت بیشتری از چربی احشایی دارند که با سطوح بالاتر سیتوکین های پیش التهابی همراه است. این می تواند منجر به یک حالت التهابی مزمن شود که ممکن است کاهش سطح واسپین ناشی از تمرینات ورزشی را کاهش دهد (۵۶).

در تحلیل زیرگروهی مشخص شد که اثر نوع تمرین معنادار است و تمرینات مقاومتی نسبت به تمرینات استقامتی و HIIT با قدرت کاهش زیادی در سطوح واسپین همراه بوده است. از آنجایی که تمرینات مقاومتی علاوه بر کاهش چربی، معمولاً توده عضلانی بدون چربی را افزایش می دهد، این تغییرات در ترکیب بدن می تواند بر سطح واسپین تأثیر بیشتری از تمرین هوازی بگذارد. چندین مطالعه نشان داده اند که توده عضلانی بالا، نسبت توده عضلانی/چربی بالا و قدرت عضلانی بالا با مقاومت کمتر به انسولین مرتبط است (۵۷). افزایش توده عضلانی اغلب با بهبود سلامت متابولیک با کاهش مقاومت به انسولین همراه است، که ممکن است منجر به تغییر الگوهای ترشح واسپین شود. افزایش توده عضلانی نسبی اسکلتی در طول زمان نشان داده شده است که ارتباط معکوس با سندرم متابولیک دارد و افراد با افزایش شاخص توده عضلانی اسکلتی در طول یک سال، خطر ابتلا به سندرم متابولیک را به طور قابل توجهی کاهش دادند (۵۸). عضله اسکلتی متابولیسم گلوکز را از طریق تداوم با سایر اندام ها تنظیم می کند و افزایش توده نسبی بدون چربی بدن خطر ابتلا به سندرم متابولیک را در یک مطالعه جمعیتی بزرگ کاهش می دهد (۴۵). اگرچه باید این نکته را در نظر داشت که ناهمخوانی نتایج مطالعات هوازی بیشتر از مطالعات مقاومتی بود و این امر در تحلیل آماری می تواند اثر گذار باشد.

نتایج دیگر تحلیل زیر گروهی نشان داد که اثر بین گروهی نوع بیماری (چاق و T2DM) بر سطوح واسپین معنادار نمی باشد. این امر نشان می دهد که اثرات کاهش دهنده تمرین مزمن بر روی واسپین در افراد چاق و دیابتی به یک مکانیسم اساسی مشترک مربوط به بهبود سلامت متابولیک، کاهش استرس اکسیداتیو و افزایش حساسیت به انسولین با فعالیت بدنی منظم در این جمعیت های پرخطر اشاره دارد. با این وجود تحقیقات دقیق تری در مورد پاسخ های واسپین بر اساس وضعیت بیماری متابولیک هنوز مورد نیاز است.

مطالعه ما دارای محدودیت هایی بود که میتوان به تعداد ناکافی مقالات مربوط به تمرینات HIIT اشاره کرد که نتایج زیرآنالیزی را تحت تأثیر خود قرار می دهد. علاوه بر این، در صورت بررسی سایر جمعیت های بیمار نظیر بیماران قلبی عروقی، ارتباط مارکرهای این تحقیق با تمرینات منظم بدنی بهتر تفسیر می شد که مطالعات آینده بهتر است این امر را مد نظر داشته باشند.

**نتیجه گیری**

در فراتحلیل حاضر نشان داده شد که انجام تمرینات مقاومتی موجب کاهش معنادار میزان واسپین در افراد چاق و دارای بیماری T2DM می شود اما تمرینات هوازی و HIIT اثر معناداری نداشت. همچنین در پژوهش حاضر مشخص شد که افراد دارای BMI بین ۲۵ تا ۳۰ کاهش بیشتری در سطوح واسپین بر اثر تمرینات ورزشی داشتند و تمرینات مقاومتی نیز اثر کاهنده بیشتری نسبت به سایر تمرینات داشت. سن، جنسیت و نوع بیماری (چاق یا T2DM) در اثرگذاری تمرینات بر واسپین اثر معناداری نداشت.

### حمایت مالی

از سازمانهای تأمین کننده مالی در بخشهای عمومی و دولتی، تجاری، غیرانتفاعی دانشگاه یا مرکز تحقیقات هیچگونه کمک مالی از دریافت نشده است.

### مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده سازی مقاله مشارکت یکسان داشته اند.

### تعارض منافع

نویسندگان اعلام میدارند که در پژوهش حاضر هیچگونه تضاد منافع وجود ندارد.

### منابع

1. Rezaeimanesh D: **Responses of plasma levels of irisin, follistatin and insulin resistance index to two types of high intensity interval training in overweight men.** *Journal of Sport and Exercise Physiology* 2024, **16**(4):31-40.
2. Khabiri P: **Effect of aerobic exercise on fetoin A: elucidating the relationship between obesity and related metabolic problems.** *Research in Exercise Nutrition* 2023, **2**(2):60-47.
3. Dimova R, Tankova T: **The role of vaspin in the development of metabolic and glucose tolerance disorders and atherosclerosis.** *BioMed research international* 2015, **2015**(1):823481.
4. Zain S, Pung Y, Mohamed R: **Association of vaspin rs2236242 with type 2 diabetes mellitus and obesity: a meta-analysis of case-control studies.** *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders* 2023, **22**(1):237-243.
5. Nicholson T, Church C, Tsintzas K, Jones R, Breen L, Davis ET, Baker DJ, Jones SW: **Vaspin promotes insulin sensitivity in elderly muscle and is upregulated in obesity.** *Journal of Endocrinology* 2019, **241**(1):31-43.
6. Miyatake N, Wada J, Nakatsuka A, Sakano N, Teshigawara S, Miyachi M, Tabata I, Numata T: **Serum vaspin levels are associated with physical activity or physical fitness in Japanese: a pilot study.** *Environmental health and preventive medicine* 2014, **19**:200-206.
7. Heiker JT, Klötting N, Kovacs P, Kuettner EB, Sträter N, Schultz S, Kern M, Stumvoll M, Blüher M, Beck-Sickingen AG: **Vaspin inhibits kallikrein 7 by serpin mechanism.** *Cellular and Molecular Life Sciences* 2013, **70**:2569-2583.
8. Feng R, Li Y, Wang C, Luo C, Liu L, Chuo F, Li Q, Sun C: **Higher vaspin levels in subjects with obesity and type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis.** *Diabetes research and clinical practice* 2014, **106**(1):88-94.

- .٩ Wang H, Wang Q: **Low vaspin levels are related to endothelial dysfunction in patients with ankylosing spondylitis.** *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 2016, **49**(7):e5231.
- .١٠ Youn B-S, Kloting N, Kratzsch J, Lee N, Park JW, Song E-S, Ruschke K, Oberbach A, Fasshauer M, Stumvoll M: **Serum vaspin concentrations in human obesity and type 2 diabetes.** *Diabetes* 2008, **57**(2):372-377.
- .١١ 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):566-573.
- .١٢ Ji S, Kou W, Luan P, Jian W, Zhuang J, Xu X, Zhao Y, Li H, Peng W: **Plasma vaspin is an effective biomarker for evaluation of future cardiovascular events in patients with chest pain: a 5-year retrospective observational study.** *Annals of Translational Medicine* 2020, **8**(٧)
- .١٣ Askin L, Tanriverdi O, Tibilli H, Turkmen S: **Associations between Vaspin levels and coronary artery disease.** *Cardiovascular Innovations and Applications* 2020, **4**(3):211.
- .١٤ Seeger J, Ziegelmeier M, Bachmann A, Lossner U, Kratzsch J, Bluher M, Stumvoll M, Fasshauer M: **Serum levels of the adipokine vaspin in relation to metabolic and renal parameters.** *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 2008, **93**(1):247-251.
- .١٥ Choi SH, Kwak SH, Lee Y, Moon MK, Lim S, Park YJ, Jang HC, Kim MS: **Plasma vaspin concentrations are elevated in metabolic syndrome in men and are correlated with coronary atherosclerosis in women.** *Clinical Endocrinology* 2011, **75**(5):628-635.
- .١٦ Niyazi A, Yasrebi SMA, Yazdani M, Mohammad Rahimi GR: **High-Intensity Interval Versus Moderate-Intensity Continuous Exercise Training on Glycemic Control, Beta Cell Function, and Aerobic Fitness in Women with Type 2 Diabetes.** *Biological Research For Nursing* 2024, **26**(3):449-459.
- .١٧ Lee MK, Jekal Y, Im J-A, Kim E, Lee SH, Park J-H, Chu SH, Chung K-M, Lee HC, Oh EG: **Reduced serum vaspin concentrations in obese children following short-term intensive lifestyle modification.** *Clinica chimica acta* 2010, **411**(5-6):381-385.
- .١٨ Kim SM, Cho-GJ, Yannakouli M, Hwang TG, Kim IH, Park EK, Mantzoros CS: **Lifestyle modification increases circulating adiponectin concentrations but does not change vaspin concentrations.** *Metabolism* 2011, **60**(9):1294-1299.
- .١٩ KAZEMI A, RAHMATI M, DABAGHZADEH R, RAISI S, AGHAMOLAIE S: **The effect of high volume high intensity interval training on serum visfatin and vaspin, insulin resistance, lipid profile and body composition of overweight men.** 2015.
- .٢٠ Montazerifar F, Mogharnasi M, Mousavi Gilan R, Dashipour A: **The Effect of Endurance Exercise Training on Vaspin, Lipid Profile, and Anthropometric Indices in Young People.** *Journal of Nutrition and Food Security* 2019, **4**(4):263-271.
- .٢١ Mogharnasi M, TaheriChadorneshin H, Abbasi-Deloei N: **Effect of exercise training type on plasma levels of vaspin, nesfatin-1, and high-sensitivity C-reactive protein in overweight and obese women.** *Obesity medicine* 2019, **13**:34-38.
- .٢٢ Jalali-Kahnooj B, Batavani MR, Ghofrani M: **Effects of 8 weeks of combined training (resistance and endurance) on the serum vaspin level in obese girls.** *New Approaches in Exercise Physiology* 2021, **3**(6):99-110.



- .۲۳ Mahdirejei HA, Abadei SFR, Seidi AA, Gorji NE, Kafshgari HR, Pour ME, Khalili HB, Hajeizad F, Khayeri M: **Effects of an eight-week resistance training on plasma vaspin concentrations, metabolic parameters levels and physical fitness in patients with type 2 diabetes.** *Cell Journal (Yakhteh)* 2014, **16**(3):367.
- .۲۴ Aktaş H, Uzun Y, Kutlu O, Pençe H, Özçelik F, Çil E, Irak L, Altun Ö, Özcan M, Özsoy N: **The effects of high intensity-interval training on vaspin, adiponectin and leptin levels in women with polycystic ovary syndrome.** *Archives of physiology and biochemistry* 2022, **128**(1):37-42.
- .۲۵ Asaadi V, Azizbeigi K, Khosravi N, Nazari NH: **Effect of Exercise Training on Omentin-1 and Vaspin: comparison of continuous endurance, Circuit Resistance, and high intensity interval Trainings in obese young men.** *Sci J Rehabilitation Med* 2019, **8**(4):103-112.
- .۲۶ Avazpour S, Kalkhoran JF, Mohseni F: **Effect of 12 weeks of resistance training on serum, vaspin and chemerin in obese middle-aged women.** *Asian journal of sports medicine* 2020, **11**(1).
- .۲۷ Barzegari A, Mahdirejei HA: **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.
- .۲۸ Faramarzi M, Banitalebi E, Nori S, Farzin S, Taghavian Z: **Effects of rhythmic aerobic exercise plus core stability training on serum omentin, chemerin and vaspin levels and insulin resistance of overweight women.** *The Journal of sports medicine and physical fitness* 2015, **56**(4):476-482.
- .۲۹ Khademosharie M, Amiri Parsa T, Hamedinia MR, Hosseini-Kakhk SAR: **Effects of two aerobic training protocols on Vaspin, Chemerin and lipid profile in women with type 2 diabetes.** *Iranian South Medical Journal* 2014, **17**(4):571-581.
- .۳۰ Kim JY, Kim ES, Jeon JY, Jekal Y: **Improved insulin resistance, adiponectin and liver enzymes without change in plasma vaspin level after 12 weeks of exercise training among obese male adolescents.** *Korean J Obes* 2011, **20**(3):138-146.
- .۳۱ Asgari Hazaveh D, Riyahi Malayeri S, Babaei S: **Effect of eight weeks high intensity interval training and medium intensity interval training and Aloe vera intake on serum vaspin and insulin resistance in diabetic male rats.** *Journal of Arak University of Medical Sciences* 2018, **20**(11):67-75.
- .۳۲ Mirzazadeh Bakhteyari M: **Effect of Six Weeks of Aerobic Interval training on Serum Vaspin and Blood Glucose Levels in Obese Inactive Girls.** *Medical Laboratory Journal* 2021, **15**(3):21-26.
- .۳۳ Najafi M, ghazalian f, gaeini aa, abednatanzi h, Gholami M: **Comparison of high- intensity interval training and moderate- intensity continuous training on FMD and relation with vaspin and nitric oxide in patients with type ۲ diabetes.** *Sport Physiology & Management Investigations* 2023, **15**(1):129-144.
- .۳۴ Nezamdoust Z, Saghebjo M, Barzgar A: **EFFECT OF TWELVE WEEKS OF AEROBIC TRAINING ON SERUM LEVELS OF VASPIN, FASTING BLOOD SUGAR, AND INSULIN RESISTANCE INDEX IN WOMEN PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES.** *Iranian Journal of Diabetes and Lipid Disorders* 2015, **14**(2):99-104.
- .۳۵ Ranjbar K, Soori R, Ravasi AA: **The Effect of 12 Weeks of Resistance Training on Serum Levels of Vaspin and CRP in Obese Middle-Aged Men.** *Journal of Sport Biosciences* 2016, **8**(1):1-13.
- .۳۶ Safarzade A, Abbaspour-Seyedii A, Talebi-Garakani E, Fathi R, Saghebjo M: **Aerobic or resistance training improves anthropometric and metabolic parameters in overweight/obese women without any significant alteration in plasma vaspin levels.** *Sport Sciences for Health* 2013, **9**:121-126.

- ۳۷ Safarzade AR, Shafiee F, Talebi-Garakani E, Fathi R: **The effect of body composition alterations induced by aerobic exercise training on plasma vaspin concentration and insulin resistance index in overweight women.** *Metabolism and Exercise* 2014, **4**(1):27-38.
- ۳۸ Hejazi M, Nizam Dost Z, Jo M: **The effect of 12 weeks of aerobic exercise on serum levels of leptin, vaspin and some indices of oxidative stress in obese middle-aged women.** *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism* 2014, **2**(16):118-111.
- ۳۹ Soori R, Ravasi A, Ranjbar K: **The comparison of between endurance and resistance training on vaspin and adiponectin in obese middle-age men.** *Sport Physiology* 2014, **5**(20):97-114.
- ۴۰ Baravati SAP, Rashki J, Mogharnasi M, Tabas AT: **Effect of eight weeks' resistance and endurance training on serum levels of vaspin and Anthropometric indicators in obese and overweight young men.** *Asian Exercise and Sport Science Journal* 2017, **1**(1):23-33.
- ۴۱ Shahdadi A ,Molaei K: **The effect of 8 Weeks rhythmic aerobic exercise on vaspin levels and lipid profile in overweight and obese women.** *Mediterranean Journal os Social Sciences* 2016, **7**.
- ۴۲ Radzik-Zajac J, Wytrychowski K, Wisniewski A, Barg W: **The role of the novel adipokines vaspin and omentin in chronic inflammatory diseases.** *Pediatric Endocrinology Diabetes and Metabolism* 2023, **29**(1):48-52.
- ۴۳ Pilarski Ł, Pelczyńska M, Koperska A, Seraszek-Jaros A, Szulińska M, Bogdański P: **Association of serum vaspin concentration with metabolic disorders in obese individuals.** *Biomolecules* 2023, **13**(3):508.
- ۴۴ Ling Li H, Hui Peng W, Tao Cui S, Lei H, Dong Wei Y, Ming Li W, Wei Xu Y: **Vaspin plasma concentrations and mRNA expressions in patients with stable and unstable angina pectoris.** *Clinical chemistry and laboratory medicine* 2011, **49**(9):1547-1554.
- ۴۵ Oh YH, Choi S, Lee G, Son JS, Kim KH, Park SM: **Changes in body composition are associated with metabolic changes and the risk of metabolic syndrome.** *Journal of clinical medicine*. ۲۰۲۱, **۱۰**(۴):۷۴۵.
- ۴۶ Yang W, Li Y, Tian T, Wang L: **Serum Vaspin Concentration in Elderly Type 2 Diabetes Mellitus Patients with Differing Body Mass Index: A Cross-Sectional Study.** *BioMed Research International* 2017, **2017**(1):4875026.
- ۴۷ Lee M-W, Lee M, Oh K-J: **Adipose tissue-derived signatures for obesity and type 2 diabetes: adipokines, batokines and microRNAs.** *Journal of clinical medicine* 2019, **8**(6):854.
- ۴۸ Wang HH, Chong M, Perrot N, Feiner J, Hess S, Yusuf S, Gerstein H, Paré G, Pigeyre M: **Vaspin: A Novel Biomarker Linking Gluteofemoral Body Fat and Type 2 Diabetes Risk.** *Diabetes Care* 2024, **47**(2):259-266.
- ۴۹ Ismail AD, Alkhayl FFA, Wilson J, Johnston L, Gill JM, Gray SR: **The effect of short-duration resistance training on insulin sensitivity and muscle adaptations in overweight men.** *Experimental physiology* 2019, **104**(4):540-545.
- ۵۰ Wang B, Luo X, Li R-R, Li Y-N, Zhao Y-C: **Effect of resistance exercise on insulin sensitivity of skeletal muscle.** *World Journal of Meta-Analysis* 2021, **9**(2):101-107.
- ۵۱ Shahraki Z, Eftekhari E: **Impact of Aerobic Exercise on Serum Vaspin Level in Female Patients With Type 2 Diabetes Mellitus.** *Crescent Journal of Medical & Biological Sciences* 2018, **5**(۳)

- ۵۲ Xu X, Wen J, Lu Y, Ji H, Zhuang J, Su Y, Liu B, Li H, Xu Y: **Impact of age on plasma vaspin concentration in a group of normal Chinese people.** *Journal of Endocrinological Investigation* 2017, **40**:143-151.
- ۵۳ Aust G, Richter O, Rohm S, Kerner C, Hauss J, Klötting N, Ruschke K, Kovacs P, Youn B-S, Blüher M: **Vaspin serum concentrations in patients with carotid stenosis.** *Atherosclerosis* 2009, **204**(1):262-266.
- ۵۴ Malayeri SR, Hoseini M: **The effect of acute exercise on vaspin and chemerin levels in obese men.** *J Basic Res Med Sci* 2021, **8**(1):58-66.
- ۵۵ Oberbach A, Kirsch K, Lehmann S, Schlichting N, Fasshauer M, Zarse K, Stumvoll M, Ristow M, Blüher M, Kovacs P: **Serum vaspin concentrations are decreased after exercise-induced oxidative stress.** *Obesity facts* 2010, **3**(5):328-331.
- ۵۶ Ghahramani M, Rohani H, Ghiasi A: **Post-resistance exercise response of vaspin adipocytokine and its relation to insulin and glucose levels in overweight women.** *Middle-East Journal of Scientific Research* 2012, **11**(10):1328-1334.
- ۵۷ Al-Ozairi E, Alsaed D, Alroudhan D, Voase N, Hasan A, Gill JM, Sattar N, Welsh P, Gray CM, Boonpor J: **Skeletal muscle and metabolic health: how do we increase muscle mass and function in people with type 2 diabetes?** *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 2021, **106**(2):309-317.
- ۵۸ Kim G, Lee S-E, Jun JE, Lee Y-B, Ahn J, Bae JC, Jin S-M, Hur KY, Jee JH, Lee M-K: **Increase in relative skeletal muscle mass over time and its inverse association with metabolic syndrome development: a 7-year retrospective cohort study.** *Cardiovascular diabetology* 2018, **17**:1-13.