



Review Article

Effect of Aerobic Exercise on Glycosylated Hemoglobin and Resistin in Overweight and Obese People with Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis

Omid Zafarmand^{1*}, Khadijeh Molaei², Mehdi Mogharnasi³

¹ M.Sc. in Exercise Physiology, Department of Physical Education and Sports Sciences, School of Humanities, University of Yasouj, Yasouj, Iran

² M.Sc. in Exercise Physiology, Department of Sports Science, Faculty of Education and Psychology, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

³ Professor, Department of Sports Science, University of Birjand, Birjand, Iran

***Corresponding author:** Omid Zafarmand, Department of Physical Education and Sports Sciences, School of Humanities, University of Yasouj, Yasouj, Iran. E-mail: omidzafarmand2202@gmail.com.

DOI: [10.32592/nkums.16.4.8](https://doi.org/10.32592/nkums.16.4.8)

How to Cite this Article:

Zafarman O, Molaei Kh, Mogharnasi M. Effect of Aerobic Exercise on Glycosylated Hemoglobin and Resistin in Overweight and Obese People with Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. J North Khorasan Univ Med Sci. 2024;16(4):8-29. DOI: [10.32592/nkums.16.4.8](https://doi.org/10.32592/nkums.16.4.8)

Received: 04 May 2024

Accepted: 24 Jun 2024

Keywords:

Aerobic exercise
Glycosylated hemoglobin
Resistin
Type 2 diabetes

Abstract

Introduction: Diabetes is a silent metabolic disease characterized by a chronic increase in blood sugar and disturbance in carbohydrate, fat, and protein metabolism. Scientific findings have shown that exercise is an option for the treatment of these patients. In this regard, the present study aimed to investigate the effect of aerobic exercise on glycosylated hemoglobin and resistin in overweight and obese people with type 2 diabetes.

Method: A systematic search of English and Farsi articles published in PubMed, Web of Science, Civilica, Scopus, Sid, and Magiran databases was conducted until January 2024. Mean difference and 95% confidence interval were calculated using a random effect model. Heterogeneity was evaluated using the (I²) test. Moreover, publication bias was evaluated by visual analysis of the funnel plot and Egger's test.

Results: In total, 57 studies with 1612 obese and overweight subjects with type 2 diabetes were meta-analyzed. The results showed that aerobic exercise caused a significant decrease in glycosylated hemoglobin [$P=0.001$, $SMD=-0.98$ mg/dL (-1.11 to 0.85)] and a non-significant change in resistin [$P=0.36$, $SMD=-0.08$ mg/dL (-0.27 to 0.10)]. Compared to the control group, overweight and obese people were diagnosed with type 2 diabetes.

Conclusion: Results of the present meta-analysis showed that aerobic exercise caused a significant decrease in glycosylated hemoglobin and improved resistin values. It seems that aerobic exercise, as one of the appropriate and practical treatment strategies, can be effective in reducing metabolic disorders of overweight and obese people with type 2 diabetes.



تأثیر تمرینات هوازی بر هموگلوبین گلیکوزیله و رزیستین در افراد چاق و دارای اضافه وزن و مبتلا به دیابت نوع دو: یک مرور نظام مند و فراتحلیل

امید ظفرمند^{۱*}، خدیجه ملایی^۲، مهدی مقرنسی^۳

^۱ کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران
^۲ کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران
^۳ استاد، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
^{*} نویسنده مسئول: امید ظفرمند، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران. ایمیل: omidzafarmand2202@gmail.com

DOI: 10.32592/nkums.16.4.8

چکیده مقدمه: دیابت بیماری متابولیکی خاموشی است که مشخصه آن افزایش مزمن قندخون و اختلال در متابولیسم کربوهیدرات، چربی و پروتئین است. یافته‌های علمی نشان داده است که ورزش یک گزینه برای درمان این بیماران است. هدف مطالعه حاضر، اثر تمرین‌های هوازی بر هموگلوبین گلیکوزیله و رزیستین در افراد چاق، دارای اضافه‌وزن و مبتلا به دیابت نوع دو بوده است. روش کار: جستجوی سیستماتیک مقالات انگلیسی و فارسی منتشرشده از پایگاه‌های اطلاعاتی PubMed، Web of Science، Scopus، Sid و Magiran تا ژانویه سال ۲۰۲۴ انجام شد. تفاوت میانگین و فاصله اطمینان (CI) با استفاده از مدل اثر تصادفی محاسبه شد. ناهمگونی با استفاده از آزمون (I²) و سوگیری انتشار با تحلیل بصری فونل پلات و آزمون Egger بررسی شدند. یافته‌ها: در مجموع، ۵۷ مطالعه با ۱۶۱۲ آزمودنی چاق و دارای اضافه‌وزن مبتلا به دیابت نوع دو فراتحلیل شده‌اند. نتایج نشان داد که تمرینات هوازی سبب کاهش معنادار هموگلوبین گلیکوزیله [$SMD = -0.11$، $P = 0.001$]، $SMD = -0.98$ mg/dL (-0.85 الی -1.11) و تغییر غیرمعنادار رزیستین [$SMD = 0.08$ mg/dL (0.10 الی -0.27)، $P = 0.36$] نسبت به گروه کنترل در افراد چاق دارای اضافه‌وزن و مبتلا به دیابت نوع دو شده است. نتیجه‌گیری: نتایج فراتحلیل حاضر نشان داد که تمرین هوازی سبب کاهش معنادار هموگلوبین گلیکوزیله و بهبود مقادیر رزیستین شده است. به نظر می‌رسد تمرین هوازی، به عنوان یکی از راهکارهای درمانی مناسب و کاربردی، می‌تواند در کاهش اختلالات متابولیکی افراد چاق دارای اضافه‌وزن و مبتلا به دیابت نوع دو موثر باشد.	تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۰۴
	واژگان کلیدی: تمرینات هوازی هموگلوبین گلیکوزیله رزیستین دیابت نوع دو

مقدمه

است. این بیماری یکی از ۱۰ عامل مرگ‌ومیر در سطح جهان در نظر گرفته شده است و علت مرگ حدود ۱/۶ میلیون نفر در سراسر جهان است و سومین عامل خطر مرگ‌ومیر زودرس به دلیل هایپرگلیسمی و استرس اکسیداتیو و التهاب ناشی از هایپرگلیسمی در سراسر جهان معرفی شده است [۶]. امروزه، فعالیت بدنی به عنوان مداخله غیرتهاجمی بدون عوارض جانبی، جهت پیشگیری و در زمینه درمان نارسایی‌ها و اختلال‌های جسمی و روانی جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است [۷]. از طرفی، فعالیت بدنی در جلوگیری از شیوع چاقی و اضافه‌وزن نقش داشته و ورزش، وزن بدن را با افزایش مصرف انرژی، تحت‌تأثیر قرار می‌دهد [۸]. تمرین هوازی، تمرینی است که عضلات بزرگ بدن را برای مدتی به طور منظم و پیوسته به فعالیت وامی‌دارد [۹]. تمرین هوازی با شدت متوسط تا شدید می‌تواند انتقال‌دهنده‌های گلوکز در عضلات و عملکرد انسولین را بهبود بخشد [۹، ۱۰].

تغییر سبک زندگی موجب کاهش فعالیت بدنی منظم شده است، به طوری که بروز برخی بیماری‌های مرتبط با افزایش وزن و نبود آمادگی جسمانی حتی در سنین پایین نیز مشاهده می‌شود [۱]. اضافه‌وزن و چاقی در جایگاه یک مشکل جدی، توجه محققان علوم ورزشی را به خود جلب کرده است؛ زیرا چاقی و بی‌حرکتی عامل تغییر عملکرد میتوکندری و خطرناک‌سازی از بیماری‌های شایع از جمله دیابت نوع دو (Type 2 diabetes mellitus-T2DM) است [۲]. چاقی و اضافه‌وزن می‌تواند احتمال ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی، سندرم متابولیک، دیابت نوع دو، سرطان، پرفشاری خون، دیس‌لیپیدمی و هیپرآنسولیمی را افزایش دهد [۳، ۴]. دیابت نوع دو، یک بیماری مزمن است که مشخصه آن کاهش حساسیت به انسولین و کنترل ضعیف گلوکز است [۵]. دیابت نوع دو یکی از چهار بیماری مهم غیرواگیر شناخته شده است که برای رفع شیوع و عوارض ناشی از این بیماری، نیاز فوری به همکاری همه سازمان‌های کلیدی مرتبط با سلامت در سطح جهان

تمرین ورزشی که اغلب در دیابت از آن به صورت کنترل کننده وضعیت گلیسمی یاد می شود، نقش بسیار مهمی را در بهبود عوارض قلبی-عروقی دیابت نوع دو دارد. به طور کلی، آثار مفید تمرینات ورزشی در دیابت، در ارتباط با کنترل گلیسمی و فاکتورهای خطرهای گوناگون بیماری های قلبی-عروقی است [۱۱]. از جمله اهداف درمانی مهم در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو، کنترل متابولیک و ارزیابی مراقبت ها و درمان در آن ها است. هدف از درمان، پایین آوردن میزان قندخون به حد مطلوب و ارتقای کیفیت زندگی بیماران مبتلا به دیابت است [۱۲]. در حال حاضر، مدیریت قندخون در دیابت، به این دلیل که از عوارض حاد و طولانی مدت، پیشگیری می کند، اهمیت فراوانی دارد. هم اکنون، اندازه گیری و استفاده از متوسط مقدار هموگلوبین گلیکوزیله (Glycosylated hemoglobin-HbA1c) پیش بینی کننده مطلوبی برای عوارض دیابت تلقی می شود [۱۳].

HbA1c یک آزمایش خونی است که نشانگر میانگین قندخون فرد طی دو تا سه ماه گذشته است. نتایج این آزمایش نشان می دهد که چند درصد از هموگلوبین خون با قند ترکیب شده است، که هر چه این درصد بالاتر باشد، نشانگر بالا بودن متوسط میزان قندخون است [۱۴]. همچنین، HbA1c یک عامل خطر مستقل برای بیماری عروق کرونر قلب و سکته مغزی در افراد با یا بدون ابتلا به دیابت است [۵، ۱۵، ۱۶]. پژوهشگران در مطالعاتی گزارش داده اند که انجام تمرینات هوازی در کاهش HbA1c در مبتلایان به دیابت نوع دو موثر بوده است [۱۷، ۱۸، ۱۹]. همچنین نتایج فراتحلیل، آثار مثبت تمرینات هوازی را بر بهبود HbA1c گزارش کرده اند [۲۰، ۲۱، ۲۲]. از طرفی، مطالعه فراتحلیلی رحمتی و همکاران در سال (۲۰۱۹)، تاثیر فعالیت های ورزشی استقامتی بر برخی متغیرهای وابسته به مبتلا به دیابت نوع دو را ارزیابی کرده اند و نتایج ۳ مطالعه با ۷۴ آزمودنی نشان داده اند که تمرینات استقامتی موجب بهبود HbA1c شد [۲۳]. از سوی دیگر، مطالعه فراتحلیلی کاظمی نسب و احمدی نژاد در سال ۲۰۲۴، اثر تمرینات ورزشی را بر HbA1c و گلوکز ناشتا در بیماران مبتلا به دیابت بررسی کرده اند و نتایج ۱۴ مطالعه با ۶۳۷ آزمودنی نشان دادند که تمرینات ورزشی سبب کاهش معنادار HbA1c نمی شود [۲۴].

بافت چربی علاوه بر ذخیره چربی، یک بافت فعال برای ترشح آدیپوکین ها (Adipokines) است [۲۵]. رزیستین (Resistin) آدیپوسایتوکینی متعلق به خانواده ای از پروتئین ها با انتهای کربوکسیل غنی از سیستئین به نام مولکول های شبه رزیستینی یا پروتئین های موجود در نواحی التهابی است [۲۶]. رزیستین از بافت چربی و سلول های ایمنی سنتز می شود. افزایش ترشح این هورمون سبب اختلال در عمل انسولین و سوخت و ساز گلوکز می شود و رابط مهمی بین مقاومت به انسولین و چاقی است [۲۷]. در انسان سطوح سرمی رزیستین در افراد مبتلا به دیابت نوع دو در مقایسه با افراد سالم بالاتر

است [۲۸]. به دلیل ترشح در مقادیر پایه به وسیله سلول های تک هسته ای مثل ماکروفاژها، رزیستین در شرایط التهابی در انسان دخیل است و نقش رزیستین انسانی بیشتر در سلول های تک هسته ای آشکار می شود و به وسیله سیگنال های التهابی القا می شود. رزیستین انسانی در پاسخ به تحریک های التهابی مختلف مانند فاکتور نکروزدهنده تومور-آلفا (Tumor necrosis factor alpha-TNF- α)، لیپوپولی ساکارید (Lipopolysaccharide-LPS) و اینترلوکین ۶ (IL-6) ترشح می شود و رزیستین به تنهایی سیتوکین های پیش التهابی را القا می کند که این امر نقش آن را در التهاب در انسان آشکار می سازد [۲۷]. پژوهشگران در مطالعاتی گزارش داده اند که تمرینات هوازی موجب کاهش رزیستین در افراد مبتلا به دیابت نوع دو شده است [۲۹، ۳۰، ۳۱].

در داخل و خارج کشور نیز در این باره مطالعات زیادی انجام شده اند که ابعاد مختلف تاثیر مداخله های ورزشی بر HbA1c و رزیستین را در افراد چاق و دارای اضافه وزن و مبتلا به دیابت نوع دو را بررسی کرده اند. اثربخشی تمرین های ورزشی مختلف برای بهبود متغیرهای HbA1c و رزیستین در افراد چاق و دارای اضافه وزن و مبتلا به دیابت نوع دو به خوبی به اثبات رسیده است؛ اما درباره موثرین شیوه های تمرینی از لحاظ نوع و مدت مداخله تمرینی توافقی وجود ندارد. به طور کلی، تمرینات بدنی منظم موجب کاهش تحریک سمپاتیکی و افزایش آدیپوسایتوکین های ضد التهابی، میزان آزادسازی میانجی های التهابی را از بافت چربی که در ابتلا به بیماری های مزمن نقش مهمی دارند، مهار می کند [۱]. همچنین، برای بهبود وضعیت جسمانی در افراد چاق و مبتلا به دیابت نوع دو انجام تمرینات ورزشی منظم از هوازی و مقاومتی پیشنهاد شده است [۲]. سازوکار عمل بدین شرح است که تمرینات هوازی موجب افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی، انرژی مصرفی و اکسیداسیون چربی می شود [۲]. در مجموع، بر اساس مطالب مزبور و ادبیات مطالعه به نظر می رسد که فعالیت بدنی، خواه هوازی و خواه مقاومتی، تاثیراتی مثبت برای کاهش HbA1c و کاهش رزیستین به ارمغان می آورد و علی رغم مطالعات فراوانی که انجام شده است، خلأ دانشی در اندک بودن مرورهای فراتحلیل کماکان برجسته است. نظر به اینکه تاثیر فعالیت ورزشی مزمن بر آدیپوکین های در گردش انسان به خوبی مستند نشده است؛ بنابراین، انجام مروری فراتحلیل برای تلفیق نتایج مطالعات پیشین و ارائه یافته های قابل استنادتر و نتیجه گیری کلی تر ضرورت می یابد. از این رو، فراتحلیل حاضر با هدف تمرینات هوازی بر HbA1c و رزیستین در افراد چاق و دارای اضافه وزن و مبتلا به دیابت نوع دو به انجام رسیده است.

روش کار

پژوهش حاضر، از نوع مطالعات مرور نظام مند و فراتحلیل است که براساس دستورالعمل کاکرین (Cochrane) و پریزما (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-

منابع داده‌ها و روش جستجوی اطلاعات

برای استخراج مقالات، جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی پابمد (PubMed)، اسکوپوس (Scopus)، وب آو ساینس (Web of Science) و سیولیکا (Civica) تا ژانویه ۲۰۲۴ (بدون محدود کردن سال انتشار) برای مقالات انگلیسی با استفاده از کلیدواژه‌های زیر انجام گرفت. "Interval training"، "HIIT"، "Aerobic Exercise"، "Interval Training"، "Aerobic Interval"، "Intermittent Training"، "High Intensity Interval Exercise"، "High Intensity Intermittent"، "High Intensity Interval Training"، "High Intensity Sprint"، "Interval Exercise"، "Moderate-Intensity Continuous"، "SIT"، "Resistin"، "HbA1c"، "Glycated Hemoglobin"، "Exercise"، "Type 2 diabetes"، "Obese"، "Overweight".

همچنین، جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی (SID) و میگیران (Magiran) برای مقالات فارسی تا اسفندماه ۱۴۰۲ با استفاده از کلیدواژه‌های «تمرین هوازی»، «تمرین تناوبی (تمرین اینتروال)»، «تمرین تداومی»، «هموگلوبین گلیکوزیله»، «رزیستین»، «اضافه‌وزن»، «چاق»، «دیابت نوع دو» انجام شده است. در ادامه، فهرست منابع مقالات استخراج شده و همچنین مقالات استنادکننده به آن‌ها به روش دستی در گوگل اسکولار (Google Scholar) بررسی شده است. هر سه پژوهشگر، جستجوی پایگاه‌های اطلاعاتی را به صورت مستقل انجام داده‌اند.

معیارهای ورود و خروج مقالات

برای انجام پژوهش فراتحلیل، مقالات با مشخصات زیر وارد مطالعه شده‌اند: ۱- مطالعات کارآزمایی بالینی تصادفی شده (Randomized control trial-RCT)، منتشرشده به زبان فارسی یا انگلیسی؛ ۲- مطالعات انجام شده درباره افراد چاق و دارای اضافه‌وزن و مبتلا به دیابت نوع دو؛ ۳- مطالعات بررسی کننده اثر تمرین هوازی در برابر گروه کنترل؛ ۴- مطالعات اندازه‌گیری کننده بر هموگلوبین گلیکوزیله و رزیستین؛ ۵- دارابودن داده‌های میانگین و انحراف استاندارد برای پس‌آزمون و پیش‌آزمون متغیرهای مذکور برای آزمودنی‌ها در تمرین هوازی. معیارهای خروج شامل مطالعات حیوانی، چکیده مقالات ارائه شده در همایش‌ها، پایان‌نامه‌ها، مطالعات مقطعی (Cross-Sectional)، مطالعات مروری (Review) و مطالعات فراتحلیل (Meta-analysis) بوده‌اند. همچنین، مطالعاتی که اثر تمرین هوازی را بدون گروه کنترل (بدون انجام تمرین هوازی) بررسی کرده بودند، از پژوهش فراتحلیل حاضر خارج شدند. بررسی اولیه مقالات را هر سه پژوهشگر به صورت مستقل انجام داده‌اند و هرگونه اختلاف نظر با مشورت هر سه محقق حل شد.

استخراج داده‌ها

پس از بررسی جامع تمام مقالات، سه پژوهشگر اطلاعات کامل مقالات، داده‌ها از جمله هموگلوبین گلیکوزیله و رزیستین در افراد چاق و دارای

اضافه‌وزن و مبتلا به دیابت نوع دو را به‌طور مستقل استخراج کردند و هرگونه اختلاف نظر با مشورت محقق سوم بررسی شد و در انتها تصمیم نهایی را هر سه محقق گرفتند. اطلاعات مربوط به نوع مطالعه، نویسنده اول، سال انتشار، تصادفی یا غیر تصادفی بودن، تعداد نمونه، کیفیت مطالعه، ویژگی‌های آزمودنی‌ها شامل سن، جنسیت و شیوه‌نامه تمرین (نوع مداخله، طول مداخله، تعداد جلسات در هفته و شدت تمرین) استخراج شد. در صورت نبود داده‌های کافی برای انجام فراتحلیل، از طریق ایمیل با نویسنده مسئول مکاتبه صورت گرفت و داده‌های مورد نیاز مطالعه فراتحلیل حاضر دریافت شد. همچنین، در صورت عدم پاسخ‌گویی یا عدم دریافت مقاله از سوی نویسنده مسئول مقاله، استخراج داده‌ها از نمودار مقالات با استفاده از getdata یا تخمین انحراف استاندارد (Standard deviation-SD) از خطای استاندارد میانگین (SEM-Standard error of the mean) صورت گرفت [۳۲، ۳۳].

بررسی کیفیت مقالات

بررسی کیفیت مقالات را نیز هر سه محقق به‌طور مستقل انجام دادند. ارزیابی کیفیت مطالعات با استفاده از چک‌لیست (بازبینی) ۹ سوالی پدرو (Pedro) انجام شد [۳۲، ۳۴]. معیارهای ارزیابی شامل موارد زیر هستند: ۱- مشخص بودن ضوابط واجد شرایط بودن آزمودنی‌ها؛ ۲- اختصاص شرکت‌کنندگان به‌طور تصادفی به گروه‌های مختلف؛ ۳- آشنایی نداشتن شرکت‌کنندگان نسبت به گروه‌بندی‌هایشان؛ ۴- یکسان بودن آزمودنی‌ها از نظر وزن بدن در گروه‌های مختلف مطالعه؛ ۵- وجود ارزیابی یکسوکور برای متغیر اصلی پژوهش (Blinding of all assessors)؛ ۶- خروج کمتر از ۱۵ درصد شرکت‌کنندگان از پژوهش؛ ۷- انجام تجزیه و تحلیل به صورت Intention to treat (ITT)؛ ۸- وجود گزارش تفاوت‌های آماری بین گروه‌ها برای متغیر اصلی پژوهش؛ ۹- وجود گزارش میانگین، انحراف معیار و میزان معناداری (P value). به تمام پرسش‌های بازبینی پدرو (Pedro)، با دو گزینه بله ✓ یا خیر ✗ پاسخ داده شد. امتیاز حداقل صفر و حداکثر ۹ بوده است که در آن ارزش عددی بالاتر، نمایانگر کیفیت بالاتر مطالعه بوده است (جدول ۲).

فراتحلیل

مطالعه فراتحلیل حاضر برای تعیین اثر تمرینات هوازی بر هموگلوبین گلیکوزیله و رزیستین در افراد چاق و دارای اضافه‌وزن و مبتلا به دیابت نوع دو انجام گرفته است. در این مطالعه، برای انجام تجزیه و تحلیل آماری از میانگین، انحراف استاندارد و حجم نمونه استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از مدل اثر تصادفی انجام و تفاوت میانگین و فاصله اطمینان ۹۵٪ در نظر گرفته شده است. برای تعیین عدم تجانس (ناهمگونی-Heterogeneity) مطالعات از آزمون (I^2) استفاده شد که بر طبق دستورالعمل کوکران مقدار ناهمگونی به ترتیب ناهمگونی کم (کمتر از ۲۵ درصد)؛ ناهمگونی خفیف (۲۵ تا ۵۰ درصد)؛ ناهمگونی متوسط (۵۰ تا ۷۵ درصد) و ناهمگونی بالا (بیشتر از ۷۵ درصد) تفسیر شده است [۳۲].

گلیکوزیله و ۲۲ مطالعه برای متغیر رزیستین وجود داشته است (شکل ۱).

ویژگی آزمودنی‌ها

۱۶۱۲ آزمودنی وارد مطالعه فراتحلیل حاضر شده‌اند که همه شرکت‌کنندگان، افراد چاق و دارای اضافه‌وزن و مبتلا به دیابت نوع دو بوده‌اند. ۸۵۰ آزمودنی در گروه تمرینات هوازی با میانگین سنی ۵/۲۳ $\pm$ ۴۸/۲۰ سال و در گروه کنترل ۷۶۲ آزمودنی با میانگین سنی ۶/۰۵ $\pm$ ۴۸/۰۷ سال بوده‌اند. تعداد آزمودنی‌های مطالعات با حداقل ۱۴ نفر (۵۷) و حداکثر ۱۰۰ نفر (۴۹) بوده است (جدول ۱).

ویژگی شیوه‌نامه‌های تمرین

۵۷ مطالعه (با ۶۴ مداخله) وارد مطالعه فراتحلیل حاضر شدند. مدت هر جلسه برای تمرینات هوازی حداقل ۱۰ تا ۱۵ دقیقه [۳۶] و حداکثر ۳۰ تا ۱۰۰ دقیقه [۲۹] بوده است. شدت تمرین برای تمرینات هوازی حداقل ۳۰ تا ۷۵ درصد [۲۹] و حداکثر ۷۵ تا ۹۰ درصد حداکثر ضربان قلب [۳۰] بوده است (جدول ۱).

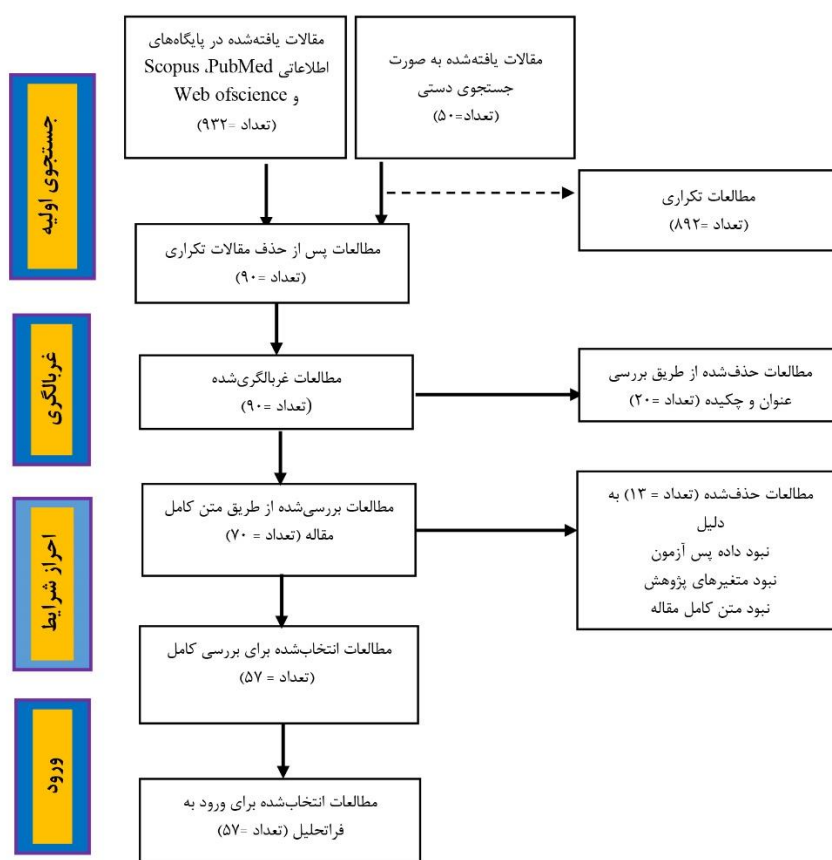
کیفیت مطالعات

نتایج بررسی کیفیت مقالات با استفاده از Pedro نشان داد که حداقل امتیاز کیفیت مقالات ۶ و حداکثر امتیاز ۸ بوده است (جدول ۲).

است برای تحلیل داده‌ها از مدل اثر تصادفی استفاده شده است. در صورت عدم ناهمگونی در ادامه تحلیل، حساسیت (Sensitivity analysis) از طریق روش یک به یک مطالعات (Leave one-out method) با لحاظ کردن (I^2) کمتر از ۲۵ به عنوان ملاک لحاظ شد. سوگیری انتشار نیز با استفاده از تفسیر بصری فونل پلانت بررسی شد که در صورت مشاهده سوگیری آزمون Egger به عنوان یک آزمون تعیین‌کننده ثانویه استفاده شد که در آن سطح معناداری برابر با ۰/۱ به عنوان سوگیری انتشار معنادار در نظر گرفته شد [۸۶].

یافته‌ها

بر اساس جستجو در پایگاه‌های اطلاعات علمی تا ژانویه ۲۰۲۴، ۹۸۲ مقاله یافته شد. پس از حذف مقالات تکراری، ۹۰ مقاله و پس از بررسی عنوان‌ها و چکیده مقالات، در نهایت ۷۰ مقاله برای ارزیابی متن کامل انتخاب شدند که پس از بررسی متن کامل مقالات، ۱۳ مقاله از مطالعه حاضر خارج شده‌اند. ۳ مطالعه به دلیل نداشتن داده پس‌آزمون، ۳ مطالعه به دلیل نبود متغیرهای پژوهش، ۴ مطالعه به دلیل نبود متن کامل مقاله، ۳ مطالعه به دلیل نبود گروه کنترل خارج شده‌اند. در نهایت، ۵۷ مطالعه وارد فراتحلیل حاضر شده‌اند؛ بنابراین، ۳۹ مطالعه برای متغیر هموگلوبین



شکل ۱. فلوچارت انتخاب مطالعات

جدول ۱. ویژگی آزمودنی‌ها و شیوه‌نامه ورزشی

مطالعه – سال	نوع کشور	مطالعه – نمونه (جنسیت)	ویژگی‌های آزمودنی‌ها	متغیرها	سن (سال)	BMI (kg/m ²)	طول مداخله (هفته)	مدت تمرین (دقیقه)	شدت تمرین
مسحنه و همکاران ۲۰۲۳ [۳۵]	RCT – ایران	۱۶ زن	چاق	هموگلوبین گلیکوزیله	تمرین (۸ نفر): ۴۴/۲۵ + ۲/۱۹ کنترل (۸ نفر): ۴۵/۰۸ + ۳/۶۸	تمرین: ۳۲/۹۲ + ۱/۶۳ کنترل: ۳۱/۸۵ + ۱/۳۹	۸ (۳)	۵۵ دقیقه	۶۰ تا ۷۵٪ HRR
سعادت‌فر و همکاران ۲۰۲۲ [۳۶]	RCT – ایران	۴۰ مرد	دیابت نوع دو	هموگلوبین گلیکوزیله	تمرین (۲۰ نفر): ۳۲/۲۰ + ۴/۶۸ کنترل (۲۰ نفر): ۳۳/۹۰ + ۴/۷۹	تمرین: ۲۵/۳ + ۰/۵۲ کنترل: ۲۵/۲ + ۱/۱۶	۸ (۳)	۱۰ تا ۱۵ دقیقه	–
پرسش و همکاران ۲۰۲۱ [۳۷]	RCT – ایران	۳۰ زن	اضافه‌وزن	رزیستین	تمرین (۱۵ نفر): ۴۶/۶ + ۵/۸۳ کنترل (۱۵ نفر): ۴۵/۵ + ۸/۱۲	تمرین: ۳۰/۲ + ۳/۹۰ کنترل: ۲۸/۸ + ۴/۵۱	۸ (۳)	۳۵ تا ۵۰ دقیقه	۶۵ تا ۷۵٪ HRR
رجبی و همکاران ۲۰۲۱ [۳۸]	RCT – ایران	۲۴ زن	چاق و دیابت نوع دو	رزیستین	تمرین (۱۲ نفر): ۵۷/۶۲ + ۶/۸۱ کنترل (۱۲ نفر): ۵۶/۸۷ + ۵/۱۱	تمرین: ۳۱/۱۵ + ۱/۵۰ کنترل: ۳۴/۰۳ + ۳/۳۶	۸ (۳)	۵۵ دقیقه	۶۰ تا ۷۵٪ HRR
اکبرپور بنی و ثمری ابراهیمی‌زاده ۲۰۲۰ [۳۹]	RCT – ایران	۲۰ زن	دیابت نوع دو و دارای اضافه‌وزن	رزیستین	تمرین (۱۰ نفر): ۴۹/۵۷ + ۵/۷۶ کنترل (۱۰ نفر): ۴۷/۱۶ + ۷/۴۴	تمرین: ۲۹/۱۴ + ۲/۳۴ کنترل: ۲۸/۹۱ + ۲/۶۲	۶ (۳)	۴۰ دقیقه	۶۰ تا ۷۲٪ HRR
فاضل نجف آبادی و همکاران ۲۰۲۰ [۴۰]	RCT – ایران	۳۶ زن	دیابت نوع دو	هموگلوبین گلیکوزیله	تمرین (۱۸ نفر): ۵۵/۳۶ + ۵/۹۴ کنترل (۱۸ نفر): ۵۵/۷۱ + ۶/۴۰	تمرین: ۲۹/۵۷ + ۲/۷۷ کنترل: ۲۹/۷۰ + ۴/۱۷	۸ (۳)	۵۰ دقیقه	۶۰ تا ۷۰٪ HRR
حسن‌پور دلاور و همکاران ۲۰۲۰ [۴۱]	RCT – ایران	۲۰ مرد	دیابت نوع دو	هموگلوبین گلیکوزیله	تمرین (۱۰ نفر): ۴۱/۸۰ + ۳/۹۹ کنترل (۱۰ نفر): ۴۱/۸۰ + ۳/۹۴	تمرین: ۲۶/۷۲ + ۱/۷۱ کنترل: ۲۷/۷۰ + ۱/۴۱	۸ (۳)	۲۵ تا ۴۵ دقیقه	۵۰ تا ۷۰٪ HRR
امیرساسان و همکاران ۲۰۲۰ [۴۲]	RCT – ایران	۳۲ زن	دیابت نوع دو	هموگلوبین گلیکوزیله	تمرین (۱۶ نفر): ۵۴/۲۱ + ۵/۷۶	تمرین: –	۱۲ (۳)	۶۰ دقیقه	۴۰ تا ۷۵٪ Vo2max

رضایی منش و امیری فارسانی ۲۰۲۰ [۲۹]	RCT - ایران	۲۰ مرد	دیابت نوع دو	رزیستین	کنترل (۱۶ نفر): ۵۵/۵۴ + ۶/۵	کنترل: -
					تمرین (۱۰ نفر): ۴۳/۱ + ۴/۱	تمرین: ۲۹/۳ + ۲/۷
سلیمی آوانسر ۲۰۱۹ [۴۳]	RCT - ایران	۲۸ مرد	چاق و دیابت نوع دو	رزیستین	تمرین (۱۴ نفر): ۵۵ + ۶	تمرین: ۳۱/۲ + ۱/۹
					کنترل (۱۴ نفر): ۵۵ + ۶	کنترل: ۳۱/۲ + ۱/۹
رجبی و همکاران ۲۰۱۹ [۴۴]	RCT - ایران	۳۶ زن	چاق و دیابت نوع دو	هموگلوبین	تمرین ۱ (۱۲ نفر): ۵۵/۳۷ + ۶/۲۳	تمرین ۱: ۳۴/۱۷ + ۲/۳۸
				گلیکوزیله	تمرین ۲ (۱۲ نفر): ۵۷/۶۲ + ۶/۸۱	تمرین ۲: ۳۱/۱۵ + ۱/۵۰
				رزیستین	کنترل (۱۲ نفر): ۵۶/۸۷ + ۵/۱۱	کنترل: ۳۴/۰۳ + ۳/۳۶
صالحی و همکاران ۲۰۱۹ [۴۵]	RCT - ایران	۳۲ زن	دیابت نوع دو مبتلا به نارسایی قلبی	هموگلوبین	تمرین (۱۸ نفر): ۵۴/۲۱ + ۵/۷۶	تمرین: -
				گلیکوزیله	کنترل (۱۸ نفر): ۵۵/۵۴ + ۶/۵	کنترل: -
رضایی و همکاران ۲۰۱۹ [۴۶]	RCT - ایران	۳۰ زن	چاق	رزیستین	تمرین ۱ (۱۰ نفر): -	تمرین ۱: ۳۱/۱ + ۰/۷
					تمرین ۲ (۱۰ نفر): -	تمرین ۲: ۳۰/۸ + ۰/۷
					کنترل (۱۰ نفر): -	کنترل: ۳۰/۷ + ۰/۴
درخشان و همکاران ۲۰۱۸ [۴۷]	RCT - ایران	۳۰ زن	دیابت نوع دو	هموگلوبین	تمرین (۱۵ نفر): ۴۵ تا ۵۵ سال	تمرین: ۳۰/۱۲ + ۲/۱۸
				گلیکوزیله	کنترل (۱۵ نفر): ۴۵ تا ۵۵ سال	کنترل: ۳۰/۴۵ + ۲/۳۵
جلالی و همکاران ۲۰۱۸ [۴۸]	RCT - ایران	۲۰ دختر	چاق	هموگلوبین	تمرین (۱۰ نفر): ۱۳ تا ۱۵ سال	تمرین: ۳۲/۷۴ + ۲/۲۹
				گلیکوزیله	کنترل (۱۰ نفر): -	کنترل: -

بیات و همکاران ۲۰۱۸ [۴۹]	RCT - ایران	زن ۱۰۰	دیابت نوع دو	هموگلوبین گلیکوزیله	تمرین (۵۰ نفر): ۵۳/۷۷ + ۶/۵۲ کنترل (۵۰ نفر): ۵۲/۰۶ + ۶/۲۸	تمرین: ۲۴/۳۴ + ۳/۸۶ کنترل: ۲۵/۳۶ + ۲/۹۷	۳ ماه	۳۰ تا ۶۰ دقیقه	-
دباغ نیکو خصلت و همکاران ۲۰۱۸ [۵۰]	RCT - ایران	مرد ۲۴	دیابت نوع دو	هموگلوبین گلیکوزیله	تمرین (۱۲ نفر): ۴۲/۲ + ۶/۴ کنترل (۱۲ نفر): ۴۲/۰ + ۴/۶	تمرین: ۲۸/۷ + ۵/۶ کنترل: ۲۹/۰ + ۲/۶	۱۲ (۳)	۲۰ تا ۴۰ دقیقه	HRR/۷۰ تا ۵۰
ویزوری و همکاران ۲۰۱۸ [۱۸]	RCT - ایران	زن ۲۸	دیابت نوع دو	هموگلوبین گلیکوزیله	تمرین (۱۴ نفر): ۴۵/۷۰ + ۲/۷۵ کنترل (۱۴ نفر): ۴۳/۹۸ + ۲/۵۲	تمرین: ۲۸/۱۸ + ۱/۳۲ کنترل: ۲۸/۵۳ + ۱/۶۲	۸ (۳)	۲۵ تا ۴۳ دقیقه	MHR/۸۰ تا ۷۰
ولیزاده و همکاران ۲۰۱۸ [۳۱]	RCT - ایران	زن ۲۲	چاق و دیابت نوع دو	هموگلوبین گلیکوزیله رزیستین	تمرین (۱۱ نفر): ۴۴/۹۵ + ۲/۳۳ کنترل (۱۱ نفر): ۴۴/۹۵ + ۲/۳۳	تمرین: ۳۰/۱۷ + ۰/۷۶ کنترل: ۳۰/۶۰ + ۰/۷۴	۸ (۳)	۶۰ دقیقه	MHR/۸۰ تا ۶۰
رجبی و همکاران ۲۰۱۸ [۵۱]	RCT - ایران	زن ۲۲	یائسه و دیابت نوع دو	هموگلوبین گلیکوزیله	تمرین (۱۱ نفر): ۵۱/۰ + ۶/۲ کنترل (۱۱ نفر): ۵۲/۳ + ۵/۶	تمرین: ۳۲/۴ + ۵/۰ کنترل: ۲۹/۴ + ۳/۹	۸ (۳)	۴۵ تا ۶۰ دقیقه	MHR/۷۵ تا ۵۵
عبدی و ایروانی ۲۰۱۸ [۵۲]	RCT - ایران	زن ۱۶	دیابت نوع دو	رزیستین	تمرین (۹ نفر): ۵۰/۵۰ + ۵/۶۵ کنترل (۷ نفر): ۴۹/۵۰ + ۸/۰۶	تمرین: ۲۹/۴۵ + ۳/۵۱ کنترل: ۲۶/۷۷ + ۳/۲۹	۶ (۳)	۲۵ تا ۴۵ دقیقه	HRR/۷۵ تا ۶۰
آزالی علمداری و همکاران ۲۰۱۷ [۵۳]	RCT - ایران	زن ۲۰	دیابت نوع دو	هموگلوبین گلیکوزیله	تمرین (۱۰ نفر): ۵۲/۳ + ۲/۹ کنترل (۱۰ نفر): ۵۴/۵۵ + ۵/۵	تمرین: ۳۳/۸۹ + ۳/۷۵ کنترل: ۳۴/۴۹ + ۶/۵۴	۸ (۳)	۶۰ دقیقه	HRR/۶۰ تا ۴۰
غلامی و همکاران ۲۰۱۷ [۵۴]	RCT - ایران	مرد ۳۳	چاق و دارای اضافه وزن و مبتلا به دیابت نوع دو	هموگلوبین گلیکوزیله	تمرین ۱ (۱۱ نفر): ۴۳/۲ + ۸/۰۳ تمرین ۲ (۱۱ نفر): ۴۳/۲ + ۸/۰۳	تمرین ۱: ۲۸/۸۰ + ۵/۰۴ تمرین ۲: ۲۸/۳۸ + ۴/۹۵	تمرین ۱: ۸ (۳) تمرین ۲: ۸ (۳)	۴۵ تا ۶۰ دقیقه	تمرین ۱: MHR/۵۰ تمرین ۲: MHR/۷۰

			کنترل (۱۱ نفر): ۴۳/۲ + ۸/۰۳	کنترل: ۲۸/۹۱ + ۴/۴۱					
نصیری و همکاران ۲۰۱۷ [۵۵](۳)	RCT – ایران	۳۵ زن	دیابت نوع دو	هموگلوبین گلیکوزیله	تمرین (۱۷ نفر): ۴۵ تا ۶۰ سال کنترل (۱۸ نفر): ۴۵ تا ۶۰ سال	تمرین: ۲۹/۵۷ + ۲/۷۷ کنترل: ۲۹/۱۳ + ۴/۱۷	۸ (۳)	۲۰ تا ۴۰ دقیقه	HRR %۷۰ تا ۶۰
کاظمی و همکاران ۲۰۱۷ [۵۶](۴)	RCT – ایران	۲۳ زن	دیابت بارداری	رزیستین	تمرین (۱۲ نفر): ۲۸/۳۹ + ۲/۶۰ کنترل (۱۱ نفر): ۲۹/۱۸ + ۴/۳۳	تمرین: ۲۵/۱۳ + ۶/۷۳ کنترل: ۲۴/۳۰ + ۴/۸۲	۸ (۳)	۳۰ تا ۴۵ دقیقه	HRR %۷۰ تا ۵۰
فرزائنگی و همکاران ۲۰۱۶ [۵۷](۵)	RCT – ایران	۱۴ مرد	اضافه وزن	رزیستین	تمرین (۷ نفر): ۱۱/۸ + ۶/۹ کنترل (۷ نفر): ۱۰/۲ + ۶/۳	تمرین: – کنترل: –	۸ (۳)	۹۰ دقیقه	MHR/۶۰ تا ۴۵
قارداشی افوسی و همکاران ۲۰۱۶ [۵۸]	RCT – ایران	۳۰ زن و مرد	دیابت نوع دو	هموگلوبین گلیکوزیله	تمرین (۱۵ نفر): ۵۰/۳۳ + ۶/۳۷ کنترل (۱۵ نفر): ۵۰/۲۵ + ۶/۹۱	تمرین: ۲۷/۰۳ + ۰/۷۱ کنترل: ۲۷/۳۸ + ۰/۶۲	۱۰ (۳)	۶۰ دقیقه	HRR/۸۰ تا ۴۰
تقی زاده و همکاران ۲۰۱۶ [۵۹](۶)	RCT – ایران	۲۰ زن	دیابت نوع دو	هموگلوبین گلیکوزیله	تمرین (۱۰ نفر): ۶۱/۱ + ۹۰/۵۲ کنترل (۱۰ نفر): ۶۲/۵ + ۶۰/۳۰	تمرین: ۳۰/۳ + ۹۱/۴۴ کنترل: ۳۰/۳ + ۲۹/۶۰	۸ (۳)	۳۵ تا ۵۵ دقیقه	Vo2peak %۷۰ تا ۶۰
مطلبی و همکاران ۲۰۱۶ [۶۰]	RCT – ایران	۳۰ زن	دیابت نوع دو	هموگلوبین گلیکوزیله	تمرین (۱۵ نفر): ۳۳ تا ۵۳ سال کنترل (۱۵ نفر): ۳۳ تا ۵۳ سال	تمرین: ۲۶/۷۰ + ۳/۱۷ کنترل: ۲۸/۸۳ + ۱/۷۲	۸ (۳)	–	MHR/۸۰ تا ۶۵
سوری و همکاران ۲۰۱۶ [۳۰](۷)	RCT – ایران	۲۴ زن	چاقی و دیابت نوع دو	رزیستین	تمرین ۱ (۸ نفر): ۴۱/۸ + ۳/۴۵ تمرین ۲ (۸ نفر): ۴۱/۸ + ۳/۴۵ کنترل (۸ نفر): ۴۱/۸ + ۳/۴۵	تمرین ۱: ۲۹/۴۲ + ۳/۱۱ تمرین ۲: ۳۰/۳۳ + ۳/۹۰ کنترل: ۳۰/۸۴ + ۴/۹۴	۱۶ (۳)	تمرین ۱: ۱۶ تا ۲۰ دقیقه تمرین ۲: ۳۵ تا ۵۰ دقیقه	تمرین ۱: ۷۵ تا ۹۰ % MHR تمرین ۲: ۴۰ تا ۵۵ % MHR
فتحی و همکاران ۲۰۱۵	RCT – ایران	۲۱ زن	اضافه وزن	رزیستین	تمرین (۱۰ نفر):	تمرین:	۸ (۳)	۶۰ دقیقه	HRR/۷۰ تا ۵۰

										[۶۱]	
										۵۷/۸۰ + ۱/۷۰	
										کنترل (۱۱ نفر):	
										۲۴/۳۵ + ۱/۵۵	
										۵۶/۵۴ + ۲/۱۱	
										تمرین (۱۵ نفر):	
										۴۶/۸ + ۳/۳	
										کنترل (۱۲ نفر):	
										۲۹/۶ + ۵/۰	
										۴۶/۸ + ۳/۳	
										تمرین (۸ نفر):	
										۵۵/۵۰ + ۳/۰۷	
										کنترل (۸ نفر):	
										۲۹/۰۹ + ۲/۳۵	
										۵۵/۷۵ + ۳/۴۱	
										تمرین (۱۵ نفر):	
										۳۱/۷۰ + ۳/۲۷	
										کنترل (۱۵ نفر):	
										۳۲/۹۶ + ۷/۸۵	
										تمرین (۱۴ نفر):	
										۵۸/۳۳ + ۵/۴۳	
										کنترل (۱۳ نفر):	
										۳۱/۶۹ + ۲/۱۵	
										۶۱/۲۵ + ۵/۰۰	
										تمرین (۳۲ نفر):	
										۳۵ تا ۵۵ سال	
										کنترل (۳۲ نفر):	
										۳۵ تا ۵۵ سال	
										تمرین (۸ نفر):	
										۴۴ + ۱/۷۷	
										کنترل (۸ نفر):	
										۲۶/۹ + ۲/۸۵	
										۳۹/۳ + ۲/۲۹	
										تمرین (۱۴ نفر):	
										۵۸/۳۳ + ۵/۴۳	
										کنترل (۱۳ نفر):	
										۳۱/۶۹ + ۲/۱۵	
										۶۱/۲۵ + ۵/۰۰	
										تمرین (۱۰ نفر):	
										۷۲/۲۰ + ۸/۵۰	
										۳۰/۱۴ + ۳/۷۸	

			کنترل: ۳۱/۲۲ + ۲/۶۷	کنترل (۱۰ نفر): ۷۲/۰۰ + ۶/۴۶				
حقیقی و همکاران ۲۰۱۳ [۶۹]	RCT - ایران	۲۸ زن	چاق	رزیستین	تمرین (۱۴ نفر): ۳۷/۱ + ۴/۹ کنترل (۱۴ نفر): ۳۷/۵ + ۵/۳	تمرین: ۳۴/۲ + ۴/۳ کنترل: ۳۴/۰ + ۳/۹	۹ (۴)	۴۵ تا ۶۱ دقیقه HRR %۷۵ تا ۶۵
حقیقی و همکاران ۲۰۱۳ [۷۰]	RCT - ایران	۲۰ مرد	چاق	رزیستین	تمرین (۱۰ نفر): - کنترل (۱۰ نفر): -	تمرین: ۳۰/۶ + ۴/۲ کنترل: ۳۱/۴ + ۳/۷	۱۰ (۳)	۳۵ دقیقه HRR %۷۵ تا ۶۵
یاوری و همکاران ۲۰۱۲ [۷۱]	RCT - ایران	۳۰ زن و مرد	دیابت نوع دو	هموگلوبین گلیکوزیله	تمرین (۱۵ نفر): ۴۸/۲ + ۹/۲ کنترل (۱۵ نفر): ۵۱/۵ + ۸/۵	تمرین: ۲۹/۴ + ۵/۷ کنترل: ۳۲/۰ + ۴/۹	۲ (۳)	۲۰ تا ۶۰ دقیقه MHR %۷۵ تا ۶۰
مختاری نیا و همکاران ۲۰۱۲ [۷۲]	RCT - ایران	۲۰ زن و مرد	دیابت نوع دو	هموگلوبین گلیکوزیله	تمرین (۱۰ نفر): ۳۰ تا ۶۵ سال کنترل (۱۰ نفر): ۳۰ تا ۶۵ سال	تمرین: - کنترل: -	۱۲ (۵)	۴۵ دقیقه Vo2max %۶۰ تا ۵۰
حاجی حسنی و همکاران ۲۰۱۲ [۷۳](۱۰)	RCT - ایران	۲۸ مرد و زن	دیابت نوع دو	هموگلوبین گلیکوزیله	تمرین ۱ (۷ نفر): ۴۰ تا ۶۰ سال تمرین ۲ (۷ نفر): ۴۰ تا ۶۰ سال کنترل ۱ (۷ نفر): ۴۰ تا ۶۰ سال کنترل ۲ (۷ نفر): ۴۰ تا ۶۰ سال	تمرین ۱: - تمرین ۲: - کنترل ۱: - کنترل ۲: -	۸ (۳)	۳۰ دقیقه تمرین ۱: ۷۰ تا ۷۵ %MHR تمرین ۲: ۷۰ تا ۷۵ %MHR
حامدی نیا و همکاران ۲۰۱۲ [۷۴](۱۱)	RCT - ایران	۳۶ زن	دیابت نوع دو	هموگلوبین گلیکوزیله	تمرین ۱ (۱۲ نفر): ۵۲/۷ + ۳/۸ تمرین ۲ (۱۲ نفر): ۵۲/۲ + ۳/۷ کنترل (۱۲ نفر): ۵۴/۱ + ۷/۰۶	تمرین ۱: ۲۸/۴۵ + ۴/۳۷ تمرین ۲: ۲۷/۷۳ + ۴/۲۱ کنترل: ۲۹/۸۴ + ۴/۵۷	تمرین ۱: ۱۰ (۱) تمرین ۲: ۵ (۵)	۳۰ تا ۶۰ دقیقه تمرین ۱: ۶۰ تا ۷۰ %HRR تمرین ۲: ۶۰ تا ۷۰ %HRR
سیدر و همکاران ۲۰۱۲	RCT - سوئد	۲۰ زن و مرد	دیابت نوع دو	هموگلوبین	تمرین (۱۰ نفر):	تمرین:	۸ (۳)	۴۵ دقیقه HRR %۷۵ تا ۴۰

[۷۵]

گلیکوزیله

۶۵/۸ + ۵/۸

-

کنترل (۱۰ نفر):

کنترل:

۶۹/۰ + ۸/۲

-

بلو و همکاران ۲۰۱۱	RCT - غنا	۱۸ زن و مرد	دیابت نوع دو	هموگلوبین گلیکوزیله	تمرین (۹ نفر): ۴۳/۳۳ + ۶/۷۳ کنترل (۹ نفر): ۴۵/۱۱ + ۱۱/۸۲	تمرین: ۲۸/۳۰ + ۴/۲۴ کنترل: ۲۶/۱۲ + ۳/۵۱	۸ (۳)	۳۰ دقیقه	۵۰ تا ۷۵ %HRR
بویکاز و همکاران ۲۰۱۱	RCT - ترکیه	۳۷ زن	اضافه‌ورن و چاق	رزیستین	تمرین ۱ (۱۲ نفر): ۴۱/۵ + ۴/۶ تمرین ۲ (۱۴ نفر): ۴۱/۳ + ۵/۱ کنترل (۱۱ نفر): ۳۸/۴ + ۶/۰	تمرین ۱: ۲۸/۲ + ۴/۴ تمرین ۲: ۲۹/۳ + ۲/۵ کنترل: ۲۷/۳ + ۴/۹	۱۲ (۵)	۳۰ تا ۶۰ دقیقه	تمرین ۱: ۷۰ تا ۷۵ %HRR تمرین ۲: ۵۰ تا ۵۵ %HRR
توفیقی و همکاران ۲۰۱۱	RCT - ایران	۲۰ زن	دیابت نوع دو	هموگلوبین گلیکوزیله	تمرین (۱۰ نفر): ۵۴ + ۱/۲۳ کنترل (۱۰ نفر): ۵۴ + ۲/۴۱	تمرین: ۳۴ + ۳/۲۴ کنترل: ۳۴ + ۱/۴۸	۱۲ (۳)	۵۵ دقیقه	۶۰ تا ۷۵ %HRR
حسنوند و همکاران ۲۰۱۱	RCT - ایران	۲۰ مرد	دیابت نوع دو	هموگلوبین گلیکوزیله	تمرین (۱۰ نفر): ۴۵/۵ + ۱/۲ کنترل (۱۰ نفر): ۴۷/۵ + ۱/۱	تمرین: ۲۹ + ۵ کنترل: ۳۵ + ۲	۸ (۳)	-	MHR/۶۰
یاوری و همکاران ۲۰۱۱	RCT - ایران	۳۰ زن و مرد	دیابت نوع دو	هموگلوبین گلیکوزیله	تمرین (۱۵ نفر): ۴۸/۲ + ۹/۲ کنترل (۱۵ نفر): ۵۱/۵ + ۸/۵	تمرین: ۲۹/۴ + ۵/۷۰ کنترل: ۳۲/۰ + ۴/۸۸	۵۲ (۳)	۱۵ تا ۴۵ دقیقه	۶۰ تا ۷۰ %MHR
شوندی و همکاران ۲۰۱۱	RCT - ایران	۳۰ مرد	دیابت نوع دو	رزیستین	تمرین (۱۵ نفر): ۵۸/۸۰ + ۶/۶۵ کنترل (۱۵ نفر): ۵۳/۵۰ + ۴/۵۰	تمرین: ۲۶/۳۸ + ۳/۷۵ کنترل: ۲۶/۳۱ + ۲/۱۷	۸ (۳)	۴۰ تا ۵۰ دقیقه	۳۵ تا ۷۵ %MHR
جورج و همکاران ۲۰۱۱	RCT - برزیل	۲۴ زن و مرد	دیابت نوع دو	هموگلوبین گلیکوزیله	تمرین (۱۲ نفر): ۵۲/۰۹ + ۹/۸۲ کنترل (۱۲ نفر): ۵۳/۴۱ + ۸/۷۱	تمرین: ۲۹/۲۹ + ۲/۱۹ کنترل: ۲۹/۵۹ + ۴/۹۰	۱۲ (۳)	۶۰ دقیقه	-

شمسی و همکاران ۲۰۱۰ [۸۲]	RCT - ایران	۸۸ زن	دیابت نوع دو	هموگلوبین گلیکوزیله	تمرین (۴۴ نفر): ۴۳/۹۹ + ۴/۹ کنترل (۴۴ نفر): ۴۵/۱ + ۳/۸	تمرین: - کنترل: -	۴	۶۰ دقیقه	-
کادوگلو و همکاران ۲۰۰۷ [۸۳]	RCT - یونان	۳۰ زن و مرد	دیابت نوع دو	رزیستین	تمرین (۱۵ نفر): ۵۶/۸۳ + ۶/۷ کنترل (۱۵ نفر): ۶۲/۳۲ + ۹/۲۸	تمرین: ۳۱/۷۹ + ۳/۷۹ کنترل: ۲۹/۹۲ + ۳/۴۱	۱۶ (۴)	۴۵ تا ۶۰ دقیقه	۵۰ تا ۸۵ % Vo2max
کلی و همکاران ۲۰۰۷ [۸۴]	RCT - آمریکا	۱۹ مرد	اضافه وزن	رزیستین	تمرین (۹ نفر): ۱۰/۸ + ۰/۶۷ کنترل (۱۰ نفر): ۱۱/۰ + ۰/۷۱	تمرین: ۳۲/۷ + ۲/۶ کنترل: ۳۰/۵ + ۲/۳	۸ (۴)	۳۰ تا ۵۰ دقیقه	۵۰ تا ۸۰ % Vo2max
جیانوپولو و همکاران ۲۰۰۵ [۸۵]	RCT - نیویک	۲۲ زن	دیابت نوع دو	هموگلوبین گلیکوزیله	تمرین (۱۱ نفر): ۵۰ تا ۷۰ سال کنترل (۱۱ نفر): ۵۰ تا ۷۰ سال	تمرین: ۳۵/۹ + ۲/۲ کنترل: ۳۴/۳ + ۱/۸	۱۴ (۳)	-	-

جدول ۲. بررسی کیفیت مطالعات

مطالعه - سال	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	امتیاز
مسحنه و همکاران ۲۰۲۳ [۳۵]	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	۷
سعادت‌فر و همکاران ۲۰۲۲ [۳۶]	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	۷
پرشی و همکاران ۲۰۲۱ [۳۷]	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	۷
رجبی و همکاران ۲۰۲۱ [۳۸]	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	۸
اکبرپور بنی و ثمری ابراهیمی‌زاده ۲۰۲۰ [۳۹]	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	۷
فاضل نجف‌آبادی و همکاران ۲۰۲۰ [۴۰]	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	۷
حسن‌پور دلاور و همکاران ۲۰۲۰ [۴۱]	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	۸
امیرسازان و همکاران ۲۰۲۰ [۴۲]	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	۷
رضایی‌منش و امیری فارسانی ۲۰۲۰ [۳۹]	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	۷
سلیمی آوانسر ۲۰۱۹ [۴۳]	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	۷
رجبی و همکاران ۲۰۱۹ [۴۴]	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	۷

۷	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	صالحی و همکاران ۲۰۱۹ [۴۵]
۷	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	رضایی و همکاران ۲۰۱۹ [۴۶]
۷	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	درخشان و همکاران ۲۰۱۸ [۴۷]
۷	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	جلالی و همکاران ۲۰۱۸ [۴۸]
۷	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	بیات و همکاران ۲۰۱۸ [۴۹]
۷	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	دباغ نیکوخصلت و همکاران ۲۰۱۸ [۵۰]
۷	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	ویزوری و همکاران ۲۰۱۸ [۱۸]
۷	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	ولیزاده و همکاران ۲۰۱۸ [۳۱]
۷	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	رجبی و همکاران ۲۰۱۸ [۵۱]
۸	✓	✓	×	✓	✓	✓	✓	✓	✓	عبدی و ایروانی ۲۰۱۸ [۵۲] (۱۲)
۸	✓	✓	×	✓	✓	✓	✓	✓	✓	آزالی علمداری و همکاران ۲۰۱۷ [۵۳]
۷	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	غلامی و همکاران ۲۰۱۷ [۵۴]
۷	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	نصیری و همکاران ۲۰۱۷ [۵۵]
۷	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	کاظمی و همکاران ۲۰۱۷ [۵۶]
۷	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	فرزانی و همکاران ۲۰۱۶ [۵۷]
۷	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	قارداشی افوسی و همکاران ۲۰۱۶ [۵۸]
۷	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	تقی‌زاده و همکاران ۲۰۱۶ [۵۹]
۷	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	مطلبی و همکاران ۲۰۱۶ [۶۰]
۷	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	سوری و همکاران ۲۰۱۶ [۳۰]
۷	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	فتحی و همکاران ۲۰۱۵ [۶۱]
۷	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	نظری گیلان‌نژاد و همکاران ۲۰۱۵ [۶۲]
۷	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	یوسفی‌پور و همکاران ۲۰۱۵ [۶۳]
۷	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	غیاثی و همکاران ۲۰۱۵ [۴۰]
۷	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	توفیقی و همکاران ۲۰۱۵ [۶۴]
۶	✓	✓	×	×	✓	✓	×	✓	✓	پوروردی و همکاران ۲۰۱۵ [۶۵]
۸	✓	✓	×	✓	✓	✓	✓	✓	✓	بیژه و همکاران ۲۰۱۵ [۶۶]

توفیقی و صمدیان ۲۰۱۴ [۶۷]	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓
اعظمیان جزى و قره خانی، ۲۰۱۴ [۶۸]	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓
حقیقی و همکاران ۲۰۱۳ [۶۹]	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓
حقیقی و همکاران ۲۰۱۳ [۷۰]	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓
یاوری و همکاران ۲۰۱۲ [۷۱]	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓
مختاری‌نیا و همکاران ۲۰۱۲ [۷۲]	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓
حاجی حسنی و همکاران ۲۰۱۲ [۷۳]	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓
حامدی‌نیا و همکاران ۲۰۱۲ [۷۴]	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓
سیدر و همکاران ۲۰۱۲ [۷۵]	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓
بلو و همکاران ۲۰۱۱ [۷۶]	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓
بویکاز و همکاران ۲۰۱۱ [۷۷]	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓
توفیقی و همکاران ۲۰۱۱ [۷۸]	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓
حسنوند و همکاران ۲۰۱۱ [۷۹]	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓
یاوری و همکاران ۲۰۱۱ [۸۰]	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓
شوندی و همکاران ۲۰۱۱ [۷۹]	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓
جورج و همکاران ۲۰۱۱ [۸۱]	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓
شمسی و همکاران ۲۰۱۰ [۸۲]	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓
کادوگلو و همکاران ۲۰۰۷ [۸۳]	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓
کلی و همکاران ۲۰۰۷ [۸۴]	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓
جیانوپولو و همکاران ۲۰۰۵ [۸۵]	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓

نتایج فراتحلیل

تحلیل اصلی

هموگلوبین گلیکوزیله

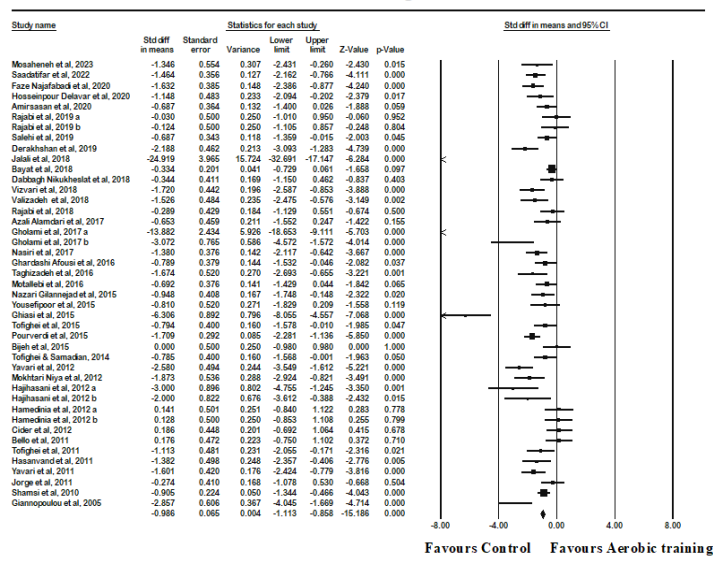
تجزیه و تحلیل داده‌های ۳۹ مداخله نشان داد که تمرینات هوازی سبب کاهش معنادار هموگلوبین گلیکوزیله ($P=0/01$ ، $-1/11$ الی $-0/85$) نسبت به گروه کنترل در افراد چاق و دارای اضافه‌وزن و مبتلا به دیابت نوع دو شده است (شکل ۲). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی بالایی وجود دارد ($P=0/01$ ، $I^2=80/91$). نتیجه آزمون Egger نشان‌دهنده وجود سوگیری

انتشار معنادار برای هموگلوبین گلیکوزیله ($P=0/01$) بوده است.

رزیستین

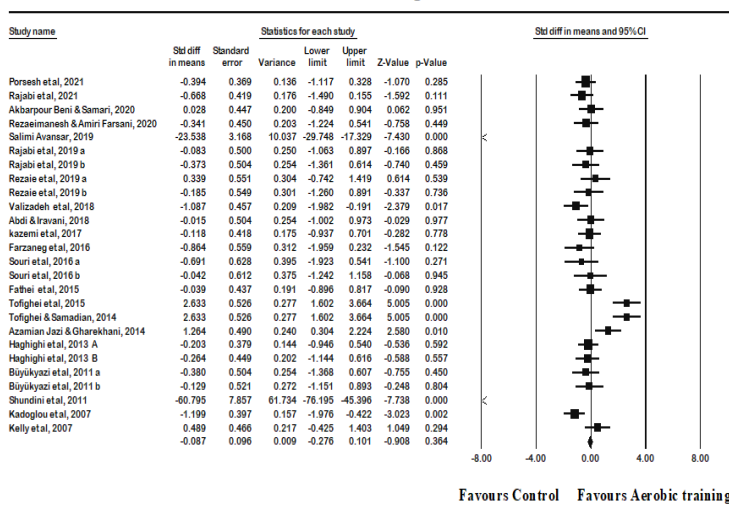
تجزیه و تحلیل داده‌های ۲۲ مداخله نشان داده است که تمرینات هوازی سبب تغییر غیرمعنادار رزیستین [$SMD=-0/08$ ، $P=0/36$ ، $-0/27$ الی $0/10$ mg/dl] نسبت به گروه کنترل در افراد چاق و دارای اضافه‌وزن و مبتلا به دیابت نوع دو شده است (شکل ۳). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شده و نتایج نشان داده است که ناهمگونی بالایی وجود دارد ($P=0/01$ ، $I^2=87/32$). نتیجه آزمون Egger نشان‌دهنده نبود سوگیری انتشار معنادار برای رزیستین ($P=0/41$) بوده است.

Meta Analysis



شکل ۲. نمودار انباشت (Forest plot) اثر تمرینات هوازی بر هموگلوبین گلیکوزیله در افراد چاق و دارای اضافه‌وزن و مبتلا به دیابت نوع دو

Meta Analysis



شکل ۳. نمودار انباشت (Forest plot) اثر تمرینات هوازی بر رزیستین در افراد چاق و دارای اضافه‌وزن و مبتلا به دیابت نوع دو

بحث

هدف مطالعه فراتحلیل حاضر، بررسی اثر تمرینات هوازی بر هموگلوبین گلیکوزیله و رزیستین در افراد چاق و دارای اضافه وزن و مبتلا به دیابت نوع دو بوده است. نتایج ۵۷ مطالعه (با ۶۴ مداخله) و ۱۶۱۲ آزمودنی نشان دهنده این بود که تمرینات هوازی سبب کاهش معنادار هموگلوبین گلیکوزیله و تغییر غیرمعنادار رزیستین در افراد چاق و دارای اضافه وزن و مبتلا به دیابت نوع دو شده است.

تجزیه و تحلیل یافته‌های مطالعه حاضر نشان داده است که تمرینات هوازی سبب کاهش معنادار هموگلوبین گلیکوزیله نسبت به گروه کنترل در افراد چاق و دارای اضافه وزن و مبتلا به دیابت نوع دو شده است. یافته این مطالعه، با یافته‌های مطالعات سعادتی‌فر و همکاران [۳۶] و فاضل نجف آبادی [۴۰] همسو بوده و همخوانی داشته است؛ اما یافته این مطالعه، با یافته‌های مطالعات مسنحه و همکاران [۳۵] و مطلبی و همکاران [۶۰] همسو نبوده و همخوانی نداشته است. سعادتی‌فر و همکاران (۲۰۲۲) به مقایسه اثر هشت هفته تمرین قدرتی، ورزش در آب و مصرف امگا سه بر میزان فشار اکسایشی، CRP، هموگلوبین گلیکوزیله و فشارخون در مردان دیابتی دارای نورروپاتی محیطی پرداخته‌اند و گزارش داده‌اند که هشت هفته تمرین قدرتی، ورزش در آب و مصرف امگا سه موجب کاهش معنادار هموگلوبین گلیکوزیله شده است [۳۶]. همچنین، مطالعه فاضل نجف آبادی و همکاران (۲۰۲۰) تاثیر هشت هفته تمرینات تناوبی شدید و ترکیبی را بر سطوح سرمی آنزیم‌های کبدی و شاخص مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به دیابت نوع دو بررسی کرده و بیان کرده‌اند که هشت هفته تمرینات تناوبی شدید سبب کاهش معنادار هموگلوبین گلیکوزیله شده است [۴۰]؛ اما مطالعه مسنحه و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی اثر هشت هفته تمرینات هوازی و مکمل پروبیوتیک بر ترکیب بدنی، مقاومت به انسولین و هموگلوبین گلیکوزیله در زنان چاق غیرفعال پرداخته‌اند و بیان کرده‌اند که پس از هشت هفته تمرین هوازی کاهش معنادار در وزن، درصد چربی بدن و مقاومت به انسولین نسبت به مقادیر پایه مشاهده شده است؛ ولی تفاوت معنادار در هموگلوبین گلیکوزیله نسبت به گروه کنترل مشاهده نشده که نشان دهنده اثر مثبت تمرینات هوازی بر بهبود ترکیب بدن و کاهش مقاومت به انسولین است [۳۵]. در مطالعه دیگر، مطلبی و همکاران (۲۰۱۶) تاثیر هشت هفته تمرین متناوب هوازی را بر هموگلوبین گلیکوزیله و شاخص مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به دیابت قندی نوع دو بررسی کرده‌اند و نتایج آن‌ها نشان داده است که کاهش مقادیر هموگلوبین گلیکوزیله و گلوکز ناشتا بعد از هشت هفته تمرین متناوب هوازی معنادار نبوده است [۶۰]. در این باره، دلیل همسو نبودن می‌تواند ناشی از کوتاه بودن طول دوره و نداشتن اطمینان کافی از کنترل تغذیه‌ای در طول دوره تمرین باشد.

سازگاری تمرین هوازی بر کاهش هموگلوبین گلیکوزیله، به دلیل جذب گلوکز تحریک شده توسط فعالیت بدنی در افراد مبتلا به دیابت نوع دو

است، که مقادیر آن را به سطح طبیعی یا نزدیک به طبیعی کاهش می‌دهد [۸۷]. از آنجایی که، جذب گلوکز تحریک شده توسط فعالیت بدنی، در افراد مبتلا به دیابت نوع دو طبیعی است، جذب گلوکز به عنوان یک ابزار بالقوه برای درمان دیابت اهمیت حیاتی دارد. در طی چند سال گذشته، به سازوکار سیگنالی که تنظیم حمل و نقل گلوکز ناشی از فعالیت بدنی را توضیح می‌دهد، بسیار توجه شده است. شواهد بسیاری وجود دارد که نشان می‌دهد که فعالیت بدنی، سیگنال‌های مولکولی را فعال می‌کند که نقص عملکرد انسولین در عضلات اسکلتی آن‌ها را از بین می‌برد [۸۸]. انسولین و فعالیت بدنی، جذب گلوکز عضلات اسکلتی را از طریق انتقال GLUT4، از داخل سلول به غشای پلاسمایی، افزایش می‌دهند. انسولین و فعالیت بدنی تحرک انتقال GLUT4 را از طریق سازوکارهای سیگنالی مشخص بالا می‌برند. انقباض عضله شامل تغییر وضعیت انرژی (یعنی افزایش AMP/ATP)، افزایش غلظت Ca^{+2} داخل سلولی، افزایش ROS و PKC می‌شود. این تغییرات چندین آبشار سیگنالی را فعال می‌کنند که بعضی از آن‌ها در نهایت GLUT4 را فعال می‌کنند [۸۸]. افزایش فعالیت GLUT4 باعث افزایش جذب گلوکز از خون می‌شود که در نهایت باعث کاهش قند خون در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو می‌شود [۸۸].

تجزیه و تحلیل قسمت دیگر یافته‌های مطالعه حاضر نشان داده است که تمرینات هوازی سبب تغییر غیرمعنادار رزیستین نسبت به گروه کنترل در افراد چاق و دارای اضافه وزن و مبتلا به دیابت نوع دو شده است. یافته این مطالعه، با یافته‌های مطالعات پرسش و همکاران [۳۷] و حقیقی و همکاران [۷۰] همسو است و همخوانی داشته است. اما یافته این مطالعه، با یافته‌های مطالعات اکبرپورینی و ثمری ابراهیمی [۳۹]، حسینی و همکاران [۸۹]، ولیزاده و همکاران [۳۱]، سوری و همکاران [۳۰] و دهقانی و همکاران [۹۰] همسو نبوده و همخوانی نداشته است. پرسش و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه خود تاثیر هشت هفته فعالیت منتخب هوازی را بر تغییرات برخی عوامل خطرهای قلبی-عروقی زنان میانسال غیرورزشکار و دارای اضافه وزن را بررسی کرده و بیان کرده‌اند که پس از هشت هفته فعالیت منتخب هوازی تفاوت معنادار در مقادیر پروتئین واکنشگر C (CRP) و رزیستین مشاهده نشده است [۳۷].

حقیقی و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه خود تاثیر یک دوره تمرینات هوازی بر میزان رزیستین سرم در مردان چاق را بررسی کرده و بیان کرده‌اند که پس از ۱۰ هفته تمرین هوازی تفاوت معنادار در میزان رزیستین سرم و شاخص مقاومت به انسولین وجود نداشته است؛ اما انجام تمرینات هوازی باعث کاهش معنادار شاخص توده بدن، وزن بدن، نسبت محیط کمر به لگن، درصد چربی بدن و افزایش معنادار حداکثر اکسیژن مصرفی شده است [۷۰]؛ اما، مطالعه اکبرپورینی و ثمری ابراهیمی (۲۰۲۰) تاثیر تمرین هوازی و مصرف مکمل اسپیرولینا را بر سطح رزیستین و پروتئین واکنشگر C در زنان مبتلا به دیابت نوع دو و دارای اضافه وزن بررسی کرده و گزارش داده‌اند که سطح رزیستین و

شود؛ بنابراین، با توجه به ماهیت مطالعات که تمرین هوازی است، اصلی ترین عامل در کاهش آن به شمار می‌رود؛ ولی دخالت متغیرهای گوناگون مانند تغذیه و فعالیت روزانه آزمودنی‌های آن‌ها قبل از شروع مطالعه، می‌تواند از دلایل دیگر تفاوت نتایج باشد. بر اساس مطالعات صورت گرفته کاهش وزن با استفاده از تمرینات هوازی صورت می‌پذیرد، اما درباره اینکه شدت و یا مدت تمرین محرک مهمی برای کاهش چربی بدن است، همچنان بحث وجود دارد [۹۳]؛ بنابراین، به نظر می‌رسد کاهش در توده چربی بدن به نوعی با کاهش در رزیستین مرتبط باشد. یکی از نقش‌های غدد درون‌ریز اثر بر بافت‌های چربی است که به عنوان ترشح‌کننده تعداد زیادی پروتئین شناخته شده‌اند. در میان هورمون‌ها، رزیستین مولکول سیگنالی جدیدی است که در فرایند آدیپوژنزیز کاهش می‌یابد. رزیستین در بافت چربی سفید در بافت چربی غدد جنسی زنان با بالاترین سطح بیان می‌شود [۹۴]. بر اساس مطالعات صورت گرفته رزیستین، یک هورمون مترشحه از آدیپوست‌ها شناخته شده است که ارتباط مثبتی با فاکتورهای ترکیب بدن همچون وزن، نمایه توده بدن و توده چربی بدن دارد [۹۵]. در مطالعه‌ای گزارش شده است که ارتباط معناداری بین سطوح رزیستین، چاقی و مقاومت به انسولین وجود دارد [۹۶]. همچنین، ارتباط مستقیمی بین تغییرات مقادیر رزیستین با تغییرات نمایه توده بدن، چربی بدن، گلوکز و انسولین در افراد چاق وجود دارد [۹۷]. احتمالاً از جمله مکانیسم‌های کاهش رزیستین می‌توان به تغییرات سایتوکین‌های پیش‌التهابی همون اینترلوکین ۱، اینترلوکین ۶ و فاکتور نکروزدهنده آلفا اشاره کرد که در صورت کاهش احتمالی این‌گونه سایتوکین‌ها موجب کاهش سطوح رزیستین می‌شود [۹۸]. از آنجا که، نتایج متناقضی درباره اثر فعالیت بدنی منظم بر مقادیر فاکتور نکروزدهنده آلفا وجود دارد [۹۹]، می‌توان تغییر مقادیر رزیستین را به سایتوکین نسبت داد. همچنین، در انسان رزیستین علاوه بر بافت چربی در لنفوسیت‌ها و لکوسیت‌ها نیز تولید می‌شود [۱۰۰].

نقاط قوت و محدودیت‌های فراتحلیل حاضر

مطالعه حاضر دارای چند نقطه قوت است. این مطالعه فراتحلیل تنها بر روی افراد چاق و دارای اضافه‌وزن و مبتلا به دیابت نوع دو انجام شده و افراد سالم، ورزشکار و بیماران مبتلا به دیابت نوع یک از مطالعه حاضر خارج شده‌اند. همچنین، با توجه به اینکه اثر تمرین هوازی بر روی هموگلوبین گلیکوزیله و رزیستین در افراد چاق و دارای اضافه‌وزن و مبتلا به دیابت نوع دو در یک مطالعه فراتحلیل بررسی نشده بود، در این مطالعه نظام‌مند و فراتحلیل اثر تمرین هوازی بر روی هموگلوبین گلیکوزیله و رزیستین در افراد چاق و دارای اضافه‌وزن و مبتلا به دیابت نوع دو ارزیابی شد. از طرف دیگر، تعداد مطالعاتی که به بررسی اثر تمرین هوازی بر روی هموگلوبین گلیکوزیله و رزیستین در افراد چاق و دارای اضافه‌وزن و مبتلا به دیابت نوع دو پرداخته بودند و هر دو متغیر

پروتئین واکنشگر C کاهش معناداری را پس از تمرین هوازی نشان می‌دهد [۳۹]. در مطالعه دیگر، حسینی و همکاران (۲۰۲۲) تاثیر هشت هفته تمرین همزمان را بر مقاومت انسولینی و مقادیر پلاسمایی رزیستین و گلوکز مردان میانسال چاق و دارای اضافه‌وزن بررسی کرده‌اند و نتایج آن‌ها نشان داده است که هشت هفته تمرین همزمان سبب کاهش معنادار مقاومت انسولینی، سطوح رزیستین و گلوکز پلاسمایی شده است [۹۱].

همچنین، در مطالعه دیگر، ولیزاده و همکاران (۲۰۱۸) تاثیر یک دوره تمرین هوازی را بر میزان رزیستین، هموگلوبین گلیکوزیله، شاخص مقاومت به انسولین و برخی عوامل خطرزای قلبی-عروقی در زنان چاق دیابتی نوع دو بررسی کرده و نتایج آن‌ها نشان داده است که هشت هفته تمرین هوازی موجب کاهش معنادار رزیستین، هموگلوبین گلیکوزیله، گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین شده است [۳۱]. مطالعه سوری و همکاران (۲۰۱۶) به مقایسه تمرین تداومی با شدت متوسط و اینتروال هوازی با شدت بالا بر سطوح سرمی رزیستین و مقاومت به انسولین در زنان چاق دیابتی نوع دو پرداخته و مشخص شده است که شانزده هفته تمرین تناوبی با شدت بالا و تمرین استقامتی با شدت سبب کاهش معنادار در سطوح رزیستین سرمی، مقاومت به انسولین، شاخص توده بدن (BMI) و درصد چربی بدن شده است [۳۰]. دهقانی و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه خود تاثیر تمرینات تناوبی با شدت بالا را بر مقادیر رزیستین پلاسمایی در دانشجویان پسر غیر ورزشکار بررسی کرده و گزارش داده‌اند که ده هفته تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT) باعث کاهش معنادار رزیستین پلاسمایی در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل شده است [۹۰]. در مطالعه مروری میلو و همکاران (Melo et al) (۲۰۱۷) با ۴۰ مطالعه نتیجه‌گیری کرده‌اند که بیشتر مطالعاتی که نقش ورزش را بر سطوح رزیستین افراد مبتلا به دیابت نوع دو بررسی کرده‌اند، با کاهش معناداری از سطوح رزیستین همراه بوده است [۹۱]. احتمالاً دلیل همسو نبودن ناشی از روش‌های اندازه‌گیری، نوع تمرین، مدت تمرین و عوامل ژنتیکی در یافته‌های مطالعات باشد. با توجه به توارث‌پذیری بالای رزیستین این امکان وجود دارد که عوامل ژنتیکی، همراه با تاثیرات محیطی، بر این توارث‌پذیری تاثیر داشته باشد.

سازگاری تمرینات هوازی بر کاهش معنادار رزیستین، به دلیل کاهش وزن و درصد چربی بدن به واسطه انجام تمرینات هوازی منظم و مداوم است [۹۲]. در این باره، دلیل مهم می‌تواند نوع تمرین ورزشی باشد؛ زیرا دلیل فیزیولوژی چنین موضوعی، درک مکانیسم‌هایی است که با آن‌ها انرژی لازم جهت عملکرد عضلات به خدمت گرفته می‌شود. از آنجا که، با توجه به توصیه‌های محققان، حجم و زمان به نحوی در نظر گرفته شده بود که برنامه فعالیت به صورت هوازی صورت گیرد، انتظار می‌رفت که حین تمرین هوازی اسیدهای چرب به عنوان سوخت اصلی توسط عضله استفاده شود و باعث کم شدن چربی بدن

سپاسگزاری

از نویسندگانی که داده‌های مطالعات خود را در اختیار ما قرار داده‌اند، تشکر می‌شود.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام کرده‌اند که در این مقاله هیچ‌گونه تعارض منافع وجود ندارد.

با هم سنجیده شده بودند (۴ مطالعه) محدود بوده است.

نتیجه‌گیری

نتایج فراتحلیل حاضر نشان داد که تمرین هوازی سبب کاهش معنادار هموگلوبین گلیکوزیله و بهبود مقادیر رزیستین شده است. به نظر می‌رسد تمرین هوازی، به عنوان یکی از راهکارهای درمانی مناسب و کاربردی، می‌تواند در کاهش اختلال‌های متابولیکی افراد چاق و دارای اضافه‌وزن و مبتلا به دیابت نوع دو موثر باشد.

References

1. Styne DM. Childhood and adolescent obesity. Prevalence and significance. *Pediatr Clin North Am*. 2001;48(4):823-54, vii. [DOI: 10.1016/s0031-3955(05)70344-8].
2. Yue P, Jin H, Aillaud M, Deng AC, Azuma J, Asagami T, et al. Apelin is necessary for the maintenance of insulin sensitivity. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2010;298(1):E59-67. [DOI: 10.1152/ajpendo.00385.2009]
3. Nieto-Vazquez I, Fernández-Veledo S, Krämer DK, Vila-Bedmar R, Garcia-Guerra L, Lorenzo M. Insulin resistance associated to obesity: the link TNF- α . *Arch Physiol Biochem*. 2008;114(3):183-94. [DOI: 10.1080/13813450802181047]
4. Jung UJ, Choi MS. Obesity and its metabolic complications: the role of adipokines and the relationship between obesity, inflammation, insulin resistance, dyslipidemia and nonalcoholic fatty liver disease. *Int J Mol Sci*. 2014;15(4):6184-223. [DOI: 10.3390/ijms15046184]
5. Snowling NJ, Hopkins WG. Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients: a meta-analysis. *Diabetes Care*. 2006;29(11):2518-27. DOI: 10.2337/dc06-1317
6. Oguntibeju OO. Type 2 diabetes mellitus, oxidative stress and inflammation: examining the links. *Int J Physiol Pathophysiol Pharmacol*. 2019;11(3):45-63. [DOI: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6628012/]
7. Ebrahim K, Ramezan por MR, Rezaei Sahraei A. Effect of Eight Weeks of Aerobic and Progressive Exercises on Changes of Estrogen Hormone and Effective Factors on Bone Mass in Menopausal Sedentary Women. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*. 2010;12(4):401-8. [Article in Persian]. [DOI: http://ijem.sbm.ac.ir/article-1-745-en.html]
8. Yarahmadi H, Hamedinia M, Haghighi A, Jahandide A, Taher Z. The Effect of one session moderate and heavy resistance exercise on the appetite, food intake and energy expenditure in healthy men. *Daneshvar Medicine*. 2020;18(4):51-60. [Article in Persian]. [DOI: https://jsms.medsab.ac.ir/article_65.html?lang=en]
9. Dixon JB. The effect of obesity on health outcomes. *Mol Cell Endocrinol*. 2010;316(2):104-8. [DOI: 10.1016/j.mce.2009.07.008]
10. DiPietro L, Dziura J, Yeckel CW, Neuffer PD. Exercise and improved insulin sensitivity in older women: evidence of the enduring benefits of higher intensity training. *J Appl Physiol* (1985). 2006;100(1):142-9. [DOI: 10.1152/japplphysiol.00474.2005]
11. Marwick TH, Hordern MD, Miller T, Chyun DA, Bertoni AG, Blumenthal RS, et al. Exercise training for type 2 diabetes mellitus: impact on cardiovascular risk: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2009;119(25):3244-62. [DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192521]
12. Ahmadi A, Hasanzadeh J, Rajaeifard A. Metabolic Control And Care Assessment in Patients with Type 2 Diabetes In Chaharmahal & Bakhtiari Province 2008. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*. 2009;11(1):33-9. [Article in Persian]. [DOI: http://ijem.sbm.ac.ir/article-1-708-en.html]
13. Alavi NM, Ghofranipour F, Ahmadi F, Emami A. Developing a culturally valid and reliable quality of life questionnaire for diabetes mellitus. *East Mediterr Health J*. 2007;13(1):177-85. [DOI: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17546920/]
14. Kim HS, Shin JA, Chang JS, Cho JH, Son HY, Yoon KH. Continuous glucose monitoring: current clinical use. *Diabetes Metab Res Rev*. 2012;28 Suppl 2:73-8. DOI: 10.1002/dmrr.2346
15. Windler E. What is the consequence of an abnormal lipid profile in patients with type 2 diabetes or the metabolic syndrome? *Atheroscler Suppl*. 2005;6(3):11-4. [DOI: 10.1016/j.atherosclerossup.2005.06.003]
16. Esteghamati A, Abbasi M, Nakhjavani M, Yousefzadeh A, Basa AP, Afshar H. Prevalence of diabetes and other cardiovascular risk factors in an Iranian population with acute coronary syndrome. *Cardiovasc Diabetol*. 2006;5:15. [DOI: 10.1186/1475-2840-5-15]
17. Azimidokht SMA, Mogharnasi M, Kargar Shouroki MK, Zarezade Mehrizi AA. The Effect of 8 Weeks Interval Training on Insulin Resistance and Lipid Profiles in Type 2 Diabetic Men Treated with Metformin. *Journal of Sport Biosciences*. 2015;7(3):461-76. [Article in Persian]. [DOI: https://doi.org/10.22059/jsb.2015.56260]
18. Vizvari E, Farzanegi P, Abbas Zade Sourati H. Effect of Vigorous Aerobic Training on Serum Levels of Some Inhibitory and Excitatory Factors of Angiogenesis in Women with Type 2 Diabetes. *Pathobiology Research*. 2018;21(3):125-31. [Article in Persian]. [DOI: http://mjms.modares.ac.ir/article-30-16360-en.html]
19. Kalantari D, Salehikia A, Rezaei MR, Mohammaddoost O. The effect of aerobic exercise and isoflavone soy supplementation (Glycine soja) on changes in hemoglobin A1C and fasting blood sugar in type 2 diabetic patients. *Feyz Medical Sciences Journal*. 2021;25(5):1194-202. [Article in Persian]. [DOI: http://feyz.kaums.ac.ir/article-1-4241-en.html]
20. Boulé NG, Haddad E, Kenny GP, Wells GA, Sigal RJ. Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. *Jama*. 2001;286(10):1218-27. [DOI: 10.1001/jama.286.10.1218]
21. Thomas DE, Elliott EJ, Naughton GA. Exercise for type 2 diabetes mellitus. *Cochrane Database Syst Rev*. 2006;2006(3):Cd002968. [DOI: 10.1002/14651858.CD002968.pub2]
22. Higgins JP, Altman DG, Gøtzsche PC, Jüni P, Moher D, Oxman AD, et al. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *Bmj*. 2011;343:d5928. [DOI: 10.1136/bmj.d5928]
23. Rahmati m, Shariatzadeh Joneydi M, Azari N. The Effects of Endurance Exercise on Some Related Variables of Type II Diabetes: Systematic Review and Meta-Analysis of Studies in Iran. *Sport Physiology*. 2019;11(41):81-104. [Article in Persian]. [DOI: https://doi.org/10.22089/spj.2017.4341.1581]
24. Kazeminasab F, Ahmadi S. The Effect of Exercise Training and Diet, Alone, on Glycosylated Hemoglobin (HbA1c) and Fasting Glucose in Patients with Type 1 Diabetes: A Meta-Analysis Systematic Review. *Journal Of Isfahan Medical School*. 2024;41(742):988-1003. [Article in Persian]. [DOI: 10.48305/jims.v41.i742.0988]
25. Abd El-Kader SM. Aerobic versus resistance exercise training in modulation of insulin resistance, adipocytokines and

- inflammatory cytokine levels in obese type 2 diabetic patients. *Journal of Advanced Research*. 2011;2(2):179-83. [DOI:10.1016/j.jare.2010.09.003]
26. Ji W, Gong L, Wang J, He H, Zhang Y. Hypoxic Exercise Training Promotes apelin/APJ Expression in Skeletal Muscles of High Fat Diet-Induced Obese Mice. *Protein Pept Lett*. 2017;24(1):64-70. [DOI: 10.2174/0929866524666161111111726]
 27. Chen S, Xue F, Jin HL, Chen L, Chen Y, Wang GF, et al. [Effect of swimming exercise on the expression of apelin and its receptor in pulmonary tissues of rats with hypoxic pulmonary hypertension]. *Zhongguo Ying Yong Sheng Li Xue Za Zhi*. 2012;28(1):5-8. DOI:https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22493882/
 28. Chen BH, Song Y, Ding EL, Roberts CK, Manson JE, Rifai N, et al. Circulating levels of resistin and risk of type 2 diabetes in men and women: results from two prospective cohorts. *Diabetes Care*. 2009;32(2):329-34. [DOI: 10.2337/dc08-1625]
 29. Shundini N SA, Qurbani A, Prastesh M. The effect of aerobic training on resistin, adiponectin and insulin resistance index in men with type 2 diabetes. *Research in sports science*. 2011;10:102-89. [Article in Persian]. [DOI: http://sjimu.medilam.ac.ir/article-1-7995-en.html]
 30. Souri R, Khosravi N, Yazdan Dost H, Hossein Aiti M. A Comparison of Moderate Intensity Continuous Training and High Intensity Interval Training on Serum Levels of Resistin and Insulin Resistance in Type-2 Diabetic Obese Women. *Journal of Sport Biosciences*. 2016;8(3):365-80. [Article in Persian]. [DOI:https://doi.org/10.22059/jsb.2016.59504]
 31. Valizadeh A, Akbarnejad A, Yare M, Rajabi A, Bavardi-Moghadam E. The Effect of Aerobic Exercise on Resistin, Glycated Hemoglobin, Indicator of Insulin Resistance and Some Cardiovascular Risk Factors in Obese Women with Type 2 Diabetes. *Journal of Sport Biosciences*. 2018;10(3):263-82. [Article in Persian]. [DOI:https://doi.org/10.22059/jsb.2018.204360.1065]
 32. Khalafi M, Malandish A, Rosenkranz SK, Ravasi AA. Effect of resistance training with and without caloric restriction on visceral fat: A systemic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2021;22(9):e13275. [DOI:10.1111/obr.13275]
 33. Kazeminasab F, Sharafifard F, Miraghajani M, Behzadnejad N, Rosenkranz SK. The effects of exercise training on insulin resistance in children and adolescents with overweight or obesity: a systematic review and meta-analysis. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2023;14:1178376. [DOI: 10.3389/fendo.2023.1178376]
 34. Khalafi M, Alamdari KA, Symonds ME, Nobari H, Carlos-Vivas J. Impact of acute exercise on immediate and following early post-exercise FGF-21 concentration in adults: systematic review and meta-analysis. *Hormones (Athens)*. 2021;20(1):23-33. [DOI: 10.1007/s42000-020-00245-3]
 35. Egger M, Davey Smith G, Schneider M, Minder C. Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. *Bmj*. 1997;315(7109):629-34. [DOI: 10.1136/bmj.315.7109.629]
 36. Farzanegi P, Esmaeili B, Barari A. The Effect of Aerobic Training with Milk Consumption on Chemerin Resistin and CRP Levels in Prepubertal Children. *Journal of Ilam University of Medical Sciences*. 2016;24(2):27-37. [Article in Persian]. [DOI:http://sjimu.medilam.ac.ir/article-1-2707-en.html]
 37. Bayat Z, Gaeini A A, Gholipour A R. The effectiveness of regular walking on glycemic index and blood pressure in type 2 diabetic women. *Payesh (Health Monitor) Journal*. 2018;17(2):159-67. [Article in Persian]. [DOI:http://payeshjournal.ir/article-1-55-en.html]
 38. Saadatifar A, Bagherpour T, Nemat N. Comparison of the effect of 8 weeks of strength training, water exercise and omega 3 consumption on oxidative stress, CRP, glycosylated hemoglobin and blood pressure in diabetic men with peripheral neuropathy. *Feyz Medical Sciences Journal*. 2022;26(2):128-37. [Article in Persian]. [DOI:http://feyz.kaums.ac.ir/article-1-4530-en.html]
 39. Faze Najafabadi Z, Banitalebi E. Effect of Eight Weeks High Intensity Interval Training (HIIT) and Combined Training on Serum Liver Enzymes and Insulin Resistance Index in Women with Type 2 Diabetes. *J North Khorasan Univ Med Sci*. 2020;11(4):28-34. [Article in Persian]. [DOI: http://journal.nkums.ac.ir/article-1-1966-en.html]
 40. Mosheneh N, Momeni L, Farhadfar E. The Effect of Eight Weeks of Aerobic Training and Probiotic Supplementation on Body Composition, Insulin Resistance and Glycosylated Hemoglobin in Inactive Obese Women. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2023;22(2):213-24. [Article in Persian]. [DOI: 10.61186/jsmj.22.2.8]
 41. Motallebi F, Shakerian S, Ranjbar R. Effect of 8 Weeks Aerobic Interval Training on Glycosylated Hemoglobin and Insulin Resistance Index in Diabetic Mellitus Type 2 Women. *Internal Medicine Today*. 2016;22(2):137-43. [Article in Persian]. [DOI:http://imtj.gmu.ac.ir/article-1-2239-en.html]
 42. Martin IK, Katz A, Wahren J. Splanchnic and muscle metabolism during exercise in NIDDM patients. *Am J Physiol*. 1995;269(3 Pt 1):E583-90. [DOI: 10.1152/ajpendo.1995.269.3.E583]
 43. Stanford KI, Goodyear LJ. Exercise and type 2 diabetes: molecular mechanisms regulating glucose uptake in skeletal muscle. *Adv Physiol Educ*. 2014;38(4):308-14. [DOI: 10.1152/advan.00080.2014]
 44. Porsesh M, Ahmadi barati S, Habibi A. The Effect of 8 Weeks of Selected Aerobic Activity on Changes in Some Cardiovascular Risk Factors in Non-Athlete Middle-Aged Overweight Women. *Sport Physiology & Management Investigations*. 2021;13(1):161-9. [Article in Persian]. [DOI: 20.1001.1.1735.5354.1400.13.1.11.2.677]
 45. Haghighi AH, Yarahmadi H, Ildarabadi A, Rafieepour A. Effect of a Period of Aerobic Training on Serum Resistin Level in Obese Men. *medical journal of mashhad university of medical sciences*. 2013;56(1):31-8. [Article in Persian]. [DOI:10.22038/mjms.2013.456]
 46. Akbarpour M, Samari Z. The effect of aerobic training and Spirulina supplementation on Resistin and C - reactive protein in women with type 2 diabetes with overweight. *Feyz Medical Sciences Journal*. 2020;24(5):576-84. [Article in Persian]. [DOI:http://feyz.kaums.ac.ir/article-1-4001-fa.html]
 47. Hosseini M, Mogharnasi M, Zafarmand O. The effect of eight weeks of concurrent training on insulin resistance and resistin and glucose plasma levels in middle-aged overweight and obese men. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2022;9(1):35-47. [Article in Persian]. [DOI: 20.1001.1.26766507.1401.9.1.4.5]
 48. Melo LC, Dativo-Medeiros J, Menezes-Silva CE, Barbosa FT, de Sousa-Rodrigues CF, Rabelo LA. Physical Exercise on Inflammatory Markers in Type 2 Diabetes Patients: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Oxid Med Cell Longev*. 2017;2017:8523728. [DOI: 10.1155/2017/8523728]
 49. Balducci S, Zanuso S, Nicolucci A, Fernando F, Cavallo S, Cardelli P, et al. Anti-inflammatory effect of exercise training in subjects with type 2 diabetes and the metabolic syndrome is dependent on exercise modalities and independent of weight loss. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2010;20(8):608-17. [DOI:10.1016/j.numecd.2009.04.015]
 50. Donnelly JE, Smith B, Jacobsen DJ, Kirk E, Dubose K, Hyder M, et al. The role of exercise for weight loss and maintenance. *Best Pract Res Clin Gastroenterol*. 2004;18(6):1009-29. [DOI: 10.1016/j.bpg.2004.06.022]
 51. Kershaw EE, Flier JS. Adipose tissue as an endocrine organ. *J Clin Endocrinol Metab*. 2004;89(6):2548-56. [DOI: 10.1210/jc.2004-0395]
 52. Elloumi M, Ben Ounis O, Makni E, Van Praagh E, Tabka Z, Lac G. Effect of individualized weight-loss programmes on adiponectin, leptin and resistin levels in obese adolescent boys. *Acta Paediatr*. 2009;98(9):1487-93. [DOI: 10.1111/j.1651-2227.2009.01365.x]
 53. Fujinami A, Obayashi H, Ohta K, Ichimura T, Nishimura M,

- Matsui H, et al. Enzyme-linked immunosorbent assay for circulating human resistin: resistin concentrations in normal subjects and patients with type 2 diabetes. *Clin Chim Acta*. 2004;339(1-2):57-63. [DOI:10.1016/j.cccn.2003.09.009]
54. Kopff B, Jegier A. [Adipokines: adiponectin, leptin, resistin and coronary heart disease risk]. *Przegł Lek*. 2005;62 Suppl 3:69-72. [DOI:https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16521924/]
 55. Qi Q, Wang J, Li H, Yu Z, Ye X, Hu FB, et al. Associations of resistin with inflammatory and fibrinolytic markers, insulin resistance, and metabolic syndrome in middle-aged and older Chinese. *Eur J Endocrinol*. 2008;159(5):585-93. [DOI: 10.1530/EJE-08-0427]
 56. Monzillo LU, Hamdy O, Horton ES, Ledbury S, Mullooly C, Jarema C, et al. Effect of lifestyle modification on adipokine levels in obese subjects with insulin resistance. *Obes Res*. 2003;11(9):1048-54. [DOI: 10.1038/oby.2003.144]
 57. Azuma K, Katsukawa F, Oguchi S, Murata M, Yamazaki H, Shimada A, Saruta T. Correlation between serum resistin level and adiposity in obese individuals. *Obes Res*. 2003;11(8):997-1001. [DOI: 10.1038/oby.2003.137]
 58. Rajabi A, Siahkhouhian M, Akbarnejad A. The Effect of Eight Weeks of Aerobic Training and Supplementation of Saffron with Two Weeks of Detraining on Some of the Indicators Associated with Diabetes in Obese Women with Type 2 Diabetes. *Journal of Sport Biosciences*. 2021;13(2):125-48. [DOI:10.3390/sports10110167]
 59. Hosseinpour Delavar S, Boyerahmadi A, Soleymani A, Ghalavand A. Effect of eight weeks of aerobic interval training and urtica dioica supplement on some inflammatory indicators and glycemic control in men with type 2 diabetes. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2020;19(2):123-35. [Article in Persian]. [DOI: 10.22118/jsmj.2020.200813.1814]
 60. Amirasan R, Vakili J, Salehi R, Akbari M. Effect of 12 weeks aquatic aerobic Exercises on myocardial structure and function in type 2 diabetic women with heart failure. *Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services*. 2020;42(1):15-23. [Article in Persian]. [DOI:10.34172/mj.2020.015]
 61. Salimi Avansar M. The effects of eight weeks anaerobic interval training on serum levels of resistin and vaspin and insulin resistance in obese men with type-2 diabetes. *Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services*. 2019;41(1):36-46. [Article in Persian]. [DOI:10.34172/mj.2019.005]
 62. Rajabi A, Siahkhouhian M, Akbarnejad A, Yari M. A Comparison of the Effects of Two Frequencies of Equal Volume Aerobic Exercise and Detraining Following Aerobic Exercise on Body Composition, Metabolic Control and Resistin and Adiponectin Levels in Obese Women with Type 2 Diabetes. *Sport Physiology & Management Investigations*. 2019;11(3):23-35. [Article in Persian]. [DOI:https://www.sportrc.ir/article_103991.html?lang=en]
 63. Salehi R, Amirasan R, Vakili J, Khezerlu N, Akbari M. Effect of 12 weeks aquatic Exercises on Diabetic and motor performance indexes and quality of life in diabetic women with heart failure. *Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services*. 2019;41(5):72-9. [Article in Persian]. [DOI: 10.34172/mj.2019.060]
 64. Rezai N, Abedi B, Fatollahi H. Effect of Eight Weeks of Aerobic Aquatic and Land Exercise Training on Leptin, Resistin, and Insulin Resistance in Obese Women. *Pejouhesh dar Pezeshki (Research in Medicine)*. 2019;43(2):83-9. [Article in Persian]. [DOI:http://pejouhesh.sbmu.ac.ir/article-1-1948-en.html]
 65. Derakhshan K, Mohammadi A, Khajeh Landi A. The effect of an Exercise Course in Water on Glycosylated Hemoglobin and C-reactive Protein in type 2 Diabetic Women. *Armaghane Danesh*. 2018;23(2):214-24. [Article in Persian]. [DOI:http://armaghanej.yums.ac.ir/article-1-2101-en.html]
 66. Jalali Z, Shabani R, Nazari M. Effects of concurrent resistance-endurance training on body composition, lipid profile and blood glucose homeostasis in obese girls: A clinical trial. *Iranian Journal of Pediatric Nursing*. 2018;4(4):24-34. [Article in Persian]. [DOI:http://jpen.ir/article-1-278-en.html]
 67. Dabbagh Nikukheslat S, Gholami F, Salek-Zamani Y, Jafari A, Faraji E. Effect of 12-Week Aerobics Training on Metabolic Control in Type-2 Diabetic Men with Peripheral Neuropathy. *Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services*. 2018;39(6):21-8. [Article in Persian]. [DOI:https://mj.tbzmed.ac.ir/Article/21572]
 68. Rajabi H, Donyai A, Motamedi P, Dehkhoda MR. Effect of Aerobic Training on Blood Pressure, HbA1c and Arterial Stiffness in Postmenopausal Women with Type 2 Diabetes. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2018;16(6):631-42. [Article in Persian]. [DOI:10.22118/jsmj.2018.57901]
 69. Abdi A, Aohajer iravani O. The effect of Punica granatum L. along with aerobic training on resistin, serum adiponectin and insulin resistance in women with type 2 diabetes. *Feyz Medical Sciences Journal*. 2018;22(1):39-47. [Article in Persian]. [DOI:http://feyz.kaums.ac.ir/article-1-3369-en.htm]
 70. Azali Alamdari K K, Bashiri M, Shokrzadeh Agha Alilou R. Synchronized effects of aerobic training and magnesium supplementation on cardiometabolic risk factors and A1c in Type 2 diabetic females. *Metabolism and Exercise*. [Article in Persian]. 2017;7(1):39-54. [DOI: https://doi.org/10.22124/jme.2017.3373]
 71. Gholami M, Eftekhari E, Zafari A, Solatzadeh O. Effect of eight weeks low and moderate intensity aerobic training on levels of HbA1C, some hematological parameters and percent body fat in overweight and obese men with type 2 diabetes. *Metabolism and Exercise*. 2017;7(2):155-68. [Article in Persian]. [DOI: https://doi.org/10.22124/jme.2017.3381]
 72. Nasiri S, Banitalebi E, Faramarzi M. Effects of Eight Weeks of Personalized Alternate Sprint and Combined Exercise (strength and aerobic) Training on Blood Level of Glycated Hemoglobin (HbA1c) and Insulin Resistance in Women with Type 2 Diabetes. *Community Health Journal*. 2018;11(1):1-9. [DOI: 10.1007/s00421-004-1174-6]
 73. Kazemi N, Kordi MR, Noori R, Kasraeian M. Effect of Aerobic and Resistance Training on Resistin & Insulin Levels in Women with Gestational Diabetes. *Sport Physiology*. 2017;9(33):101-14. [Article in Persian]. [DOI:https://doi.org/10.22089/spj.2017.1929.1246]
 74. Mokhtari Nyara SS, Nikbakht M, Davoudi M. The combined effect of 12 weeks of walking and taking vitamin C tablets on the reduction of glycosylated hemoglobin in type 2 diabetes patients. *Research in biological sciences and physical activity*. 2012;1(1):53-62. [Article in Persian]. [DOI: 10.22111/rbpa.2012.4817]
 75. Taghizadeh M, Ahmadzad S, Naderi M, Helalizadeh M, Akbarinia A. Effects of eight weeks of endurance training on platelet indices in female type II diabetic patients. *medical journal of mashhad university of medical sciences*. 2016;59(5):345-54. [Article in Persian]. [DOI: 10.22038/mjms.2016.9306]
 76. Fathei M, Hejazi K, Kiani Gol M. The effect of Eight weeks aerobic training on Resistin levels and cardio respiratory fitness in sedentary middle-aged women. *medical journal of mashhad university of medical sciences*. 2015;58(9):489-97. [Article in Persian]. [DOI: 10.22038/mjms.2015.6503]
 77. Nazari Gilannejad T HR, Saidi Ziabari T, Ebrahimi M. The Effect of 12-Week Yoga Selected Exercise on Fasting Glucose, Glycosylated Hemoglobin and Lipid Profile in Patients with Type 2 Diabetes. *Journal of Sport and Exercise Physiology*. 2015;7(2):1139-46. [Article in Persian]. [DOI: https://joepa.sbu.ac.ir/article_98728.html?lang=fa]
 78. Yousefipoor P, Tadibi V, Behpoor N, Parnow A, Delbari M, Rashidi S. Effects of aerobic exercise on glucose control and cardiovascular risk factor in type 2 diabetes patients. *medical journal of mashhad university of medical sciences*. 2015;57(9):976-84. [Article in Persian]. [DOI:10.22038/mjms.2015.3882]
 79. Tofigheh A, Samadian Z, Tolouei Azar J. Evaluation of the Proinflammatory role of Resistin and C-reactive Protein (CRP) in Patients with Type 2 Diabetes: Effect of Aerobic and Resistance Exercise. *Journal of Sport Biosciences*. 2015;7(3):445-60. [Article in Persian]. [DOI:https://doi.org/10.22059/jsb.2015.56259]
 80. Pourverdi S, Mohammadi Shabboulaghi F, Kashaninia Z,

- Rezasoltani P. Effects of self-management program on glycemic control in patients with type 2 diabetes and glycosylated hemoglobin. *Journal of Holistic Nursing And Midwifery*. 2015;25(4):19-28. [Article in Persian]. [DOI:<http://hnmj.gums.ac.ir/article-1-574-en.html>]
81. Bijeh N, MabboutMoghadam T, Shahin M. Effect of Berberis Vulgaris Supplementation on Glycemic Indices Patients with Diabetes Type 2 after one Session of Aerobic Exercise. *Journal of Sport Biosciences*. 2015;7(3):503-18. [Article in Persian]. [DOI:<https://doi.org/10.22059/jsb.2015.56310>]
 82. Tofighi A, Samadian Z. Comparison of 12 Weeks Aerobic with Resistance Exercise Training on Serum Levels of Resistin and Glycemic Indices in Obese Postmenopausal Women with Type 2 Diabetes (Comparison of Two Exercise Protocols). *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2014;12(6):665-76. [Article in Persian]. [DOI:https://jsmj.ajums.ac.ir/article_49970.html?lang=en]
 83. Azamian Jazi A, Gharekhani M. The Effect of Aerobic Exercise Training on Serum Resistin Levels and its Relation to Insulin Resistance in Overweight Older Women. *Journal of Applied Exercise Physiology*. 2014;8(15):41-52. [Article in Persian]. [DOI:[10.22080/jaep.2013.373](https://doi.org/10.22080/jaep.2013.373)]
 84. Haghighi A YH, Shujaei M, Hedayati M. The effect of an aerobic exercise course on serum adiponectin and resistin and anthropometric variables in obese women. *Olympic Quarterly*. 2013;21(1):76-61. [Article in Persian]. [DOI: <https://www.virascience.com/en/article/94350/>]
 85. Abbas Yavari, Farzad Najafipoor, Akbar Aliasgarzadeh, Mitra Niafar, Majid Mobasseri, Saeed Nikookheslat. Effect of Aerobic Exercise, Resistance Training or Combined Training on Glycemic Control and Cardiovascular Risk Factors in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. *Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services*. 2011;33(4):82-91. [Article in Persian]. [DOI:<https://mj.tbzmed.ac.ir/Article/7420>]
 86. Mokhtari Niya R, Shakeriyan S, Nikbakht M, Davodi M. Effect of wallking and vitamin C Suplimentation glycosylated hemoglobine in patients with type II diabetes. *Research on Biosciences and Physical Actiuity*. 2012;1(1):53-62. [Article in Persian]. [DOI:<https://civilica.com/doc/1457438>]
 87. Hajihasani A, Bahrpeyma F, Bakhtiari A, Tagikhani M. Effects of eccentric and concentric exercises on some blood biochemical parameters in patients with type 2 diabetes. *Koomesh*. 2012;13(3): 338. [Article in Persian]. [DOI:<http://koomeshjournal.semums.ac.ir/article-1-2340-en.html>]
 88. Hajihasani AH, Bahrpeyma F, Bakhtiari AH, Taghikhani M. Effect of exercises downhill and uphill running on serum Adiponectin and Glucose in type-2 diabetic patients. *Journal of Gorgan University of Medical Sciences*. 2012;14(3):52-9. [Article in Persian]. [DOI:<http://goums.ac.ir/journal/article-1-1453-en.html>]
 89. Asa C, Maria S, Katharina SS, Bert A. Aquatic exercise is effective in improving exercise performance in patients with heart failure and type 2 diabetes mellitus. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2012;2012:349209. [DOI: [10.1155/2012/349209](https://doi.org/10.1155/2012/349209)]
 90. Dehghani K, Mogharnasi M, Talei Rudy M. The Effect of High-intensity Interval Training (HIIT) on Plasma Levels of Resistin in Male Non-athlete Students (A Trial Study). *Qom Univ Med Sci J* 2016, 9(11): 33-40. [DOI: <http://journal.muq.ac.ir/article-1-247-en.html>]
 91. Bello AI, Owusu-Boakye E, Adegoke BO, Adjei DN. Effects of aerobic exercise on selected physiological parameters and quality of life in patients with type 2 diabetes mellitus. *Int J Gen Med*. 2011;4:723-7. [DOI: [10.2147/IJGM.S16717](https://doi.org/10.2147/IJGM.S16717)]
 92. Buyukyazi G UC, Taneli F, Esen H, Gözlükaya F, Ozcan D, et al. The effect of different intensity walking programs on resistin and visfatinlevels in pre-menopausal women. *EgeTıpDergisi / Ege Journal of Medicine*. 2011;50(2):87-94. [DOI:<http://egetipdergisi.com.tr/tr/download/article-file/350463>]
 93. Tawfighi A, Dastan S, Babaei S. Hormonal and hemoral indices responses after aerobic water training in postmenopausal women with type II diabetes. *Journal of Sport in Biomotor Sciences*. 2011;3(2):18. [Article in Persian]. [DOI:https://sbs.hsu.ac.ir/article_161119.html]
 94. Hasanvand B, Karami K, Khodadi A, Valipour M. Impact determination of strength and resistance training on Glycoside hemoglobin and blood sugar on patients with type II diabetes". *scientific magazine yafte*. 2011;13(3):75-81. [Article in Persian]. [DOI:<http://yafte.lums.ac.ir/article-1-565-en.html>]
 95. Yavari A, Najafipoor F, Aliasgarzadeh A, Niafar M, Mobasseri M, Nikookheslat S. Effect of Aerobic Exercise, Resistance Training or Combined Training on Glycemic Control and Cardiovascular Risk Factors in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. *Medical Journal of Tabriz University of Medical Science*. 2011;33(4): 82. [Article in Persian]. [DOI:<https://mj.tbzmed.ac.ir/Article/7420>]
 96. Jorge ML, de Oliveira VN, Resende NM, Paraíso LF, Calixto A, Diniz AL, et al. The effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic control, inflammatory markers, adipocytokines, and muscle insulin signaling in patients with type 2 diabetes mellitus. *Metabolism*. 2011;60(9):1244-52. [DOI: [10.1016/j.metabol.2011.01.006](https://doi.org/10.1016/j.metabol.2011.01.006)]
 97. Shamsi M, Sharifirad G, Kachoue A, Hassanzadeh A. The effect of walking educational program on knowledge, attitude, performance, and blood sugar in women with type II diabetes. *Birjand University of Medical Sciences*. 2010;17(3):170. [Article in Persian]. [DOI:<http://journal.bums.ac.ir/article-1-740-en.html>]
 98. Kadoglou NP, Perrea D, Iliadis F, Angelopoulou N, Liapis C, Alevizos M. Exercise reduces resistin and inflammatory cytokines in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2007;30(3):719-21. [DOI: [10.2337/dc06-1149](https://doi.org/10.2337/dc06-1149)]
 99. Kelly AS, Steinberger J, Olson TP, Dengel DR. In the absence of weight loss, exercise training does not improve adipokines or oxidative stress in overweight children. *Metabolism*. 2007;56(7): 1005-9. [DOI: [10.1016/j.metabol.2007.03.009](https://doi.org/10.1016/j.metabol.2007.03.009)]
 100. Giannopoulou I, Ploutz-Snyder LL, Carhart R, Weinstock RS, Fernhall B, Gouloupoulou S, Kanaley JA. Exercise is required for visceral fat loss in postmenopausal women with type 2 diabetes. *J Clin Endocrinol Metab*. 2005;90(3):1511-8. [DOI: [10.1210/jc.2004-1782](https://doi.org/10.1210/jc.2004-1782)]