Sport Physiology **Volume 13, No 51, 2021, Page 17-42**

Review Paper

Comparison Effect of Continuous and Interval Training on Glycemic Factors in Type 2 Diabetic Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis of Internal Articles

M. Ghafari[1], M. Faramarzi[2], E. Banitalebi[3]

1. Assistant Professor of Sports Physiology, Shahrekord University, Faculty of Humanities, Department of Sports Science (Corresponding Author)
2. Professor of Sports Physiology, University of Isfahan, Faculty of Sports Sciences, Department of Sports Physiology
3. Associate Professor of Sports Physiology, Shahrekord University, Faculty of Humanities, Department of Sports Sciences

Received: 2019/09/21 **Accepted: 2020/02/03**

Abstract

Many studies have investigated the effect of exercise on diabetes-related factors. The main purpose of the present study was to compare the effects of continuous and Interval endurance training on glycemic factors in type 2 diabetic patients in a systematic and meta-analysis review of Iranian studies. In the present study, databases of Science Direct, Scopus, science of the Web, SID, Magiran, and Scholar with special keywords from 1380 to 1398 years was searched. After initial screening, the full text of the articles was evaluated and Inclusion criteria were articles that were analyzed. Two hundred thirty-one articles were reviewed and 25 articles met the criteria for systematic review and meta-analysis. Accordingly, 908 diabetic patients were divided into two groups of control and experimental groups, respectively: 494 and 414, in the experimental group (301 females, 189 males) and the control group (247 females, 136 males). The mean age of the subjects in the present study was 50 years. The results of the meta-analysis showed that both interval and continuous exercise improved glucose indexes. (p = 0.001% CI = -1.24 -0.86, Z = -10) and insulin (p = 0.001; SE = 0.18, 95% CI = -1.62 -0.917, Z = -7) and insulin resistance (p = 0.001; SE = 0.05, 95% CI = -0.34 -0.13, Z = -4.52). There was a significant difference between continuous and interval exercise on glucose and insulin levels (p = 0.002 and p = 0.0001). But there was no difference in insulin resistance (p = 0.42) . Continues and interval endurance training improves blood glucose, insulin, and insulin resistance levels. Interval training is more effective in improving glycemic index, although further studies and higher quality are still needed.

Keywords: Diabetes, Insulin, Glucose, Interval Training, Continuous Training

1. Email: ghafari.mehdi@gmail.com
2. Email: m.faramarzi@spr.ui.ac.ir
3. Email: bantalibi.e@gmail.com

Extended Abstract

Background and Purpose

Many studies have investigated the effect of exercise on diabetes-related factors. fasting glucose and insulin and insulin resistance well-known risk factors for type 2 diabetes. Exercise has long been recognized as a cornerstone of diabetic management and the prevention of incident diabetes. Exercise has long been recognized as a cornerstone of diabetic management and the prevention of incident diabetes. For example, the American College of Sports Medicine currently recommends that individuals with type 2 diabetes expend a minimum cumulative total of 1,000 kcal per week of energy from physical activities (1). The main purpose of the present study was to compare the effects of continuous and Interval endurance training on glycemic factors in type 2 diabetic patients in a systematic and meta-analysis review of Iranian studies.

Material and Method

In the present study, databases of ScienceDirect, Scopus, science of the Web, SID, Magiran, and Scholar with special keywords from 1380 to 1398 years was searched. The outcome, and reported means (or differences between means). Exclusion criteria were as follows: (1) patients with diabetes type 1; (2) duplicate publication or subgroup analysis of the included trials; (3) RCTs that did not report enough data for completing a meta-analysis; and (4) studies with less than 6-weeks of follow up. Two examiners separately extracted all data. For the variables of interest, we extracted sample sizes including baseline and post-intervention standard deviations for the intervention and control groups following the methods of Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions (2). Two authors separately evaluated the methodological quality of the trials the Down and Blac of bias tool (3) was used to evaluate the risk of bias of involved trials for the following study characteristics: random sequence generation (selection bias), allocation concealment (selection bias), blinding of participants and personnel (performance bias), blinding of outcome assessment (detection bias), incomplete outcome data (attrition bias), selective reporting (reporting bias), and other bias. After initial screening, the full text of the articles was evaluated and Inclusion criteria were articles that were analyzed. The effect size intervention of each study was estimated as the difference mean changes in parameters between the training and control groups during intervention. We completed the analysis using random effect models [26,28], and the results are shown as the weighted mean difference (WMD). We statistically evaluated heterogeneity using I2 index [29]. heterogeneity between studies used with meta-regression. The funnel plot used to assess the publication bias and statistically assessed the bias using the Egger methods [31,32]. All analyses were conducted using Stata/SE software version 12.0 (Stata; College Station, TX, USA).

Results

221 articles were selected based on searches in databases, after initial review of titles and abstracts and removal of irrelevant articles, 120 articles were evaluated. After reviewing the full text of the remaining articles if the article met the inclusion criteria, the information was extracted. Thus, a total of 25 articles were included in the meta-analysis. 19 articles for glucose 19 articles for insulin 10 articles were evaluated for insulin resistance. Accordingly, 908 diabetic patients were divided into control and experimental groups, respectively, 494 and 414, respectively. The mean age of the subjects in this study was 50 years. The meta-analysis of 19 clinical trials conducted on diabetic subjects, including 12 continuous exercise and 7 intermittent exercise studies, showed that continuous and intermittent endurance training significantly decreased glucose levels (p = 0.001; SE = 0.18, 95 % CI = -1.24 -0.86, Z = -10) in subgroup analysis between continuous training (p = 0/001; SE = 0.12, 95% CI = -1.43 -0.929, Z = -9.19) and intermittent training (p = 0/001; SE = 0.12, 95% CI = -1.18 -0.59, Z = -5.93) As the data in Chart 1 shows, there is a significant relationship between endurance and periodic exercise and insulin in domestic studies. (P = 0.002).The meta-analysis of 19 clinical trials of diabetic subjects, including 13 continuous exercise and 9 periodic exercise studies, showed that exercise training could significantly improve insulin levels (p = 0.001; SE = 0.18, 95% CI = -1.62 -0.917, Z = -7) in subgroup analysis of endurance training (p = 0/001; SE = 0.2, 95% CI = -1.21 - 0.4, Z = -3.7) and periodic exercise (p = 0.001; SE = 0.2, 95% CI = -3.51 - 2.04, Z = -7.4) Specified as there is a significant relationship between endurance and periodic exercise and insulin in studies conducted in the country (p <0.001). = 0.0001).The number of studies that examined the effect of insulin resistance changes on the present study was 10 studies, 7 studies endurance training and 3 periodic exercise studies showing that overall exercise training can significantly improve insulin resistance levels (p <0.001 SE = 0.05, 95% CI = -0.34 -0.13, Z = -4.52) in subgroup analysis of endurance training (p = 0/001; SE = 0.2, 95% CI = -.29 -0.08, Z = - 3.5) and intermittent exercise (p = 0/001; SE = 0.05, 95% CI = -1.5 -0.6, Z = -4.5) was identified.

Conclusion

present meta-analysis show that both periodic exercise and endurance training decrease glucose, insulin, and insulin resistance. More partially, regular exercise reduced blood glucose and insulin levels, and continued endurance training reduced insulin resistance. Studies have shown that endurance exercise can decrease fasting blood glucose, insulin and insulin resistance in patients with type 2 diabetes (3–7).. The reasons for the major change in glycemic indexes in diabetic patients after intermittent exercise include increased protein content of insulin receptors and increased protein kinase B activity, which plays a key role in

transmitting insulin signaling, which results in decreased blood glucose in diabetics (18).). In fact, greater power efficiency in non-interfering peripheral muscles with increased cardiopulmonary capacity is the main characteristic of periodic exercises, which is preferred to continuous training. Because in continuous exercise due to the phosphocreatine fraction and the use of myoglobin-bound oxygen stores, blood lactate levels increase, while at intervals between intense exercise intervals during phosphocreatine and myoglobin recovery, lactate concentrations decrease in blood. It works (47). Intermittent exercises can produce maximum pressure without using anaerobic metabolism and lactic acid accumulation (18).

Article Message

Based on the present study, it is recommended that due to the small number of studies conducted on the effect of interval training on the other hand, the greater effectiveness of this type of exercise on insulin resistance in type 2 diabetic patients, in future research, more attention should be paid to these training.

Keywords: Diabetes, Insulin, Glucose, Interval Training, Continuous training

References

1. Chudyk A, Petrella RJ. Effects of exercise on cardiovascular risk factors in type 2 diabetes: A meta-analysis. Diabetes Care. 2011.
2. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. 2019.
3. Downs SH, Black N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. J Epidemiol Community Health. 1998;
4. https://www.sid.ir/en/Journal/ViewPaper.aspx?ID=219294
5. http://jams.arakmu.ac.ir/browse.php?a_id=3802&sid=1&slc_lang=en
6. http://jams.arakmu.ac.ir/browse.php?a_id=2814&slc_lang=en&sid=1&printcase=1&hbnr=1&hmb=1
7. Dabagh S, Nikbakht M. Glycemic Control by Exercise and Urtica Dioica Supplements in Men With Type 2 Diabetes. 2016;5(1).

فیزیولوژی ورزشی دوره ۱۳ ، شماره ۵۱ ،پاییز ۱۴۰۰ .صص ۴۲-۱۷

مقاله مروری

مقایسهٔ آثار تمرینات استقامتی تداومی و تناوبی بر فاکتورهای گلیسمیک بیماران مبتلا به دیابت نوع دو: مرور نظام‌مند و فراتحلیل مقالات داخل ایران

مهدی غفاری[1]،محمد فرامرزی[2]، ابراهیم بنی‌طالبی[3]

۱. استادیار فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه شهرکرد، گروه علوم ورزشی (نویسندهٔ مسئول)
۲. استاد فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه اصفهان، گروه علوم ورزشی
۳.دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه شهرکرد، گروه علوم ورزشی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۱۴

چکیده

پژوهش‌های زیادی تأثیر فعالیت ورزشی را بر عوامل مرتبط با بیماری دیابت بررسی کرده‌اند. هدف اصلی از انجام‌شدن پژوهش حاضر، مقایسهٔ آثار تمرینات استقامتی تداومی و تناوبی بر فاکتورهای گلیسمیک بیماران مبتلا به دیابت نوع دو، به‌صورت مرور نظام‌مند و فراتحلیل مطالعات داخل ایران بود. در پژوهش حاضر، پایگاه‌های اطلاعاتی Science Direct، PubMed، Scopus، Web of Science، SID، Magiran و Google Scholar از سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۸، همراه با کلمات کلیدی جست‌وجو شدند. بعد از غربالگری اولیه، متن کامل مقالات ارزیابی شد و مقالاتی که معیارهای ورود به پژوهش داشتند، تحلیل شدند. تعداد ۲۳۱ مقاله بررسی اولیه شدند و از این میان ۲۵ مقاله معیارهای ورود به مرور سیستماتیک و فراتحلیل را داشتند؛ براین‌اساس ۹۰۸ فرد دیابتی که به دو گروه تجربی و گروه کنترل به‌ترتیب تعداد ۴۹۴ و ۴۱۴ نفر تقسیم شدند، در گروه تجربی (۳۰۵ زن، ۱۸۹ مرد) و در گروه کنترل (۲۷۸ زن، ۱۳۶ مرد) قرار گرفتند. میانگین سنی آزمودنی‌ها در پژوهش حاضر ۵۰ سال بود. نتایج متاآنالیز نشان داد که تمرینات تناوبی و تداومی هر دو موجب بهبود شاخص‌های گلیسمی می‌شوند. تمرینات استقامتی تداومی و تمرینات تناوبی موجب کاهش معنادار سطوح گلوکز (P=0.001; SE=0.18, 95% CI= -1.24 - 0.86, Z=-10) و انسولین (P=0.001; SE= 0.18, 95% CI= -1.62 - 0.917, Z=-7) و مقاومت به انسولین (P=0.001; SE= 0.05, 95% CI= -0.34 - 0.13, Z=-4.52) شدند. بین تمرین تداومی و تناوبی در سطوح گلوکز و انسولین اختلاف معنادار مشاهده شد (P=0.002، P=0.0001)، اما این اختلاف در مقاومت به انسولین مشاهده نشد (P=0.42). تمرینات استقامتی تداومی و تناوبی موجب بهبود سطوح گلوکز خون، انسولین و مقاومت به انسولین می‌شوند و تمرینات تناوبی در بهبود عملکرد شاخص‌های گلیسمی مؤثرتر هستند؛ اگرچه در این زمینه به انجام‌دادن مطالعاتی بیشتر و با کیفیت بهتر نیاز است.

واژگان کلیدی: گلوکز، انسولین، مقاومت به انسولین، تمرینات تناوبی، تمرینات تداومی.

1. Email: ghafari.mehdi@gmail.com
2. Email: m.faramarzi@spr.ui.ac.ir
3. Email: bantalibi.e@gmail.com

مقدمه

شیوع دیابت در جهان حدود ۶/۴ درصد است و انتظار می‌رود تا سال ۲۰۳۰ تعداد افراد مبتلا به دیابت به ۳۶۶ میلیون نفر برسد (۱). جمعیت دیابتی ایران بیش از ۱/۵ میلیون نفر تخمین زده می‌شود و حدود ۱۴/۵ تا ۲۲/۵ درصد از افراد بیشتر از ۳۰ سال به دیابت یا اختلال تحمل گلوکز مبتلا هستند. شواهد نشان می‌دهند، از افراد دچار اختلال تحمل گلوکز تقریباً ۲۵ درصد از آن‌ها در آینده دچار دیابت آشکار خواهند شد و نیمی از آن‌ها در حد اختلال تحمل گلوکز باقی می‌مانند، ولی از خطر عوارض عروق بزرگ در امان نخواهند ماند (۲).

متابولیسم کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها در دیابت نوع دو دچار اختلال می‌شوند. در دیابت نوع دو مقاومت به انسولین وجود دارد و سلول‌های بتای پانکراس توانایی کافی تولید انسولین برای غلبه بر این مقاومت را ندارند (۳). همچنین در مواجهه با افزایش سطح انسولین و اختلال در مسیر پیام‌رسانی انسولین، تولید گلوکز از کبد متوقف می‌شود (۳). تأمین انسولین از سلول‌های بتا به‌طور نسبی کاهش می‌یابد و درکل علاوه‌بر مقاومت به انسولین اختلال در عملکرد سلول‌های بتا و کم‌بودن نسبی انسولین ایجاد می‌شود (۴). مطالعات نشان داده‌اند که تغییر سبک زندگی می‌تواند بروز دیابت را حداقل به ۱۱ سال به تأخیر بیندازد و حتی در ۲۰ درصد از موارد بروز آن را منتفی کند (۵). عوارض دیابت می‌تواند هزینه‌های محسوس و نامحسوس سنگینی را به نظام سلامت وارد کند (۶).

فعالیت بدنی منظم از جمله مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر بیماری دیابت است و از طریق مکانیسم‌های متفاوتی می‌تواند موجب بهبود اختلال متابولیسم در بیماران دیابتی شود (۸ ،۷). انجام‌دادن فعالیت استقامتی از طریق تأثیرگذاری بر حساسیت انسولین، نوروپاتی محیطی، مشکلات قلبی-عروقی، کلیوی و میوپاتی عضلانی و عوارض مرتبط با درد نوروپاتی، موجب بهبود این بیماری می‌شود (۱۰، ۹). از مکانیسم‌های درگیر در بهبود دیابت به‌وسیلهٔ فعالیت ورزشی، افزایش انتقال‌دهنده‌های گلوکز به درون سلول‌های عضلانی، افزایش تودهٔ عضلانی، افزایش پاسخ‌دهی بدن به انسولین و حساسیت به انسولین و برداشت گلوکز بدون نیاز به انسولین می‌توان اشاره کرد (۹).

در بین انواع تمرین، تمرین‌های هوازی متداول به‌خصوص تمرینات استقامتی تداومی و با شدت متوسط برای بیماران دیابتی نوع دو مناسب‌اند. در همین باره دانشکده پزشکی ورزشی آمریکا (American College of Sports Medicine) در سال ۲۰۱۰ توصیه کردند که افراد مبتلا به دیابت نوع دو برای بهبود شاخص‌های خطر قلبی-عروقی، کاهش چربی و کنترل قندخون باید حداقل ۱۵۰ دقیقه فعالیت هوازی در هفته انجام دهند. مطالعات قبلی گزارش داده‌اند که فعالیت ورزشی با شدت زیاد می تواند تأثیر بیشتری بر شاخص‌های خطر قلبی-عروقی در مقایسه با تمرینات هوازی تداومی با شدت متوسط داشته باشند (۱۱، ۱۰)، اما تمرینات با شدت زیاد برای بیمارانی که مشکلات قلبی-

عروقی دارند، سالمندان و همچنین بیماران دیابتی نوع دو خطر بیشتری دارد. به‌تازگی تمرینات کم‌حجم پرشدت تناوبی نشان داده‌اند که قند خون را کاهش می‌دهند و ظرفیت میتوکندریایی را افزایش می‌دهند (۱۲). بهبود فاکتورهای قلبی در بیماران دیابت نوع دو و سندرم متابولیک در هر دو تمرین کم‌شدت و پرشدت تناوبی نشان داده شده است (۱۳)؛ این موضوع بیماران را تشویق می‌کند که از تمرینات تناوبی که در زمان کوتاه‌تری می‌توانند بهبود بیشتری حاصل کنند، استفاده کنند. تأثیر تمرینات تناوبی بر کنترل گلیسمی عملکرد عروقی در بیماران دیابتی نوع دو نشان داده شده است (۱۴)؛ بنابراین در مطالعهٔ فراتحلیل حاضر به‌منظور استفاده از تحلیل آماری قوی‌تر و دستیابی به نتایج کامل‌تر، به مقایسهٔ مطالعات انجام‌شده در ایران پرداخته شده است که تأثیر تمرین استقامتی تداومی و تناوبی را بر انسولین، گلوکز خون و مقاومت به انسولین در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو بررسی کرده‌اند.

روش پژوهش

روش جست‌وجوی مقالات

این مطالعه براساس دستورالعمل Cochrane انجام شده است (۱۵)؛ بر همین اساس به‌منظور تعیین مطالعات مداخله‌ای، پایگاه‌های اطلاعاتی Magiran، SID، ISI، Google Scholar، PubMed، Science Direct، Scopus و نشریات وزارت علوم برای یافتن مقالات چاپ‌شده در نشریات معتبر داخلی و خارجی جست‌وجو شدند. از ترکیب واژه‌های زیر برای جست‌وجو در پایگاه‌های ذکرشده استفاده شد: «تمرینات با شدت بالا»، «تمرین استقامتی»، «تمرین هوازی»، «تمرین تناوبی»، «تمرین تداومی»، «دیابت»، «دیابت نوع دو»، «دیابت ملیتوس»، «انسولین»، «گلوکز خون ناشتا» و «مقاومت به انسولین». در این پژوهش تمام مقالات منتشرشده از سال ۱۳۸۰ تا سال ۱۳۹۸ استخراج شدند.

روند انتخاب مقالات

با توجه به گستردگی مقالات داخلی و تناقض بین آن‌ها و همچنین با توجه به اینکه مقالات فراتحلیل خارجی با توجه به محدودیت زبانی اغلب مقالات داخلی و فارسی را در روند فراتحلیل قرار نداده‌اند، مقالات داخلی ارزیابی شدند. معیارهای ورود مقالات به مطالعهٔ حاضر عبارت بودند از: ۱- مطالعاتی که بیش از شش هفته مداخلهٔ تمرینی داشتند و شامل افراد دیابتی نوع دو بودند؛ ۲- مقالاتی که نمونهٔ آن‌ها صرفاً انسانی بود؛ ۳- مطالعاتی که کارآزمایی بالینی تصادفی بودند؛ ۴- مقالاتی که در آن‌ها گروه کنترل و گروه تجربی وجود داشت؛ ۵- مطالعاتی که تمرین ورزشی به‌تنهایی بر افراد مبتلا به دیابت نوع دو انجام شده بود. معیارهای خروج مقالات از پژوهش عبارت بودند از: ۱- مقالات مروری؛ ۲- گزارش‌های موردی؛ ۳- مطالعات حیوانی؛ ۴- مقالات همایش‌ها و کنفرانس‌ها؛ ۵- مقالاتی

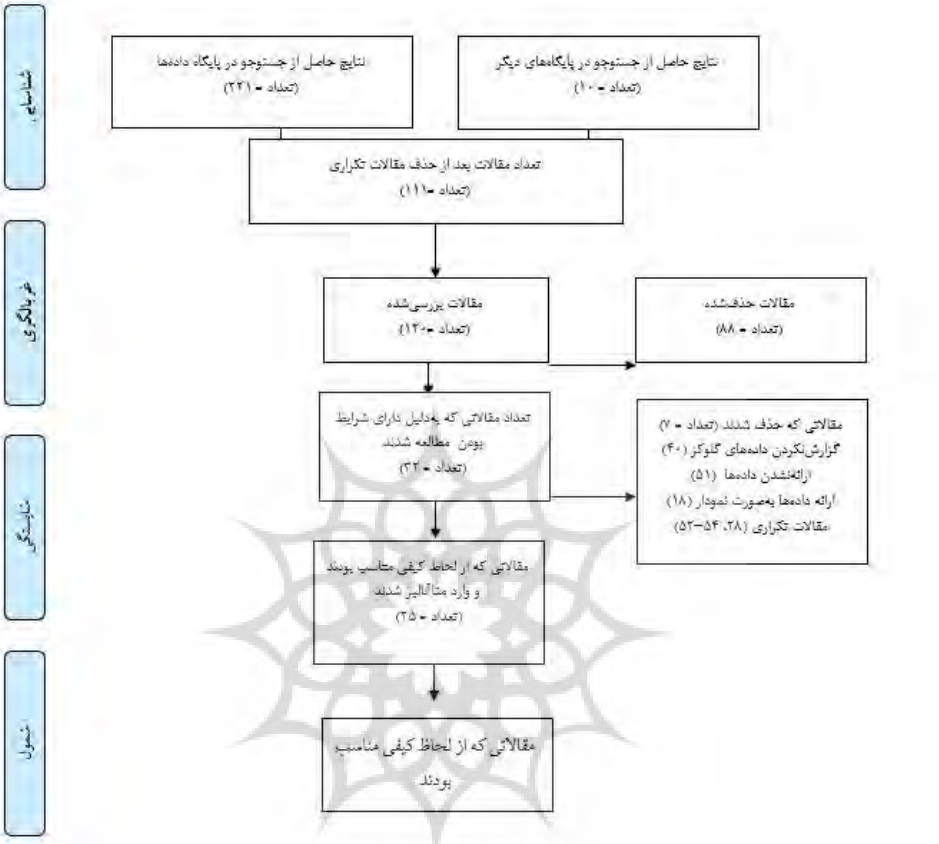
که داده‌های موردنیاز برای تحلیل آماری در آن‌ها وجود نداشت؛ ۶- مقالات انجام‌شده بر بیماران مبتلا به دیابت نوع یک؛ ۷- مقالاتی که تأثیر فعالیت بدنی را به‌همراه یک مکمل بررسی کرده بودند؛ ۸- مطالعاتی که تمرینات حاد و تمرینات مقاومتی را بررسی کرده بودند؛ ۹- مطالعات تکراری؛ ۱۰- مطالعات فاقد گروه کنترل.

استخراج داده‌ها و ارزیابی کیفیت مطالعات

پس از بررسی اولیهٔ مقالات، اطلاعات مربوط به نام نویسندهٔ اول مقاله، سال انتشار مقاله، شهر محل اجرای مطالعه، حجم نمونه، سن، جنس شرکت‌کنندگان، روش نمونه‌گیری، مشخصات برنامهٔ ورزشی، نوع ورزش، شدت ورزش و مدت ورزش از مقالات استخراج شدند. دو داور متخصص کیفیت مقالات را با استفاده از چک‌لیست Down and Black ارزیابی کردند (۱۶) و در صورت تناقض نظر دو داور، داور سوم کیفیت مقالات را کنترل کرد. با توجه به اینکه در مطالعات مداخلهٔ ورزشی سازمان تنها صورت می‌گیرد و کورسازی پژوهش امکان‌پذیر نیست، امتیاز مربوط به این آیتم در نظر گرفته نشد. در چک‌لیست Down and Black موارد مربوط به نحوهٔ گزارش عوامل مخدوش‌کنندهٔ پژوهش، سوگیری پژوهش مانند سلسله‌مراتب قراردادن افراد در گروه‌های کنترل و تجربی، اطلاع‌نداشتن شرکت‌کنندگان از گروه‌های مطالعاتی و اطلاع‌نداشتن کارکنان آزمایشگاه از تخصیص گروه ها بررسی می‌شود.

تجزیه و تحلیل آماری

همهٔ متغیرها بین افراد گروه تجربی و گروه کنترل با استفاده از نسبت شانس (OR) و با ضریب اطمینان ۹۵ درصد بررسی شدند. ناهمگنی مطالعات با استفاده از I square بررسی شد. با توجه به نوع مطالعات و یکسان‌نبودن داده‌ها از مدل اثرات تصادفی استفاده شد. آنالیز حساسیت برای تحت‌تأثیر قرارگرفتن مطالعات انجام پذیرفت. سوگیری در چاپ مقالات با استفاده از نمودارهای قیفی رسم شد. ارزیابی نامتقارن به‌وسیلهٔ آزمون رگرسیون متقارن و آزمون بگز انجام شد. تحلیل آماری به‌وسیلهٔ نرم‌افزار استاتا نسخهٔ ۱۴/۲ انجام شد. سطح معناداری نیز $P > 0.05$ در نظر گرفته شد. شکل شمارهٔ یک مراحل ورود مطالعات به مرور سیستماتیک را نشان می‌دهد.



شکل ۱ -چگونگی انتخاب مقالات

Figure 1 - How to select articles

نتایج

براساس جستوجو در پایگاه‌های اطلاعاتی، ۲۲۱ مقاله انتخاب شدند. بعد از بررسی اولیهٔ عناوین و چکیدهٔ مقالات و حذف مقالات غیرمرتبط، ۱۲۰ مقاله وارد مرحلهٔ ارزیابی شدند. پس از بررسی متن کامل مقالات باقی‌مانده درصورتی‌که مقاله معیارهای ورود به مطالعه را داشت، اطلاعات آن استخراج شد؛ بنابراین درمجموع ۲۵ مقاله وارد فراتحلیل شدند. ۱۹ مقاله برای گلوکز، ۱۹ مقاله برای انسولین و ۱۰ مقاله برای مقاومت به انسولین ارزیابی شدند؛ براین‌اساس ۹۰۸ نفر دیابتی به دو گروه تجربی و گروه کنترل به‌ترتیب تعداد ۴۹۴ و ۴۱۴ نفر تقسیم شدند که در گروه تجربی (۳۰۵ زن، ۱۸۹ مرد) و در گروه کنترل (۲۷۸ زن، ۱۳۶ مرد) قرار گرفتند. میانگین سنی آزمودنی‌ها در پژوهش حاضر ۵۰ سال بود (جدول شمارهٔ یک).

نتایج متاآنالیز ۱۹ کارآزمایی بالینی انجام‌گرفته روی افراد دیابتی که ۱۲ مطالعه تمرینات تداومی و هفت مطالعه تمرینات تناوبی بودند، نشان داد که تمرین استقامتی تداومی و تناوبی موجب کاهش معنادار سطوح گلوکز شده است (P=0.001; SE=0.18, 95% CI= -1.24 -0.86, Z= -10). در آنالیز زیرگروه‌ها بین تمرینات تداومی (P=0.001; SE= 0.12, 95% CI= -1.43 -0.929, Z= -9.19) و تمرینات تناوبی (P=0.001; SE= 0.12, 95% CI= -1.18 -0.59, Z= -5.93) مشاهده شده است. همان‌گونه که اطلاعات شکل شمارهٔ یک نشان می‌دهد، در مطالعات انجام‌شده در داخل کشور، بین ورزش استقامتی و تناوبی و انسولین ارتباط معناداری وجود دارد (P=0.002) (شکل شمارهٔ دو).

نتایج متاآنالیز ۱۹ کارآزمایی بالینی انجام‌گرفته روی افراد دیابتی که ۱۳ مطالعه تمرینات تداومی و نُه مطالعه تمرینات تناوبی بودند، نشان داد که تمرین ورزشی می‌تواند بهبود معناداری در سطوح انسولین ایجاد کند (P=0.001; SE=0.18, 95% CI= -1.62 -0.917, Z= -7) در آنالیز زیرگروه‌ها تمرینات تداومی استقامتی (P=0.001; SE=0.2, 95% CI= -1.21 -0.4, Z= -3.7,) و تمرین تناوبی (P=0.001; SE=0.2, 95% CI= -3.51 - 2.04, Z=-7.4) مشخص‌شده است. همان‌گونه که اطلاعات شکل شمارهٔ سه نشان می‌دهد، در مطالعات انجام‌گرفته در داخل کشور، بین ورزش استقامتی و تناوبی و انسولین ارتباط معناداری وجود دارد (P=0.0001) (شکل شمارهٔ چهار).

تعداد مطالعاتی که در پژوهش حاضر برای بررسی میزان تغییرات مقاومت به انسولین وارد مطالعه شدند، ۱۰ مطالعه بود: هفت مطالعهٔ تمرینات استقامتی و سه مطالعهٔ تمرینات تناوبی که نشان می‌دهد به‌طورکلی تمرین ورزشی می‌تواند بهبود معناداری در سطوح مقاومت به انسولین ایجاد کند (P=0.001; SE=0.05, 95% CI= -0.34 -0.13, Z=-4.52)). در آنالیز زیرگروه‌ها تمرینات تداومی استقامتی (P=0.001; SE=0.2, 95% CI= -.29 -0.08, Z=-3.5) و تمرین تناوبی (P=0.001; SE=0.05, 95% CI= -1.5 - 0.6, Z=-4.5) مشخص شده است. همان‌گونه که اطلاعات شکل شمارهٔ پنج نشان می‌دهد، در مطالعات انجام‌گرفته در داخل کشور، بین ورزش استقامتی و تناوبی و انسولین ارتباط معناداری وجود ندارد (P=0.42) (شکل شمارهٔ شش).

جدول ۱- مشخصات مطالعات انجام‌گرفته بر افراد دیابتی واردشده به مرور سیستماتیک و فراتحلیل

Table 1-Characteristics of studies performed on diabetic individuals included in the systematic review and meta-analysis

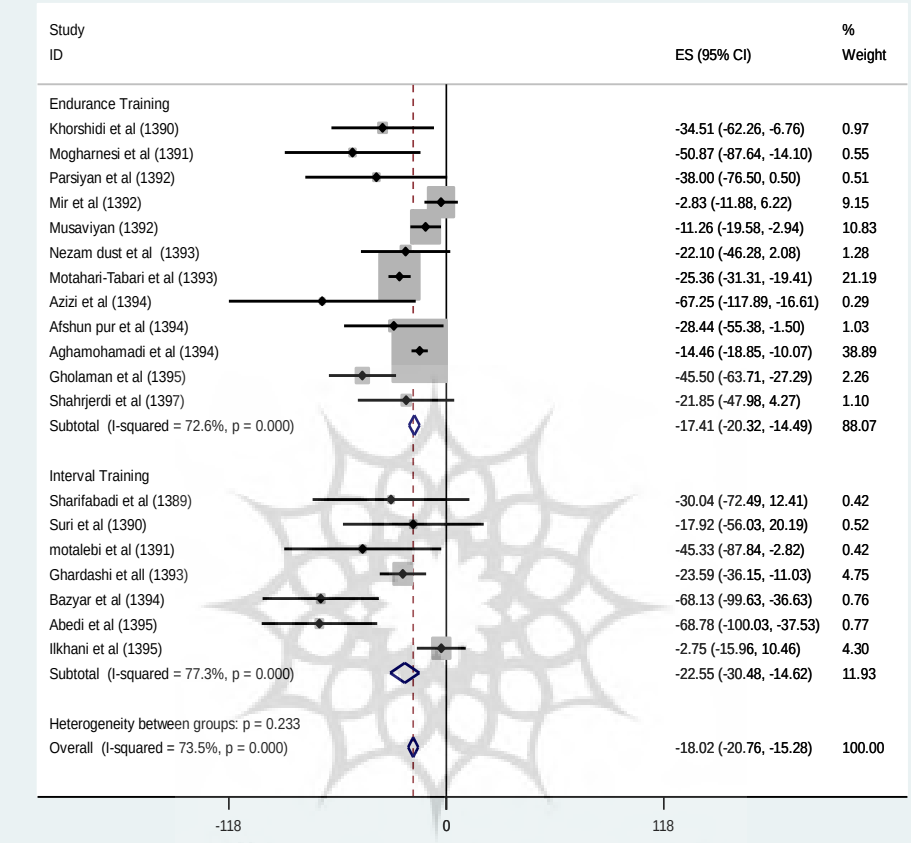
Type of training	Training duration (weeks)	Number of control groups	Number of experimental	Total	City	Years	Authors
تناوبی با شدت بالا High intensity interval	8	17	18	35	محلات	1395	عابدی و اخوت (۱۷)
تناوبی با شدت بالا High intensity interval	12	10	10	20	بوشهر	1397	افراسیابی و همکاران (۱۸)
ایروبیک Arobic	6	8	12	20	اهواز	1394	آقامحمدی و همکاران (۱۹)
تداومی هوازی Continuous aerobics	8	12	12	24	اهواز	1394	افشون‌پور و همکاران (۲۰)
هوازی Aerobic	8	11	12	23	آبادان	1394	عزیزی و همکاران (۲۱)
تناوبی با شدت بالا High intensity interval	8	18	17	52	شهرکرد	1394	بازیار و همکاران (۲۲)
ترکیبی (مقاومتی هوازی) Combination (aerobic resistance)	8	8	10	18	مشهد	1394	اسماعیلی و همکاران (۲۳)
تناوبی هوازی Interval aerobic	10	15	15	30	تهران	1393	قارداشی و همکاران (۲۴)
هوازی Aerobic	8	10	10	20	تهران	1396	غلامان و همکاران (۲۵)
هوازی Aerobic	12	12	12	24	تبریز	1396	غلامی و همکاران (۲۶)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۱- مشخصات مطالعات انجام‌گرفته بر افراد دیابتی واردشده به مرور سیستماتیک و فراتحلیل

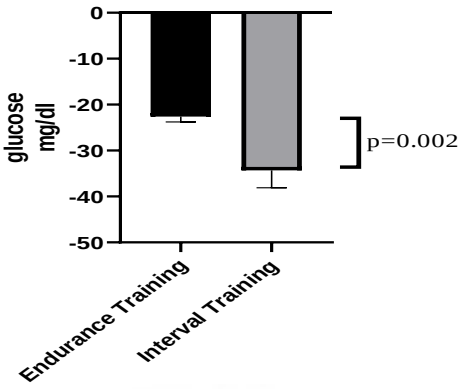
Table 1-Characteristics of studies performed on diabetic individuals included in the systematic review and meta-analysis

Type of training	Training duration (weeks)	Number of control groups	Number of experimental groups	Total	City	Years	Authors
تناوبی هوازی Interval aerobic	8	12	12	24	بجنورد	1395	ایلخانی و همکاران (۲۷)
هوازی و قدرتی aerobic & Resistant	8	12	12	24	ساری	1392	میر و همکاران (۲۸)
هوازی Aerobic	10	11	11	22	ساوه	1390	خورشیدی و همکاران (۲۹)
هوازی (کارسنج) Aerobic	10	8	8	16	زاهدان	1393	مقرنسی و تاجی همکاران (۳۰)
هوازی Aerobic	8	26	27	53	مازندران	1394	مطهری طبری و همکاران (۵۵)
تناوبی هوازی Interval aerobic	8	15	15	30	اهواز	1391	مطلبی و همکاران (۳۱)
هوازی Aerobic	12	15	15	30	بهبهان	1392	موسویان و همکاران (۳۲)
هوازی Aerobic	12	10	10	÷	بیرجند	1393	نظام‌دوست و همکاران (۳۳)
هوازی Aerobic	12	15	15	30	اسلامشهر	1392	پارسیان و همکاران (۵۶)
هوازی Aerobic	8	8	10	18	تفت	1387	شاهجردی و همکاران (۳۴)
تناوبی با شدت بالا High intensity interval	10	12	12	48	تودشک	1397	حیدری شریف‌آبادی و همکاران (۳۵)
هوازی Aerobic	8	15	15	30	مبارکه	1389	شوندی و همکاران (۳۶)
تناوبی با شدت بالا High intensity interval	8	13	13	26	تهران	1390	سوری و همکاران (۳۷)
هوازی Aerobic	16	30	35	65	تبریز	1389	یاوری و همکاران (۳۸)
هوازی Aerobic	52	20	80	80	تبریز	1391	یاوری و همکاران (۳۹)



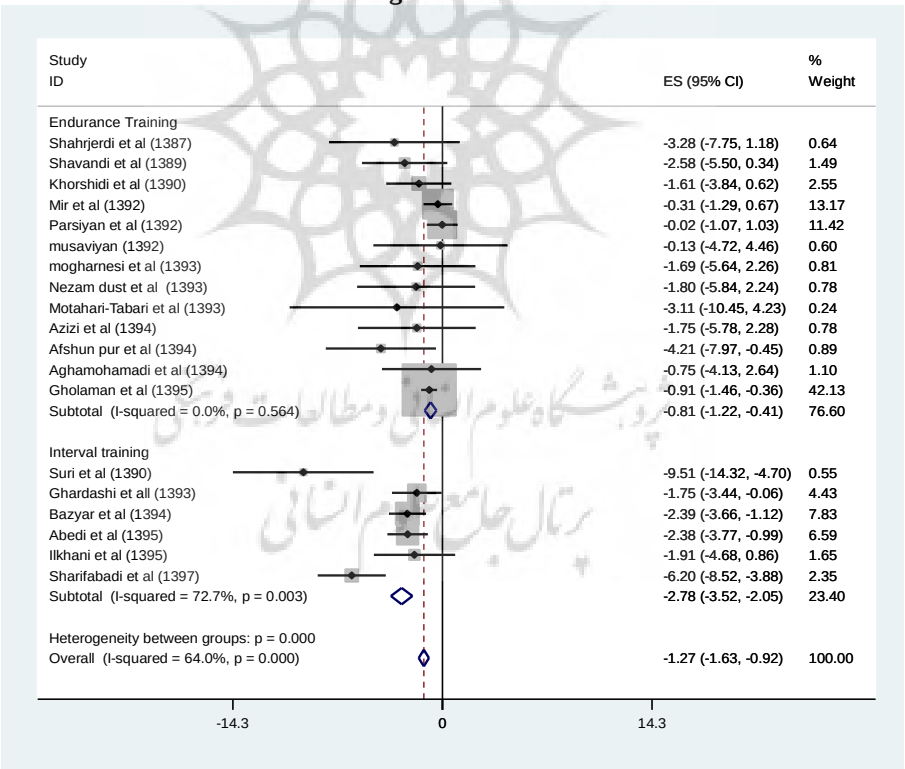
شکل ۱- انباشت تأثیر تمرینات تداومی و تناوبی بر سطوح گلوکز ناشتا

Figure 1- Accumulation of the effect of continuous and Interval exercise on fasting glucose levels



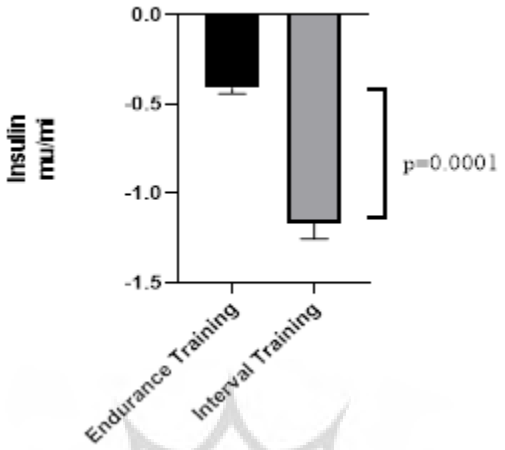
شکل ۲- مقایسه تأثیر تمرینات تداومی و تناوبی بر گلوکز خون

Figure 2 - Comparison of the effect of continuous and interval training on blood glucose



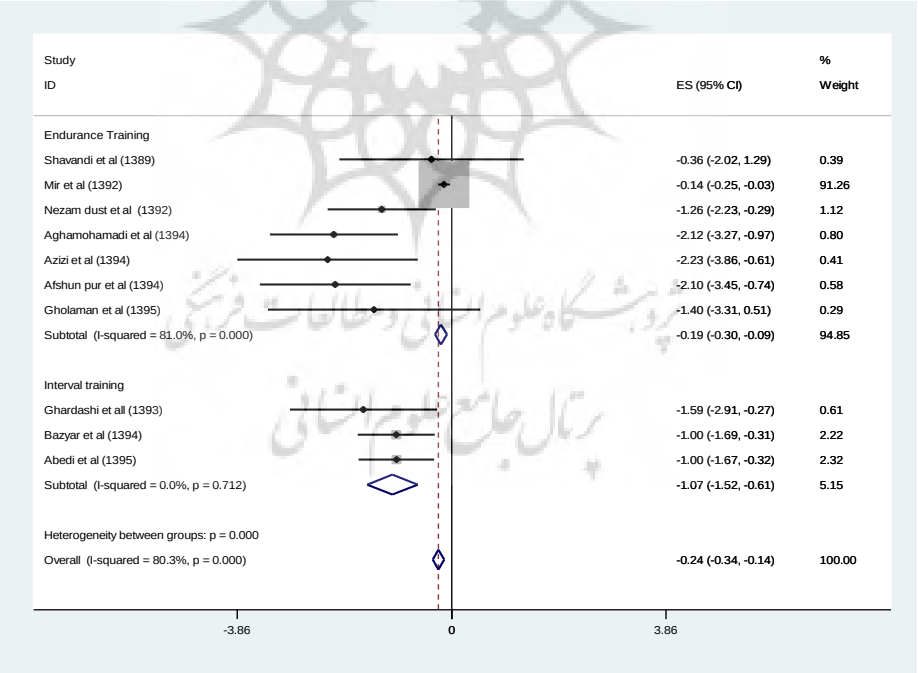
شکل ۳- نمودار انباشت تأثیر تمرینات تداومی و تناوبی بر سطوح انسولین خون

Figure 3 - Accumulation diagram of the effect of continuous and interval training on blood insulin levels



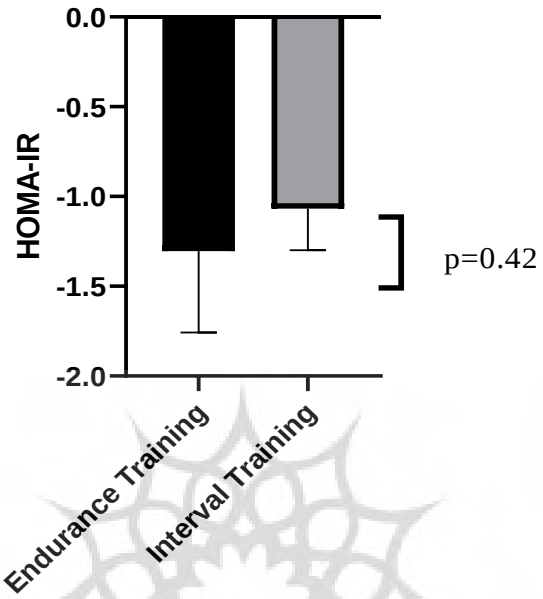
شکل ۴- مقایسهٔ تأثیر تمرینات تداومی و تناوبی بر سطوح انسولین

Figure 4 - Comparison of the effect of continuous and interval training on insulin levels



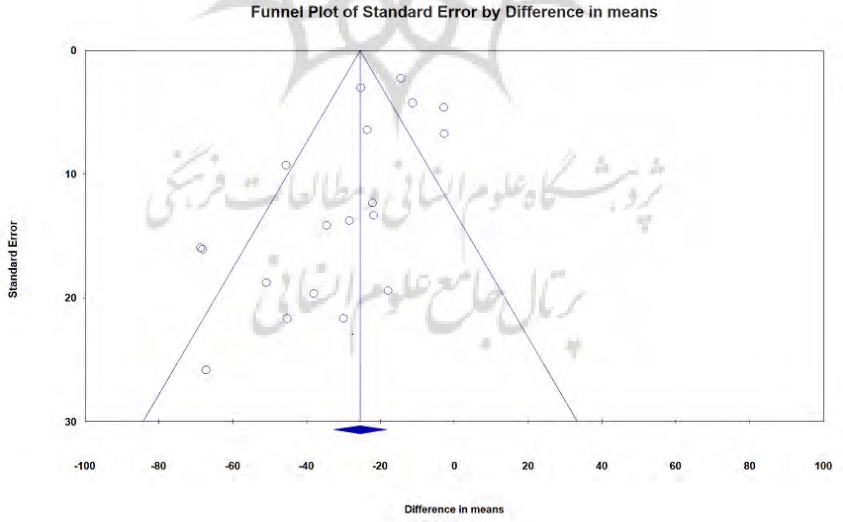
شکل ۵- نمودار انباشت تأثیر تمرینات تداومی و تناوبی بر مقاومت به انسولین

Figure 5 - Accumulation diagram of the effect of continuous and interval training on insulin resistance



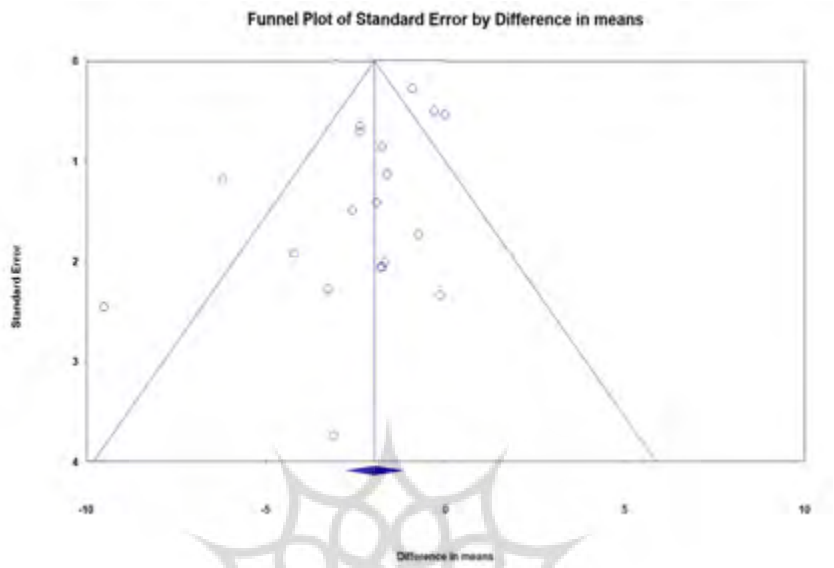
شکل ۶- مقایسهٔ تمرینات تداومی و تناوبی بر مقاومت به انسولین

Figure 6- Comparison of continuous and interval training on insulin resistance



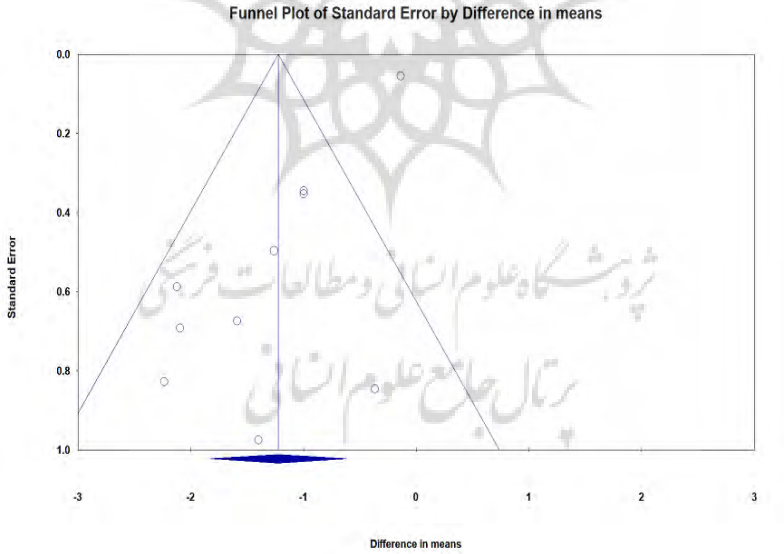
شکل ۷- نمودار قیفی بگز برای گلوکز

Figure 7- Bags funnel plot for glucose



شکل ۸- نمودار قیفی بگز برای انسولین

Figure 8- Bags funnel plot for Insulin



شکل ۹- نمودار قیفی بگز برای مقاومت به انسولین

Figure 9- Bags funnel plot for Insulin resistance

بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه با هدف مقایسهٔ تأثیر تمرینات هوازی و تمرینات تناوبی بر شاخص‌های گلیسمی در بیماران دیابت نوع دو انجام گرفت. نتایج متاآنالیز ۲۵ کارآزمایی بالینی نشان داد که انجام‌دادن تمرینات ورزشی در بیماران دیابت نوع دو موجب بهبود سطوح گلوکز خون انسولین و مقاومت به انسولین می‌شود.

مطالعات نشان داده‌اند که فعالیت ورزشی استقامتی می‌تواند موجب کاهش گلوکز خون ناشتا، انسولین و مقاومت به انسولین در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو شود (۴۱، ۴۰، ۲۹، ۱۹، ۱۶). نتایج این مطالعه با نتایج مطالعات آذری و همکاران (۴۲) و رحمتی و همکاران (۴۳) که کاهش گلوکز خون ناشتا، کاهش انسولین، کاهش مقاومت به انسولین را در یک متاآنالیز بررسی کردند، همسوست. یاوری و همکاران (۳۹) نیز تأثیر فعالیت هوازی را بر شاخص‌های گلایسمی شاخص‌های خطر قلبی عروقی و ترکیب بدنی در بیماران دیابت نوع دو (۳۷ مرد و ۴۳ زن، ۳۳ تا ۶۹ سال) بررسی کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که تمرینات هوازی تداومی موجب کاهش هموگلوبین گلیکوزیله، فشارخون سیستولیک، تری‌گلیسیرید پلاسما و بهبود حداکثر اکسیژن مصرفی می‌شوند. مطهری و همکاران (۴۴) تأثیر هشت هفته تمرین هوازی را بر گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین در ۵۳ زن دیابتی نوع دو بررسی کردند. مطالعهٔ آن‌ها کاهش معنادار سطوح گلوکز پلاسما، سطوح انسولین و مقاومت به انسولین را نشان داد. افراسیابی و همکاران (۱۸) با مقایسهٔ ۱۲ هفته تمرین تناوبی با شدت زیاد بر پروفایل لیپیدی بیماران دیابتی نوع دو در ۸۰ شرکت‌کنندهٔ مرد، نشان دادند که تمرینات تناوبی از طریق تغییر در سازوکارهای مختلف سبب بهبود شاخص‌های گلایسمی التهابی در افراد چاق مبتلا به دیابت نوع دو می‌شوند.

موسویان و همکاران (۳۲) کاهش گلوکز ناشتای خون، کاهش انسولین پلاسما و کاهش مقادیر مقاومت به انسولین را پس از ۲۱ هفته تمرین استقامتی نشان دادند. غلامان و همکاران (۲۵) تأثیر یک دوره تمرین هوازی بر شاخص‌های گلیسمی را در زنان دیابتی مطالعه کردند. در این مطالعه نشان داده شد که به‌دنبال هشت هفته تمرین هوازی سطوح گلوکز خون و مقاومت به انسولین کاهش یافت. عزیزی و همکاران (۳۳) نشان دادند که هشت هفته تمرین هوازی به‌صورت معناداری موجب کاهش غلظت سرم سطوح گلوکز و مقاومت انسولین در زنان شد. هم‌راستا با نتایج پژوهش حاضر، نتایج مطالعهٔ سوری و همکاران (۳۷) نشان داد که ورزش می‌تواند موجب بهبود هموگلوبین گلیکوزیله، قندخون و بهبود انسولین در دیابت بیماران دیابتی نوع دو شود. یک فراتحلیل که به بررسی اثرات شدت فعالیت ورزشی در افراد مبتلا به دیابت نوع دو پرداخت، نشان داد که ورزش با شدت بیشتر می‌تواند موجب بهبود بهتر شاخص‌های گلیسمی در بیماران دیابت نوع دو شود (۴۵).

فعالیت هوازی موجب افزایش جذب گلوکز بیشتر در عضلات اسکلتی، ازبین‌رفتن چربی احشایی و افزایش ظرفیت اکسیداسیون لیپیدها در سلول‌های عضلانی می‌شود (۴۴). همچنین فعالیت بدنی موجب افزایش عملکرد انسولین در سلول‌های اندام‌های درگیر در ورزش، تنظیم مثبت تحریک مسیر سیگنالینگ توسط انسولین، کاهش ذخایر گلیکوژن در کبد و عضلات، کاهش نشانگرهای التهابی، جلوگیری از آتروفی عضلات و افزایش تراکم شبکهٔ مویرگی در عضلات می‌شود (۲۹). به نظر می‌رسد تأثیر تمرین هوازی به عوامل مختلفی از قبیل نوع، شدت و فراوانی تمرین و سطح گلوکز اولیه بستگی دارد (۴۵).

تمرینات تداومی به کاهش چربی و کاهش تجمع تری‌گلیسیریدهای درون‌سلولی منجر می‌شوند. افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب از تأثیرات دیگر تمرینات ورزشی است (۴۱). افزایش برداشت گلوکز خون سبب افزایش اکسیداسیون کربوهیدرات‌ها می‌شود که این نیز موجب کاهش اکسیداسیون چربی می‌شود (۴۶). همچنین تمرین به کاهش معنادار غلظت پروتئین واکنشگر C، فشارخون و هموگلوبین گلیکولیزه منجر می‌شود. به‌طورکلی، تجمع چربی اضافی موجب مقاومت به انسولین می‌شود (۴۲).

از دلایل تغییر عمده در شاخص‌های گلایسمی در بیماران دیابتی پس از تمرینات تناوبی می‌توان به افزایش محتوای پروتئینی گیرنده‌های انسولینی و افزایش فعالیت پروتئین‌کیناز B که نقش اساسی در انتقال پیام‌رسانی انسولین را بر عهده دارد اشاره کرد که پیامد آن کاهش گلوکز خون افراد دیابتی است (۱۸).

درحقیقت، بازده توانی بزرگ‌تر در عضلات محیطی بدون تداخل با افزایش ظرفیت قلبی-تنفسی، مشخصهٔ اصلی تمرین‌های تناوبی است که آن را به تمرینات تداومی ارجح می‌کند؛ زیرا در تمرین‌های تداومی به‌دلیل کسر فسفوکراتین و استفاده از ذخایر اکسیژن متصل به میوگلوبین، سطح لاکتات خون افزایش می‌یابد؛ این در حالی است که در فواصل استراحتی بین تناوب‌های تمرینی شدید زمان بازسازی ذخایر فسفوکراتین و میوگلوبین، با برداشت لاکتات در کاهش غلظت لاکتات خون مؤثر است (۴۷). تمرین‌های تناوبی در مقایسه با تمرین‌های تداومی با نرخ کاری مشابه، قدر هستند بدون به‌کارگیری سوخت‌وساز بی‌هوازی و تجمع اسیدلاکتیک، فشار بیشینه ایجاد کنند (۱۸).

بهبود مقاومت انسولینی همراه با اثرگذاری ورزش بر متابولیسم گلوکز است. فعالیت ورزشی باعث افزایش برداشت گلوکز توسط افزایش تعداد ناقل‌های گلوکز در غشای پلاسمایی می گردد. افزایش بیان پروتئین‌های مختلف در پیام‌رسانی انسولین موجب بهبود عبور گلوکز پلاسما به درون سلول عضلانی می‌شود. به‌دنبال بهبود گلوکز پلاسما انتظار می‌رود که میزان ترشح انسولین در افراد دارای مقاومت به انسولین کاهش یابد (۴۲).

برخی پژوهش‌های دیگر نیز همسو با نتایج پژوهش حاضر از تمرینات تناوبی به‌عنوان نوع تمرینی برتر در زمان کمتر و بهبود شاخص‌های متابولیک نام برده‌اند؛ کسلر[1] و همکاران (۴۸) نشان دادند تمرینات ورزشی تناوبی به‌مدت هشت تا ۱۲ هفته در مقایسه با تمرینات تداومی روش مؤثرتری در بهبود شاخص‌های خطرزای قلبی عروقی و آمادگی هوازی در جوانان غیرفعال است. پائولی[2] و همکاران (۴۹) به مقایسهٔ اثر تمرینات تداومی با شدت زیاد و کم و تمرینات تداومی هوازی پرداختند. آن‌ها نشان دادند یک دورهٔ ۱۲ هفته‌ای تمرینات تناوبی به بهبود بیشتر فشارخون پروفایل لیپیدی و تری‌گلیسیرید خون در افراد دارای اضافه‌وزن منجر شد. با توجه به اثرات مفید ورزش تناوبی نظیر حجم کمتر کاهش زمان تمرین، این تمرینات می‌توانند به‌عنوان تمرینات مؤثر در بهبود بیماری دیابت نوع دو معرفی شوند (۵۰).

از جمله محدودیت‌های این مطالعه عبارت بود از: بیماران در این مطالعه داروهای متفاوتی مصرف می‌کردند، بی‌تحرک بودند و تعداد سال‌های مبتلاشدن آن‌ها به دیابت متفاوت بود؛ مطالعاتی اندک در زمینهٔ تأثیر تمرینات تناوبی بر مقاومت به انسولین انجام شده بود و تعداد آزمودنی در گروه‌ها کم بود؛ با توجه به اینکه جست‌وجو در این مطالعه فقط از بین مقالات داخل ایران بود، ممکن است نتایج مطالعهٔ حاضر تعمیم‌یافتنی به کل جمعیت بیماران مبتلا به دیابت نوع دو نباشد.

درمجموع، نتایج متاآنالیز حاضر نشان می‌دهد که تمرینات تناوبی و تمرینات تداومی استقامتی باعث کاهش گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین می‌شوند. به‌صورت جزئی‌تر، تمرینات تناوبی موجب کاهش بیشتر گلوکز خون و انسولین خون می‌شوند و تمرینات استقامتی تداومی موجب کاهش بیشتر مقاومت به انسولین می‌شوند.

پیام مقاله

تمرینات استقامتی تداومی و تناوبی هر دو موجب بهبود سطوح گلوکز خون، انسولین و مقاومت به انسولین می‌شوند و برای بیماران دیابتی نوع دو مفید هستند. به نظر می رسد تمرینات تناوبی در بهبود عملکرد شاخص‌های گلیسمی مؤثرتر هستند؛ اگرچه در این زمینه به انجام‌دادن مطالعاتی بیشتر و با کیفیت بهتر نیاز است.

تشکر و قدردانی

بر خود لازم می‌دانیم از تمامی کسانی که در انجام‌دادن این مطالعه ما را یاری کردند، قدردانی و سپاس‌گزاری کنیم.

1. Kessler
2. Paoli

منابع

1. Appuhamy JADRN, Kebreab E, Simon M, Yada R, Milligan LP, France J. Effects of diet and exercise interventions on diabetes risk factors in adults without diabetes: Meta-analyses of controlled trials. Diabetol Metab Syndr. 2014; 6(127):1758-1768
2. Larejani B, Zahedi F. epidemiology of diabetes mellitus in Iran. Iran J Diabetes Lipid Disord . 2001;1(1):1–8.
3. O'Brien JA, Shomphe LA, Kavanagh PL, Raggio G, Caro JJ. Direct medical costs of complications resulting from type 2 diabetes in Hie US. Diabetes Care. 1998;21(7):1122–8.
4. Enteshary M, Esfarjani F, Reisi J. The Comparison of 8 week combined training with two different intensity on level of serum Irisin, and glycemic indices of type 2 diabetic women. Med J mashhad Univ Med Sci. 2018;61(2):971–84.
5. Esteghamati A, Larijani B, Aghajani MH, Ghaemi F, Kermanchi J, Shahrami A, et al. Diabetes in Iran: prospective analysis from first nationwide diabetes report of national program for prevention and control of diabetes (NPPCD-2016). Sci Rep. 2017;7(1):134-61.
6. Hoerger TJ, Bethke AD, Richter A, Sorensen SW, Engelgau M, Thompson T, et al. Cost-effectiveness of intensive glycemic control, intensified hypertension control, and serum cholesterol level reduction for type 2 diabetes. J Am Med Assoc. 2002;287(19):2542–51.
7. Rahmati M, Gharakhanlou R, Movahedin M, Mowla SJ, Khazani A, Fouladvand M, et al. Treadmill training modifies KIF5B moter protein in the STZ-induced diabetic rat spinal cord and sciatic nerve. Arch Iran Med. 2015;18(2).1-10.
8. Yang Z, Scott CA, Mao C, Tang J, Farmer AJ. Resistance exercise versus aerobic exercise for type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. Sports Medicine. 2014;44:487–99.
9. Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin RR, et al. Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. Diabetes Care. 2010;33(12):e147–67.
10. Lee IM, Sesso HD, Oguma Y, Paffenbarger RS. Relative intensity of physical activity and risk of coronary heart disease. Circulation. 2003; 107(8):1110-6
11. Tanasescu M, Leitzmann MF, Rimm EB, Willett WC, Stampfer MJ, Hu FB. Exercise type and intensity in relation to coronary heart disease in men. J Am Med Assoc. 2002; 288(16):1994-2000.
12. 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. 2011; 111(6), 1554-1560
13. Wisløff U, Støylen A, Loennechen JP, Bruvold M, Rognmo Ø, Haram PM, et al. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. Circulation. 2007; 115:3086–3094.

14. Shepherd S, Cocks M, Ranasinghe A, Barker T, McClean A, Wagenmakers AJMJM, et al. High intensity interval and traditional endurance training both increase insulin sensitivity, ṾinfO2peak/inf and skeletal muscle perilipin 2 and perilipin 5 content in sedentary obese males. Japanese J Phys Fit Sport Med. 2014;63(1):2013.
15. Higgins JP. Cochrane handbook for systematic reviews of interventions version 5.0. 1. The Cochrane Collaboration. http://www. cochrane-handbook. org. 2008.
16. Downs SH, Black N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. J Epidemiol Community Health. 1998; 52(6):377-84.
17. Abedi B, Okhovat E. The effect of eight weeks of high intensity intermittent exercise (Hiit) on serum adiponectin levels and insulin resistance in type 2 diabetic women. J Sport Biol Sci. 2016;8(3):411–25.
18. Afrasyabi S, Marandi SM Kargar Fard M. The effect of 12 weeks of high intensity training on IL-6, GLP-1 and lipid profiles in type 2 diabetic patients. Ijdld.1397. 18 (1):29-40
19. Aghamohammadi M, Habibi A, Ranjbar R. The effect of selective aerobic training on serum irisin levels and insulin resistance index in women with type 2 diabetes. Arak Med Univ J. 2016;8:1–9.
20. Afshon Pour M, Habibi A, Ranjbar R., AM H, RA R. Effects of continuous aerobic exercise training on plasma concentration of apelin and insulin resistance in type 2 diabetic men. Armaghane-Danesh. 2016; 21(1):1-15
21. Azizi M, Tadib V, Behpoor N. The effect of aerobic exercise training on circulating levels of adipsin and insulin resistance among obese type-2 diabetic females. Jundishapur Med Sci J. 2016;1-15.
22. Bazyar F, Banitalebi E, Amirhosseini S.. The comparison of two methods of exercise (intense interval training and concurrent resistance- endurance training) on fasting sugar, insulin and insulin resistance in women with mellitus diabetes. Armaghane danesh . 2016;21(2):123–34.
23. Esmaeili M, Bijeh N, Moghadam MG. Effect of combined aerobic and resistance training on aerobic fitness, strength, beta-endorphin, blood glucose level, and insulin resistance in women with type II diabetes mellitus. The Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility . 2018;21(6):34–46.
24. Ghardashi A, Gaeini A, Gholami B. The effect of aerobic interval training on endothelial vasculature function in type 2 diabetes patient. Iran J Rehabil Res Nurs. 2016;2(7)1-10.
25. Gholaman M, Gholami M. Effect of Eight Weeks' Endurance Training along with Fenugreek Ingestion on Lipid Profile, Body Composition, Insulin Resistance and VO2max in Obese Women's with Type2 Diabetes %J Journal of Medicinal Plants. 2018;17(65):83-92.
26. Gholami F, Nikookheslat S, … YS-N. Effect of aerobic training on nerve conduction in men with type 2 diabetes and peripheral neuropathy: A randomized controlled trial. Neurophysiologie Clinique.2018;48(4):195–202.
27. Ilkhani B, Fathei M, Hejazi K, Jafari Ghaleh N. The effects of aerobic interval training on adiponectin, hemoglobin A1c, and insulin resistance index in older adult men with type 2 diabetes. Nursing Journal of the Vulnerable. 2017;4(10):1–12.

28. Mir E, Attarzadeh Hosseini SR, Hejazi K, Mir Sayeedi M. Effect of eight weeks of endurance and resistance training on serum adiponectin and insulin resistance index of inactive elderly men. J Gorgan Univ Med Sci. 2016;18(1):57.
29. Khorshidi D, Matinhomaee H, Azarbayjani MA. Effect of one period of aerobic exercise on serum levels of alkaline phosphatase and osteocalcin in patients with type 2 diabetes. Journal Of Shahid Sadoughi University Of Medical Sciences And Health Services. 2012:(80);676-85.
30. Mogharnasi M, Tabas AT. The effect of 10 weeks of endurance training of cycle ergometer on nesfatin-1 levels and insulin resistance in women with type 2 diabetes. J Sport Biosci. 2011;8(1):1–8.
31. 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. Q Horiz Med Sci. 2016;22(2):137–43.
32. Mousavian As, Darvakh H. Effect of combined aerobic exercise on serum level of liver gamma glutamil transferase and glycemic index of middle-aged diabetic women %J The Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility. 2016;19(14):9-19.
33. Nezamdoust Z, Saghebjoo M, Barzgar A. Effect of twelve weeks of aerobic training on serum levels of vaspin, fasting blood sugar, and insulin resistance index in women patients with type 2 diabetes. Iran J Diabetes Metab. 2014;104(2):99–105.
34. Shahrjerd S, Shavandi N, Sheikh-Hoseini R, Shahrjerd S. The effect of strengthening and endurance training on metabolic factors, quality of life and mental health in women with type II diabetes. J Shahrekord Univ Med Sci. 2010;12(3):85–93.
35. Heidari B, Sharif Abadi FT. The impact of intensity interval training and supplementation of green tea on serum levels of irisin, insulin resistance in obese women with type 2 diabetes women. Iran J Diabetes Metab. 2018;17(6):1-10
36. Shavandi N, Saremi A, Ghorbani A, Parastesh M. Effects of aerobic training on resistin, adiponectin and insulin resistance index in type 2 diabetic men. Sport Physiol. 2011;3(10).
37. Souri R, Ranjbar SH, Wahabi K, Shabiziz F. The effect of aerobic exercise on serum RBP4 and insulin resistance index in type 2 diabetic patients. J Iran Diabetes Metab. 2011;10(4):388–97.
38. Yavari A, Hajiyev AM, Naghizadeh F. The effect of aerobic exercise on glycosylated hemoglobin values in type 2 diabetes patients. J Sports Med Phys Fitness. 2010;50(4):501–5.
39. Yavari A, Najafipoor F, Aliasgarzadeh A, Niafar M, Mobasseri M. Effect of aerobic exercise, resistance training or combined training on glycaemic control and cardio-vascular risk factors in patients with type 2 diabetes. Biol Sport. 2012;29(2):135–43.
40. Aminilari Z, Daryanoosh F, Kooshki J, Mohamadi M. The effect of 12 weeks aerobic exercise on the apelin, omentin and glucose in obese older women with diabetes type 2 Arak Medical University Journal. 2014.17(3):1-12
41. Dabagh S, Nikbakht M. Glycemic control by exercise and urtica dioica supplements in men with type 2 diabetes. Jundishapur J Chronic Dis Care.. 2016;5(1).
42. Azari N, Rahmati M, Fathi M. The effects of endurance exercise on blood glucose, insulin and insulin resistance in patients with type ii diabetes: a systematic review and meta-analysis of studies in Iran. Iran J Diabetes Lipid Disord. 2018;17(2).

43. Rahmati M, Shariatzadeh M, Joneydi NA. The effects of endurance exercise on some related variables of type ii diabetes: systematic review and meta-analysis of studies in Iran. Sport Physiol. 2019;11(41):81–104.
44. Motahari-Tabari N, Ahmad Shirvani M, Shirzad-e-Ahoodashty M, Yousefi-Abdolmaleki E, Teimourzadeh M. The effect of 8 weeks aerobic exercise on insulin resistance in type 2 diabetes: a randomized clinical trial. Glob J Health Sci. 2015;7(1):115–21.
45. 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. Cardiovasc Diabetol. 2017;16(1):1–10.
46. Tarnopolsky MA, Rennie CD, Robertshaw HA, Fedak-Tarnopolsky SN, Devries MC, Hamadeh MJ. Influence of endurance exercise training and sex on intramyocellular lipid and mitochondrial ultrastructure, substrate use, and mitochondrial enzyme activity. Am J Physiol - Regul Integr Comp Physiol. 2007;292(3):R1271–8.
47. Asadi Gandomani M, Shekarchizadeh P, Ghafari M. The effect of intensive interval training and combined training on apolipoprotein A and B in women with type 2 diabetes. International Sports Science 195(1):1-15.
48. Kessler HS, Sisson SB, Short KR. The potential for high-intensity interval training to reduce cardiometabolic disease risk. Sports Medicine. 2012. 1;42(6):489-509.
49. Paoli A, Pacelli F, Bargossi AM, Marcolin G, Guzzinati S, Neri M, et al. Effects of three distinct protocols of fitness training on body composition, strength and blood lactate. J Sports Med Phys Fitness. 2010; 195(1):1-15.
50. 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 Sport. 2014;24(2):69–76.
51. Torabi S, Asad MR, Tabrizi A. The effect of endurance training with cinnamon supplementation on plasma concentrations of liver enzymes (ALT, AST) in women with type II diabetes. Tehran Univ Med J. 2016;74(6):433–41.
52. Banitalebi E, Ghahfarrokhi MM, Faramarzi M, Nasiri S. The effect of 10 weeks of sprint interval training on new non-alcoholic fatty liver markers in overweight middle-aged women with type 2 diabetes: a clinical trial. J Rafsanjan Univ Med Sci. 2018;17(6):495-510.
53. Banitalebi E, Razavi T, Norian M, Bagheri L. The effect of combined aerobic exercise training and green tea extract on serum Tnf-A And Il-6 levels in obese women with type 2 diabetes. 2016;
54. Jafari Ghaleh No SA, Fathi M, Hejazi K, Ziayi M. The effects of eight weeks of aerobic interval exercise on omentin-1, resistin, and adiponectin in elderly men with type 2 diabetes %J Pathobiology Research. 2017;20(3):17-32
55. Motahari-Tabari N, Shirvani MA, Shirzad-e-Ahoodashty M, Yousefi-Abdolmaleki E, Teimourzadeh MJGjohs. The effect of 8 weeks aerobic exercise on insulin resistance in type 2 diabetes: a randomized clinical trial. 2015;7(1):115-125.
56. Parsian H, Eizadi M, Khorshidi D, Khanali F. The effect of long-term aerobic exercise on serum adiponectin and insulin sensitivity in type 2 diabetic patients %J Pars of Jahrom University of Medical Sciences. 2013;11(1):41-8.

استناد به مقاله

غفاری مهدی، فرامرزی محمد، بنی‌طالبی ابراهیم. مقایسهٔ آثار تمرینات استقامتی تداومی و تناوبی بر فاکتورهای گلیسمیک بیماران مبتلا به دیابت نوع دو: یک مرور نظام‌مند و فراتحلیل مقالات داخل ایران. فیزیولوژی ورزشی. پاییز ۱۴۰۰؛ ۱۳(۵۱): ۴۲-۱۷.
شناسهٔ دیجیتال: 10.22089/SPJ.2020.7869.1959

M. Ghafari, M. Faramarzi, E. Banitalebi. Comparison Effect of Continuous and Interval Training on Glycemic Factors in Type 2 Diabetic Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis of Internal Articles. Sport Physiology. Fall 2021; 13(51): 17-42. (In Persian). Doi: 10.22089/SPJ.2020.7869.1959

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی