©2016 ASP Ins., *Afarand Scholarly Publishing Institute, Iran*
ISSN: 2252-0805 *Quarterly of the Horizon of Medical Sciences 2016;22(2):137-143*

Effect of 8 Weeks Aerobic Interval Training on Glycosylated Hemoglobin and Insulin Resistance Index in Diabetic MellitusType 2 Women

ARTICLE INFO

Article Type
Original Research

Authors
Motallebi F.* *MA,*
Shakerian S.[1] *PhD,*
Ranjbar R.[1] *PhD*

How to cite this article
Motallebi F, Shakerian S, Ranjbar R. Effect of Mobile Radiation and Diabetes on Pituitary-Gonadal Axis Function inAdult Male Rats. Quarterly of the Horizon of Medical Sciences. 2016;22(2):137-143.

*Exercise Physiology Department, Physical Education Faculty, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
[1]Exercise Physiology Department, Physical Education Faculty, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

Correspondence
Address: Physical Education Faculty, Shahid Chamran University of Ahvaz, Golestan Boulevard, Ahvaz, Iran
Phone: +986133369512
Fax: +986113336316
fmotallebi.67@gmail.com

Article History
Received: June 22, 2015
Accepted: January 2, 2016
ePublished: March 5, 2016

ABSTRACT

Aims Any increase in the glycosylated hemoglobin (HbA1c) implies improper glucose control in the diabetic persons. Based on the evidences, a reduction in HbA1c prevents the long-term side-effects of diabetes. The aim of this study was to investigate the effects of 8-week aerobic alternate exercises on HbA1c and insulin resistance index in women with type II diabetes.

Materials & Methods In this semi-experimental study, 30 women with type II diabetes referred to the diabetes clinic of Ahwaz Golestan Hospital were studied in 2012 The subjects were selected via available sampling, and randomly divided into experimental and control groups (n=15 per group). The aerobic program consisted of 8-week pedaling on an ergometer bicycle with an intensity of 68 to 80% of maximum power (3days per week). Fasting blood sampling was done before and after the exercise sessions in all the subjects. Data was analyzed by SPSS 17 software using dependent T and covariance analysis test.

Findings Following 8-week aerobic alternate exercises, there was no significant reduction in HbA1c and fasting glucose in experimental group ($p>0.05$). Nevertheless, there were significant reductions in serum insulin and insulin resistance ($p<0.05$). There was no significant difference between fasting glucose and HbA1c amounts in experimental and control groups. Nevertheless, there were significant differences between serum insulin and insulin resistance in both groups ($p<0.05$).

Conclusion 8-week aerobic alternate exercises with an increasing intensity affect serum insulin level and insulin resistance index in the women with type II diabetes. Nevertheless, the exercises do not considerably affect fasting blood glucose and HbA1c amount.

Keywords Exercise; Hemoglobin A; Insulin Resistance; Diabetes Mellitus Type 2

CITATION LINKS

[1] The treatment of diabetes ... [2] Body fat distribution and risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women ... [3] Reconsidering patient empowerment in chronic illness: A critique of models of ... [4] Correlation between HbA1c values and lipid profile in type 2 diabetes ... [5] Effects of an empowerment-based psychosocial intervention on quality of life ... [6] The association between cardiorespiratory fitness and impaired fasting glucose and ... [7] Standards of medical care in ... [8] Tight blood pressure control and risk of macrovascular and microvascular complications in ... [9] Physical activity and television watching in relation to risk of type 2 diabetes: The Black Women's Health ... [10] Mobilization of visceral adipose tissue related to the improvement in insulin sensitivity in response to physical training in ... [11] Exercise for type 2 diabetes ... [12] Continuous vs interval training on glycemic control and macro-and microvascular reactivity in type 2 ... [13] Impact of different training modalities on glycaemic control and blood lipids in patients with type 2 diabetes: A systematic review and network ... [14] Short-term exercise improves β-cell function and insulin resistance in ... [15] Mental health status and leisure-time physical activity contribute to ... [16] Effect of aerobic exercise training on oxidative stress in patients with type 2 diabetes ... [17] Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic ... [18] Sustained reduction in the incidence of type 2 diabetes by lifestyle intervention: Follow-up of the Finnish Diabetes ... [19] Two weeks of high-intensity ... [20] Extremely short duration high intensity ... [21] Similar metabolic adaptations during ... [22] Exercise is required for ... [23] Effect of high-versus low-intensity supervised aerobic and ... [24] Adiponectin response to supervised ... [25] Feasibility and preliminary efficacy of ... [26] Effects of aerobic and resistance training on ... [27] Mechanisms behind the superior effects of ... [28] Low-volume high-intensity ... [29] Effects of twelve weeks of ... [30] The effect of an aerobic exercise training ... [31] Increasing physical activity in people with ...

Copyright© 2016 ASP Ins. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

تاثیر ۸ هفته تمرین متناوب هوازی بر هموگلوبین گلیکوزیله و شاخص مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به دیابت قندی نوع دو

فرحناز مطلبی* MA
گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
سعید شاکریان PhD
گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
روح‌اله رنجبر PhD
گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

چکیده
اهداف: افزایش هموگلوبین گلیکوزیله (HbA1c)، نشانه کنترل نامناسب گلوکز در افراد دیابتی است. شواهد نشان می‌دهد کاهش میزان HbA1c از عوارض درازمدت دیابت پیشگیری می‌نماید. هدف پژوهش حاضر، بررسی تاثیر ۸ هفته تمرین متناوب هوازی بر HbA1c و شاخص مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به دیابت نوع دو بود.
مواد و روش‌ها: در این مطالعه نیمه‌تجربی در سال ۱۳۹۱، ۳۰ زن مبتلا به دیابت نوع دو مراجعه‌کننده به کلینیک دیابت بیمارستان گلستان اهواز به‌روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شده و به‌طور تصادفی به دو گروه ۱۵نفری تجربی و کنترل تقسیم شدند. برنامه تمرین متناوب هوازی شامل رکاب‌زدن روی دوچرخه کارسنج با شدت ۸۰-۶۵٪ حداکثر توان، سه روز در هفته به‌مدت ۸ هفته بود. نمونه‌های خونی قبل و بعد از جلسات تمرین در حالت ناشتا از همه آزمودنی‌ها گرفته شد. داده‌ها توسط آزمون T وابسته و آزمون تحلیل کوواریانس و به‌کمک نرم‌افزار SPSS 17 مورد تحلیل قرار گرفتند.
یافته‌ها: کاهش مقادیر HbA1c و گلوکز ناشتا به‌دنبال ۸ هفته تمرین متناوب هوازی در گروه تجربی معنی‌دار نبود ($p>0/05$)، اما انسولین سرم و مقاومت به انسولین به‌شکل معنی‌داری کاهش داشت ($p<0/05$). بین مقادیر HbA1c و گلوکز ناشتا در گروه تجربی و کنترل تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، ولی بین مقادیر انسولین سرم و مقاومت به انسولین در دو گروه تفاوت معنی‌دار وجود داشت ($p<0/05$).
نتیجه‌گیری: تمرین متناوب هوازی به‌مدت ۸ هفته با شدت فزاینده در زنان دیابتی نوع دو، بر میزان انسولین سرم و شاخص مقاومت به انسولین تاثیر دارد، اما بر میزان HbA1c و گلوکز خون ناشتا تاثیر چندانی ندارد.
کلیدواژه‌ها: تمرین، هموگلوبین گلیکوزیله، مقاومت به انسولین، دیابت نوع دو

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۱۲
*نویسنده مسئول: fmotallebi.67@gmail.com

مقدمه
شیوه زندگی جدید که با کاهش فعالیت بدنی، تغذیه نامناسب و استرس مداوم توام شده، از مهم‌ترین علل افزایش شیوع دیابت است. دیابت نوع دو، یک اختلال متابولیک و درون‌ریز پیچیده است که تداخل بین چندین عامل محیطی و ژنتیک باعث بروز درجات متغیری از مقاومت به انسولین و اختلال کارکرد سلول‌های بتای پانکراس و در نهایت بیماری دیابت می‌شود[1]. مطالعات نشان داده‌اند که چاقی و عدم تحرک با افزایش خطر ابتلا به بیماری دیابت نوع دو ارتباط دارد[2]. این بیماری با علایم، نشانه‌ها و اختلالاتی مانند هیپرگلیسمی، پرادراری، پرنوشی، کاهش وزن، تاخیر در التیام زخم، تاری دید و افزایش گلوکز در ادرار مشخص می‌شود و در صورت عدم درمان مناسب، ممکن است آسیب‌های قلبی- عروقی، عصبی و کلیوی در بیمار بروز نماید.
در افراد دیابتی، مقدار زیاد گلوکز پلاسما پس از ورود به گلبول قرمز، هموگلوبین را به‌طور غیرآنزیمی گلیکوزیله کرده و در طول زمان مقدار هموگلوبین گلیکوزیله (HbA1c) افزایش می‌یابد. میزان HbA1c یک شاخص مهم قند خون و یکی از شاخص‌های مهم کنترل درازمدت طی دو تا سه ماه اخیر، در تحقیقات بالینی است و افزایش آن، نشانه کنترل نامناسب گلوکز است[3]. ارتباط مستقیمی بین HbA1c و عوارض دیابت وجود دارد[4]. امروزه هدف اصلی در درمان بیماران دیابتی دست‌یابی به میزان HbA1c کمتر از ۷٪ (کنترل مطلوب) است. شواهد نشان می‌دهد در صورت کنترل مناسب قند خون و در نتیجه کاهش میزان HbA1c می‌توان از عوارض درازمدت دیابت به‌ویژه رتینوپاتی، نفروپاتی و نوروپاتی پیشگیری نمود و آنها را به تعویق انداخت[5].
یکی از نشانه‌های اولیه اختلال در حساسیت به انسولین در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو، ظرفیت پایین قلبی تنفسی یا کاهش توان هوازی است. در افراد دیابتی توان هوازی به‌علت ناتوانی در انتقال اکسیژن کاهش می‌یابد و مشخص شده که بیماران دیابتی نسبت به افراد سالم همسن خود ۱۵٪ توان هوازی کمتری دارند که این می‌تواند به‌علت بالابودن HbA1c در آنها باشد[6]. از طرفی، کاهش فعالیت بدنی و بی‌تحرکی نیز عامل خطرزای عمده و مهم دیگری است که نسبت به دیگر عوامل خطرزای شناخته‌شده شیوع بیشتری دارد. مداخلات ورزشی هدفمند به‌مدت حداقل ۸ هفته HbA1c را به‌طور متوسط ۰/۶۶٪ در مبتلایان به دیابت نوع دو کاهش می‌دهد، حتی اگر تغییر قابل ملاحظه‌ای در شاخص توده بدن ایجاد ننماید. ورزش شدیدتر با بهبود بیشتر HbA1c و تناسب بدن همراه است[7]. در مطالعه‌ای روی مردان مبتلا به دیابت نوع دو دریافتند کاهش آمادگی هوازی و فعالیت بدنی ارتباط مثبت و معنی‌داری با میزان مرگ‌ومیر افراد مبتلا به دیابت نوع دو دارد[8]. در همین زمینه، مطالعات آینده‌نگر نشان داده‌اند که فعالیت بدنی در سطح متوسط تا زیاد می‌تواند از ابتلا به دیابت نوع دو پیشگیری

نماید[9]. براساس تحقیقات، فعالیت‌های ورزشی هوازی با شدت بالاتر تاثیر بارزتری بر کاهش HbA1c و ظرفیت هوازی افراد دیابتی نوع دو دارد[10]. طبق برخی تحقیقات، شدت تمرین ۸۰-۶۵٪ VO_2max (حداکثر اکسیژن مصرفی) برای تاثیر مطلوب بر عوامل متعدد سندروم متابولیک از جمله HbA1c گزارش شده است[11]. در تحقیق دیگری تاثیر تمرین متناوب بر کنترل قند خون در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو بررسی شد. نتایج نشان داد تمرین با شدت ۸۰-۵۰٪ حداکثر ضربان قلب بر کاهش HbA1c، گلوکز خون ناشتا و مقاومت به انسولین که ناشی از تغییرات در حداکثر اکسیژن مصرفی است، اثر معنی‌داری دارد[12]. در تحقیقی دیگر بررسی تاثیر روش‌های مختلف تمرین بر کنترل قند خون و چربی خون در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو نشان داد که بعد از ۸ هفته تمرین HbA1c و گلوکز خون ناشتا کاهش معنی‌داری که ناشی از تمرین بود، پیدا کرد[13]، در حالی که در برخی تحقیقات نیز تمرین با شدت متوسط بر سطوح لیپیدهای خون، HbA1c، گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین تاثیر مطلوبی نداشته است[14]. در مطالعه دیابت در انگلستان مشخص شد که ۱٪ کاهش در سطح HbA1c حدود ۲۱٪ خطر مرگ در دیابتی‌ها، ۱۴٪ خطر آنفارکتوس میوکارد و ۳۷٪ خطر عوارض میکروواسکولار را کاهش می‌دهد[15]. بنابراین تمرین هوازی یکی از موثرترین مداخلات برای بیماران دیابت قندی نوع دو است. علی‌رغم حجم زیاد تحقیقات، بیش از ۸۰٪ بیماران دیابتی نوع دو فعالیت‌های بدنی کافی برای کسب اثرات مفید بهداشتی ندارند. بنابراین بیماران دیابتی در مقایسه با کل جامعه تمایل زیادی به بازگشت رفتار بی‌تحرک دارند[16]. بیشتر تحقیقات قبلی نشان داده‌اند که تمرینات ورزشی هوازی می‌تواند در کنترل دیابت نوع دو موثر باشد[17]. مشخص‌شدن یک برنامه تمرینی مفیدتر، به این افراد کمک می‌کند تا در کوتاه‌ترین زمان ممکن با به‌کارگیری موثرترین و کم‌خطرترین شیوه تمرین به هدف دلخواه خود برسند[18]. امروزه توجه متخصصان به برنامه تمرینی متناوب با شدت بالا و کم‌حجم بیشتر شده است. تحقیقات نشان می‌دهند که این نوع تمرین باعث افزایش اکسیداسیون چربی در طول فعالیت در زنان، بهبود عملکرد انسولین در افراد جوان غیرفعال و افزایش ظرفیت اکسایشی عضله اسکلتی می‌شود[19-21]. به هر حال تحقیقات زیادی در رابطه با تمرین متناوب هوازی روی دوچرخه کارسنج انجام نشده است.

پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر ۸ هفته تمرین متناوب هوازی بر HbA1c و شاخص مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به دیابت قندی نوع دو صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه نیمه‌تجربی در سال ۱۳۹۱ در بین زنان مبتلا به دیابت نوع دو مراجعه‌کننده به کلینیک دیابت بیمارستان گلستان اهواز انجام شد. از بین این افراد تعداد ۳۰ نفر که دارای گلوکز خون ناشتای ۲۵۰-۱۴۰میلی‌گرم در دسی‌لیتر و شاخص توده بدن بین ۲۵ تا ۳۰کیلوگرم در مترمربع و فاقد بیماری کلیوی، عصبی، قلبی-عروقی، مفصلی، زخم پای دیابتی، سابقه هیپوگلیسمی در دو ماه اخیر، بیماری افسردگی و فعالیت منظم هوازی بودند، به‌روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. برای شناسایی معیارهای ورود و خروج آزمودنی‌ها علاوه بر مصاحبه حضوری توسط محقق، همزمان پرونده بیماران توسط یکی از پزشکان متخصص غدد مورد بررسی قرار گرفت. با درنظرگرفتن حجم نمونه و آزمودنی‌های تحت درمان در کلینیک دیابت بیمارستان، ۳۰ نفر از داوطلبان شرکت در پژوهش که معیارهای لازم را از سوی مرکز دریافت نمودند، به‌طور تصادفی به دو گروه ۱۵نفری تجربی و کنترل تقسیم شدند. آزمودنی‌ها در فاصله سنی ۵۳-۳۳ سال و با سابقه ابتلا به دیابت نوع دو به‌مدت حداقل ۲ سال بودند و در طول دوره پژوهش از داروهای متفورمین، گلی‌بنگلامید و گلی‌کلازید به‌صورت خوراکی استفاده می‌کردند.

ابتدا طی یک جلسه، داوطلبان با نوع طرح، اهداف و روش اجرای آن به‌طور کتبی و شفاهی آشنا شدند. به داوطلبان اطمینان داده شد که اطلاعات دریافتی از ایشان کاملاً محرمانه خواهد ماند. پس از تکمیل پرسش‌نامه پزشکی و اطلاعات دموگرافیک، آزمودنی‌ها رضایت خود را برای اجرای پژوهش از طریق امضای فرم رضایت‌نامه شخصی اعلام کردند. ۲۴ ساعت قبل از شروع تحقیق، آزمودنی‌ها به‌طور ناشتا در آزمایشگاه مرکز تحقیقات غدد درون‌ریز و متابولیزم بیمارستان گلستان حضور یافتند و تحت شرایط آزمایشگاهی مقدار ۵سی‌سی خون سیاهرگی از آنها گرفته شد. ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین نیز اندازه‌گیری‌های فوق در شرایط مشابه اجرا شد.

برنامه تمرین: دوره تمرینی، طی ۸ هفته و هر هفته سه جلسه به‌طول انجامید که برنامه تمرینی گروه تجربی شامل تمرین اصلی روی دوچرخه ارگومتر بود. بار کار در مرحله اصلی جلسات رکاب‌زنی از هفته اول تا هشتم افزوده شد، به‌طوری که از ۶ تناوب در هفته اول تا ۱۲ تناوب در هفته هشتم ادامه پیدا کرد. شدت کار در فعالیت رکاب‌زنی بر حسب درصدی از حداکثر توان فرد در نظر گرفته شد. بدین حالت که در مرحله فعالیت تمرین متناوب، آزمودنی با ۶۵٪ حداکثر توان خود و در مرحله استراحت با ۴۰-۳۰٪ حداکثر توان رکاب زد و این مقدار در هفته هشتم به ۸۰٪ حداکثر توان در مرحله فعالیت رسید. به‌علاوه، مدت‌زمان مرحله فعالیت از ۳۰ ثانیه کار و ۱۸۰ ثانیه استراحت فعال در هفته اول به ۶۰ ثانیه کار و ۱۸۰ ثانیه استراحت فعال در هفته هشتم افزایش پیدا کرد. قبل از اجرای پروتکل اصلی ۱۰ دقیقه گرم‌کردن و حرکات کششی و در پایان، فعالیت مشابهی برای سردکردن در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری میزان قند خون در پیش و حین تمرین از دستگاه گلوکومتر

(Gluco Plus Monitoring System؛ ایران) استفاده شد و به‌منظور جلوگیری از اُفت قند خون بیماران حین و بعد از تمرین در هر جلسه میزان ۲۰۰سی‌سی آب میوه برای هر فرد دردسترس بود.

اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریک و ترکیب بدنی: آزمودنی‌ها در دو مرحله، پیش از شروع پروتکل پژوهشی و پس از ۸ هفته در محل آزمایشگاه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه حاضر شده، وزن، قد و ترکیب بدنی آنها ارزیابی شد. در همه این مراحل، پزشک و پرستار آشنا به ویژگی‌های افراد دیابتی حضور داشتند. ترکیب بدنی با استفاده از دستگاه تجزیه و تحلیل ترکیب بدن (مدل المپیا ۳/۳؛ کمپانی گوان؛ کره جنوبی) ارزیابی شد.

اندازه‌گیری اوج اکسیژن مصرفی (VO_2peak): میزان اوج اکسیژن مصرفی آزمودنی‌ها به‌وسیله دوچرخه کارسنج (مدل 839E؛ سوئد) با استفاده از آزمون *استورر دیویس* اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی: اندازه‌گیری HbA1c با کیت (شرکت BioSystems؛ بارسلونای اسپانیا) به‌روش کروماتوگرافی تعویض یونی intra-Assay CV:5.4 %, (inrta-Assay CV:7.3%) انجام شد. همچنین غلظت انسولین با استفاده از کیت (no:12017547122Cat محصول شرکت Cobas®؛ ایالات متحده) به‌روش الکتروکمی‌لومینسانس (intra-Assay CV:1.9%, inter-Assay CV:2.6%) و با استفاده از دستگاه (Elecsys 2010 Hitachi؛ آلمان) اندازه‌گیری شد. گلوکز نیز به‌روش آنزیمی گلوکزاکسیداز با کیت (پارس‌آزمون؛ ایران) توسط دستگاه اتوآنالایزر (Cobas Mira, BC 5300؛ آلمان) مورد سنجش قرار گرفت. همچنین شاخص مقاومت به انسولین (HOMA-IR) با استفاده از فرمول "[انسولین ناشتا (میلی‌واحد بر لیتر)× گلوکز ناشتا (میلی‌مول بر لیتر)]/۲۲/۵" محاسبه شد.

روش آماری: از آمار توصیفی برای محاسبه میانگین و انحراف‌معیار متغیرهای تحقیق استفاده شد. برای ارزیابی طبیعی‌بودن توزیع داده‌ها، آزمون شاپیرو- ویلکز مورد استفاده قرار گرفت. از آزمون T وابسته برای مقایسه درون‌گروهی و از آزمون تحلیل کوواریانس برای مقایسه بین‌گروهی با حذف اثر پیش‌آزمون استفاده شد. تمامی محاسبات آماری با نرم‌افزار SPSS 17 انجام گرفت.

یافته‌ها

گروه تجربی میانگین سنی ۴۷/۸۵±۴/۵۲ سال و میانگین قد ۱۵۶/۹۲±۸/۴۵ سانتی‌متر و گروه کنترل میانگین سنی ۴۵/۲۵±۶/۸۶ سال و میانگین قد ۱۵۷/۰۰±۵/۲۹ سانتی‌متر داشتند. همچنین میانگین مدت ابتلا به بیماری در گروه تجربی ۳/۲۸±۱/۷۹ سال و در گروه کنترل ۷/۳۷±۴/۸۹ سال بود.

جدول ۱) مقایسه میانگین آماری متغیرهای پژوهش در دو گروه تمرین و کنترل در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

شاخص	مرحله پیش‌آزمون	مرحله پس‌آزمون	سطح معنی‌داری درون‌گروهی	سطح معنی‌داری بین‌گروهی
وزن (کیلوگرم)				
تجربی	۶۵/۳۵±۵/۶۷	۶۴/۹۲±۶/۲۹	۰/۳۲	۰/۹۳
کنترل	۷۱/۰۳±۲/۹۵	۷۱/۱۶±۲/۹۵	۰/۸۳	
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)				
تجربی	۲۶/۷۰±۳/۱۷	۲۶/۵۰±۳/۵۴	۰/۳۲	۰/۷۰
کنترل	۲۸/۸۳±۱/۷۲	۲۸/۹۳±۱/۳۶	۰/۶۷	
نسبت دور کمر به لگن (WHR)				
تجربی	۰/۹۳±۰/۰۷	۰/۹۰±۰/۰۵	۰/۱۳	۰/۲۹
کنترل	۰/۹۱±۰/۰۴	۰/۹۰±۰/۰۴	۰/۲۳	
درصد چربی بدن				
تجربی	۳۳/۰۴±۴/۲۵	۳۲/۹۰±۵/۸۰	۰/۹۲	۰/۷۴
کنترل	۳۵/۲۳±۲/۴۰	۳۴/۴۳±۲/۷۲	۰/۲۲	
فشار خون سیستولی (میلی‌متر جیوه)				
تجربی	۱۲/۸۵±۱/۳۴	۱۱/۶۴±۱/۳۱	۰/۰۰۱	۰/۰۴
کنترل	۱۲/۳۳±۰/۵۷	۱۰/۵۰±۱/۸۰	۰/۲۵	
فشار خون دیاستولی (میلی‌متر جیوه)				
تجربی	۸/۳۳±۰/۵۷	۷/۶۶±۰/۵۷	۰/۱۸	۰/۵۵
کنترل	۸/۰۰±۱/۱۵	۸/۴۲±۰/۹۷	۰/۴۰	
اوج اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر بر کیلوگرم بر دقیقه)				
تجربی	۱۳/۴۳±۱/۳۲	۲۶/۶۵±۷/۸۹	۰/۰۰۵	۰/۰۳
کنترل	۱۱/۷۶±۱/۱۱	۱۱/۰۷±۰/۸۷	۰/۴۰	
HbA1c (میلی‌مول بر مول)				
تجربی	۹/۵۸±۰/۷۳	۹/۴۰±۰/۸۹	۰/۶۶	۰/۲۷
کنترل	۹/۷۰±۱/۶۵	۱۰/۲۱±۱/۵۴	۰/۴۲	
گلوکز ناشتا (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)				
تجربی	۲۰۴/۱۶±۷۱/۷۲	۱۶۱/۱۶±۴۱/۴۷	۰/۲۱	۰/۴۵
کنترل	۱۶۷/۸۳±۶۰/۳۴	۱۷۰/۱۶±۵۰/۹۰	۰/۹۰	
انسولین ناشتا (میکروواحد بر میلی‌لیتر)				
تجربی	۱/۰۱±۰/۵۶	۰/۰۴±۰/۰۴	۰/۰۰۹	۰/۰۰۷
کنترل	۰/۱۲±۰/۰۴	۱/۰۵±۰/۴۷	۰/۰۷	
شاخص مقاومت به انسولین				
تجربی	۸/۵۹±۵/۰۵	۰/۲۵±۰/۲۳	۰/۰۱	۰/۰۰۲
کنترل	۷/۸۶±۴/۲۲	۱۱/۸۲±۳/۷۴	۰/۳۱	

مقایسه تغییرات درون‌گروهی نشان داد که پس از ۸ هفته تمرین متناوب هوازی، شاخص توده بدن، نسبت دور کمر به لگن، وزن بدن و درصد چربی بدن در زنان دیابتی کاهش معنی‌داری نداشت ($p>0/05$)، در صورتی که مقادیر اوج اکسیژن مصرفی در زنان دیابتی افزایش معنی‌داری داشت ($p<0/05$). با این حال، بین یافته‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون این مقادیر در گروه کنترل تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($p>0/05$). همچنین کاهش مقادیر HbA1c و گلوکز ناشتا به‌دنبال انجام تمرین متناوب هوازی در

گروه تجربی معنی‌دار نبود، اما انسولین سرم و مقاومت به انسولین به‌شکل معنی‌داری کاهش داشت. این تغییرات در گروه کنترل معنی‌دار نبود. در مقایسه تغییرات میان‌گروهی، بین مقادیر HbA1c و گلوکز ناشتای گروه تجربی و کنترل تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، ولی بین مقادیر انسولین سرم و مقاومت به انسولین در دو گروه تفاوت معنی‌دار وجود داشت (جدول ۱).

بحث

همان طور که در بخش یافته‌ها بیان شد، تمرین متناوب هوازی اثر معنی‌داری بر HbA1c، گلوکز ناشتا، شاخص توده بدن، درصد چربی بدن، نسبت دور کمر به لگن و وزن بدن نداشت، ولی بر انسولین سرم و شاخص مقاومت به انسولین اثر معنی‌دار داشت. این نتایج با نتایج برخی از تحقیقات، همخوانی و با برخی ناهمخوانی دارد.

در تحقیقی نشان داده شد که ۱۲ هفته تمرین هوازی، سه روز در هفته، ۴۰–۳۰ دقیقه در هر جلسه با شدت ۸۰–۵۰٪ حداکثر اکسیژن مصرفی، در زنان دیابتی نوع دو میزان HbA1c و گلوکز خون ناشتا را کاهش داده است[22]. همچنین تمرینات ورزشی که با کاهش درصد چربی بدن همراه است، مقادیر HbA1c را تقریباً تا ۰/۶۶٪ کاهش می‌دهد که یک کاهش مطلوب برای بهبود کنترل گلیسمی است و این بهبودی سریع‌تر می‌تواند در بیماران با کنترل ناکافی قند خون مفید واقع شود. در مطالعه دیگری نتایج نشان داد که ۱۴ هفته تمرین هوازی، سه روز در هفته، هر جلسه ۵۰ دقیقه با شدت ۷۰–۶۰٪ اوج اکسیژن مصرفی، میزان HbA1c و گلوکز خون ناشتا را در این بیماران به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهد. با فعالیت ورزشی میزان GLUT4 (ناقل گلوکز در غشای پلاسمایی) در عضلات تمرین‌کرده افزایش می‌یابد که سبب بهبود عمل انسولین بر متابولیزم گلوکز می‌شود و می‌تواند میزان HbA1c را کاهش دهد[22]. نتایج پژوهش دیگری نشان داد که ۱۲ ماه تمرین هوازی، دو روز در هفته با شدت ۷۰–۵۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو، HbA1c را به‌طور معنی‌داری کاهش داده است که این کاهش را ناشی از نوع تمرین و حجم تمرین دانسته‌اند[23]. براساس نتایج تحقیق دیگری ۱۲ هفته تمرین هوازی با شدت متوسط ۷۵–۶۵٪ حداکثر اکسیژن مصرفی، سه روز در هفته و ۴۵–۳۰ دقیقه در هر جلسه، میزان HbA1c و گلوکز خون ناشتا را در مردان دیابتی نوع دو به‌طور معنی‌داری کاهش داد که این کاهش را ناشی از حجم تمرین و متعاقب آن کاهش شاخص توده بدنی گزارش کردند. همچنین تمرین ورزشی هوازی باعث بهبود مصرف اکسیژن و بهبود در پارامترهای گلایسمیک می‌شود که می‌تواند بازتابی از کاهش گلوکز خون و HbA1c باشد[24]. محققان دیگری مشاهده کردند که ۱۲ هفته تمرین هوازی، پنج روز در هفته، ۶۰–۳۰ دقیقه در هر جلسه با شدت ۱۰۰٪ اوج اکسیژن مصرفی به‌صورت فزاینده گلوکز خون ناشتا را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. این تحقیق نشان داد انقباضات عضلانی دارای نقش شبه‌انسولینی بوده، مقدار زیادی گلوکز را به درون سلول می‌فرستد تا صرف تولید انرژی شود که این نفوذپذیری، غشای سلول را به‌دلیل افزایش تعداد ناقل‌های گلوکز در غشای پلاسمایی (GLUT4) افزایش می‌دهد. با انجام این تمرین ورزشی میزان GLUT4 در عضلات تمرین‌کرده افزایش یافته و سبب بهبود عمل انسولین بر متابولیزم گلوکز و کنترل قند خون می‌شود[25]. تحقیق حاضر با تحقیقات یادشده در خصوص مدت تمرین تفاوت آشکاری را نشان داده است. در این پژوهش از تمرین هشت‌هفته‌ای استفاده شد، در صورتی که مدت تمرین ورزشی تحقیقات گذشته از ۸ هفته بیشتر بوده‌اند. البته در همان تحقیقات هم نتایجی همسو با نتایج ما مشاهده می‌شود، به‌طوری که محققان نشان دادند ۱۲ هفته تمرین هوازی اثر معنی‌داری بر میزان HbA1c و شاخص توده بدن ندارد[26]. همچنین در یک مطالعه، مشخص شد که ۹ ماه تمرین هوازی تردمیل، سه روز در هفته به‌مدت ۱۴۰ دقیقه در هفته با شدت ۸۰–۵۰٪ حداکثر اکسیژن مصرفی موجب عدم کاهش معنی‌دار HbA1c و گلوکز خون ناشتا و درصد چربی شکمی شد[26]. محققان دیگری نشان دادند که ۱۲ هفته تمرین هوازی با شدت فزاینده تغییری در میزان گلوکز خون ناشتا، انسولین سرم و مقاومت به انسولین ایجاد نکرد. این عدم تغییر معنی‌دار به‌علت عدم تغییر حداکثر اکسیژن مصرفی و شاخص توده بدن بود[27]. در پژوهش دیگری مشاهده شد که ۴ ماه تمرین با شدت ۷۰٪ اوج اکسیژن مصرفی در بیماران دیابتی نوع دو، گلوکز خون را بهبود می‌بخشد[27]. در پژوهشی مشخص شد ۸ هفته تمرین هوازی، میزان HbA1c و گلوکز خون ناشتا در بیماران دیابتی نوع دو را بهبود می‌بخشد[28]. براساس نتایج یک مطالعه، تمرین هوازی به‌مدت ۲ هفته با شدت ۹۰٪ حداکثر اکسیژن مصرفی، گلوکز خون را کاهش می‌دهد[28].

تحقیقاتی هم مشاهده شده‌اند که به نتایجی مانند نتایج تحقیق حاضر دست یافتند. چنانچه در تحقیقی نشان دادند که تمرین هوازی ۱۲ هفته، سه جلسه در هفته با شدت ۶۵–۶۰٪ حداکثر ضربان قلب تاثیر معنی‌داری بر HbA1c و گلوکز خون ناشتا ندارد[29]. همچنین در مطالعه دیگری مشاهده شد که تمرین متناوب هوازی در بیماران دیابتی نوع دو، تاثیر معنی‌داری بر میزان HbA1c ندارد [۳۰]. طی مطالعات انجام‌شده برای کنترل دیابت و عوارض آن مشخص شده است که کاهش HbA1c پیشگیری اصلی میزان پیشرفت رتینوپاتی در بیماران دیابتی است و کاهش ۱۰٪ از میزان HbA1c (به‌طور مثال از ۸٪ به ۷/۲٪) سبب کاهش ۴۵–۴۳درصدی ریسک پیشرفت رتینوپاتی می‌شود و کاهش سطح هموگلوبین گلیکوزیله اثری بسیار حیاتی روی پیشرفت رتینوپاتی دیابت دارد[30]. لذا با توجه به موارد فوق، انجام تمرین ورزشی

باعث کاهش در سطح گلوکز خون ناشتا و متعاقب آن کاهش HbA1c شده و احتمال ایجاد عارضه رتینوپاتی در بیماران دیابتی نوع دو را کاهش می‌دهد یا به تعویق می‌اندازد.

از سوی دیگر، کاهش میزان گلیکوزیلاسیون گلبول قرمز سبب افزایش اکسیژن‌رسانی به سلول‌های عضلانی در هنگام تمرین می‌شود و میزان VO_2max را در بیماران دیابتی نوع دو افزایش می‌دهد، زیرا گلیکوزیلاسیون هموگلوبین باعث میل ترکیبی آن به اکسیژن ۱۰برابر هموگلوبین طبیعی می‌شود. در نتیجه با افزایش HbA1c بیمار دیابتی دچار یک هیپوکسی مزمن شده که در نتیجه منجر به یک پلی‌سیتمی جبرانی در افراد دیابتیک می‌شود و در نهایت ممکن است باعث هایپرتنشن سیستولیک شود[31]. در تحقیق حاضر میزان VO_2peak در گروه تمرین متناوب هوازی، افزایش چشمگیری یافت، ولی در گروه کنترل تغییری در میزان VO_2peak مشاهده نشد. نتایج بیانگر این مطلب هستند که صرفاً کاهش HbA1c سبب افزایش میزان اکسیژن مصرفی نمی‌شود، بلکه سایر عوامل فیزیولوژیک نظیر تغییرات ایجادشده در بافت عضلانی (افزایش دانسیته مویرگی آنزیم‌های اکسیداتیو و غیره) در اثر تمرین به‌منظور افزایش VO_2peak ضروری هستند.

کوتاه‌بودن طول دوره تمرین و عدم اطمینان کافی از کنترل تغذیه‌ای در طول دوره تمرین، برجسته‌ترین محدودیت‌های پژوهش حاضر هستند. پیشنهاد می‌شود پس از برطرف‌نمودن محدودیت‌های تحقیق برای بهینه‌کردن این برنامه تمرینی با توجه به مناسب‌بودن شدت تمرین، مدت این تمرینات افزایش یابد تا بتوان دستاوردهای مطلوبی را کسب نمود.

نتیجه‌گیری

تمرین متناوب هوازی به‌مدت ۸ هفته با شدت فزاینده در زنان دیابتی نوع دو، بر میزان انسولین سرم و شاخص مقاومت به انسولین تاثیر دارد، اما بر میزان HbA1c و گلوکز خون ناشتا تاثیر چندانی ندارد.

تشکر و قدردانی: از تمام بیماران دیابتی مرکز دیابت بیمارستان گلستان اهواز و همچنین مسئول آزمایشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه شهید چمران اهواز، جناب آقای دکتر *علی‌زاده* که ما را در اجرای پژوهش حاضر مساعدت کردند، صمیمانه سپاسگزاریم.

تاییدیه اخلاقی: این مطالعه توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز مورد تایید قرار گرفته است.

تعارض منافع: موردی از طرف نویسندگان بیان نشده است.

منابع مالی: این مقاله، برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه شهید چمران اهواز است.

منابع

1- Joslin EP. The treatment of diabetes mellitus. Can Med Assoc J. 1916;VI(8):673-84.
2- Carey VJ, Walters EE, Colditz GA, Solomon CG, Willet WC, Rosner BA, et al. Body fat distribution and risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women, the nurses' health study. Am J Epidmiol. 1997;145(7):614-9.
3- Aujoulat I, Marcolongo R, Bonadiman L, Deccache A. Reconsidering patient empowerment in chronic illness: A critique of models of self-efficacy and bodily control. Soc Sci Med. 2008;66(5):1228-39.
4- Meenu J, Jadeja Jayendrasinh M, Neeta M. Correlation between HbA_1c values and lipid profile in type 2 diabetes mellitus. Int J Based Appl Physiol. 2013;2(1):47-50.
5- Pibernik-Okanovic M, Prasek M, Poljicanin-Filipovic T, Pavlic-Renar I, Metelko Z. Effects of an empowerment-based psychosocial intervention on quality of life and metabolic control in type 2 diabetic patients. Patient Educ Couns. 2004;52(2):193-9.
6- Wei M, Gibbons LW, Mitchell TL, Kampert JB, Lee CD, Blair SN. The association between cardiorespiratory fitness and impaired fasting glucose and type 2 diabetes mellitus in men. Ann Intern Med. 1999;130(2):89-96.
7- Association AD. Standards of medical care in diabetes—2010. Diabetes Care. 2010;33(Suppl 1):S11-61.
8- Group UPDS. Tight blood pressure control and risk of macrovascular and microvascular complications in type 2 diabetes: UKPDS 38; UK Prospective Diabetes Study Group. Br Med J. 1998;317(7160):703-13.
9- Krishnan S, Rosenberg L, Palmer JR. Physical activity and television watching in relation to risk of type 2 diabetes: The Black Women's Health Study. Am J Epidmiol. 2009;169(4):428-34.
10- Mourier A, Gautier JF, De Kerviler E, Bigard AX, Villette JM, Garnier JP, et al. Mobilization of visceral adipose tissue related to the improvement in insulin sensitivity in response to physical training in NIDDM: Effects of branched-chain amino acid supplements. Diabetes Care. 1997;20(3):385-91.
11- Thomas D, Elliott EJ, Naughton GA. Exercise for type 2 diabetes mellitus. Cochrane Database Syst Rev. 2006;3(3):CD002968.
12- 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.
13-Schwingshackl L, Missbach B, Dias S, König J, Hoffmann G. Impact of different training modalities on glycaemic control and blood lipids in patients with type 2 diabetes: A systematic review and network meta-analysis. Diabetol. 2014;57(9):1789-97.
14- Bloem CJ, Chang AM. Short-term exercise improves β-cell function and insulin resistance in older people with impaired glucose tolerance. J Clin Endocrin Metab. 2008;93(2):387-92.
15- DaCosta D, Dritsa M, Ring A, Fitzcharles MA. Mental health status and leisure-time physical activity contribute to fatigue intensity in patients with spondylarthropathy. Arthritis Care Res. 2004;51(6):1004-8.
16- Nojima H, Watanabe H, Yamane K, Kitahara Y, Sekikawa K, Yamamoto H, et al. Effect of aerobic exercise training on oxidative stress in patients with type 2 diabetes mellitus. Metab. 2008; 57(2):170-6.

training in type II diabetic patients. Asian Biomed. 2015;8(5):597-602.
25- 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.
26- Church TS, Blair SN, Cocreham S, Johannsen N, Johnson W, Kramer K, et al. Effects of aerobic and resistance training on hemoglobin A1c levels in patients with type 2 diabetes: A randomized controlled trial. J Am Med Assoc. 2010;304(20):2253-62.
27- Karstoft K, Winding K, Knudsen SH, James NG, Scheel MM, Olesen J, et al. Mechanisms behind the superior effects of interval vs continuous training on glycaemic control in individuals with type 2 diabetes: A randomised controlled trial. Diabetolo. 2014;57(10):2081-93.
28- 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):1554-60.
29- Rahimi E, Mousavi Nejad ZS, Rahimi A. Effects of twelve weeks of aerobic training, resistance training or combination of both trainings on the levels of blood sugar, HbA_1c and cardiovascular risk factors in women with type 2 diabetes. Int J Appl Exerc Physiol. 2014;3(1):1-11.
30- Holton DR, Colberg SR, Nunnold T, Parson HK, Vinik AI. The effect of an aerobic exercise training program quality of life in type II diabetes. Diabetes Educ. 2003;29(5):837-46.
31- Kirk A, Mutrie N, MacIntyre P, Fisher M. Increasing physical activity in people with type 2 diabetes. Diabetes Care. 2003;26(4):1186-1192.
17- Snowling NJ1, Hopkins WG. Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients: A meta-analysis. Diabetes Care. 2006;29(11):2518-27.
18- Lindström J, Ilanne-Parikka P, Peltonen M, Aunola S, Eriksson JG, Hemiö K, et al. Sustained reduction in the incidence of type 2 diabetes by lifestyle intervention: Follow-up of the Finnish Diabetes Prevention Study. Lancet. 2006;368(9584):1673-9.
19- Talanian JL, Galloway SD, Heigenhauser GJ, Bonen A, Spriet LL. Two weeks of high-intensity aerobic interval training increase the capacity for fat oxidation during exercise in women. J Appl Physiol. 2007;102(4):1439-47.
20- Babraj JA, Vollaard NB, Keast C, Guppy FM, Cottrell G, Timmons JA. Extremely short duration high intensity interval training substantially improves insulin action in young healthy males. BMC Endocr Disord. 2009;9(3):1-8.
21- Burgomaster KA, Howarth KR, Phillips SM, Rakobowchuk M, Macdonald MJ, McGee SL, et al. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. J Physiol. 2008;586(1):151-60.
22- Giannopoulou I, Ploutz-Snyder L, Carhart R, Weinstock R, Fernhall B, Goulopoulou S, et al. Exercise is required for visceral fat loss in postmenopausal women with type 2 diabetes. J Clin Endocrinol Metab. 2005;90(3):1511-8.
23- Balducci S, Zanuso S, Cardelli P, Salvi L, Bazuro A, Pugliese L, et al. Effect of high-versus low-intensity supervised aerobic and resistance training on modifiable cardiovascular risk factors in type 2 diabetes; the Italian Diabetes and Exercise Study (IDES). PLoS One. 2012;7(11):e49297.
24- Aly FA. Adiponectin response to supervised aerobic