مجله علوم پزشکی رازی دوره ۳۱، شماره پیوسته ۱۰۴، ۱۹ شهریور۱۴۰۳ https://doi.org/10.47176/rjms.31.104

مقاله مروری

تاثیر تمرین تناوبی با شدت بالا و تمرین تداومی با شدت متوسط بر پروفایل چربی و ترکیب بدن در بیماران دیابتی نوع دو: مرور نظام مند فراتحلیل

فاطمه کاظمی نسب: استادیار، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران (* نویسنده مسئول) fkazeminasab@kashanu.ac.ir

امید ظفرمند: کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

فاطمه شرفی فرد: دانشجوی کارشناس ارشد، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

چکیده

زمینه و هدف: دیابت نوع دو نوعی بیماری اختلال در سوخت و ساز است که با بالا بودن گلوکز خون در شرایط مقاومت به انسولین و کمبود نسبی انسولین شناسایی می‌شود. هدف فراتحلیل حاضر بررسی مقایسه اثر تمرینات تناوبی با شدت بالا (HIIT) و تداومی با شدت متوسط (MICT) بر پروفایل چربی و ترکیب بدن در دیابت نوع دو است.

روش کار: جستجوی سیستماتیک مقالات انگلیسی و فارسی منتشر شده از پایگاه‌های اطلاعاتی PubMed، Web of Science، SID و Magiran تا آگوست سال ۲۰۲۳ انجام شد. فراتحلیل برای مقایسه‌ی اثر HIIT و MICT بر پروفایل چربی و ترکیب بدن در دیابت نوع دو انجام شد. تفاوت میانگین و فاصله اطمینان ۹۵٪ با استفاده از مدل اثر تصادفی محاسبه شد. ناهمگونی با استفاده از آزمون I^2 و سوگیری انتشار با تحلیل بصری فونل پلات و آزمون Egger بررسی شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار CMA2 انجام شد.

یافته‌ها: در مجموع ۱۰ مطالعه شامل ۱۱ مداخله ورزشی و ۲۹۷ آزمودنی مبتلا به دیابت نوع دو فراتحلیل شدند. نتایج نشان داد که HIIT سبب تغییر معنادار LDL سرمی [WMD=۰/۸۴mg/dL (۴/۱۹ الی ۲/۴۹-)، P=۰/۶]، HDL سرمی [P=۰/۶، (۲/۰۸- الی ۲/۱۵) WMD=۰/۳ mmHg]، TG سرمی [P=۰/۸، (۱۴/۹۴- الی ۱۲/۸۳) WMD=۱/۰۶]، TC سرمی [P=۰/۴، (۸/۱- الی ۳/۳۲) WMD=۲/۳۸]، BMI [P=۰/۶، (۰/۹۲- الی ۰/۵۳) WMD=-۰/۱۹]، درصد چربی بدن [P=۰/۶، (۳/۶۴- الی ۲/۴۱) WMD=-۰/۶۱] و توده چربی بدن [P=۰/۱، (۱/۸- الی ۰/۲۸) WMD=-۰/۷۶] نسبت به MICT در بیماران T2DM نشد.

نتیجه‌گیری: نتایج فراتحلیل حاضر نشان می‌دهد که HIIT فواید مشابهی با MICT بر پروفایل چربی و ترکیب بدن دارد، اگرچه HIIT یک روش تمرینی با زمان کارآمد است.

تعارض منافع: گزارش نشده است.

منبع حمایت‌کننده: حامی مالی ندارد.

کلیدواژه‌ها

تمرین تناوبی با شدت بالا،
تمرین تداومی با شدت متوسط،
پروفایل چربی،
ترکیب بدن،
دیابت نوع دو

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۰۸
تاریخ چاپ: ۱۴۰۳/۰۶/۱۹

شیوه استناد به این مقاله:

Kazeminasab F, Zafarmand O, Sharafifard F. The Effect of High-Intensity Interval Training and Moderate-Intensity Continuous Training on Lipid Profile and Body Composition in Type 2 Diabetic Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. Razi J Med Sci. 2024(9 Sep);31.104.

Copyright: ©2024 The Author(s); Published by Iran University of Medical Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the CC BY-NC-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.en).

*انتشار این مقاله به‌صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 4.0 صورت گرفته است.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2025-03-11]

[DOI: 10.47176/rjms.31.104]

Razi Journal of Medical Sciences. 2024(9 Sep);31.104. https://doi.org/10.47176/rjms.31.104

Review Article

The Effect of High-Intensity Interval Training and Moderate-Intensity Continuous Training on Lipid Profile and Body Composition in Type 2 Diabetic Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis

Fatemeh Kazeminasab: Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanities, University of Kashan, Kashan, Iran (* Corresponding Author) fkazeminasab@kashanu.ac.ir
Omid Zafarmand: Master of Sports Physiology Yasouj University, Yasouj, Iran
Fatemeh Sharafifard: Master's student in Exercise Physiology Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanities, University of Kashan, Kashan, Iran

Abstract

Bakcground & Aims: Type 2 diabetes (T2DM) is a metabolic disease that is characterized by increased blood sugar concentration and includes 90 to 95% of all types of diabetes (1, 2). This disease is caused by insufficient production of insulin by pancreatic beta cells or due to lack of proper response to insulin by body cells (3, 4). Fat disorder is one of the common disorders in this disease, which causes the emergence and exacerbation of short-term and long-term complications of diabetes. Also, many of diabetic patients suffer from lipid disorders, which can lead to cardiovascular diseases (3). Genetic predisposition, environmental factors, abdominal obesity, the use of an inappropriate diet, as well as lack of physical activity and inactivity are among the risk factors for T2DM. Intervention and change in lifestyle, paying attention to anthropometric indicators (body mass index, fat and body fat percentage) and blood pressure are recommended for people with type 2 diabetes (4). Structured exercise methods have been promoted as a critical component of type 2 diabetes management. One of these training methods is high-intensity interval training (HIIT) (5). HIIT consists of short periods of high-intensity exercise with periods of active or passive rest and has shorter sessions compared to moderate-intensity continuous training (MICT) of similar energy expenditure (2). For this reason, it is considered an ideal activity to achieve further improvement in physiological variables (6, 7). Accordingly, the results of the original research studies show that HIIT causes a significant reduction in body fat percentage, body fat mass and body mass index (8-10). The results of original research studies show that intense interval training causes a significant decrease in LDL, TG, and TC and a significant increase in serum HDL (11, 12). Also, the results of meta-analysis studies have reported the positive effects of intense interval training on fat profile. Peng et al. (2023) in a systematic review and meta-analysis that examined 50 studies, evaluated the effect of low-volume HIIT on metabolic outcomes of lipid profile in patients with T2DM and reported that HIIT improved lipid profile in Diabetic people became (13). On the other hand, MICT increases metabolic capacity, improves aerobic system, increases sports performance and energy metabolism (14). Accordingly, the results of a research study show that MICT causes a significant decrease in body fat percentage, body fat mass and body mass index (9, 15). Also, the results of research studies showed that MICT improves blood sugar and lipid profiles (12, 16). On the other hand, MICT increases metabolic capacity, improves aerobic the system, increases sports performance and energy metabolism (14). Considering that exercise is one of the main and most important interventions in the management of obesity, cardiovascular diseases and diabetes, choosing the best exercise protocol for the treatment of diabetes and its complications is very important. Therefore, the aim of this randomized clinical trial meta-analysis study is to compare the effects of HIIT versus MICT on lipid profiles and body composition in T2DM patients.
Methods: A systematic search of English and Farsi articles published in PubMed, Web of Science, SID, and Magiran databases was conducted until August 2023. A meta-analysis was performed to compare the effects of HIIT and MICT on fat profile and body composition in type 2 diabetes. To conduct the meta-analysis, articles with the following characteristics were included in the study: 1- RCT randomized clinical trial studies and non-randomized NRs, published in Persian or English. 2- Studies conducted on type 2 diabetics. 3- Studies investigating the effect of HIIT against the MICT group. 4- Measuring studies on fat profile (HDL, LDL, TG, TC) and body composition (body fat percentage, body fat mass and body mass index). 5- Having the average and standard deviation data for the post-test and pre-test of the mentioned variables for subjects of both types of high-intensity interval training (HIIT) and moderate-intensity continuous training (MCIT). Exclusion criteria

Keywords
High-intensity interval training,
Moderate-intensity continuous training,
Lipid profile,
Body composition,
Type 2 diabetes

Received: 27/04/2024
Published: 09/09/2024

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2025-03-11]

[DOI: 10.47176/rjms.31.104]

included animal studies, abstracts of articles presented in conferences, theses, crossover studies, review studies, and meta-analysis studies. Also, studies that investigated the effect of high-intensity interval training or moderate-intensity interval training with a control group (without exercise) were excluded from the present meta-analysis. subjects with an average age of 54.4-38 years in the HIIT group and 95 subjects with an average age of 70-1.55 in the MICT group, of which 129 subjects had an average age of 70-1.38. All participants were inactive before starting the exercise protocol. The number of study subjects was a minimum of 15 people (40) and a maximum of 44 people (35), and the minimum duration of each session was from 20 to 40 minutes for interval training and from 24 to 60 minutes for continuous training. The training intensity for intermittent exercises was from 40 to 100% of maximum oxygen consumption and for continuous exercises from 40 to 75% of maximum oxygen consumption. Mean difference and 95% confidence interval were calculated using using a effect model. Heterogeneity was evaluated using the I2 test, and diffusion bias was evaluated by visual analysis of funnel plot and Egger's test.

Results: A total of 10 studies including 11 exercise interventions and 297 patients with type 2 diabetes were meta-analyzed. The results showed that HIIT caused a significant change in serum LDL [WMD=0.84 mg/dl (-2.49 to 4.19], P=0.6], HDL [WMD=0.3 mmHg (-2.08 to 2.15], P=0.6], TG [WMD=1.06 mg/dl (-14.94 to 12.83], P=0.8], TC [WMD=2.38 (-8.1 to 3.32), P=0.4], fat percent [WMD=-0.61 (-3.64 to 2.41], P=0.6], and fat mass [WMD=-0.76 (-1.8 to 0.28), P=0.1], compared with MICT in patients with T2DM.

Conclusion: This study aimed to compare the effects of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on fat profile and body composition in type 2 diabetic patients. The results of 10 studies with 277 diabetic patients indicated that high-intensity interval training caused a significant change in lipid profile (LDL, HDL, TC and TG) and body composition (BMI, body fat percentage and body fat mass) compared to the continuous training group. Not with moderate intensity. As a result, this research showed that there is no difference between HIIT and MICT in fat profile and body composition in adults. The results of the present meta-analysis are consistent with the results of a similar meta-analysis by Denardi et al., 2018, which examined 7 studies with 120 diabetic patients, and there was no difference between the two exercise methods on total cholesterol, triglycerides, HDL, LDL, and BMI (1). The results of the present meta-analysis showed that HIIT does not cause a significant change in lipid profile including LDL, HDL, TC and TG compared to MICT, which is in line with the previous meta-analysis study (1). The results of this systematic review article showed that there is no significant difference between the interventions. This is probably because subjects were within the normal range of total, HDL, and LDL cholesterol levels, which did not change much after exercise. In addition, the fact that there was no change or control in diet may account for the beneficial effects of exercise training. reduce the lipid profile. Improvements in triglyceride and HDL levels are important because of their association with cardiovascular disease. The effects of HIIT on lipid profiles in patients with type 2 diabetes are conflicting, with one study showing only a decrease in cholesterol (17) and another only an increase in HDL (18). While in the same studies, no effect of HIIT on triglycerides was shown in diabetic patients (17, 18). A previous meta-analysis that included only aerobic exercise and resistance exercise showed that a significant reduction in BMI and body mass was observed in diabetic patients who exercised compared to the control group (19). Jelliman et al reported that HIIT can reduce body mass and BMI compared to a control group (20). However, the included study had relatively inconsistent baseline levels. Because the included studies had different types of subjects such as healthy, overweight, type 2 diabetes and other chronic diseases. A previous meta-analysis study showed that HIIT is effective in reducing BMI and body weight in type 2 diabetic patients (2). Overall, there was a wide range of age at onset, duration of type 2 diabetes, presence of diabetic complications and insulin use, along with variations in session length and duration of intervention, monitoring, and a lack of information on dietary management and type of HIIT protocol used and reductions required. Antiglycemic drugs limited our ability to make direct comparisons between studies (5). The results of the present meta-analysis suggest that HIIT has similar benefits to MICT on fat profile and body composition, although HIIT is a more time-efficient training method.

Conflicts of interest: None

Funding: None

Cite this article as:

Kazeminasab F, Zafarmand O, Sharafifard F. The Effect of High-Intensity Interval Training and Moderate-Intensity Continuous Training on Lipid Profile and Body Composition in Type 2 Diabetic Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. Razi J Med Sci. 2024(9 Sep);31.104.

Copyright: ©2024 The Author(s); Published by Iran University of Medical Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the CC BY-NC-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.en).

*This work is published under CC BY-NC-SA 4.0 licence.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2025-03-11]

[DOI: 10.47176/rjms.31.104]

مقدمه

دیابت نوع دو (T2DM(Type 2 diabetes mellitus) یک بیماری متابولیکی اســت که با افزایش غلظت قند خون مشخص می‌شود و شامل ۹۰ تا ۹۵ درصد از انواع بیماری دیابت را شـامل می‌شـود (۱، ۲). این بیماری بر اثر تولید ناکافی انسولین توسط سلول‌های بتا پانکراس و یا بر اثر عدم پاسخ مناسب به انسولین توسط سلول‌های بدن به وجود می‌آید (۳، ۴). تخمین زده شـده که بیماری دیابت از ۱۷۱ میلیون در سـال ۲۰۰۰ به ۳۶۶ میلیون در سال ۲۰۳۰ خواهد رسید (۵). افراد مبتلا به دیابت نوع دو در مقایسـه با افراد بدون دیابت در معرض خطر بیشـتری برای مرگ و میر ناشـی از بیماری‌های قلبی عروقی هسـتند (۶). دیابت به‌خصـوص T2DM اغلب با اختلالات متابولیسم لیپید همراه است. به عبارت دیگر افزایش سطوح اسیدهای چرب نقش اساسی در افزایش مقاومت به انسـولین ایجاد می‌نماید (۷). اختلال در چربی یکی از اختلالات متداول در این بیماری است که سـبب پیدایش و تشـدید عوارض کوتاه مدت و بلند مدت دیابت می‌شـود. همچنین تعداد بالایی از بیماران دیابتی از اختلال چربی رنج می‌برند که این فرآیند می‌تواند به بیماری‌های قلبی عروقی منجر شـود (۸). به‌طوری که بالا رفتن سـطح اسـیدهای چرب پلاسـما نقش عمده‌ای در افزایش مقاومت به انسـولین دارد. اسـیدهای چرب پلاسـما با افزایش سـنتز VLDL، پروتئین انتقال دهنده کلسترول، افزایش تری‌گلیسیرید، افزایش LDL (Low-density lipoprotein) و کـاهش HDL (High-density lipoprotein) باعث ایجاد دیس لیپیدمی در دیابت می‌گردد که این عملکرد آتروژنیک لیپوپروتئین ها باعث ایجاد آترواسـکلروز و افزایش بیماری‌های قلبی عروقی می‌شـود (۹, ۱۰). همچنین دیابت T2DM به صـورت سـه ناهنجاری پاتولوژیک، اختلال در ترشح انسولین، مقاومت محیطی به انسولین و تولید بیش از حد گلوکز کبدی مشخص می‌شود (۱۱). به عبارتی مقاومت به انسولین و T2DM ارتباط نزدیکی با شاخص توده بدن دارد (۱۲). استعداد ژنتیکی، عوامل محیطی، چاقی شکمی، استفاده از رژیم غذایی نامناسب و همچنین نداشـتن فعالیت بدنی و کم تحرکی از جمله عوامل خطرزای T2DM هسـتند. مداخله و تغییر در شیوه زندگی، توجه به شاخص‌های تن سنجی (شاخص توده بدن، درصـد چربی و چربی بدن) و فشـار خون به افراد دیابتی نوع دو توصیه می‌شود (۱۳).

با توجه به عوارض متعدد دیابت نوع دو از جمله اختلال در سیستم قلبی عروقی، شبکیه چشم، سیستم عصـبی و غیره این بیماری درمان های مناسـبی را می‌طلبد (۱۴). درمان‌های در دسـترس برای دیابت نوع دو، شامل تغییر سبک زندگی با ورزش، اصلاح تغذیه، داروهای خوراکی و انسـولین اسـت (۱۵). نتایج یک مطالعه، پیشرفت ۵۸ درصدی را در پیشگیری از دیابت پس از برنامه‌های مداخله‌ای نشان می‌دهد (۱۶). شواهد قانع کننده‌ای وجود دارد که نشان می‌دهد احتمال ابتلا به دیابت در افرادی که به اندازه کافی فعالیت بدنی انجام نمی‌دهند، بیشتر است (۱۷). با این حال توصیه می‌شـود علاوه بر درمان های دارویی، بیماران دیابتی برای کنترل دیابت از تغییرات شـیوه زندگی اسـتفاده کنند. لذا توجه به فعالیت بدنی حائز اهمیت است (۱۸). معمولا فعالیت بدنی، در بیماران T2DM به دلیل اثر گذاری مثبتی بر بهبود ترکیب بدن، آمادگی قلبی عروقی، عملکرد فیزیکی، کنترل فشـار خون، کنترل گلوکز خون، افزایش حساسـیت به انسـولین و بهبود پروفایل چربی که به عنوان یکی از موثرترین راه های درمان و پیشـگیری مورد اسـتفاده قرار می‌گیرد (۱۷). روش‌های تمرین ساختاریافته به عنوان یک جزء حیاتی برای مدیریت دیابت نوع دو ترویج شـده اسـت. یکی از این روش های تمرینی، تمرین تناوبی با شـدت بالا (High-intensity interval training) HIIT)) اسـت (۱۸). HIIT شـامل دوره‌های کوتاه تمرین با شـدت بالا همراه با دوره‌های استراحت فعال یا غیرفعال است و در مقایسه با تمرین تداومی با شدت متوسط ((Moderate-intensity continuous training) MICT) بـا انـرژی مصرف شده مشابه دارای جلسات با زمان کوتاه‌تر است (۲). با توجه به کمبود زمان برای افراد، تمرین تناوبی شـدید به دلیل دارا بودن زمان جلسـات کوتاهتر موجب پایبندی افراد به فعالیت بدنی می‌شـود. علاوه براین، فعالیت بدنی شـدیدتر ممکن اسـت مزایای مشـابه یا بیشـتری نسـبت به MICT برای سـلامت متابولیک و کاهش مرگ و میر به همراه داشته باشد (۱). به همین دلیل برای دسـتیابی به بهبود بیشـتر در متغیرهای فیزیولوژیکی یک فعالیت ایده‌آل محسوب می شود (۱۹،

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2025-03-11]

[DOI: 10.47176/rjms.31.104]

۲۰). بر همین اساس، نتایج مطالعات پژوهشی اصیل نشان می‌دهند که HIIT سبب کاهش معناداری در صد چربی بدن، توده چربی بدن و شاخص توده بدنی می‌شود (۲۳-۲۱). نتایج مطالعات پژوهشی اصیل نشان می‌دهند که تمرینات تناوبی شدید سبب کاهش معناداری LDL، TG (Triglycerides)، TC (Total Cholesterol) و افزایش معناداری HDL سرمی را گزارش کرده‌اند (۲۴، ۲۵). همچنین نتایج مطالعات فراتحلیل، اثرات مثبت تمرینات تناوبی شدید بر پروفایل چربی را گزارش کرده‌اند. پنگ (Peng) و همکاران (۲۰۲۳) در یک مطالعه مرور سیستماتیک و فراتحلیل که ۵۰ مطالعه را مورد بررسی قرار داده‌اند، تاثیر HIIT با حجم کم بر روی پیامدهای متابولیک پروفایل چربی را در بیماران مبتلا به T2DM ارزیابی و گزارش کردند که HIIT سبب بهبود پروفایل چربی در افراد دیابتی شد (۲۶).

از سویی دیگر، MICT باعث افزایش ظرفیت سوخت و سازی، بهبود سیستم هوازی، افزایش کارایی ورزشی و متابولیسم انرژی می شود (۲۷). بر همین اساس، نتایج مطالعه پژوهشی نشان می‌دهد که MICT سبب کاهش معناداری در صد چربی بدن، توده چربی بدن و شاخص توده بدنی می‌شود (۲۲، ۲۸). همچنین نتایج مطالعات پژوهشی نشان داد که MICT سبب بهبود قند خون و پروفایل چربی می‌شود (۲۵، ۲۹).

با توجه به این که تمرین ورزشی یکی از مداخلات اصلی و مهم در مدیریت چاقی، بیماری‌های قلبی - عروقی و دیابت است، انتخاب بهترین پروتکل ورزشی برای درمان دیابت و عوارض آن بسیار حائز اهمیت است. لذا هدف این مطالعه فراتحلیل کارآزمایی بالینی تصادفی سازی شده، بررسی مقایسه اثرات HIIT در مقابل MICT بر بر پروفایل چربی و ترکیب بدن در بیماران T2DM است.

روش کار

پژوهش حاضر از نوع مطالعات مرور نظام‌مند و فراتحلیل است که براساس دستورالعمل کاکرین و پریزما PRISMA انجام شده است.

روش جستجوی مقالات: برای استخراج مقالات، جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی پابمد، اسکوپاس و وب آو ساینس تا آگوست ۲۰۲۳ (بدون محدود کردن سال انتشار) برای مقالات انگلیسی با استفاده از کلمات کلیدی ""High-intensity interval training"، "Moderate-intensity continuous exercise"، "Body fat"، "Adipose tissue"، "Adiposity"، "Body composition"، "Abdominal fat"، "Visceral fat"، "Visceral fat"، ""Type 2 diabetes" انجام گرفت. دستور جستجو در پایگاه‌های پامبد و وب آو ساینس در (جدول ضمیمه ۱) اشاره شده است. همچنین جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی و مگیران برای مقالات فارسی تا مردادماه ۱۴۰۲ با استفاده از کلمات کلیدی"تمرین تناوبی (تمرین اینتروال)"، "تمرین تداومی"، "چربی بدن"، "آدیپوسیت"، " ترکیب بدن"، "چربی احشایی" و "بیماران دیابت نوع دو" انجام شد. در ادامه، فهرست منابع مقالات استخراج شده و همچنین مقالات استناد کننده به آن‌ها به روش دستی در گوگل اسکولار مورد بررسی قرار گرفت. جستجو پایگاه‌های اطلاعاتی به صورت مستقل توسط سه محقق انجام شد.

معیار های ورود و خروج از تحقیق: برای انجام پژوهش فراتحلیل، مقالات با مشخصات زیر وارد مطالعه شدند: ۱- مطلعات کارآزمایی بالینی تصادفی شده RCT و غیر تصادفی شده NRs، منتشر شده به زبان فارسی یا انگلیسی. ۲- مطالعات انجام شده بر روی افراد دیابتی نوع دو. ۳- مطالعات بررسی کننده‌ی اثر HIIT در برابر گروه MICT. 4- مطالعات اندازه‌گیری کننده بر پروفایل چربی (HDL, LDL, TG, TC) و ترکیب بدن (درصد چربی بدن، توده چربی بدن و شاخص توده بدنی). ۵- دارا بودن داده‌های میانگین و انحراف استاندارد برای پس آزمون و پیش آزمون متغیرهای مذکور برای آزمودنی های هر دو نوع تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT) و تمرین تداومی با شدت متوسط (MCIT). معیارهای خروج شامل مطالعات حیوانی، چکیده مقالات ارائه شده در همایش‌ها، پایان‌نامه‌ها، مطالعات مقطعی (crossover)، مطالعات مروری (review)، مطالعات

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2025-03-11]

[DOI: 10.47176/rjms.31.104]

فراتحلیل (meta-analysis) بود. همچنین مطالعاتی که اثر تمرین تناوبی با شدت بالا و یا تمرین تناوبی با شدت متوسط را با گروه کنترل (بدون انجام تمرین ورزشی) را بررسی کرده بودند، از پژوهش فراتحلیل حاضر خارج شدند. مطالعاتی که فعالیت بدنی با مصرف مکمل ورزشی همراه شده بود، خارج شدند. بررسی اولیه مقالات به صورت مستقل توسط هر سه محقق انجام گرفت و هرگونه اختلاف نظر با مشورت هر سه محقق حل شد.

استخراج داده‌ها: پس از بررسی جامع تمام مقالات، اطلاعات کامل مقالات، داده‌ها پروفایل چربی از جمله (TC, TG, HDL, LDL) و ترکیب بدن (درصد چربی بدن، توده چربی بدن و شاخص توده بدنی) توسط هر سه محقق به‌طور مستقل استخراج شد. اطلاعات مربوط به نوع مطالعه، نویسنده‌ی اول، سال انتشار، تصادفی یا غیر تصادفی بودن، تعداد نمونه، کیفیت مطالعه، ویژگی‌های آزمودنی‌ها شامل سن، جنسیت و پروتکل تمرین (نوع مداخله، طول مداخله، تعداد جلسات در هفته و شدت تمرین) استخراج شد. در صورت نبود وجود داده های کافی برای انجام فراتحلیل، از طریق ایمیل با نویسنده‌ی مسئول مکاتبه صورت گرفت و داده‌های مورد نیاز مطالعه فراتحلیل حاضر دریافت شد. همچنین در صورت عدم پاسخگویی یا عدم دریافت از سوی نویسنده مسئول مقاله، استخراج داده‌ها از نمودار مقالات با استفاده از getdata یا تخمین انحراف استاندارد (SD) از خطای استاندارد میانگین (SEM) صورت گرفت (۳۰، ۳۱).

بررسی کیفیت مقالات: بررسی کیفیت مقالات نیز توسط هر سه محقق به‌طور مستقل انجام شد. ارزیابی کیفیت مطالعات با استفاده از چک لیست ۹ سوالی Pedro انجام شد (۳۰، ۳۲). معیارهای ارزیابی شامل موارد زیر می‌باشد: ۱- مشخص بودن ضوابط واجد شرایط بودن آزمودنی‌ها، ۲- اختصاص شرکت کنندگان به‌طور تصادفی به گروه‌های مختلف، ۳- آشنایی نداشتن شرکت کنندگان نسبت به گروه بندی‌هایشان، ۴- یکسان بودن آزمودنی‌ها از نظر وزن بدن در گروه‌های مختلف مطالعه، ۵- وجود ارزیابی یکسو کور برای متغیر اصلی پژوهش (Blinding of all assessors)، ۶- خروج کمتر از ۱۵ درصد شرکت کنندگان از پژوهش، ۷ - انجام تجزیه و تحلیل به صورت Intention to treat (ITT)، ۸- وجود گزارش تفاوت های آماری بین گروه ها برای متغیر اصلی پژوهش، ۹- وجود گزارش میانگین، انحراف معیار و میزان معناداری (P value). به تمام سوالات چک لیست Pedro ، با دو گزینه‌ی بله ✓ و یا خیر× پاسخ داده شد. امتیاز حداقل صفر و حداکثر ۹ بود، که در آن ارزش عددی بالاتر، نمایانگر کیفیت بالاتر مطالعه بود (جدول ۲).

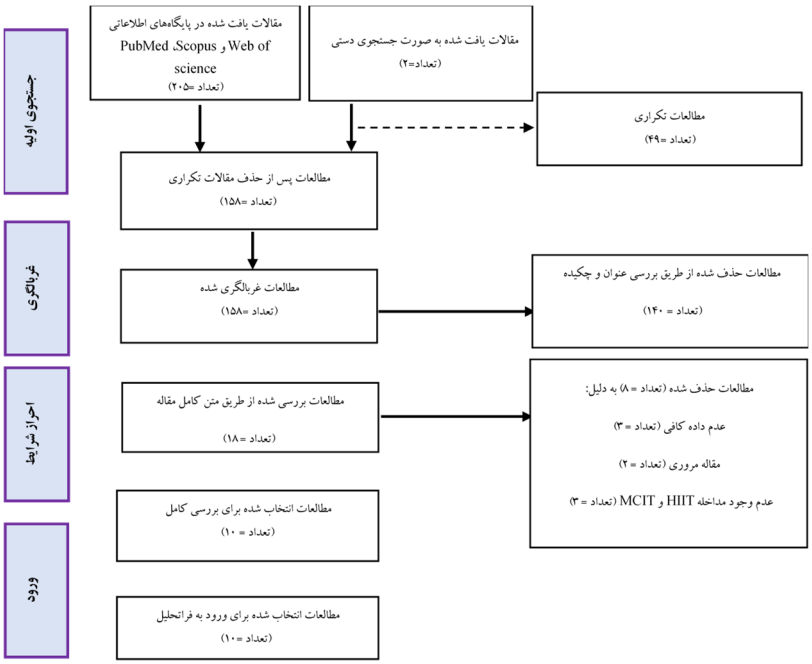
فراتحلیل: مطالعه‌ی فراتحلیل حاضر برای تعیین مقایسه‌ی اثر HIIT و MICT بر پروفایل چربی و ترکیب بدن در T2DM انجام گرفت. در این مطالعه، برای انجام تجزیه و تحلیل آماری از میانگین، انحراف استاندارد و حجم نمونه استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از مدل اثر تصادفی انجام شد و تفاوت میانگین و فاصله اطمینان ۹۵٪ در نظر گرفته شد. همچنین برای تعیین عدم تجانس (ناهمگونی) مطالعات از آزمون (I2) استفاده شد که طبق دستورالعمل کوکران مقدار ناهمگونی به ترتیب کمتر از ۲۵٪= ناهمگونی خفیف، ۲۵-۵۰٪= ناهمگونی خفیف، ۵۰-۷۵٪= ناهمگونی متوسط، بیشتر از ۷۵٪= ناهمگونی بالا تفسیر شد (۳۰). لازم به ذکر است برای تحلیل داده‌ها از مدل اثر تصادفی استفاده شد. در صورت عدم ناهمگونی در ادامه تحلیل حساسیت (Sensitivity analysis) از طریق روش یک به یک مطالعات (Leave one-out method) با لحاظ کردن (I2) کمتر از ۲۵ به عنوان ملاک لحاظ شد. سوگیری انتشار نیز با استفاده از تفسیر بصری فونل پلانت بررسی گردید که در صورت مشاهده‌ی سوگیری تست (Egger) به عنوان یک تست تعیین کننده‌ی ثانویه استفاده شد که در آن سطح معنی‌داری برابر با ۰/۱ به عنوان سوگیری انتشار معنی‌دار در نظر گرفته شد (۳۳).

یافته‌ها

براساس جستجو در پایگاه‌های اطلاعات علمی تا آگوست ۲۰۲۳، ۳۱۰ مقاله یافت شد. پس از حذف

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2025-03-11]

[DOI: 10.47176/rjms.31.104]



شکل ۱- فلوچارت انتخاب مطالعات

مقالات تکراری (۱۲۶ مقاله)، و پس از بررسی عناوین و چکیده مقالات، در نهایت ۲۴ مقاله برای ارزیابی متن کامل انتخاب شدند که پس از بررسی متن کامل مقالات، ۱۴ مقاله از مطالعه حاضر خارج شدند. ۶ مطالعه به دلیل عدم داده پس آزمون، ۲ مطالعه دارای اندازه اثر بالا، ۵ مطالعه عدم وجود مداخله HIIT و MICT نداشتند. داده‌های مطالعه میترونان (Mitranun) و همکاران برای متغیرهای پروفایل چربی اشتباه ثبت شده بود و فقط داده‌های ترکیب بدن، توده چربی و درصد چربی بدن استخراج شد (۳۴). در نهایت، ۱۰ مطالعه وارد فراتحلیل حاضر شدند (شکل شماره ۱). ۱۰ مطالعه برای متغیر LDL، ۶ مطالعه برای متغیر HDL، ۵ مطالعه برای TG و ۶ مطالعه برای TC، ۶ مطالعه برای BMI، ۳ مطالعه برای توده چربی بدن و ۳ مطالعه برای درصد چربی بدن وجود داشت. ویژگی آزمودنی‌ها ۲۷۷ آزمودنی وارد مطالعه فراتحلیل حاضر شدند که همه شرکت کنندگان، بیماران دیابتی نوع دو بودند (۲۲, ۲۳, ۲۵, ۳۴-۴۰). ۵۳ آزمودنی با میانگین سنی ۳۸-۵۴/۴ سال در گروه HIIT و ۹۵ آزمودنی با میانگین سنی ۵۵-۷۰/۱ در گروه MICT که ۱۲۹ آزمودنی با میانگین سنی ۳۸-۷۰/۱ بودند. همه‌ی شرکت‌کنندگان پیش از شروع پروتکل ورزشی غیرفعال بودند (جدول شماره ۱). تعداد آزمودنی‌های مطالعات با حداقل ۱۵ نفر (۴۰) و حداکثر ۴۴ نفر (۳۵) بود.

ویژگی پروتکل های تمرین: ۱۰ مطالعه (۱۱ مداخله) وارد مطالعه فراتحلیل حاضر شدند. حداقل مدت هر جلسه برای تمرینات تناوبی از ۲۰ تا ۴۰ دقیقه و برای تمرینات تداومی از ۲۴ تا ۶۰ دقیقه بود. شدت تمرین برای تمرینات تناوبی از ۴۰ تا ۱۰۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی و برای تمرینات تداومی ۴۰ تا ۷۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی بود.

سوگیری انتشار: نتیجه تست آزمون Egger نشان‌دهند عدم وجود سوگیری انتشار معنی‌دار برای LDL (6/0=P)، HDL (5/0=P)، TG(8/0=P)، TC (6/0=P)، BMI (7/0=P) و توده چربی بدن (7/0=P) و وجود سوگیری انتشار معنی‌دار برای درصد چربی بدن (04/0=P) بود.

کیفیت مطالعات: نتایج بررسی کیفیت مقالات با استفاده از Pedro نشان داد که تمام مطالعات دارای امتیاز ۷ بودند (جدول ۲).

تحلیل اصلی

LDL: تجزیه و تحلیل داده‌های ۷ مداخله نشان داد

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2025-03-11]

[DOI: 10.47176/rjms.31.104]

جدول ۱- ویژگی آزمودنی‌ها

مطالعه–سال	نوع مطالعه– کشور	نمونه– جنسیت	ویژگی آزمودنی- ها	متغیرها	سن (سال)	BMI (kg/m2)	طول مداخله به هفته (تعداد جلسات در هفته)	مدت تمرین (دقیقه)	شدت تمرین
گنتیل (Gentil) و همکاران ۲۰۲۳ (۳۰)	RCT – برزیل	۴۴ زن و مرد	دیابتی نوع ۲	HDL LDL TG TC	تمرین HIIT1 (۱۵ نفر) : ۵۷/۳ ± ۸/۹ تمرین HIIT2 (۱۵ نفر): ۵۵/۷ ± ۷/۴ تمرین MICT (۱۴ نفر) : ۵۴/۶ ± ۸/۹	تمرین HIIT1 : ۲۸/۵ ± ۴/۹ تمرین HIIT2 : ۲۸/۹ ± ۳/۶ تمرین MICT : ۲۹/۴ ± ۴/۹	(۲)۸	تمرین HIIT1 : ۲۰ دقیقه تمرین HIIT2 : ۲۰ دقیقه تمرین MICT : ۲۴ دقیقه	تمرین HIIT1 : ٪۱۰۰ vo2max تمرین HIIT2 : ٪۷۰ vo2max تمرین MICT : ٪۵۰ vo2max
لی (Li) و همکاران ۲۰۲۲ (۳۱)	RCT – چین	۲۵ مرد	دیابتی نوع ۲	BMI	تمرین HIIT1 (۱۲ نفر): ۳۸ ± ۶ تمرین MICT(۱۳ نفر): ۳۹ ± ۵	تمرین HIIT1 : ۲۷/۳۸ ± ۵/۵۳ تمرین MICT : ۲۶/۷۵ ± ۴/۲۰	(۵)۱۲	تمرین HIIT1 : ۲۵ دقیقه تمرین MICT : ۴۵ دقیقه	تمرین HIIT1 : ۸۰ تا ٪۹۵ vo2max تمرین MICT : ۵۰ تا ٪۷۰ vo2max
عبدالباسط (Abdelbasset) و همکاران ۲۰۲۰ (۲۵)	RCT – عربستان سوئدی	۳۱ زن و مرد	چاق و دیابتی نوع ۲	HDL LDL TG TC BMI	تمرین HIIT1 (۱۶ نفر) : ۵۴/۴ ± ۵/۸ تمرین MICT (۱۵ نفر) : ۵۴/۹ ± ۴/۸	تمرین HIIT1 : ۳۶/۳ ± ۴/۵ تمرین MICT : ۳۶/۷ ± ۳/۴	(۳)۸	تمرین HIIT1 : ۴۰ دقیقه تمرین MICT : ۴۰ تا ۵۰ دقیقه	تمرین HIIT1 : ۸۰ تا ٪۸۵ vo2max تمرین MICT : ۴۰ تا ٪۷۰ vo2max
هوانگ (Hwang) و همکاران ۲۰۱۹ (۳۲)	RCT – آمریکا	۴۲ زن و مرد	میانسال و مسن مبتلا به دیابت نوع ۲	HDL LDL TG TC BMI توده چربی درصد چربی بدن	تمرین HIIT1 (۲۳ نفر): ۶۵ ± ۲ تمرین MICT(۱۹ نفر): ۶۲ ± ۲	تمرین HIIT1 : ۳۱/۷ ± ۱/۳ تمرین MICT : ۳۱/۷ ± ۱/۴	(۴)۸	تمرین HIIT1 : ۴۰ دقیقه تمرین MICT : ۴۷ دقیقه	تمرین HIIT1 : ۷۰ تا ٪۹۰ HRmax تمرین MICT : ۶۵ تا ٪۷۵ HRmax
مایلارد (Maillard) و همکاران ۲۰۱۶ (۳۳)	RCT – فرانسه	۱۷ زن یائسه	دیابتی نوع ۲	HDL LDL TG TC BMI	تمرین HIIT1 (۸ نفر) : ۶۹ ± ۱ تمرین MICT (۹ نفر) : ۶۹ ± ۱	تمرین HIIT1 : ۳۲/۶ ± ۱/۷ تمرین MICT : ۳۲/۴ ± ۱/۶	(۲)۱۶	تمرین HIIT1 : ۲۰ دقیقه تمرین MICT : ۴۰ دقیقه	تمرین HIIT1 : ۷۵ تا ٪۸۵ vo2max تمرین MICT : ۵۵ تا ٪۶۰ vo2max

که HIIT سبب تغییر معنادار LDL سرمی [P=۰/۶، WMD=۰/۸۴mg/dL (۴/۱۹ الی -۲/۴۹)] نسبت به MICT در بیماران T2DM نشد (شکل شماره ۲). با استفاده از آزمون (I^2) ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی وجود ندارد (P=۰/۵، I^2=۰/۰۰).

HDL: تجزیه و تحلیل داده‌های ۷ مداخله نشان داد که HIIT سبب تغییر معنادار HDL سرمی [P=۰/۶، WMD=۰/۰۳mg/dL (۲/۱۵ الی -۲/۰۸)] نسبت به MICT در بیماران T2DM نشد (شکل شماره ۳). با استفاده از آزمون (I^2) ناهمگونی بررسی شد و نتایج

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2025-03-11]

[DOI: 10.47176/rjms.31.104]

جدول ۱- ویژگی آزمودنی‌ها

مطالعه–سال	نوع مطالعه– کشور	نمونه– جنسیت	ویژگی آزمودنی- ها	متغیرها	سن (سال)	BMI (kg/m2)	طول مداخله به هفته (تعداد جلسات در هفته)	مدت تمرین (دقیقه)	شدت تمرین
میترونان (Mitranun) و همکاران ۲۰۱۴ (۳۴)	RCT – تایلند	۲۹ زن و مرد	دیابتی نوع ۲	BMI درصد چربی بدن	تمرین HIIT1 (۱۴ نفر): ۶۱/۲ ± ۲/۴ تمرین MICT(۱۵ نفر): ۶۰/۹ ± ۲/۴	تمرین HIIT1 : ۲۹/۶ ± ۰/۵ تمرین MICT : ۲۹/۷ ± ۰/۴	(۳)۱۲	تمرینHII T1 : ۳۰ دقیقه تمرین MICT: ۴۰ دقیقه	تمرین HIIT1 : ۵۵ تا ۶۰٪ vo2max تمرین MICT : ۵۰٪ vo2max
کارستوفت (Karstoft) و همکاران ۲۰۱۳ (۳۵)	RCT– دانمارک	۲۴ زن و مرد	دیابتی نوع ۲	HDL LDL TG TC BMI توده چربی	تمرین HIIT1 (۱۲ نفر): ۵۷/۵ ± ۲/۴ تمرین MICT(۱۲ نفر): ۶۰/۸ ± ۲/۲	تمرین HIIT1 : ۲۹/۰ ± ۱/۳ تمرین MICT : ۲۹/۹ ± ۱/۶	(۵)۱۶	تمرینHII T1 : ۳۲ دقیقه تمرین MICT: ۶۰ دقیقه	تمرین HIIT1 : ۹۰٪ vo2max تمرین MICT : ۷۰٪ vo2max
ترادا (Terada) و همکاران ۲۰۱۲ (۳۶)	RCT – کانادا	۱۵ زن و مرد	دیابتی نوع ۲	HDL LDL TG TC BMI	تمرین HIIT1 (۸ نفر): ۶۱/۲ ± ۱۰/۱ تمرین MICT (۷ نفر): ۷۰/۱ ± ۶/۸	تمرین HIIT1 : ۲۸/۴ ± ۴/۱ تمرین MICT : ۳۳/۱ ± ۴/۵	(۵)۱۲	تمرینHII T1 : ۴۰ دقیقه تمرین MICT: ۶۰ دقیقه	تمرین HIIT1 : ۴۰ تا ۱۰۰٪ vo2max تمرین MICT : ۵۰ تا ۶۵٪ vo2ma
ترابی و میرزایی ۲۰۲۲ (۲۳)	RCT– ایران	۳۰ مرد	دیابتی نوع ۲	BMI درصد چربی بدن	تمرین HIIT (۱۵ نفر): ۴۵/۹ ± ۴/۲ تمرین MICT(۱۵ نفر): ۴۵/۹ ± ۴/۲	تمرین HIIT : ۳۰/۲۶ ± ۱/۲۸ تمرین MICT : ۳۰/۵۳ ± ۱/۳۰	(۳)۱۲	تمرینHII T : ۳۱ دقیقه تمرین MICT: ۴۷ دقیقه	تمرین HIIT : ۸۵ تا ۹۵٪ vo2max تمرین MICT : ۶۰ تا ۷۰٪ vo2max
بیات و همکاران ۲۰۲۱ (۲۲)	RCT – ایران	۲۰ زن	دیابتی نوع ۲ مبتلا به کبد چرب غیرالکلی	BMI درصد چربی بدن توده چربی	تمرین HIIT1 (۱۰ نفر): ۵۴/۴ ± ۱/۲ تمرین MICT(۱۰ نفر): ۵۱/۷ ± ۴	تمرین HIIT1 : ۲۸/۴ ± ۱/۲ تمرین MICT : ۲۹/۲ ± ۳/۴	(۳)۸	تمرینHII T1 : ۳۰ تا ۴۰ دقیقه تمرین MICT: ۲۵ تا ۳۰ دقیقه	تمرین HIIT1 : ۷۵ تا ۸۰٪ vo2max تمرین MICT : ۶۰ تا ۷۵٪ vo2max

نشان داد که ناهمگونی وجود ندارد (P=۰/۹، I^2=۰/۰۰).

TG: تجزیه و تحلیل داده‌های ۷ مداخله نشان داد که HIIT سبب تغییر معنادار TG [P=۰/۸، (۱۴/۹۴- الی ۱۲/۸۳) WMD=-۱/۰۶ mg/dL] نسبت به MICT در بیماران T2DM نشد (شکل شماره ۴). با استفاده از آزمون (I^2) ناهمگونی برر سی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی وجود ندارد (P=۰/۳، I^2=۶/۷۱).

TC: تجزیه و تحلیل داده‌های ۷ مداخله نشان داد که HIIT سبب تغییر معنادار TC [P=۰/۴، (۸/۱- الی ۳/۳۲) WMD=-۲/۳۸ mg/dL] نسبت به MICT در بیماران T2DM تشد (شکل شماره ۴). با استفاده از آزمون (I^2) ناهمگونی برر سی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی وجود ندارد (P=۰/۹، I^2=۰/۰۰).

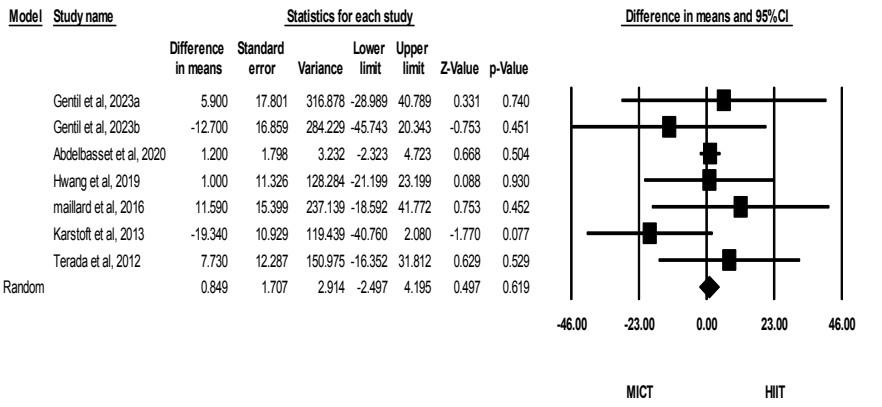
BMI: تجزیه و تحلیل داده‌های ۶ مداخله نشان داد که HIIT سبب تغییر معنادار BMI [P=۰/۶، (۰/۹۲- الی ۰/۵۳) WMD=-۰/۱۹] نسبت به MICT در بیماران

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2025-03-11]

[DOI: 10.47176/rjms.31.104]

جدول ۲- بررسی کیفیت مطالعات

مطالعه – سال	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	امتیاز
گنتیل و همکاران ۲۰۲۳ (۳۰)	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	۷
لی و همکاران ۲۰۲۲ (۳۱)	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	۷
عبدالباسط و همکاران ۲۰۲۰ (۲۵)	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	۷
هوانگ و همکاران ۲۰۱۹ (۳۲)	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	۷
مایلارد و همکاران ۲۰۱۶ (۳۳)	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	۷
میترونان و همکاران ۲۰۱۴ (۳۴)	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	۷
کارستوفت و همکاران ۲۰۱۳ (۳۵)	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	۷
ترادا و همکاران ۲۰۱۲ (۳۶)	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	۷
ترابی و میرزایی ۲۰۲۲ (۲۳)	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	۷
بیات و همکاران ۲۰۲۱ (۲۲)	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	۷



شکل ۲- نمودار انباشت (Forest plot). مقایسه اثر HIIT و MICT بر سطوح LDL سرمی در بیماران دیابت نوع دو

T2DM نشد (شکل شماره ۶). با استفاده از آزمون (I^2) ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی وجود ندارد (P=۰/۹، I^2=۰/۰۰).

در صد چربی بدن: تجزیه و تحلیل داده‌های ۶ مداخله نشان داد که HIIT سبب تغییر معنادار درصد چربی بدن [WMD=-۰/۷۶ (۰/۲۸ الی -۱/۸)، P=۰/۱] نسبت به MICT در بیماران T2DM نشد (شکل شماره ۷). با استفاده از آزمون (I^2) ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی وجود ندارد (P=۰/۹، I^2=۰/۰۰).

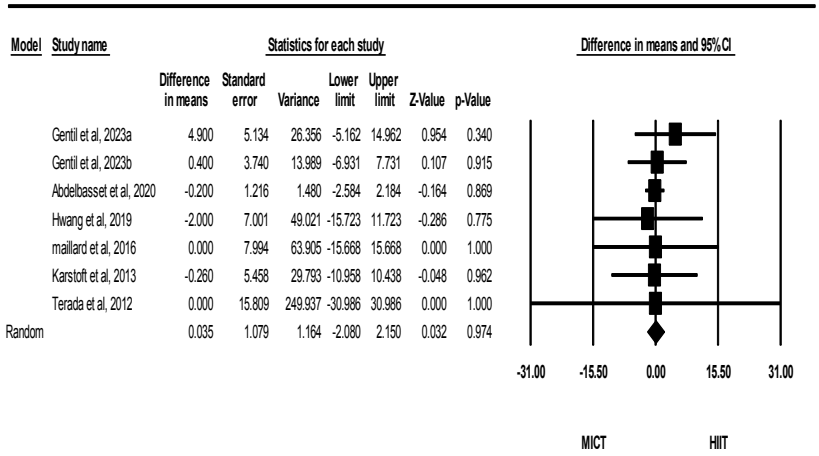
توده چربی بدن: تجزیه و تحلیل داده‌های ۶ مداخله نشان داد که HIIT سبب تغییر معنادار توده چربی بدن [WMD=-۰/۶۱ (۲/۴۱ الی -۳/۶۴)، P=۰/۶] نسبت به MICT در بیماران T2DM نشد (شکل شماره ۸). با استفاده از آزمون (I^2) ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی وجود ندارد (P=۰/۸، I^2=۰/۰۰).

بحث

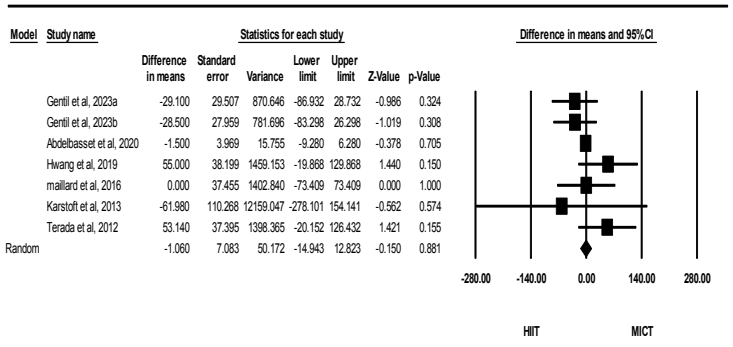
این پژوهش با هدف مقایسه اثر تمرین تناوبی با شدت بالا و تمرین تداومی با شدت متوسط بر پروفایل چربی و ترکیب بدن در بیماران دیابتی نوع دو صورت گرفت. نتایج ۱۰ مطالعه با ۲۷۷ بیمار دیابتی حاکی از این بود که تمرین تناوبی با شدت بالا سبب تغییر معنادار پروفایل چربی (LDL، HDL، TC و TG) و ترکیب بدن (BMI، درصد چربی بدن و توده چربی بدن) نسبت به

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2025-03-11]

[DOI: 10.47176/rjms.31.104]



شکل ۳- نمودار انباشت (Forest plot). مقایسه اثر HIIT و MICT بر سطوح HDL سرمی در بیماران دیابت نوع دو

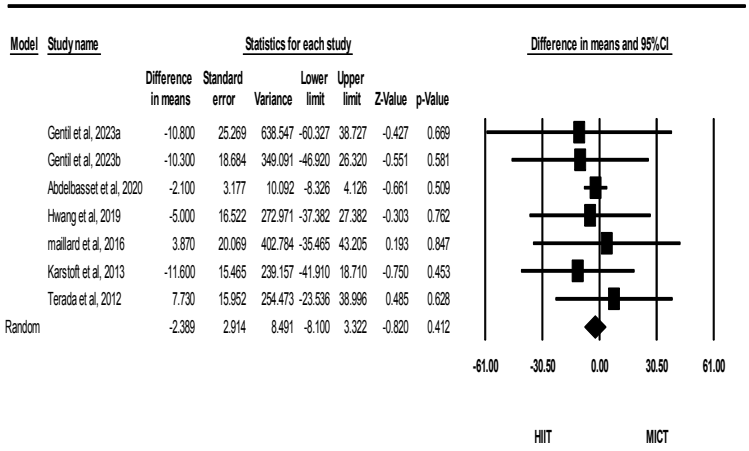


شکل ۴- نمودار انباشت (Forest plot). مقایسه اثر HIIT و MICT بر سطوح TG سرمی در بیماران دیابت نوع دو

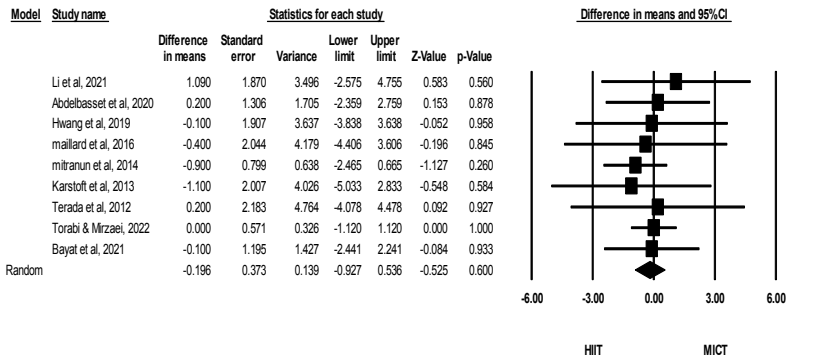
گروه تمرین تداومی با شدت متوسط نشد. در نتیجه این پژوهش نشـــان داد که تفاوتی بین HIIT و MICT در پروفایل چربی و ترکیب بدن در بزرگ سالان وجود ندارد. نتایج فراتحلیل حاضـر با نتایج فراتحلیل مشـابه دناردی (De Nardi) و همکاران ۲۰۱۸ که ۷ مطالعه با ۱۲۰ بیمار دیابتی را مورد بررسـی قرار داده اسـت، همخوانی دارد و هیچ تفاوتی بین دو روش تمرین بر کلسترول تام، تری گلیسرید، HDL، LDL و BMI وجود نداشت (۱). لذا هدف پژوهش حاضر به روزرسانی مطالعه فراتحلیل پیشـین بود. در این فراتحلیل مقایسـه دو نوع پروتکل تمرینی HIIT و MICT بر پروفایل چربی و ترکیب بدن در افراد دیابتی با تعداد مطالعات بیشـتر و تعداد آزمودنی‌های بیشتر سنجیده شد.

نتایج فراتحلیل حاضـر نشـان داد HIIT سـبب تغییر معنادار پروفایل چربی از جمله LDL، HDL، TC و TG نسـبت به MICT نمی‌شـود که با مطالعه فراتحلیل پیشـین همسـو اسـت (۱). نتایج این مقاله مرورسـیستماتیک نشـان داد که تفاوت معناداری بین مداخلات وجود ندارد. احتمالا به این دلیل اسـت که افراد در محدوده طبیعی سطوح کلسترول تام، HDL و LDL قرار داشـتند که پس از ورزش تغییر زیادی نکرد، علاوه بر این، این واقعیت که هیچ تغییر یا کنترلی در رژیم غذایی وجود نداشـته ممکن اسـت اثرات مفید تمرین ورزشی را بر پروفایل لیپیدی کاهش دهد. بهبود در سـطوح تری گلیسـیرید و HDL به دلیل ارتباط با بیماری های قلبی عروقی مهم اسـت. اثرات HIIT بر

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2025-03-11]
[DOI: 10.47176/rjms.31.104]



شکل ۵- نمودار انباشت (Forest plot). مقایسه اثر HIIT و MICT بر سطوح TC سرمی در بیماران دیابت نوع دو



شکل ۶- نمودار انباشت (Forest plot). مقایسه اثر HIIT و MICT بر BMI سرمی در بیماران دیابت نوع دو

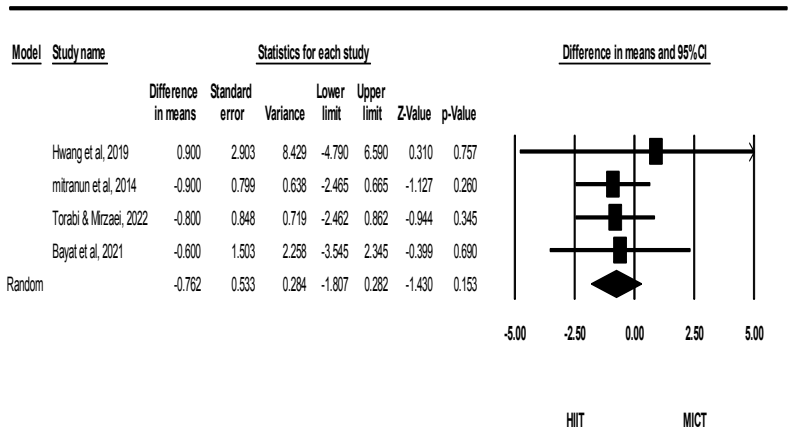
پروفایل چربی در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو متناقض است، به صورتی که در یک مطالعه فقط کاهش کلسترول (۳۷) و در مطالعه دیگر فقط افزایش HDL (۳۸) مشاهده شد. در حالی‌که در همین مطالعات هیچ اثری از HIIT بر روی تری گلیسیرید در بیماران دیابتی نشان داده نشد (۳۷، ۳۸). فراتحلیل پنگ و همکاران ۲۰۲۳ نشان داد که HIIT به‌طور قابل توجهی پروفایل چربی خون را بهبود می‌بخشد و یک مداخله موثر برای بهبود متابولیسم چربی است (۲).

در مطالعه هوانگ (Hwang) و همکاران (۲۰۱۹) گزارش شد که HIIT سبب کاهش چربی بدن نسبت به گروه کنترل شد. همچنین MICT باعث کاهش یک درصد چربی بدن نسبت به گروه کنترل شد. درنتیجه توده چربی بدن بین HIIT و MICT تغییر معناداری نداشت که با نتایج فراتحلیل حاضر همسو می‌باشد (۶). در مقالات متاآنالیز بول (Boulé) و همکاران و گریس (Grace) و همکاران نیز به این نتیجه رسیدند که وزن بدن و توده بدون چربی در پاسخ به تمرین ورزشی در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو تغییری نمی‌کنند (۳۹، ۴۰).

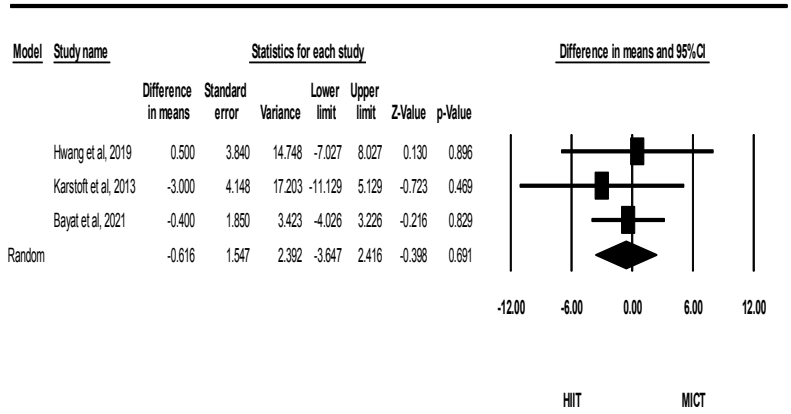
مشاهدات نشان می‌دهد تمرین HIIT برتری قابل ملاحظه‌ای را در مقایسه با گروه‌های کنترل فعال و غیرفعال دارد. آمادگی قلبی تنفسی، قند خون و کنترل قند خون، انطباق شریان و عملکرد عروق، عملکرد قلب،

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2025-03-11]

[DOI: 10.47176/rjms.31.104]



شکل ۷- نمودار انباشت (Forest plot). مقایسه اثر HIIT و MICT بر درصد چربی بدن سرمی در بیماران دیابت نوع دو



شکل ۸- نمودار انباشت (Forest plot). مقایسه اثر HIIT و MICT بر توده چربی بدن سرمی در بیماران دیابت نوع دو

ضربان قلب، برخی از نشانگرهای التهابی، ظرفیت ورزش و توده عضلانی را در مقابل افراد غیرفعال بهبود می‌بخشد و در مقایسه با گروه‌های کنترل فعال، HIIT آمادگی قلبی تنفسی، برخی از نشانگرهای التهابی و ساختار عضلانی را بهبود می‌بخشد (۴۱).

تمرینات ورزشی جزء ضروری تمام مداخلات موثر برای درمان و پیشگیری از دیابت نوع دو است. مطالعات قبلی نشان داده است که تمرینات هوازی، تمرینات مقاومتی و HIIT به‌طور مستقل اثرات مفیدی در پیشگیری از دیابت نوع دو دارند (۲). علاوه براین، بهبودی در اضطراب و افسردگی در مقایسه با قبل از تمرین مشاهده شد. به نظر می‌رسد HIIT مفید و ایمن باشد، زیرا هیچ آسیب حاد قلبی عروقی گزارش نشده است و میانگین نرخ پایبندی آن از ۸۰ درصد فراتر رفت. با توجه به این‌که به نظر می‌رسد HIIT طیف وسیعی از مزایای سلامتی را نشان می‌دهد، ممکن است مزایای برتری نسبت به تمرینات ورزشی سنتی از جمله MICT داشته باشد، زیرا شامل جلسات تمرینی کوتاه‌تری نسبت به MICT است. از آنجایی که بیماران دیابتی نوع دو اغلب کمبود زمان را به عنوان یکی از

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2025-03-11]
[DOI: 10.47176/rjms.31.104]

موانع ورزش منظم گزارش می‌کنند، HIIT ممکن است یک استراتژی موثر در راستای صرف زمان کمتر باشد، به همین دلیل ممکن است عاقلانه باشد که افراد را به دنبال کردن آن ترغیب کنیم (۲, ۴۱).

نتایج فراتحلیل حاضر نشان می‌دهد که HIIT سبب تغییر معنادار ترکیب بدن از جمله درصد چربی بدن، توده چربی بدن و BMI نسبت به MICT نمی‌شود. نتایج فراتحلیل پیشین که ۳۶ مطالعه را با ۱۰۹۶ آزمودنی بزرگسال دارای چاق و اضافه وزن، مورد بررسی قرار داد، نشان داد HIIT سبب تغییر معنادار درصد چربی بدن و توده چربی بدن نسبت به MICT نشد و علی‌رغم آزمودنی‌های سالم با مطالعه حاضر همسو می‌باشد (۲۰). BMI بالا با افزایش خطر ابتلا به دیابت نوع دو و عوارض قلبی عروقی مرتبط است. علاوه بر این، بین BMI در زمان تشخیص دیابت و خطر مرگ رابطه وجود دارد. در رابطه با کاهش BMI با در نظر گرفتن ساعت زمان تمرین، افراد گروه HIIT اثرات مشابهی را با گروه MICT، البته با زمان تمرین کوتاه‌تر نشان دادند. بنابراین تمایل HIIT به کاهش BMI با زمان تمرین کمتر ممکن است برای سلامت عمومی مهم باشد و نیاز به بررسی بیشتر دارد (۱).

بهبود در ترکیب بدن، از طریق HIIT در افراد دارای اضافه وزن یا چاق مبتلا به دیابت نوع دو قابل دستیابی است (۱۸). با این حال در ۵ مطالعه که شامل مقایسه با MICT بود، هیچ مدرکی مبنی بر برتری قابل توجه HIIT برای بهبود چربی خون و ترکیب بدن وجود نداشت، به جز ۱ مطالعه که کاهش بیشتر توده بدن را گزارش کرد (۳۷). با توجه به آمادگی قلبی عروقی، ۳ مطالعه اشاره کردند که HIIT مفیدتر از MICT بود، اگرچه هیچ یک از این مطالعات مدت جلسات را کمتر از ۴۰ دقیقه گزارش نکردند (۳۷، ۳۸، ۴۲). لیتل (Little) و همکاران گزارش دادند که HIIT می‌تواند هیپرگلیسمی را با افزایش سیگنال دهی انسولین، سرعت دفع گلوکز تحریک شده توسط انسولین، سطح پروتئین ناقل گلوکز (GLUT4) و ظرفیت میتوکندری در عضله کاهش دهد (۴۳).

یک فراتحلیل قبلی که فقط شامل تمرین هوازی و تمرین مقاومتی بود نشان داد که کاهش قابل توجهی در BMI و توده بدن بیماران دیابتی تمرین کرده نسبت به گروه کنترل مشاهده شد (۳۹). جلیمن (Jelleyman) و همکاران گزارش کردند که HIIT می‌تواند توده بدن و BMI را در مقایسه با گروه کنترل کاهش دهد (۴۴). با این حال مطالعه وارد شده دارای سطوح پایه نسبتا متناقض بود. زیرا مطالعات وارد شده دارای انواع مختلفی از آزمودنی‌ها مانند افراد سالم، دارای اضافه وزن، دیابت نوع دو و سایر بیماری‌های مزمن بودند. مطالعه فراتحلیل پیشین نشان داد HIIT در کاهش BMI و وزن بدن در بیماران دیابتی نوع دو موثر است (۲).

یافته‌های فراتحلیل حاضر با مطالعه متاآنالیز کیتینگ (Keating) و همکاران ۲۰۱۷ همسو است، زیرا بعد از ارزیابی کارایی HIIT در مقایسه با MICT در افراد سالم هیچ مدرکی برای حمایت از برتری HIIT یا MICT برای کاهش چربی بدن پیدا یافت نشد. در واقع زمانی که پروتکل های تمرین تناوبی برای مصرف انرژی و بار کاری مطابقت داده شد، مزایای مشابهی مشاهده شد. HIIT و MICT به یک اندازه برای ایجاد کاهش اندک در کل چربی بدن و در توده چربی مفید بودند. HIIT می‌تواند به ویژه زمانی که آمادگی قلبی تنفسی، فشارخون، حساسیت به انسولین یا بهبود توده عضلانی هدف اولیه باشد مورد حمایت قرار گیرد (۴۵).

HIIT در کاهش چربی از طریق مکانیسم‌های تغییرات در متابولیسم و افزایش مصرف بیش از حد اکسیژن پس از ورزش عمل می‌کند. با توجه به تفاوت در شدت و مدت تمرین بین MICT و HIIT پاسخ متابولیک متفاوت خواهد بود. به‌طور کلی MICT نرخ مصرف انرژی کمتری دارد، اما نسبت بیشتری از چربی به عنوان یک بستر با آزادسازی مداوم اسیدهای چرب آزاد و اکسیداسیون متعاقب آن خواهد بود. در مقابل HIIT با نرخ بالای لیپولیز چربی همراه است، اما به دلیل کوتاه‌تر بودن تمرین لزوما با نرخ بالای اکسیداسیون اسیدهای چرب آزاد همراه نیست، چرا که عمدتا ماهیت بی‌هوازی دارد و باعث افزایش کاتکولامین‌ها (اپی نفرین (Epinephrine) و نوراپی نفرین (Norepinephrine)) و هورمون رشد (Growth Hormone) می‌شود که لیپولیز

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2025-03-11]

[DOI: 10.47176/rjms.31.104]

را تحریک می‌کند (۴۹-۴۶).

هم‌چنین پروتکل‌های HIIT سهم قابل توجهی از کربوهیدرات در برابر چربی را در مقایسه با MICT نشان دادند. بنابراین از آنجایی که به نظر نمی‌رسد HIIT باعث افزایش لیپولیز یا اکسیداسیون اسیدهای چرب شود، پتانسیل بیشتری برای کاهش گلیکوژن عضلانی نسبت به MICT دارد و ممکن است کاهش چربی در دوره پس از ورزش رخ دهد (۴۵). مطالعات اخیر گزارش کردند که تمرین ورزشی با شدت بالا در مقایسه با ورزش با شدت کم، مصرف انرژی را نسبت به هزینه انرژی ورزش به میزان بیشتری کاهش می‌دهد و تعادل انرژی منفی بیشتری را تقویت می‌کند. اخیرا نشان داده شده است که HIIT تغییرات مفیدتری را در تنظیم اشتها نسبت به MICT ایجاد می‌کند (۴۵).

با توجه به تفاوت در شدت و مدت تمرین بین MICT و HIIT پاسخ متابولیک آن‌ها در بدن نیز متفاوت است. به طور کلی MICT نرخ مصرف انرژی کمتری دارد و از چربی به عنوان سوخت استفاده می‌کند، هم‌چنین با آزاد سازی مداوم اسیدهای چرب آزاد و اکسیداسیون آن ها همراه است (۴۵). در مقابل تمرین HIIT نرخ بالای لیپولیز چربی ناشی از هورمون را به همراه دارد، اما به دلیل کوتاه بودن دوره تمرین لزوما با نرخ بالای اکسیداسیون اسیدهای چرب همراه نیست (۲۰، ۴۵). زیرا HIIT عمدتا ماهیت بی هوازی دارد و این تمرینات حاد به طور قابل توجهی باعث افزایش کاتکولامین‌ها (اپی نفرین و نوراپی نفرین) و هورمون رشد می شود که لیپولیز را تحریک می‌کند، اما این عوامل برای اکسیداسیون اسیدهای چرب و از دست دادن چربی کافی نیست (۴۵). از طرف دیگر محدودیت در استفاده از چربی هنگام فعالیت شدید بدنی به علت کاهش آزاد سازی اسیدهای چرب از بافت چربی است، بنابراین در فعالیت‌های شدید ظرفیت عضلات اسکلتی برای اکسید کردن اسیدهای چرب کاهش می‌یابد (۵۰). پروتکل HIIT سهم قابل توجهی از کربوهیدرات را نسبت به چربی‌ها استفاده می‌کند، بنابراین از آنجایی که به نظر نمی‌رسد HIIT باعث افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب شود، اما پتانسیل بیشتری برای کاهش گلیکوژن عضلانی نسبت به MICT دارد و احتمالا یکی از دلایل اثرگذاری HIIT بر کاهش چربی بدن، باز سازی ذخایر گلیکوژن عضلانی پس از اتمام تمرین ورزشی است (۲۰). از مزایای HIIT می‌توان به کاهش چربی در دوره بعد از تمرین ورزشی اشاره کرد (۴۵). به طوریکه در طول این دوره سرعت لیپولیز بالا باقی می ماند. هم‌چنین از طریق افزایش اکسیژن مصرفی اضافی پس از تمرین و تغییرات در متابولیسم منجر به کاهش چربی بدن می‌شود و از طریق تحریک گیرنده بتاآدرنرژیک ذخایر گلیکوژن عضله و کبد بازسازی می‌شود (۲۰, ۵۱).

نتیجه گیری

در مجموع طیف وسیعی از سن ابتدایی، مدت زمان دیابت نوع دو، وجود عوارض دیابتی و مصرف انسولین، همراه با تغییرات در طول جلسه و مدت مداخله، نظارت و کمبود اطلاعات در مورد مدیریت رژیم غذایی و نوع پروتکل HIIT مورد استفاده و کاهش‌های مورد نیاز داروهای ضد قند خون توانایی ما را برای مقایسه مستقیم بین مطالعات محدود می‌کند (۱۸).

ملاحظات اخلاقی

این مقاله با کد بین المللی پراسپرو با شناسه CRD42023479039 انجام شده است.

مشارکت نویسندگان

فاطمه کاظمی نسب: تجزیه و تحلیل و تفسیر داده ها، نگارش مقاله و ویرایش مقاله

امید ظفرمند: استخراج داده ها و نگارش مقاله

فاطمه شرفی فرد استخراج داده ها و نگارش مقاله

References

1. De Nardi AT, Tolves T, Lenzi TL, Signori LU, da Silva AMV. High-intensity interval training versus continuous training on physiological and metabolic variables in prediabetes and type 2 diabetes: a meta-analysis. Diabetes Res Clin Pract. 2018;137:149-59.

2. Peng Y, Ou Y, Wang K, Wang Z, Zheng X. The effect of low volume high-intensity interval training

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2025-03-11]

[DOI: 10.47176/rjms.31.104]

on metabolic and cardiorespiratory outcomes in patients with type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. Front Endocrinol. 2023;13:1098325.

3. Ansari S, Djalali M, Honarvar NM, Maryam, Mazaherioun, Zarei M, et al., editors. Assessing the effect of omega-3 fatty acids supplementation on serum BDNF (Brain derived Neurotrophic factor) in patients with type 2 diabetes : a randomized , double-blind , placebo-controlled study2016.

4. Kazeminasab F, Baharlooie M, Rezazadeh H, Soltani N, Rosenkranz SK. The effects of aerobic exercise on liver function, insulin resistance, and lipid profiles in prediabetic and type 2 diabetic mice. Physiol Behav. 2023;271:114340.

5. Gomez-Perez FJ, Aguilar-Salinas CA, Almeda-Valdes P, Cuevas-Ramos D, Lerman Garber I, Rull JA. HbA1c for the diagnosis of diabetes mellitus in a developing country. A position article. Arch Med Res. 2010;41(4):302-8.

6. Hwang CL, Lim J, Yoo JK, Kim HK, Hwang MH, Handberg EM, et al. Effect of all-extremity high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on aerobic fitness in middle-aged and older adults with type 2 diabetes: A randomized controlled trial. Experim Gerontol. 2019;116:46-53.

7. 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.

8. Mahmoudi Y, Gholami M, Nikbakht H, Ebrahim K, Bakhtiyari S. Effect of High Intensity Interval Training with Metformin on Lipid Profiles and HbA 1 c in Diabetic Rats. Iranian Journal of Diabetes and Obesity. 2018;10.

9. Tabák AG, Herder C, Rathmann W, Brunner EJ, Kivimäki M. Prediabetes: a high-risk state for diabetes development. Lancet. 2012;379(9833):2279-90.

10. Sunil B, Ashraf AP. Dyslipidemia in pediatric type 2 diabetes mellitus. Current diabetes reports. 2020;20:1-9.

11. Wild S, Roglic G, Green A, Sicree R, King H. Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030. Diabetes Care. 2004;27(5):1047-53.

12. Kim ES, Im JA, Kim KC, Park JH, Suh SH, Kang ES, et al. Improved insulin sensitivity and adiponectin level after exercise training in obese Korean youth. Obesity (Silver Spring). 2007;15(12):3023-30.

13. Sbroma Tomaro E, Pippi R, Reginato E, Aiello C, Buratta L, Mazzeschi C, et al. Intensive lifestyle intervention is particularly advantageous in poorly controlled type 2 diabetes. Nutr Metab Cardiovasc Dis. 2017;27(8):688-94.

14. Demir S, Nawroth PP, Herzig S, Ekim Üstünel B. Emerging targets in type 2 diabetes and diabetic complications. Advanced Science. 2021;8(18):2100275.

15. Chao M, Zou D, Zhang Y, Chen Y, Wang M, Wu H, et al. Improving insulin resistance with traditional Chinese medicine in type 2 diabetic patients. Endocrine. 2009;36(2):268-74.

16. Nasiri R, Meshkati Z, Nasiri S. Regular aerobic/resistance exercises and garlic extract supplementation effects in pregnancy outcome of Balb/C mice. Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology. 2017;4(2):89-96.

17. Larsen S, Danielsen JH, Søndergård SD, Søgaard D, Vigelsoe A, Dybboe R, et al. The effect of high-intensity training on mitochondrial fat oxidation in skeletal muscle and subcutaneous adipose tissue. Scand J Med Sci Sports. 2015;25(1):e59-69.

18. Wormgoor SG, Dalleck LC, Zinn C, Harris NK. Effects of high-intensity interval training on people living with type 2 diabetes: a narrative review. Canadian journal of diabetes. 2017;41(5):536-47.

19. Little JP, Gillen JB, Percival ME, Safdar A, Tarnopolsky MA, Punthakee Z, et al. Low-volume high-intensity interval training reduces hyperglycemia and increases muscle mitochondrial capacity in patients with type 2 diabetes. J Appl Physiol (1985). 2011;111(6):1554-60.

20. Kazeminasab F, Sharafifard F, Mohebinejad M. Comparing the Effects of High-Intensity Interval Training and Moderate-Intensity Continuous Training on Body Composition in Adults with Overweight and Obese: A Systematic Review and Meta-Analysis. Journal of Isfahan Medical School. 2023;41(721):406-26.

21. 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.

22. Bayat Z, Gaeini A, Nuri R. Comparative Effect of interval, continuous, and combined aerobic exercise on cardiovascular disease risk factors in Type 2 Diabetic patients with fatty liver. Pejouhesh dar Pezeshki (Research in Medicine). 2021;45(1):8-14.

23. Torabi M, Mirzaei B. The effects of high intensity interval and moderate intensity aerobic continuous training on some of the glycemic control variables and fetuin-A in type 2 diabetic patients. Journal of Sport and Exercise Physiology. 2022;15(3):81-90.

24. Zolfi H, Shakib A, Valipour A. Effect of Eight Weeks of High-Intensity Interval Training on miR-204, Serum Glucose and Lipid Profile in Men with Prediabetes. scientific magazine yafte. 2022;24(2):91-105.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2025-03-11]

[DOI: 10.47176/rjms.31.104]

25. Abdelbasset WK, Tantawy SA, Kamel DM, Alqahtani BA, Elnegamy TE, Soliman GS, Ibrahim AA. Effects of high-intensity interval and moderate-intensity continuous aerobic exercise on diabetic obese patients with nonalcoholic fatty liver disease: A comparative randomized controlled trial. Medicine (Baltimore). 2020;99(10):e19471.

26. Peng Y, Ou Y, Wang K, Wang Z, Zheng X. The effect of low volume high-intensity interval training on metabolic and cardiorespiratory outcomes in patients with type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. Front Endocrinol (Lausanne). 2022;13:1098325.

27. Kubli DA, Gustafsson Å B. Mitochondria and mitophagy: the yin and yang of cell death control. Circ Res. 2012;111(9):1208-21.

28. Atashak S, Roshdi Bonab R, Kianmarz Bonab V. Comparison of the Effect of high-Intensity Interval training (HIIT) and Moderate-Intensity Continuous Training (MICT) on Syndrome Metabolic Factors in Menopause Obese Women with Metabolic Syndrome. Journal of Sport Biosciences. 2020;12(3):307-28.

29. Liu X, Wang G. The Effect of High-Intensity Interval Training on Physical Parameters, Metabolomic Indexes and Serum Ficolin-3 Levels in Patients with Prediabetes and Type 2 Diabetes. Exp Clin Endocrinol Diabetes. 2021;129(10):740-9.

30. Gentil P, Silva L, Antunes DE, Carneiro LB, de Lira CAB, Batista G, et al. The effects of three different low-volume aerobic training protocols on cardiometabolic parameters of type 2 diabetes patients: A randomized clinical trial. Front Endocrinol (Lausanne). 2023;14:985404.

31. Li J, Cheng W, Ma H. A Comparative Study of Health Efficacy Indicators in Subjects with T2DM Applying Power Cycling to 12 Weeks of Low-Volume High-Intensity Interval Training and Moderate-Intensity Continuous Training. J Diabetes Res. 2022;2022:9273830.

32. Hwang CL, Lim J, Yoo JK, Kim HK, Hwang MH, Handberg EM, et al. Effect of all-extremity high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on aerobic fitness in middle-aged and older adults with type 2 diabetes: A randomized controlled trial. Exp Gerontol. 2019;116:46-53.

33. Maillard F, Rousset S, Pereira B, Traore A, de Pradel Del Amaze P, Boirie Y, et al. High-intensity interval training reduces abdominal fat mass in postmenopausal women with type 2 diabetes. Diabetes Metab. 2016;42(6):433-41.

34. Mitranun W, Deerochanawong C, Tanaka H, Suksom D. Continuous vs interval training on glycemic control and macro- and microvascular reactivity in type 2 diabetic patients. Scand J Med Sci Sports. 2014;24(2):e69-76.

35. Karstoft K, Winding K, Knudsen SH, Nielsen JS, Thomsen C, Pedersen BK, Solomon TP. The effects of free-living interval-walking training on glycemic control, body composition, and physical fitness in type 2 diabetic patients: a randomized, controlled trial. Diabetes Care. 2013;36(2):228-36.

36. Terada T, Friesen A, Chahal BS, Bell GJ, McCargar LJ, Boulé NG. Feasibility and preliminary efficacy of high intensity interval training in type 2 diabetes. Diabetes Res Clin Pract. 2013;99(2):120-9.

37. Karstoft K, Winding K, Knudsen SH, Nielsen JS, Thomsen C, Pedersen BK, Solomon TP. The effects of free-living interval-walking training on glycemic control, body composition, and physical fitness in type 2 diabetic patients: a randomized, controlled trial. Diabetes care. 2013;36(2):228-36.

38. Mitranun W, Deerochanawong C, Tanaka H, Suksom D. Continuous vs interval training on glycemic control and macro-and microvascular reactivity in type 2 diabetic patients. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2014;24(2):e69-e76.

39. 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.

40. Grace A, Chan E, Giallauria F, Graham PL, Smart NA. Clinical outcomes and glycaemic responses to different aerobic exercise training intensities in type II diabetes: a systematic review and meta-analysis. Cardiovascular diabetology. 2017;16:1-10.

41. Martland R, Mondelli V, Gaughran F, Stubbs B. Can high-intensity interval training improve physical and mental health outcomes? A meta-review of 33 systematic reviews across the lifespan. Journal of Sports Sciences. 2020;38(4):430-69.

42. Hollekim-Strand SM, Bjørgaas MR, Albrektsen G, Tjønna AE, Wisløff U, Ingul CB. High-intensity interval exercise effectively improves cardiac function in patients with type 2 diabetes mellitus and diastolic dysfunction: a randomized controlled trial. Journal of the American College of Cardiology. 2014;64(16):1758-60.

43. Little JP, Gillen JB, Percival ME, Safdar A, Tarnopolsky MA, Punthakee Z, et al. Low-volume high-intensity interval training reduces hyperglycemia and increases muscle mitochondrial capacity in patients with type 2 diabetes. Journal of applied physiology. 2011;111(6):1554-60.

44. Jelleyman C, Yates T, O'Donovan G, Gray LJ, King JA, Khunti K, Davies MJ. The effects of high-intensity interval training on glucose regulation and

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2025-03-11]

[DOI: 10.47176/rjms.31.104]

insulin resistance: a meta-analysis. Obesity reviews. 2015;16(11):942-61.
45. Keating SE, Johnson NA, Mielke GI, Coombes JS. A systematic review and meta-analysis of interval training versus moderate-intensity continuous training on body adiposity. Obesity reviews. 2017;18(8):943-64.
46. Mora-Rodriguez R, Coyle EF. Effects of plasma epinephrine on fat metabolism during exercise: interactions with exercise intensity. American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism. 2000;278(4):E669-E76.
47. Pritzlaff CJ, Wideman L, Blumer J, Jensen M, Abbott RD, Gaesser GA, et al. Catecholamine release, growth hormone secretion, and energy expenditure during exercise vs. recovery in men. Journal of Applied Physiology. 2000;89(3):937-46.
48. Trapp EG, Chisholm DJ, Boutcher SH. Metabolic response of trained and untrained women during high-intensity intermittent cycle exercise. American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology. 2007.
49. Williams CB, Zelt JG, Castellani LN, Little JP, Jung ME, Wright DC, et al. Changes in mechanisms proposed to mediate fat loss following an acute bout of high-intensity interval and endurance exercise. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism. 2013;38(12):1236-44.
50. Ghamari A-R, Ghahramani M, Mohammadi Javid N. Comparison of the effect of high intensity interval and moderate continuous trainings along with peppermint extract consumption on body composition and Nesfatin-1 in overweight men. Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport. 2022;10(24):32-41.
51. Boutcher SH. High-intensity intermittent exercise and fat loss. Journal of obesity. 2011;2011.

[Downloaded from rjms.iums.ac.ir on 2025-03-11]

[DOI: 10.47176/rjms.31.104]