

## *Changes of Glycosylated Hemoglobin, Insulin Resistance Index, and Plasma Lipids levels Following a Period of Circuit Resistance Training in Male Patients with Type 2 Diabetes*

Seyedeh Shiva Dadvand<sup>1</sup>, Farhad Daryanoosh<sup>2\*</sup>, Ehsan Eghbali<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education & Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.

<sup>2</sup>Department of Exercise Physiology, Faculty of Education & Psychology, University of Shiraz, Shiraz, Iran.

**\*Corresponding Author:**

**Farhad Daryanoosh,**  
Department of Exercise Physiology, Faculty of Education & Psychology, University of Shiraz, Shiraz, Iran.

Email:  
daryanoosh@shirazu.ac.ir

Received: 22 Jul, 2016

Accepted: 18 Nov, 2016

### **Abstract**

**Background and Objectives:** Diabetes is one of the most common health problems with remarkable outcomes. The aim of the present study was to investigate the effect of changes in glycosylated hemoglobin, insulin resistance index, and plasma levels of lipids following a period of circuit resistance training in male patients with type 2 diabetes.

**Methods:** In this semi-experimental study, 20 men with type 2 diabetes, were randomly selected and divided into two experimental (n=10) and control (n=10) groups. The experimental group performed circuit resistance training for 8 weeks, 3 sessions per week with 60-80% of one repetition maximum (1RM). The variables measured before and after training program included blood levels of glycosylated hemoglobin, insulin resistance index, fasting blood glucose, total cholesterol, triglycerides, HDL-cholesterol, and LDL-cholesterol. Data were analyzed using dependent and independent t-tests at the significance level of  $p < 0.05$ .

**Results:** In this study, 8 weeks of circuit resistance training caused a significant decrease in insulin resistance index and fasting blood glucose in the experimental group compared to the control group ( $p < 0.05$ ), but no significant differences were observed in blood levels of glycosylated hemoglobin, triglyceride, total cholesterol, HDL-cholesterol and LDL-cholesterol ( $p > 0.05$ ).

**Conclusion:** Circuit resistance training can be taken into consideration as a non-drug therapy for health of men with type 2 diabetes.

**Keywords:** Exercise; Glycated Hemoglobin A; Insulin resistance; Blood lipid profile; Diabetes mellitus, type 2.

## تغییرات هموگلوبین گلیکوزیله، شاخص مقاومت به انسولین و سطوح پلاسمایی لیپیدها، متعاقب یک دوره تمرین مقاومتی دایره‌ای در بیماران مرد مبتلا به دیابت نوع ۲

سیده شیوا دادوند<sup>۱</sup>، فرهاد دریانوش<sup>۲\*</sup>، احسان اقبالی<sup>۱</sup>

### چکیده

**زمینه و هدف:** دیابت یکی از شایع‌ترین مشکلات سلامتی با پیامدهای قابل توجه است. هدف از مطالعه حاضر، بررسی تغییرات هموگلوبین گلیکوزیله، شاخص مقاومت به انسولین و سطوح پلاسمایی لیپیدها متعاقب یک دوره تمرین مقاومتی دایره‌ای در بیماران مرد مبتلا به دیابت نوع ۲ بود.

**روش بررسی:** در این مطالعه نیمه‌تجربی، ۲۰ نفر مرد مبتلا به دیابت نوع ۲، انتخاب و به‌طور تصادفی به دو گروه تجربی (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. گروه تجربی، تمرین مقاومتی دایره‌ای را به مدت ۸ هفته، ۳ جلسه در هفته با شدت ۸۰-۶۰٪ یک تکرار بیشینه (IRM) انجام دادند. متغیرهای مورد اندازه‌گیری قبل و بعد از برنامه تمرینی شامل: مقادیر خونی هموگلوبین گلیکوزیله، شاخص مقاومت به انسولین، قند خون ناشتا، کلسترول تام، تری‌گلیسرید، کلسترول-HDL و کلسترول-LDL بود. داده‌ها با استفاده از آزمون تی همبسته و تی مستقل در سطح معنی‌داری،  $p < 0.05$  تحلیل شدند.

**یافته‌ها:** در این مطالعه، ۸ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای باعث کاهش معنی‌داری در شاخص مقاومت به انسولین و قندخون ناشتا در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل شد ( $p < 0.05$ )، اما در سطوح خونی هموگلوبین گلیکوزیله، تری‌گلیسرید، کلسترول تام، کلسترول-HDL و کلسترول-LDL، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ( $p > 0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** تمرین مقاومتی دایره‌ای می‌تواند به‌عنوان یک روش درمانی غیردارویی در سلامت مردان مبتلا به دیابت نوع ۲ مورد توجه قرار گیرد.

**کلید واژه‌ها:** ورزش؛ هموگلوبین گلیکات آ؛ مقاومت انسولینی؛ پروفایل لیپیدی خون؛ دیابت ملیتوس نوع ۲.

<sup>۱</sup>گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

<sup>۲</sup>گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

\* نویسنده مسئول مکاتبات:

**فرهاد دریانوش**، گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران؛

آدرس پست الکترونیکی:  
daryanoosh@shirazu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۵/۴/۳۱

تاریخ پذیرش: ۹۵/۸/۲۷

لطفاً به این مقاله به‌صورت زیر استناد نمایید:

Dadvand Sh, Daryanoosh F, Eghbali E. Changes of glycosylated hemoglobin, insulin resistance index, and plasma lipids levels following a period of circuit resistance training in male patients with type 2 diabetes. Qom Univ Med Sci J 2018;11(11):12-21. [Full Text in Persian]

## مقدمه

دیابت یک مشکل جدی پزشکی بوده که شیوع آن در سراسر جهان به طور چشمگیری رو به افزایش است (۱)، و منجر به افزایش مرگ و میر، ناتوانی و هزینه‌های اقتصادی - اجتماعی می‌شود (۲). دیابت از جمله بیماری‌های متابولیک بوده که افزایش مزمن قند خون و اختلال در متابولیسم کربوهیدرات، چربی و پروتئین از مشخصه اصلی آن است و به علت وجود نقائصی در ترشح انسولین، کارکرد انسولین و یا هر دو ایجاد می‌شود (۳).

مهم‌ترین عامل پیشرفت دیابت نوع ۲ و گسترش عوارض مرتبط با آن، مقاومت به انسولین است که با کاهش در عملکرد مطلوب سلول‌های عضلانی برای جذب گلوکز در پاسخ به انسولین تشریحی از سلول‌های بتای پانکراس تعریف می‌شود (۴). انجمن دیابت آمریکا توصیه می‌کند آزمودنی‌های دیابتی حداقل ۱۵۰ دقیقه تمرین هوازی را با شدت متوسط در طول هفته انجام دهند؛ اما عواملی همچون چاقی، آرتروز، کمردرد و ناتوانی‌های بدنی مانع شرکت در فعالیت‌های منظم هوازی می‌شود؛ بنابراین، تمرینات مقاومتی از جمله گزینه‌های بی‌خطر و مؤثر است (۵). اخیراً تمرینات مقاومتی به‌عنوان ابزار درمانی مؤثر جهت درمان بسیاری از بیماری‌های مزمن از جمله دیابت نوع ۲ مطرح هستند (۶). مطالعات متعدد در زمینه اثر تمرینات مقاومتی دایره‌ای در بیماران دیابتی نشان داده است این تمرینات در برخی از موارد تأثیرگذار بوده و در برخی حالات نیز تأثیر ندارند. نتایج پژوهش‌های زیادی نشان می‌دهد تمرین مقاومتی سبب بهبود معنی‌داری در سطوح خونی هموگلوبین گلیکوزیله، قندخون ناشتا، تری‌گلیسرید، کلسترول تام و کلسترول-LDL و دور کمر می‌شود (۸-۶)؛ درحالی‌که در برخی مطالعات دیگر مشخص شده، تمرینات مقاومتی در بهبود تری‌گلیسرید، کلسترول-HDL و دور کمر، تأثیر معنی‌داری ندارند (۹، ۱۰).

تمرینات دایره‌ای به دلیل ماهیت متنوعی که دارند، احتمال بروز عوارضی همچون بیش‌تمرینی و سرخوردگی از تمرین را کاهش می‌دهند. در تمرینات دایره‌ای، عضلات بزرگ و اصلی فرد درگیر بوده که به توزیع بهتر جریان خون در بدن کمک می‌کند. بنابراین، طراحی تمرینات مقاومتی به شکل دایره‌ای، با ایجاد تنوع در تمرین منجر به افزایش تمایل افراد به شرکت در تمرین

می‌شود. با توجه به موارد مطرح‌شده، همچنین جذابیت و امکان‌پذیرتر بودن انجام تمرینات مقاومتی نسبت به تمرینات هوازی و وجود اختلاف نظر در یافته‌های پژوهشی؛ مطالعه حاضر در پی پاسخ این سؤال که آیا یک دوره تمرین مقاومتی دایره‌ای بر تغییرات هموگلوبین گلیکوزیله، شاخص مقاومت به انسولین و سطوح پلاسمایی لیپیدها بیماران مرد مبتلا به دیابت نوع ۲ مؤثر است یا خیر؟ انجام گرفت.

## روش بررسی

این مطالعه نیمه‌تجربی بر روی مردان مبتلا به دیابت نوع ۲ در شهرستان شیراز انجام شد. پس از توضیح روش کار و هدف تحقیق، آزمودنی‌ها برگه رضایت‌نامه آگاهانه برای شرکت در پژوهش را امضا و پرسشنامه سلامت را کامل کردند و اندازه‌گیری‌های مقدماتی از آن‌ها به عمل آمد. معیارهای ورود به تحقیق شامل: داشتن میزان قند خون ناشتای بیشتر از ۱۲۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر، هموگلوبین گلیکوزیله بین ۹/۹-۶/۶٪، نداشتن وابستگی به انسولین، عدم شرکت در برنامه تمرینات ورزشی در ۶ ماه گذشته، عدم دریافت انسولین و عدم ابتلا به عارضه حاد قلبی - عروقی و بیماری‌های مفاصل و استخوان بود. از معیارهای خروج از تحقیق می‌توان به شرایط حاد و یا ناپایدار پزشکی که مانع مشارکت در برنامه‌های ورزشی می‌شد، اشاره کرد. با توجه به اینکه آزمودنی‌ها، افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ بودند، داشتن معجز متخصص قلب و عروق جهت شرکت در تمرینات برای آن‌ها الزامی بود؛ بنابراین همه آنها برای انجام تست ورزش و اکوی قلبی به بیمارستان مراجعه کردند. در نهایت، تعداد ۲۰ نفر از مردان مبتلا به دیابت نوع ۲ انتخاب و به‌طور تصادفی به دو گروه تجربی (۱۰ نفر) و کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. انتخاب این تعداد در هر گروه براساس امکانات تیم تحقیق بود. متغیرهای مورد اندازه‌گیری قبل و بعد از برنامه تمرینی شامل: مقادیر خونی هموگلوبین گلیکوزیله، شاخص مقاومت به انسولین، قند خون ناشتا، کلسترول تام، تری‌گلیسرید، کلسترول-HDL و کلسترول-LDL بود. برای سنجش سطوح خونی شاخص‌های ذکرشده، نمونه‌های خونی پس از ۱۲-۱۰ ساعت ناشتایی در ساعت ۸-۱۰ صبح (قبل و بعد از دوره تمرینی تعریف شده) جمع‌آوری شدند.

برنامه تمرینی شامل ۸ هفته تمرینات مقاومتی دایره‌ای بود که در هر هفته ۳ جلسه اجرا شد. در هر جلسه آزمودنی‌ها پس از ۱۵ دقیقه گرم کردن (دویدن نرم، انجام حرکات کششی و انعطاف‌پذیری اندام‌های بالاتنه و پایین‌تنه)، تمرینات مقاومتی دایره‌ای شامل: پرس پا، کشش زیر بغل با سیم‌کش، بازکردن ران، پرس سینه، خم کردن زانو، جلو بازو، پشت بازو و دراز و نشست را انجام دادند. هر حرکت ایستگاهی حدود ۶۰-۳۰ ثانیه و زمان استراحت بین هر ایستگاه ۲-۱ دقیقه و میزان استراحت بین نوبت‌ها، ۳-۲ دقیقه با توجه به توانایی آزمودنی در نظر گرفته شد. برنامه تمرین در هفته اول و دوم با شدت ۶۵-۶۰٪ یک تکرار بیشینه در ۳ ست، ۱۶-۱۲ تکرار شروع شد که به تدریج هر دو هفته، ۵٪ به شدت تمرینات افزوده شد و در نهایت، در هفته هفتم و هشتم (با شدت ۸۰-۷۵٪ یک تکرار بیشینه) در ۳ ست، ۱۲-۸ انجام گرفت. در پایان، فعالیت‌های سرد کردن با استفاده از حرکات کششی و انعطاف‌پذیری به مدت ۱۰ دقیقه اجرا گردید. کل مدت زمان هر جلسه تمرینی با احتساب گرم کردن و سرد کردن حدود ۱۱۵-۸۵ دقیقه بود (اجرای برنامه اصلی تمرین با وزنه در هر جلسه حدود ۹۰-۶۰ دقیقه طول می‌کشید).

در این مطالعه داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگراف - اسمیرونوف (به‌منظور بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها)، آزمون تی همبسته (برای مقایسه تغییرات درون‌گروهی بین نتایج پیش‌آزمون - پس‌آزمون) و تی مستقل (جهت مقایسه‌های بین گروه) تحلیل شدند. عملیات آماری این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ و Excel ۲۰۱۰ انجام گرفت. سطح معنی‌داری،  $p < 0.05$  در نظر گرفته شد.

### یافته‌ها

ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

قد آزمودنی‌ها به‌وسیله قدسنج پزشکی (race، ساخت کشورچین)، با دقت ۰/۱ سانتی‌متر و وزن آنها به‌وسیله ترازوی دیجیتال (کمری، ساخت کشور چین) با دقت ۰/۱ کیلوگرم، اندازه‌گیری و ثبت گردید. ضخامت چین پوستی در نواحی سینه، شکم و ران در سمت راست بدن به‌وسیله کالیپر (مدل SAEHAN ساخت کشور کره)، اندازه‌گیری و پس از جای‌گذاری در معادله جکسون و پولاک، محاسبه شد (۱۱).

$$\text{Body Fat\%} = (0.41563 \times \text{sum of skinfolds}) - (0.00112 \times \text{square of the sum of skinfolds}) + (0.03661 \times \text{age}) + 4.03653$$
 به‌منظور تعیین یک تکرار بیشینه، از فرمول برزیسکی استفاده گردید (۱۲):

$$\left\{ \frac{0.278 \times \text{تعداد تکرار تا خستگی} - 110.278}{\text{وزنه جابه‌جا شده (کیلوگرم)}} \right\} = \text{یک تکرار بیشینه}$$
 نمونه‌گیری خون در ۲ مرحله (۲۴ ساعت قبل از اولین جلسه تمرین و حدود ۶۰ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین)، پس از ۱۲-۱۰ ساعت ناشتایی در ساعت ۸-۱۰ صبح از ورید بازویی آزمودنی‌ها به میزان ۱۰ سی‌سی انجام گرفت. نمونه‌های خونی در لوله‌های استریل خشک همراه با ضدانعقاد EDTA ریخته شدند، سپس به آزمایشگاه ارسال و جهت تهیه پلاسما، با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ شدند. سطوح هموگلوبین گلیکوزیله با استفاده از کیت بیویسیتیم به روش کروماتوگرافی تعویض یونی و گلوکز پلاسما با استفاده از کیت پارس‌آزمون و با روش گلوکز اکسیداز اندازه‌گیری شد. میزان کلسترول HDL- و کلسترول تام با روش آنزیماتیک

CHOD-PAP، تری‌گلیسرید با روش آنزیماتیک PAP-GPO و میزان کلسترول LDL براساس معادله Ferd wald و همکاران (۱۳) و با استفاده از کیت شرکت پارس‌آزمون اندازه‌گیری شدند.

$$\text{LDL-C} = \text{Total cholesterol} - (\text{HDL-C} + \text{TG}/5)$$
 شاخص مقاومت به انسولین با روش ارزیابی مدل هموستازی (HOMA-IR) و براساس معادله زیر محاسبه گردید (۱۴):

$$\text{HOMA-IR} = \frac{\text{mmol/l}}{22/5} \times \text{گلوکز ناشتا} \times (\text{mu/l}) \text{ انسولین ناشتا}$$

جدول شماره ۱: میانگین  $\pm$  انحراف معیار ویژگی‌های اولیه آزمودنی‌ها در دو گروه تجربی و کنترل

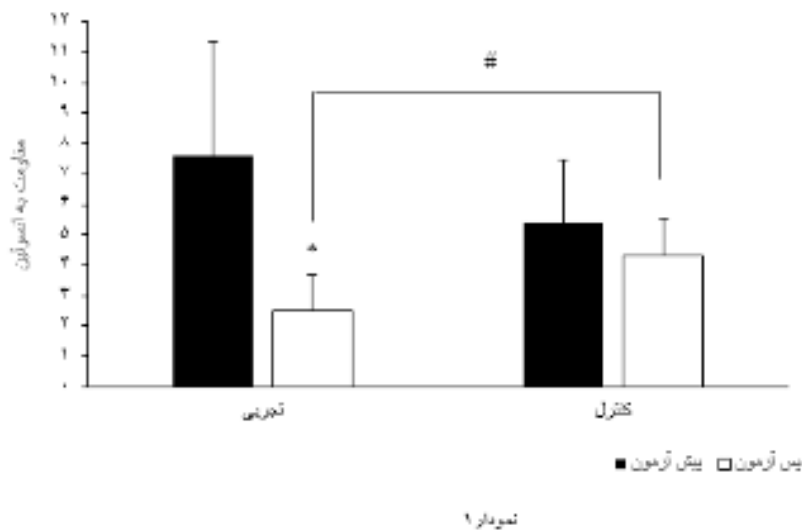
گروه کنترل	گروه تجربی	متغیر
سن (سال)	۴۹/۵ $\pm$ ۷/۳	۴۷/۵ $\pm$ ۶/۴
قد (سانتی‌متر)	۱۷۲/۰ $\pm$ ۶/۴	۱۷۰/۷ $\pm$ ۶/۱
وزن (کیلوگرم)	۷۹/۱ $\pm$ ۶/۰	۷۹/۱ $\pm$ ۱۲/۲
چربی بدن (درصد)	۲۲/۵ $\pm$ ۴/۴	۲۴/۶ $\pm$ ۵/۸

انسولین و قند خون ناشتا در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل وجود داشت ( $p < 0/05$ )؛ در حالی که در سایر متغیرهای پژوهش، تغییرات معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد ( $p > 0/05$ ).

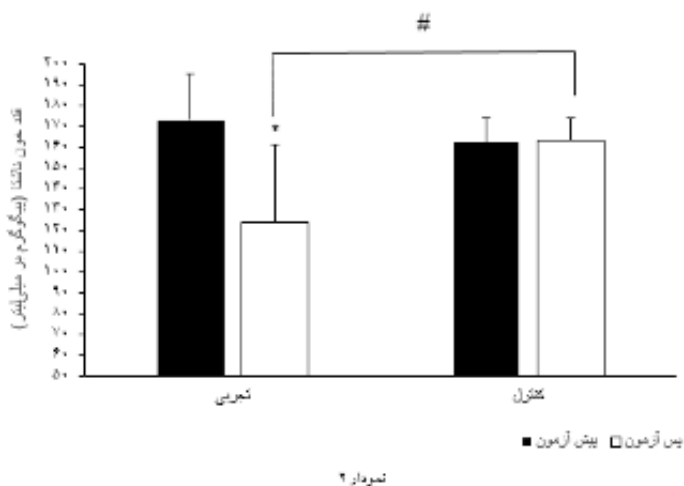
با توجه به داده‌های ارائه‌شده در نمودار شماره ۱ و ۲، بررسی میانگین پیش‌آزمون - پس‌آزمون مقادیر شاخص مقاومت به انسولین و سطح پلاسمایی قند خون ناشتای گروه تجربی نسبت به گروه کنترل نشان داد مقادیر شاخص مقاومت به انسولین و قند خون ناشتا متعاقب ۸ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای، کاهش معنی‌داری پیدا می‌کند ( $p < 0/05$ )، اما طبق نمودار شماره ۳ و ۴، در دیگر متغیرهای پژوهش، تغییرات معنی‌داری دیده نشد ( $p > 0/05$ ).

تفاوت معنی‌داری بین پیش‌آزمون - پس‌آزمون در گروه کنترل در مقادیر شاخص مقاومت به انسولین، قند خون ناشتا، هموگلوبین گلیکوزیله، تری‌گلیسرید، کلسترول تام، کلسترول LDL- و کلسترول HDL- وجود نداشت ( $p > 0/05$ ). در مقابل در گروه تجربی، تفاوت معنی‌داری متعاقب ۸ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای، در مقادیر شاخص مقاومت به انسولین و قند خون ناشتا دیده شد ( $p < 0/05$ )، اما در سایر متغیرهای پژوهش، تغییرات معنی‌داری مشاهده نگردید ( $p > 0/05$ ).

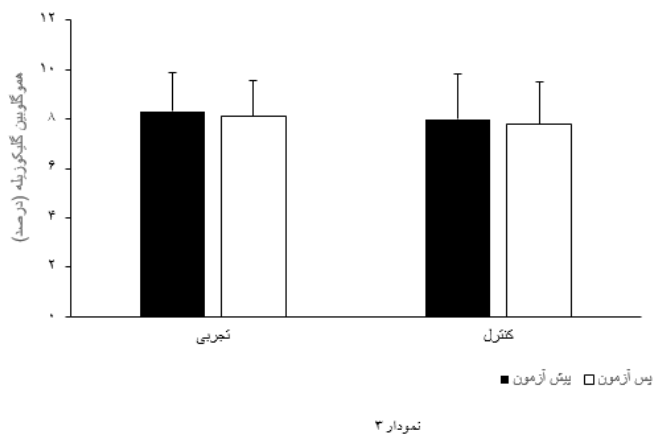
در مقایسه بین گروهی تغییرات شاخص‌های پژوهش مشخص گردید تفاوت معنی‌داری بین پیش‌آزمون‌های متغیرهای پژوهش در دو گروه تجربی و کنترل وجود ندارد. در بررسی پس‌آزمون‌ها، تفاوت معنی‌داری در مقادیر شاخص مقاومت به



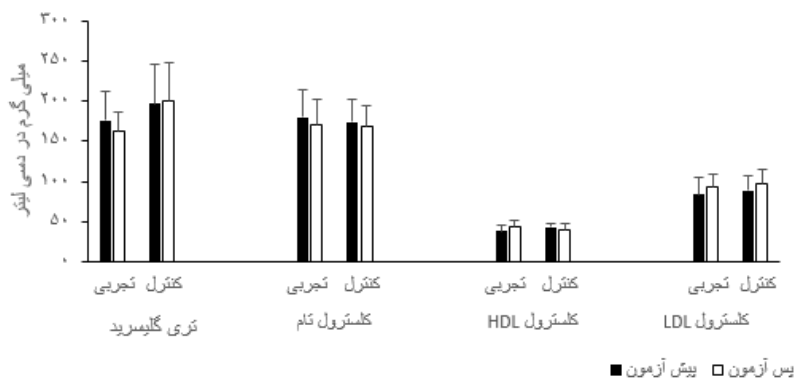
نمودار شماره ۱: مقادیر مقاومت به انسولین گروه‌های تجربی و کنترل (میانگین  $\pm$  انحراف معیار).  
# تفاوت معنی‌دار در سطح  $p < 0/05$  نسبت به پیش‌آزمون در همان گروه.  
# تفاوت معنی‌دار در سطح  $p < 0/05$  نسبت به گروه کنترل.



نمودار شماره ۱: مقادیر پلاسمایی قند خون ناشتای گروه‌های تجربی و کنترل (میانگین ± معیار).  
\* تفاوت معنی‌دار در سطح  $p < 0.05$  نسبت به پیش آزمون در همان گروه.  
# تفاوت معنی‌دار در سطح  $p < 0.05$  نسبت به گروه کنترل.



نمودار شماره ۲: مقادیر هموگلوبین گلیکوزیله گروه‌های تجربی و کنترل (میانگین ± انحراف معیار).  
\* تفاوت معنی‌دار در سطح  $p < 0.05$  نسبت به پیش آزمون در همان گروه.  
# تفاوت معنی‌دار در سطح  $p < 0.05$  نسبت به گروه کنترل.



نمودار ۳- مقادیر تری‌گلیسرید، کلسترول تام، کلسترول HDL و کلسترول LDL گروه‌های تجربی و کنترل (میانگین ± انحراف استاندارد).  
\* تفاوت معنادار در سطح  $p < 0.05$  نسبت به پیش آزمون در همان گروه.  
# تفاوت معنادار در سطح  $p < 0.05$  نسبت به گروه کنترل.

## بحث

نتایج مطالعه حاضر تحقیق نشان داد تمرین مقاومتی دایره‌ای می‌تواند باعث کاهش معنی‌داری در شاخص مقاومت به انسولین و قندخون ناشتا در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل شود؛ اما در سطوح تری‌گلیسرید، کلسترول تام، کلسترول-LDL و کلسترول-HDL، تغییر معنی‌داری دیده نشد.

همچنین در مطالعه حاضر سطح مقاومت به انسولین پس از یک دوره تمرین مقاومتی دایره‌ای در گروه تجربی نسبت به کنترل، کاهش معنی‌داری یافت. Holten و همکاران (سال ۲۰۰۴) به این نتیجه رسیدند که در اثر ۶ هفته تمرین مقاومتی (۳ جلسه در هفته و هر جلسه ۳۰ دقیقه) در پای تمرین کرده آزمودنی‌های مبتلا به دیابت نوع ۲؛ محتوای انتقال‌دهنده نوع ۴ گلوکز، آنزیم گلیکوکوژن سنتتاز، فعالیت آن، پروتئین کیناز B و گیرنده انسولین افزایش می‌یابد که نشان می‌دهد از طریق افزایش پروتئین‌های درگیر در مسیر سیگنال‌دهی انسولین، تمرین مقاومتی سبب بهبود ظرفیت برداشت گلوکز عضلانی می‌شود (۱۵). باوجود اینکه مقاومت انسولینی دلیلی برای افزایش سطح گلوکز خون و متعاقب آن افزایش ترشح انسولین است؛ اما دیابت یک بیماری چند عاملی است. مقاومت انسولینی امکان دارد در اثر چند دلیل به وجود آید که یکی از دلایل اصلی آن، بروز مقاومت به انسولین، آنتاگونیست‌های انسولین موجود در گردش خون از جمله گلوکاگون، اپی‌نفرین، کورتیزول و هورمون رشد است (۱۶). Balducci و همکاران (سال ۲۰۱۰)، به این نتیجه رسیدند که در اثر ۱۲ ماه تمرینات هوازی، مقاومتی و تمرینات هوازی با شدت بالا بر روی بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲، مقادیر مقاومت به انسولین کاهش می‌یابد (۱۷). Cauza و همکاران (سال ۲۰۰۵) پس از ۴ ماه تمرینات مقاومتی (۶ سِت، ۱۵-۱۰ تکرار) دریافتند تمرینات مقاومتی سبب کاهش مقاومت به انسولین در افراد دیابتی می‌شود (۷). در مطالعه حاضر، در سطوح هموگلوبین گلیکوزیله، تغییر معنی‌داری مشاهده نشد. در همین راستا، Dunstan و همکاران (سال ۱۹۹۸) و Ishii و همکاران (سال ۱۹۹۸)، اثر تمرینات مقاومتی بر بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ را بررسی کردند که باوجود تأثیر مفید برخی شاخص‌های مرتبط با دیابت، در تحقیق خود نشان دادند سطوح HbA1C بر اثر تمرین،

بدون تغییر می‌ماند. همچنین محققان گزارش کردند عدم تغییر سطوح HbA1C ممکن است به علت کوتاه بودن مدت تمرین (به ترتیب ۸ و ۶-۴ هفته) و یا کافی نبودن شدت و حجم تمرینات باشد (۱۸، ۱۹). به نظر می‌رسد عدم تغییر این شاخص در مطالعه حاضر نیز با کوتاه بودن دوره تمرین (۸ هفته) مرتبط بوده است. Dunstan و همکاران (سال ۲۰۰۲) به این نتیجه رسیدند که ۳ و ۶ ماه تمرین مقاومتی با شدت بالا همراه با کاهش وزن، موجب بهبود کنترل گلاسمی در آزمودنی‌های مسن مبتلا به دیابت نوع ۲ می‌شود (۲۰). کاهش گلوکز خون طی تمرین مقاومتی نیز احتمالاً به همین علت است که این تمرینات آثار شبه‌انسولینی در بدن داشته و سبب افزایش دوباره‌سازی ذخایر گلیکوکوژن در سلول‌های عضلانی می‌شوند؛ بنابراین، باعث می‌شوند تا گلوکز خون در حد طبیعی باقی بماند (۲۱). یافته مطالعات Church و همکاران (سال ۲۰۱۰) و Wycherley و همکاران (سال ۲۰۱۰)، برخلاف نتایج پژوهش حاضر بود (۲۲، ۲۳). پژوهش Church و همکاران (سال ۲۰۱۰) نشان داد ۹ ماه تمرین مقاومتی (۳ سِت، ۱۲-۱۰ تکرار) و هوازی، میزان هموگلوبین گلیکوزیله را کاهش می‌دهد (۲۲). Wycherley و همکاران (سال ۲۰۱۰) با بررسی اثر تمرینات مقاومتی و رژیم غذایی بر روی ۸۳ مرد و زن چاق مبتلا به دیابت نوع ۲، نشان دادند این تمرینات به همراه رژیم غذایی سبب کاهش شاخص گلیسمیک مثل HbA1C می‌شود (۶). یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد سطح قند خون ناشتا پس از یک دوره تمرین مقاومتی در مردان مبتلا به دیابت نوع ۲، در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل کاهش معنی‌داری می‌یابد. در همین راستا، Maiorana و همکاران (سال ۲۰۰۲) در پژوهش خود نشان دادند هشت هفته تمرین مقاومتی باعث کاهش معنی‌دار گلوکز خون ناشتا، هموگلوبین گلیکوزیله و افزایش قدرت عضلانی می‌شود (۲۳). به احتمال زیاد، کاهش سطح گلوکز ناشتا در نتیجه افزایش انتقال‌دهنده‌های گلوکز می‌باشد (۲۴)؛ زیرا نشان داده شده است سهم عضلات اسکلتی حین تمرین، در برداشت گلوکز محیطی بیش از ۷۵٪ است. تحقیقات زیادی گزارش کرده‌اند در کاهش سطح گلوکز خون، آثار تمرین مقاومتی کمتر از تمرینات هوازی و ترکیبی نیست، و بیشتر از یک‌سوم توده بدن را عضلات اسکلتی به خود اختصاص داده که در سوخت‌وساز انرژی بدن

شاید بتوان علت اصلی کاهش این متغیرها را شدت و مدت بیشتر تمرینات دانست (۲۹). Jorge و همکاران (سال ۲۰۱۱) اثر ۱۲ هفته تمرین را بر روی ۱۲ بیمار دیابتی بررسی کردند. نتایج تحقیق، کاهش در میزان چربی خون شامل: تری گلیسرید، کلسترول - HDL و کلسترول - LDL در گروه مقاومتی را نشان داد (۸). وجود تناقض در یافته پژوهش انجام شده با مطالعه حاضر احتمالاً می تواند به دلیل تفاوت در پروتکل و مدت تمرینات باشد.

پیشنهاد می گردد پژوهش های مشابهی با حجم نمونه بیشتر انجام گیرد. با توجه به اینکه انجام یک دوره تمرینات مقاومتی دایره ای تأثیر مثبتی بر شاخص مقاومت به انسولین و قندخون ناشتا دارد، توصیه می گردد از این گونه تمرینات به عنوان جایگزین مناسب تمرینات هوازی استفاده شود.

### نتیجه گیری

به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد تمرینات مقاومتی دایره ای به مدت ۸ هفته با شدت ۸۰-۶۰٪ یک تکرار بیشینه، به عنوان یک شیوه درمانی غیردارویی، می تواند منجر به کاهش معنی داری در شاخص مقاومت به انسولین و قندخون ناشتا در بیماران دیابتی شود. بر این اساس، انجام این گونه تمرینات می تواند در جهت کنترل و بهبود علائم بالینی بیماران مبتلا به دیابت نقش بسیار مهمی ایفا کند.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از همکاری تمام کسانی که در این مطالعه ما را یاری نمودند، صمیمانه تشکر و قدردانی می گردد.

نقش مهمی ایفا می کنند. تمرین در سطوح سلولی سبب افزایش انتقال گلوکز به وسیله انسولین و فعالیت آنزیم هگزوکیناز II می گردد. همچنین در طول انجام تمرینات استقامتی، انقباضات عضلانی سبب افزایش جابه جایی انتقال دهنده نوع ۴ گلوکز از میان مسیر سیگنالی آدنوزین مونو فسفات فعال به وسیله پروتئین کیناز می شود؛ اما از جمله مزیت های تمرینات مقاومتی، افزایش تدریجی توده عضلانی است که باعث کنترل گلاسمی و افزایش ظرفیت دفع گلوکز خون می شود (۲۵). براساس نتایج به دست آمده، در میزان کلسترول - HDL، تری گلیسرید، کلسترول - LDL و کلسترول تام پس از یک دوره تمرینات مقاومتی دایره ای، تغییری مشاهده نمی شود. دیابت اغلب با اختلالات متابولیسم لیپید همراه بوده و افزایش سطوح اسیدهای چرب پلاسما نیز نقش اساسی در افزایش مقاومت به انسولین ایفا می کنند. تمرینات ورزشی در این افراد سبب فعال شدن سوخت و ساز چربی ها و کاهش چربی خون می شود (۲۶). فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک در طول تمرینات ورزشی افزایش می یابد که سبب آزاد شدن کاتکولامین ها شامل اپی نفرین و نوراپی نفرین شده و عمل لیپولیز را نیز افزایش می دهد (۲۷). پاسخ چربی های خون به تمرینات ورزشی در مطالعات گوناگون، متفاوت است و اغلب مطالعات، کاهش اندک در سطح LDL-C، عدم تغییر در سطح HDL-C و TG را گزارش کرده اند (۲۸). Tibana و همکاران (سال ۲۰۱۳) اثر ۸ هفته تمرینات مقاومتی در ۱۴ بیمار زن مبتلا به دیابت نوع ۲ را بررسی کردند که نتایج کاهش معنی داری در شاخص های چربی خون شامل تری گلیسرید و کلسترول - HDL را نشان داد (۱۰). Arnarson و همکاران (سال ۲۰۱۴) به این نتیجه رسیدند که در اثر ۱۲ هفته تمرینات مقاومتی بر روی زنان یائسه کهنسال، میزان تری گلیسرید، کلسترول - HDL و کلسترول - LDL کاهش می یابد.



## References:

1. Esteghamati A, Eskandari D, Mirmiranpour H, Noshad S, Mousavizadeh M, Hedayati M, et al. Effects of metformin on markers of oxidative stress and antioxidant reserve in patients with newly diagnosed type 2 diabetes: A randomized clinical trial. *Clin Nutr* 2013;32(2):179-85.
2. Wilkinson A, Whitehead L, Ritchie L. Factors influencing the ability to self-manage diabetes for adults living with type 1 or 2 diabetes. *Int J Nurs Stud* 2014;51(1):111-22.
3. American Diabetes Association. Standards of medical care for patients with diabetes mellitus. *Diabetes Care* 2003;26(Suppl 1):S33-50.
4. Yue P, Jin H, Aillaud M, Deng AC, Azuma J, Asagami T, et al. Apelin is necessary for the maintenance of insulin sensitivity. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2010;298(1):E59-67.
5. Flack KD, Davy KP, Hulver MW, Winett RA, Frisard MI, Davy BM. Aging, resistance training, and diabetes prevention. *J Aging Res* 2010;2011:127315.
6. Wycherley TP, Noakes M, Clifton PM, Cleanthous X, Keogh JB, Brinkworth GD. A high-protein diet with resistance exercise training improves weight loss and body composition in overweight and obese patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2010;33(5):969-76.
7. Cauza E, Hanusch-Enserer U, Strasser B, Ludvik B, Metz-Schimmerl S, Pacini G, et al. The relative benefits of endurance and strength training on the metabolic factors and muscle function of people with type 2 diabetes mellitus. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86(8):1527-33.
8. Jorge MLMP, de Oliveira VN, Resende NM, Paraiso LF, Calixto A, Diniz ALD, et al. The effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic control, inflammatory markers, adipocytokines, and muscle insulin signaling in patients with type 2 diabetes mellitus. *Metabolism* 2011;60(9):1244-52.
9. Misra A, Alappan NK, Vikram NK, Goel K, Gupta N, Mittal K, et al. Effect of supervised progressive resistance-exercise training protocol on insulin sensitivity, glycemia, lipids, and body composition in Asian Indians with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2008;31(7):1282-7.
10. Tibana RA, Navalta J, Bottaro M, Vieira D, Tajra V, de Oliveira Silva A, et al. Effects of eight weeks of resistance training on the risk factors of metabolic syndrome in overweight/obese women—"A Pilot Study". *Diabetol Metab Syndr* 2013;5(1):11.
11. Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalized equations for predicting body density of women. *Med Sci Sports Exerc* 1980;12(3):175-81.
12. Brzycki M. Strength testing—predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *J Phys Educ Recreat Dance* 1993;64(1):88-90.
13. Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 1972;18(6):499-502.
14. Wallace TM, Levy JC, Matthews DR. Use and abuse of HOMA modeling. *Diabetes Care* 2004;27(6):1487-95.
15. Holten MK, Zacho M, Gaster M, Juel C, Wojtaszewski JF, Dela F. Strength training increases insulin-mediated glucose uptake, GLUT4 content, and insulin signaling in skeletal muscle in patients with type 2 diabetes. *Diabetes* 2004;53(2):294-305.
16. Bloomgarden ZT. Insulin resistance: current concepts. *Clin Ther* 1998;20(2):216-31; discussion 215.
17. Balducci S, Zanuso S, Nicolucci A, Fernando F, Cavallo S, Cardelli P, et al. Anti-inflammatory effect of exercise training in subjects with type 2 diabetes and the metabolic syndrome is dependent on exercise modalities and independent of weight loss. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2010;20(8):608-17.

18. Dunstan DW, Puddey IB, Beilin LJ, Burke V, Morton AR, Stanton KG. Effects of a short-term circuit weight training program on glycaemic control in NIDDM. *Diabetes Res Clin Pract* 1998;40(1):53-61.
19. Ishii T, Yamakita T, Sato T, Tanaka S, Fujii S. Resistance training improves insulin sensitivity in NIDDM subjects without altering maximal oxygen uptake. *Diabetes Care* 1998;21(8):1353-5.
20. Dunstan DW, Daly RM, Owen N, Jolley D, De Courten M, Shaw J, et al. High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2002;25(10):1729-36.
21. Saiiari A, Moslehi M. Interactive effects of sulfonylurea drugs, aerobic and strength training on Glycemic control in type II diabetes. *Procedia Soc Behav Sci* 2011;15:1792-7.
22. 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. *JAMA* 2010;304(20):2253-62.
23. Maiorana A, O'Driscoll G, Goodman C, Taylor R, Green D. Combined aerobic and resistance exercise improves glycemic control and fitness in type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract* 2002;56(2):115-23.
24. Rhee E-J. Chemerin: A novel link between inflammation and atherosclerosis? *Diabetes Metab J* 2011;35(3):216-8.
25. Cheng S, Kujala UM. Exercise in type 2 diabetes: The mechanisms of resistance and endurance training. *J Sport Health Sci* 2012;1(2):65-6.
26. Gerich JE. Type 2 diabetes mellitus is associated with multiple cardiometabolic risk factors. *Clin Cornerstone* 2007;8(3):53-68.
27. Wang J-S, Chow S-E. Effects of exercise training and detraining on oxidized low-density lipoprotein-potentiated platelet function in men. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85(9):1531-7.
28. Kessler HS, Sisson SB, Short KR. The potential for high-intensity interval training to reduce cardiometabolic disease risk. *Sports Med* 2012;42(6):489-509.
29. Arnarson A, Ramel A, Geirsdottir O, Jonsson P, Thorsdottir I. Changes in body composition and use of blood cholesterol lowering drugs predict changes in blood lipids during 12 weeks of resistance exercise training in old adults. *Aging Clin Exp Res* 2014;26(3):287-92.