مجله دانشگاه علوم پزشکی جیرفت

سال ۳(۲)، شهریور ۱۳۹۶، صفحه ۱۲۴-۱۱۴

*مقاله پژوهشی*

# برر سی تغییرات قند خون و پروفایل لیپیدی به دنبال هشـــت هفته تمرین ترکیبی در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲

**سمیرا نصیری[۱]. ابراهیم بنی‌طالبی*[۲]. محمد فرامرزی[۳] . وحید ربیعی[۴]**

[۱]کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

[۲]استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی ، دانشگاه شهرکرد، شهرکردی، ایران

[۳]دانشیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی ، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

[۴]کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه شهید چمران اهواز ، اهواز، ایران

## چکیده

**مقدمه:** شیوع فزاینده اضافه‌وزن و چاقی، خطر ابتلا به دیابت را در سراسر جهان افزایش داده است، در این راستا فعالیت ورزشی می‌تواند ابزار مؤثری برای پیشگیری از دیابت به شمار آید. لذا هدف تحقیق حاضر بررسی تأثیرات تمرین ترکیبی (هوازی-مقاومتی) بر فاکتورهای قند خون و پروفایل لیپیدی در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ بود.

**روش کار:** مطالعه حاضر یک مطالعه مقطعی مورد-شاهدی است. ۲۸ زن مبتلا به دیابت نوع ۲ با شاخص توده بدن ۲۵ تا ۳۰ کیلوگرم بر مترمربع و با سطوح HbA1c ≤ ۶/۵ ٪ به‌طور داوطلبانه انتخاب شدند و به‌طور تصادفی و بر اساس هموگلوبین A1c در دو گروه مورد (۱۴ نفر) و شاهد (۱۴ نفر) قرار گرفتند. گروه مورد به مدت هشت هفته تمرینات هوازی و مقاومتی را انجام دادند. به این صورت که سه جلسه در هفته تمرین هوازی و به دنبال آن دو جلسه تمرین مقاومتی انجام گردید و گروه شاهد در هیچ فعالیت ورزشی شرکت نداشتند. سپس نمونه‌های خونی از آزمودنی‌ها گرفته و داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار $SPSS_{20}$ پردازش شدند.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که هشت هفته تمرین ترکیبی موجب کاهش شاخص توده بدن، درصد چربی بدن، گلوکز خون، مقاومت به انسولین، هموگلوبین A1c و پروفایل لیپیدی در گروه مورد نسبت به گروه شاهد شده است ($P<۰/۰۵$)؛ درحالی‌که سطوح WHR، انسولین و HDL-C تغییر معنی‌داری نداشت ($P>۰/۰۵$).

**نتیجه‌گیری:** نتایج این مطالعه نشان داد که تمرین ترکیبی (هوازی-مقاومتی) می‌تواند در پیشگیری و تنظیم قندخون و پروفایل لیپیدی در دیابت نوع ۲ مؤثر باشد.

**کلید واژه‌ها :** مقاومت به انسولین، پروفایل لیپیدی، دیابت نوع ۲، تمرین ترکیبی

اطلاعات مقاله

**دریافت :** ۱۳۹۶/۰۱/۲۰

**پذیرش :** ۱۳۹۶/۰۶/۲۷

***مولف مسئول**

**ابراهیم بنی‌طالبی**

ایران، شهرکرد، دانشگاه شهرکرد، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی.

**تلفن همراه:** ۰۹۱۳۴۸۰۰۶۴۹

**پست الکترونیک:**

Sa_nasiri@ymail.com

Journal of Jiroft University of Medical Sciences

Vol. 3, No. 2, Sep 2017, P.114-124

*Original Article*

# Study of blood sugar and lipid profile changes after eight weeks of combined training in women with type 2 diabetes

**Samira Nasiri [1], Ebrahim Banitalebi [2]*, Mohammad Faramarzi [3],Vahid Rabiei [4]**

[1] MS. in Exercise Physiology, Faculty of Letters and Humanities, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
[2] Assistance Professor, Department Exercise Physiology, Faculty of Letters and Humanities, University of Shahrekord, Shahrekord, Iran
[3] Associate Professor, Department Exercise Physiology, Faculty of Letters and Humanities, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
[4] MS. in Exercise Physiology, Faculty of Physical Education, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

## Abstract

**Introduction:** Increasing prevalence of overweight and obesity, has increased the risk for diabetes around the world, in this regard, exercise activity is an effective tool for managing diabetes. Therefore, the purpose of this study was to investigate the effects of combined training (aerobic-resistance) on blood sugar and lipid profile in women with type 2 diabetes.

**Methods:** The present study was a case-control cross-sectional one. Twenty-eight female patients with type 2 diabetic and body mass index of 25 to 30 kilograms per square meter and levels of HbA1c $\geq$ 6/5% were selected voluntarily and were randomly divided into case group (n = 14) and control group (n = 14) based on hemoglobin A1c. The case group performed aerobic and resistance training for eight weeks. They performed Aerobic exercise three times a week, followed by two sessions of resistance exercise. The control group did not participate in any regular exercise activity. Blood samples were collected and the data were processed using SPSS $_{20}$ Software.

**Results:** The results showed that eight weeks of combined training reduced body mass index, body fat percentage, blood glucose, insulin resistance, hemoglobin A1c and lipid profile in case group in comparison with those in control group ($P < 0.05$). However, there was no significant change in WHR, insulin and HDL-C levels ($P > 0.05$).

**Conclusion:** The results of this study revealed that combined Training (aerobic-resistance) can play a positive role in managing blood glucose and lipid profiles in type 2 diabetes.

**Keywords:** Insulin resistance, lipid profile, type 2 diabetes, combined training

**Article Info**

Received: Apr. 09, 2017
Accepted: Sep. 18, 2017

***Corresponding Author:**

**Ebrahim Banitalebi**

Department Exercise Physiology, Faculty of Letters and Humanities, University of Shahrekord, Shahrekord, Iran.

**Tel:** 09134800649

**Email:**
Sa_nasiri@ymail.com

**Vancouver referencing:**
Nasiri S, Banitalebi E , Faramarzi M, Rabiei V. Study of blood sugar and lipid profile changes after eight weeks of combined training in women with type 2 diabetes. *Journal of Jiroft University of Medical Sciences* 2017; 3(2): 114-24.

## مقدمه

در دنیا شیوع چاقی و دیابت به مرحله هشدار رسیده و ارتباط میان آن‌ها به‌خوبی شناخته شده است. چاقی یک فاکتور خطر برای دیابت نوع ۲ بوده و بر بهبود و درمان دیابت اثر منفی معنی‌داری دارد. در ایران نیز به دلیل تغییر در شیوه زندگی و الگوی تغذیه ای شیوع چاقی افزایش چشمگیری داشته و این معضل در شهروندان بزرگسال ۴۰ درصد گزارش شده است (۳, ۴). نتایج بررسی‌های ملی حاکی از این است که ۳۴٪ زنان و ۱۰٪ مردان دارای چاقی شکمی هستند و شیوع چاقی در زنان درصد بیشتری داشته است (۵). دیابت یک بیماری متابولیکی است که با افزایش سطح قند خون و در اثر کمبود یا نبود انسولین و یا اختلال عملکردی انسولین به وجود می‌آید (۶). براساس تخمین‌های زده شده حدود ۵ تا ۸ درصد افراد بزرگسال دنیا به دیابت مبتلا هستند. فدراسیون بین‌المللی دیابت پیش‌بینی می‌کند تعداد افراد مبتلابه دیابت نوع ۲ تا سال ۲۰۳۰ به ۴۳۸ میلیون نفر برسد و در صورت عدم درمان، این بیماری می‌تواند منجر به کوری، بیماری کلیوی و قلبی، سکته مغزی، قطع پا و کاهش امید به زندگی در بیماران شود (۶). هموگلوبین $A_1C$ اشاره به هموگلوبین گلیکوزیله ($A_1C$) می‌کند، که میانگین غلظت گلوکز پلاسما را مشخص می‌کند که هر چقدر میزان قند خون شما در طول ۳-۲ ماه گذشته بالاتر از مقدار طبیعی باشد، درصد هموگلوبین $A_1c$ نیز بیشتر خواهد بود. بنابراین هدف از درمان موفق دیابت، رساندن مقدار هموگلوبین $A_1c$ به کمتر از ۷ درصد است (۷). کاهش سطح هموگلوبین $A_1c$ فواید بسیاری در کاهش عوارض قلبی عروقی دارد (۸). با توجه به تحقیقات صورت گرفته در ارتباط با هموگلوبین $A_1c$، هر ۱٪ افزایش در هموگلوبین $A_1c$ برابر است با افزایش ۱۸٪ بیماری های رگی-مغزی و هر ۱٪ کاهش آن با کاهش ۳۷٪ خطر ابتلا به عوارض میکرووسکولار و کاهش ۲۰٪ عوارض ماکرووسکولار همراه است (۹).

مطالعات پیشین نشان داده‌اند که فعالیت بدنی منظم، قند خون را در بیماران مبتلا به دیابت کاهش می‌دهد و شروع دیابت را به تأخیر می‌اندازد و اثرات مثبتی بر سطح چربی و فشارخون و بیماری‌های قلبی-عروقی و کیفیت زندگی دارد. تأثیر فعالیت بدنی بر متابولیسم چربی‌ها با افزایش حساسیت انسولینی و لیپوپروتئین کلسترول با تراکم بالا [1]، کاهش تری گلیسیرید (TG) و لیپوپروتئین کلسترول با تراکم کم [2]به بهبود متابولیسم چربی و گلوکز منجر می‌شود (۱۰, ۱۱). کاهش ٪۶۰ خطر توسعه دیابت در افراد مبتلا به اختلال عدم تحمل گلوکز با انجام تمرینات ورزشی گزارش شده است (۱۲). تحقیقات مختلف اثرات مجزا و ترکیبی دو نوع تمرین هوازی و مقاومتی را در بیماران مبتلابه دیابت نوع ۲ بررسی و مزایای سودمند هر دو نوع تمرین را در کنترل قند خون گزارش کردند. تمرین متوسط هوازی با افزایش بیان سطح انتقال‌دهنده گلوکز به درون سلول عضلانی(GLUT4[3]) منجر به تعدیل عمل انسولین در هر فیبر عضلانی بدون افزایش اندازه آن می‌شود (۱۱, ۱۳). در مقابل کاهش بیشتر گلوکز خون در پاسخ به تمرین مقاومتی با حجم بالا و شدید، با افزایش اندازه فیبر عضلانی مشاهده شده است (۱۱, ۱۴). تمرین ترکیبی می‌تواند اثرات مضاعف ناشی از مکانیسم‌های جبرانی هر دو نوع ورزش را اعمال کند و ترکیب هر دو نوع تمرین دو بار در هفته برای بهبود کنترل گلیسمی مؤثر است (۱۵).

در ارتباط با تأثیر تمرینات ترکیبی، شوینکل و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی تأثیر روش‌های مختلف تمرینی پرداختند و مؤثرترین ورزش در بر تغییرات هموگلوبین$A_1c$ ، گلوکز ناشتا (FG)، HDL، TG و فشارخون دیاستول (DBP )، تمرینات

[1] High Density Lipoprotein-Cholesterol(HDL-C)
[2] low Density Lipoprotein-Cholesterol (LDL-C)
[3] Glucose Transporter 4

ترکیبی یافتند (۱۶). در تحقیق دیگری صمدیان و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی پرداختند، میزان هموگلوبین $A_{1C}$ و گلوکز ناشتا و مقاومت به انسولین کاهش معنی‌داری داشت ولی میزان انسولین تغییر معنی‌داری نکرد (۷).

در سال‌های اخیر توجه زیادی به ورزش به‌عنوان یک استراتژی شخصی‌سازی[4] شده است. در این رویکردها چنین فرض شده است که پاسخ‌های ویژه به یک مداخله ورزشی باید در سطح افراد و گروه کنکاش شود و در پاسخ‌های تمرینی باید منابع تنوع‌پذیری در پاسخ به تمرین و مداخلات ورزشی بین افراد بررسی گردد(۱۷). در مطالعه حاضر، ما به بررسی تأثیر تمرین ترکیبی شخصی‌سازی شده بر کنترل قندخون و پروفایل لیپیدی در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ پرداخته‌ایم.

## روش کار

این پژوهش به لحاظ هدف کاربردی و به لحاظ شیوه گردآوری داده‌ها نیمه‌تجربی است. پس از هماهنگی‌های اولیه با مراکز انجمن دیابت و اطلاعیه‌هایی که در سطح شهرستان شهرکرد برای اطلاع‌رسانی پخش گردید؛ از میان تمام زنان مبتلا به دیابت نوع ۲، ۳۴ زن با دامنه سنی ۴۵ تا ۶۰ سال و قند خون ناشتای بالاتر از ۱۲۶ میلی‌گرم بر دسی لیتر (طبق شاخص‌های انجمن دیابت آمریکا) (۱۸, ۱۹) که دارای هموگلوبین $A_{1C}$ بالاتر و مساوی ۶/۵ درصد (طبق شاخص‌های انجمن دیابت آمریکا) و شاخص توده بدنی ۲۵ تا ۳۰ کیلوگرم بر مترمربع بودند؛ انتخاب شدند. سپس آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه، پرسشنامه سابقه پزشکی، پرسش‌نامه آمادگی برای شروع فعالیت بدنی را تکمیل نموده و همچنین عدم سابقه هیچ‌گونه بیماری قلبی عروقی، مفصلی و عصبی عضلانی، زخم پای دیابتی و نفروپاتی نیز به عنوان معیارهای ورود به مطالعه کنترل گردید. همچنین طی یک جلسه داوطلبان با نوع طرح، اهداف و روش اجرای آن به‌طور شفاهی آشنا شدند و به داوطلبان اطمینان داده شد که اطلاعات دریافتی از آن‌ها کاملاً محرمانه خواهد ماند.

در پایان ۲۸ نفر از آزمودنی‌ها موفق به اتمام دوره تحقیق شدند و ۶ نفر به علت بیماری و عدم شرکت در تمرین حذف شدند. دوره تمرینی حاضر، طی هشت هفته به طول انجامید (طبق جدول ۱). گروه تمرینی ترکیبی برای سه جلسه در هفته تمرین استقامتی و دو جلسه در هفته تمرین قدرتی انجام دادند. به این صورت که در ابتدا برنامه تمرین استقامتی انجام شد و پس از ۵ دقیقه استراحت برنامه تمرین قدرتی انجام گرفت (۲۰). به‌منظور شخصی‌سازی کردن تمرین، چنانچه فرد می‌توانست در یک جلسه، سه بار موردنظر از حرکات تمرین قدرتی را با هشت تکرار بیشتر، یعنی ۲۰ تکرار تمام کند، به‌اندازه ۲/۵ تا ۵ کیلوگرم به وزنه موردنظر اضافه می‌شد (۲۰). حرکات در بخش قدرتی شامل لت پشت، جلو بازو، قایقی، باترفلای، جلوران و کرانچ بود. در تمرین هوازی، چنانچه دو جلسه پیاپی تمرین با همان شدت توصیه‌شده انجام می‌شد، ۱۰-۵ درصد بر میزان درصد ضربان قلبی که فعالیت در آن انجام می‌گرفت، اضافه می‌شد (۲۲,۲۱). آزمودنی‌ها در دو مرحله، پیش از شروع تمرین و پس از هشت هفته در محل کلینیک حاضر شده، وزن (با دقت ۰/۱ کیلوگرم)، قد و شاخص توده بدن، دور کمر و دور باسن (با دقت ۰/۱ سانتی‌متر) اندازه‌گیری شد. سنجش‌های آنتروپومتریکی بعد از درآوردن کفش‌ها و پوشیدن لباس سبک انجام گرفت. دور کمر با استفاده از متر نواری غیر قابل ارتجاع با دقت ۱ سانتیمتر در ناحیه ناف و در حالی که عضلات شکم منقبض نباشند، اندازه‌گیری شد. با استفاده از کالیپر هارپندن (دقت اندازه‌گیری ۰/۱ میلی‌متر) ضخامت چربی زیرپوستی با روش سه‌نقطه‌ای اندازه‌گیری شد. ضخامت چربی هر نقطه سه مرتبه به‌صورت چرخشی اندازه‌گیری شد و میانگین آن در فرمول استفاده گردید (۲۳).

چگالی بدن = ۱/۰۹۹۴۹۲۱ − ۰/۰۰۰۱۳۹۲(سن) − ۰/۰۰۰۰۰۲۳($x^2$) + ۰/۰۰۰۹۹۲۹(x)

[4] Personalized Medicine

۱۰۰ ÷ (۴/۵ – چگالی بدن÷ ۴/۹۵) =( BF درصد) درصد چربی

X= مجموعه ضخامت چربی زیرپوستی سه‌نقطه ران، فوق خاصره و سه سر بازو برحسب میلی‌متر است.

۲۴ ساعت قبل از شروع تمرینات و ۴۸ ساعت بعد از اتمام آخرین جلسه تمرینی ۱۰ میلی‌لیتر نمونه خونی در حالت نشسته از ورید بازویی توسط متخصص آزمایشگاه و در شرایط یکسان از افراد گرفته شد. برای جداسازی سرم از دستگاه سانتریفیوژ Hitchi ساخت آلمان استفاده شد (زمان ۱۰ دقیقه و سرعت ۲۵۰۰ دور در دقیقه). سطح گلوکز سرمی به روش ELISA با استفاده از کیت Pars ساخت کشور ایران اندازه‌گیری شد. سطح انسولین سرمی به روش ELISA با استفاده از کیت Diaplus ساخت کشور آمریکا اندازه‌گیری شد. هموگلوبین گلیکوزیله با روش HPLC، کیت کروماتوگرافی ستون ( ساخت کشور فرانسه )و توسط دستگاه آنالایزر هموگلوبین گلیکوزیله آزمایشگاهی (ساخت آلمان )اندازه‌گیری شد. پروفایل لیپیدی با روش اتوآنالایزر و دستگاه سینوا ( ساخت کشور چین ) سنجیده شد.هم‌چنین برای محاسبه شاخص مقاومت به انسولین از فرمول زیر استفاده گردید.

HOMA-IR = (انسولین ناشتا سرم (میلی واحد بر میلی‌لیتر) × گلوکز ناشتا سرم (میلی‌گرم بر دسی لیتر)( ۲۲/۵×۱۸) ÷

داده‌های پژوهشی به کمک نرم‌افزار $SPSS_{20}$ مورد پردازش قرار گرفت. جهت نشان دادن شاخص‌های گرایش مرکزی و پراکندگی از آمار توصیفی استفاده شد. پس از تایید توزیع نرمال داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو–ویلک، از آزمون تی همبسته و مستقل برای بررسی تغییرات درون‌گروهی از پیش‌آزمون به پس‌آزمون و تفاوت‌های بین گروهی برای بررسی تغییرات فاکتورهای موردنظر استفاده شد. سطح معنی‌داری آزمون‌های آماری در سطح ۰/۰۵ تعریف شد.

**جدول ۱:** گروه تمرین ترکیبی

| هفته | تمرین مقاومتی | | | | | | تمرین هوازی | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ست | تکرار | استراحت بین هرست (دقیقه) | وزنه (1RM%) | تعداد جلسه در هفته | مدت (دقیقه/روز) | شدت (MHR٪) | تکرار (روز/هفته) |
| آشناسازی (هفته اول) | ۱ | ۱۵ | ۳-۲ | ۱۵ | ۲ | ۱۵ | ۶۰ | ۳ |
| آشناسازی (هفته دوم) | ۲ | ۱۵ | ۳-۲ | ۱۵ | ۲ | ۲۰ | ۶۰ | ۳ |
| اول–دوم | ۳ | ۱۲ | ۳-۲ | ۱۲ | ۲ | ۲۵ | ۷۰ | ۳ |
| سوم–چهارم | ۳ | ۱۲ | ۳-۲ | ۱۲ | ۲ | ۳۰ | ۷۰ | ۳ |
| پنجم–ششم | ۳ | ۱۲ | ۳-۲ | ۱۲ | ۲ | ۳۰ | ۷۰ | ۳ |
| هفتم–هشتم | ۳ | ۱۰ | ۳-۲ | ۱۰ | ۲ | ۳۰ | ۷۰ | ۳ |

*1RM: One Maximum Repetition–یک تکرار بیشینه

*MHR: Maximum heart rate – حداکثر ضربان قلب

## یافته ها

اطلاعات توصیفی مربوط به سن، طول دوره بیماری، شاخص توده بدن و چربی بدن آزمودنی‌ها آورده شده است. نتایج آزمون t مستقل نشان داد که هر دو گروه در پیش‌آزمون، در تمام متغیرهای آنتروپومتریکی و بیوشیمیایی تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۲). بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از آزمون t همبسته (جدول ۳)، شاخص توده بدن، چربی بدن در گروه تمرین کاهش معنی‌داری داشت. هم‌چنین متغیر های گلوکز، مقاومت به انسولین و $HbA_{1c}$ و تری گلیسرید، کلسترول، LDL-C کاهش یافتند که ازنظر آماری معنی‌دار بود($P<0/05$). تغییرات HDL-C، انسولین و WHR معنی‌دار نبود. گروه کنترل در هیچ یک از متغیرهای موردنظر تغییر معنی‌داری نداشت. نتایج آزمون t مستقل در نتایج بین گروهی در پس‌آزمون، به‌جز متغیرهای HDL-C، انسولین و WHR تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۳).

**جدول ۲:** مشخصات فردی آزمودنی‌ها در وضعیت پایه

| متغیر | گروه کنترل (۱۴ نفر) | گروه تجربی (۱۴ نفر) |
|---|---|---|
| سن (سال) | ۵۵/۷۱ ± ۶/۴۰ | ۵۴/۱۴ ± ۵/۴۳ |
| مدت‌زمان تشخیص دیابت (سال) | ۹/۸۵ ± ۶/۳۹ | ۹/۰۷ ± ۵/۲۶ |
| شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع) | ۲۹/۷۰ ± ۴/۱۷ | ۳۰/۵۷ ± ۲/۹۷ |
| چربی بدن (درصد) | ۴۲/۶۴ ± ۴/۹۵ | ۴۲/۵۷ ± ۲/۱۷ |
| نسبت دور کمر به دور لگن (WHR) | ۱/۰۱ ± ۰/۱۸ | ۱/۰۳ ± ۰/۱۹ |
| انسولین ناشتا (میکرو واحد بر میلی‌لیتر) | ۹/۵۴ ± ۴/۰۴ | ۱۰/۳۷ ± ۵/۳۵ |
| گلوکز ناشتا (میلی‌گرم بر دسی لیتر) | ۲۰۰/۸۵ ± ۴۶/۸۸ | ۲۱۴/۶۴ ± ۲۷/۶۷ |
| HOMA-IR مقاومت به انسولین | ۴/۶۸ ± ۱/۴۲ | ۶/۹۷ ± ۲/۲۰ |
| (HbA1c) هموگلوبین گلیکوزیله | ۹/۱۰ ± ۰/۵۱ | ۹/۴۹ ± ۰/۸۵ |
| TC(میلی‌گرم بر دسی لیتر) | ۱۸۶/۸۶ ± ۵۰/۵۳ | ۱۶۱/۵۷ ± ۳۷/۹۲ |
| TG (میلی‌گرم بر دسی لیتر) | ۱۴۹/۲۱ ± ۷۴/۷۲ | ۱۵۹/۰۷ ± ۲۸/۶۴ |
| HDL-C (میلی‌گرم بر دسی لیتر) | ۵۴/۵۰ ± ۴/۴۸ | ۵۰/۸۶ ± ۵/۸۲ |
| LDL-C(میلی‌گرم بر دسی لیتر) | ۹۱/۵۷ ± ۲۲/۰۹ | ۸۱/۵۷ ± ۲۵/۱۵ |

*نتایج آزمون نمونه‌های تی مستقل (سطح معنی‌داری $p<0/05$)، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

**اطلاعات به‌صورت میانگین± انحراف استاندارد نشان داده‌شده‌اند.

**جدول ۳:** نتایج آماری متغیرهای آنتروپومتریکی و بیوشیمیایی در گروه تجربی و کنترل در پیش و پس‌آزمون

| متغیر | | پس‌آزمون M±SD | P درون‌گروهی | P بین گروهی |
|---|---|---|---|---|
| شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع) | کنترل | ۲۹/۹۷±۳/۹۱ | ۰/۲۵۳ | ≠۰/۰۳۱ |
| | تمرین | ۲۸/۳۶ ± ۳/۴۱ | *۰/۰۰۵ | |
| چربی بدن (درصد) | کنترل | ۴۴/۵۰±۲/۱۷ | ۰/۱۴۳ | ≠۰/۰۰۶ |
| | تمرین | ۴۰/۱۴ ± ۳/۹۵ | *۰/۰۲۲ | |
| نسبت دور کمر به دور لگن (WHR) | کنترل | ۰/۹۷±۰/۰۶ | ۰/۳۷۴ | ۰/۶۹ |
| | تمرین | ۰/۹۶ ± ۰/۰۸ | ۰/۲۰۲ | |
| انسولین ناشتا (میکرو واحد بر میلی‌لیتر) | کنترل | ۹/۱۶±۳/۷۴ | ۰/۳۹۶ | ۰/۸۸ |
| | تمرین | ۸/۸۲± ۲/۵۹ | ۰/۲۶۳ | |
| گلوکز ناشتا (میلی‌گرم بر دسی لیتر) | کنترل | ۱۹۰/۵۰±۵۹/۷۱ | ۰/۳۲۰ | ≠۰/۰۰۸ |
| | تمرین | ۱۶۳/۸۶ ± ۷۱/۴۷ | *۰/۰۵۰ | |
| HOMA-IR مقاومت به انسولین | کنترل | ۴/۹۰±۱/۴۶ | ۰/۲۷۲ | ≠۰/۰۴۰ |
| | تمرین | ۵/۳۰ ± ۱/۲۰ | *۰/۰۰۲ | |
| (HbA1c) هموگلوبین گلیکوزیله | کنترل | ۹/۱۲±۱/۴۱ | ۰/۹۵۴ | ≠۰/۰۱۱ |
| | تمرین | ۷/۸۳ ± ۱/۰۴ | *۰/۰۰۱ | |
| TC(میلی‌گرم بر دسی لیتر) | کنترل | ۱۷۱/۳۶±۵۳/۳۶ | ۰/۱۸۷ | ≠۰/۰۰۱ |
| | تمرین | ۱۰۸/۵۷ ± ۲۰/۶۰ | *۰/۰۰۱ | |
| TG (میلی‌گرم بر دسی لیتر) | کنترل | ۱۶۵/۱۴±۶۲/۱۹ | ۰/۱۱۷ | ≠۰/۰۳۳ |
| | تمرین | ۱۳۵/۰۷ ± ۴۵/۸۶ | *۰/۰۵ | |
| LDL-C(میلی‌گرم بر دسی لیتر) | کنترل | ۹۵/۰۰±۲۵/۰۳ | ۰/۱۴۰ | ≠۰/۰۴۰ |
| | تمرین | ۷۱/۷۱± ۱۷/۳۶ | *۰/۰۵ | |
| HDL-C (میلی‌گرم بر دسی لیتر) | کنترل | ۵۲/۸۶±۴/۷۰ | ۰/۱۱۶ | ۰/۳۵ |
| | تمرین | ۵۰/۴۳ ± ۸/۳۷ | ۰/۷۷۴ | |

*نتایج آزمون تی نمونه‌های وابسته در هر گروه (تفاوت معنی‌دار هر گروه قبل و بعد از ۸ هفته) (سطح معنی‌داری ۰/۰۵>p).

≠نتایج آزمون تی نمونه‌های مستقل (تفاوت گروه تجربی نسبت به کنترل) (سطح معنی‌داری ۰/۰۵>p).

## بحث

فعالیت بدنی می‌تواند نقش کاملاً مستقلی را در جلوگیری و به تأخیر انداختن زمان شروع دیابت نوع دو داشته باشد. تمرینات ورزشی هوازی و مقاومتی نیز جز این تمرینات محسوب می شوند، اما مطالعات محدودی در مورد اثر ترکیب این دو نوع تمرین به صورت شخصی‌سازی شده بر دیابت نوع ۲ صورت گرفته است؛ که در تحقیق حاضر به بررسی تأثیر این نوع تمرین ترکیبی پرداختیم. در تحقیق حاضر کاهش معنی‌داری در میزان هموگلوبین $A_1C$ مشاهده شد که با نتیجه تحقیق یاوری و همکاران همسو و با نتیجه تحقیق قربانی و همکاران ناهمسو بود (۲۴ , ۲۵). غلظت هموگلوبین $A_1C$ به غلظت گلوکز در خون و طول عمر گلبول قرمز وابسته است.

از آنجا که گلبول های قرمز حدود ۱۲۰ روز در گردش خون وجود دارند، هموگلوبین $A_{1c}$ نشان‌دهنده غلظت گلوکز کل برای ۱۲-۸ هفته است (۲۶). به‌طورکلی، افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ دارای سطوح بالا هموگلوبین $A_{1c}$ هستند که می‌تواند در اکسیژن‌رسانی به بافت‌ها تأثیر منفی بگذارد (۲۷). فعالیت ورزشی باعث بهبود در مصرف اکسیژن و پارامترهای قندخون می‌شود که می‌تواند بازتابی از کاهش گلوکز خون و هموگلوبین $A_{1c}$ باشد (۲۸). چرچ و همکاران در مطالعه خود به بررسی تأثیر دو نوع تمرین هوازی و مقاومتی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که ترکیب این دو نوع تمرین در کاهش هموگلوبین $A_{1c}$ بهتر از هر نوع تمرین به تنهایی است (۲۹). یاوری و همکاران نیز بیان کرده‌اند که کاهش مشاهده شده در مقادیر $A_{1c}$ حاصل جمع آن در تمرین هوازی و مقاومتی است که اثرات فزاینده تمرین ترکیبی در کنترل قندخون را بیان می‌کند و از سویی دیگر می‌توان این افزایش را به مدت‌زمان طولانی تمرین نسبت داد (۲۴).

در مطالعه حاضر میزان قند خون و مقاومت به انسولین بعد از هشت هفته تمرین ترکیبی کاهش معنی‌دار یافت اما میزان انسولین تغییر معنی‌داری نداشت؛ که کاهش قند در تحقیق ما با نتایج تحقیق مایورانا و همکاران (۲)، بلداچی و همکاران (۳۰)، کاف و همکاران همخوانی داشت (۳۱). در تحقیق کاف و همکاران بهبود در مقاومت به انسولین به بهبود در شاخص توده بدن نسبت داده شده است. در افراد دیابتی اختلال در برداشت گلوکز معمولاً ناشی از اختلال در عملکرد پروتئین GLUT4 یا اختلال در سیگنال‌های انسولین است (۳۲). عضلات اسکلتی در حال انقباض، توانایی زیادی در برداشت گلوکز خون دارند. با انجام تمرینات منظم محتوی GLUT4 درون‌سلولی افزایش می‌یابد. درواقع انقباض عضلانی دارای نقش شبه انسولینی بوده و مقدار زیادی گلوکز را درون سلول می‌فرستد تا صرف تولید انرژی گردد و با کاهش گلوکز سرم، میزان قند خون کاهش می‌یابد (۳۳).

شایع‌ترین اختلال لیپید در دیابت نوع ۲ تری‌گلیسیرید خون و کم بودن HDL است که از عوامل خطر تشخیصی سندروم متابولیک است و یکی از مهم‌ترین عوامل ابتلای این بیماران به بیماری‌های عروقی است (۳۵,۳۴) در یک بررسی بر روی افراد دیابتی مشاهده شد که کاهش دریافت غذایی و انجام فعالیت هوازی باعث کاهش تری‌گلیسیرید و کلسترول LDL- و افزایش کلسترول HDL- می‌شود. به‌طورکلی مداخلات روش زندگی که با کاهش ۵ کیلوگرمی وزن بدن همراه است، به بهبود نیم‌رخ چربی خون منجر می‌شود (۳۶). نتایج تحقیق ما کاهش معنی‌دار TG، LDL و کلسترول را نشان داد و میزان HDL تغییر معنی‌داری نداشت؛ که با نتایج تحقیق بلداچی و همکاران در تضاد بود چرا که در مطالعه آن‌ها تغییرات معنی‌داری را در مقادیر لیپید پلاسما براثر ورزش نشان ندادند (۹). برخی از محققین معتقدند که کاهش وزن منجر به کاهش تری گلیسیرید و کلسترول در افراد دیابتی می‌شود که در تحقیق حاضر کاهش وزن معنی‌دار بوده، امّا برخی دیگر از محققین تغییرات نیمرخ لیپیدی را مستقل از وزن می‌دانند. در کل مدت و تعداد تمرینات و کاهش چربی های اشباع و هم‌چنین کاهش وزن بر تغییرات لیپید تأثیرگذار است (۳۷). متغیرهای آنتروپومتریکی (وزن، درصد چربی و BMI) در گروه ترکیبی کاهش یافته بود؛ که کاهش وزن با نتایج مطالعه کادوگلو و همکاران (۱) و با نتایج مطالعه میورانا و همکاران (۲) با اجرای هشت هفته تمرین ترکیبی همخوانی داشت. آن‌ها تأثیر بیشتر تمرینات ترکیبی بر توده عضلانی را بیان کرده‌اند. بهبود در سطح متغیرهای آنتروپومتریکی در مطالعه حاضر را می‌توان به بخش ساز وکار جبرانی تمرینات هوازی در تمرینات ترکیبی اختصاص داد. چاقی مهم‌ترین عامل پیشرفت مقاومت به انسولین است و کاهش درصد چربی می‌تواند سبب بهبود در حساسیت انسولین شود که از اهداف آغازین فرایند درمان است (۳۸,۳۲). کنترل عوامل وراثتی یا دیگر فاکتورهای مستقل از دیابت را می توان به عنوان یکی ز

محدودیت‌های این مطالعه ذکر کرد که از عهده محقق خارج بود اما ممکن است اثرگذار باشد. در تحقیق حاضر درصد چربی آزمودنی ها در گروه تمرینی کاهش داشت، کاهش درصد چربی با کم کردن تولید گلوکز کبدی، افزایش ترشح انسولین از پانکراس و کاهش مقاومت به انسولین را منجر می‌شود (۳۲).البته شاید بتوان گفت که کاهش درصد چربی آزمودنی‌ها منجر به تغییرات معنی‌دار در انسولین و بهبود انسولین شده است.

## نتیجه‌گیری

اجرای هشت هفته تمرین ترکیبی (هوازی-مقاومتی) بر کنترل مقاومت به انسولین و پروفایل لیپیدی زنان دیابتی نوع ۲ تأثیرگذار است.

## تقدیر و تشکر

این مقاله حاصل کار پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد در دانشگاه شهرکرد با کد اخلاق IR.SKU.REC.1393.105 میباشد. از کلیه عوامل کلینیک حرکت‌درمانی پارس و شرکت‌کنندگان که مارا در انجام این پژوهش یاری کردند تشکر می نماییم.

## *References*

1. Kadoglou NP, Iliadis F, Liapis CD, Perrea D, Angelopoulou N, Alevizos M. Beneficial effects of combined treatment with rosiglitazone and exercise on cardiovascular risk factors in patients with type 2 diabetes. Diabetes Care. 2007;30(9):2242-4.
2. 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 Research and Clinical Practice. 2002;56(2):115-23.
3. Obesity: preventing and managing the global epidemic, Report of a WHO Consultation. Geneva, Switzerland: World Health Organization:1997.
4. Mirzazadeh A, Sadeghirad B, Haghdoost A, Bahreini F, Kermani MR. The prevalence of obesity in Iran in recent decade; a systematic review and meta-analysis study. Iranian Journal of Public Health. 2009;38(3):1-11. (In Persian)
5. Hosseini Esfahani F, Mirmiran P, Djazayeri S, Mehrabi Y, Azizi F. Change in food patterns and its relation to alterations in central adiposity in tehranian of district 13 adults. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism. 2008;10(4):299-312. (In Persian)
6. Rawal LB, Tapp RJ, Williams ED, Chan C, Yasin S, Oldenburg B. Prevention of type 2 diabetes and its complications in developing countries: a review. International Journal of Behavioral Medicine. 2012;19(2):121-33.
7. Samadiyan z. Tofighi A. Mehdizadeh A. Effect of 12 weeks of combined aerobic training on serum resistin levels and glycemic indices in postmenopausal women with type 2 diabetes mellitus. Iranian Journal of Diabetes and Metabolism. 2013; 12 (6): 524-33. (In Persian)
8. Rizos E, Mikhailidis D. Glycated Haemoglobin: A predictor of vascular risks? International Journal of Diabetes and Metabolism. 2000;9:3-9.
9. Sigal RJ, Kenny GP, Boulé NG, Wells GA, Prud'homme D, Fortier M, et al. Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetesa randomized trial. Annals of Internal Medicine. 2007;147(6):357-69.
10. Egan A, Mahmood W, Fenton R, Redziniak N, Tun TK, Sreenan S, et al. Barriers to exercise in obese patients with type 2 diabetes. QJM: An International Journal of Medicine. 2013;106(7):635-8.
11. Mayer-Davis EJ, D'Agostino Jr R, Karter AJ, Haffner SM, Rewers MJ, Saad M, et al. Intensity and amount of physical activity in relation to insulin sensitivity: the Insulin Resistance Atherosclerosis Study. Jama. 1998;279(9):669-74.
12. Tuomilehto J, Lindström J, Eriksson JG, Valle TT, Hämäläinen H, Ilanne-Parikka P, et al. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. New England Journal of Medicine. 2001;344(18):1343-50.

13. Terada S, Yokozeki T, Kawanaka K, Ogawa K, Higuchi M, Ezaki O, et al. Effects of high-intensity swimming training on GLUT-4 and glucose transport activity in rat skeletal muscle. Journal of Applied Physiology. 2001;90(6):2019-24.
14. Black LE, Swan PD, Alvar BA. Effects of intensity and volume on insulin sensitivity during acute bouts of resistance training. The Journal of Strength and Conditioning Research. 2010;24(4):1109-16.
15. Eves ND, Plotnikoff RC. Resistance training and type 2 diabetes. Diabetes Care. 2006;29(8):1933-41.
16. 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. Diabetologia. 2014;57(9):1789-97.
17. Saremi A . Sporting Exercises and Diabetes Mellitus Type 2: A Review on Evidences. Journal of Cell and Tissue. 2011; 2(3):171-81 .(In Persian)
18. Revdal A. Low-volume interval training improves cardiovascular risk factors in type 2 diabetes: A randomized controlled trial [Thesis]. NTNU:Revdal Anders;2014.
19. Mannarino M, Tonelli M, Allan GM. Screening and diagnosis of type 2 diabetes with HbA1c. Canadian Family Physician. 2013;59(1):42.
20. Larose J, Sigal R, Khandwala F, Kenny G. Comparison of strength development with resistance training and combined exercise training in type 2 diabetes. Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports. 2012;22(4):e45-54.
21. Davis JN, Tung A, Chak SS, Ventura EE, Byrd-Williams CE, Alexander KE, et al. Aerobic and strength training reduces adiposity in overweight Latina adolescents. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2009;41(7):1494-503.
22. Karavirta L, Häkkinen K, Kauhanen A, Arija-Blázquez A, Sillanpää E, Rinkinen N, et al. Individual responses to combined endurance and strength training in older adults. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2011;43(3):484-90.
23. Hansen D, Dendale P, Jonkers R, Beelen M, Manders R, Corluy L, et al. Continuous low-to moderate-intensity exercise training is as effective as moderate-to high-intensity exercise training at lowering blood HbA1c in obese type 2 diabetes patients. Diabetologia. 2009;52(9):1789-97.
24. Yavari A, Najafipoor f, Asgarzadeh A, Niafar M, Mobasseri M, Nikookheslat S. Effect of aerobic exercise, resistance training or combined training on glycemic control and cardiovascular risk factors in patients with type 2 diabetic mellitus. Medical Journal of Tabriz University of Medical Sciences. 2011;33(4):82-91. (In Persian)
25. Ghorbani A, Ziaee A, Yazdi Z, Khoeyni MH, Khoshpanjeh M. Effects of short-term exercise program on blood glucose, lipids, and hba1c in type 2 diabetes. Iranian Journal of Diabetes and Obesity. 2012;4(1):19-25 . (In Persian)
26. Little RR, Sacks DB. HbA1c: how do we measure it and what does it mean? .Current Opinion in Endocrinology, Diabetes and Obesity. 2009;16(2):113-8.
27. Brownlee M, Cerami A. The biochemistry of the complications of diabetes mellitus. Annual Review of Biochemistry. 1981;50(1):385-432.
28. Boulé NG, Haddad E, Kenny GP, Wells GA, Sigal RJ. Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. Jama. 2001;286(10):1218-27.
29. 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.
30. Balducci S, Leonetti F, Di Mario U, Fallucca F. Is a long-term aerobic plus resistance training program feasible for and effective on metabolic profiles in type 2 diabetic patients?. Diabetes Care. 2004;27(3):841-2.
31. Cuff DJ, Meneilly GS, Martin A, Ignaszewski A, Tildesley HD, Frohlich JJ. Effective exercise modality to reduce insulin resistance in women with type 2 diabetes. Diabetes Care. 2003;26(11):2977-82.
32. Choi K, Kim Y-B. Molecular mechanism of insulin resistance in obesity and type 2 diabetes. The Korean Journal of Internal Medicine. 2010;25(2):119-29.
33. Behboudi L, Azarbayjani MA, Aghaalinejad H, Salavati M. Effects of aerobic exercise and whole body vibration on glycaemia control in type 2 diabetic males. Asian Journal of Sports Medicine. 2011;2(2):83-90.
34. Rolle MK. Metabolic syndrome and the associated risk factors in African-American, Caucasian and Mexican-American women ages 45-55[dissertation]. Howard University; 2008.
35. Cheung BM, Wat NM, Man Y, Tam S, Cheng C, Leung GM, et al. Relationship between the metabolic syndrome and the development of hypertension in the Hong Kong Cardiovascular Risk Factor Prevalence Study-2 (CRISPS2). American Journal of Hypertension. 2008;21(1):17-22.

36. Espeland M. Reduction in weight and cardiovascular disease risk factors in individuals with type 2 diabetes: one-year results of the look AHEAD trial. Diabetes Care. 2007.
37. Albright A, Franz M, Hornsby G, Kriska A, Marrero D, Ullrich I, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and type 2 diabetes. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2000;32(7):1345-60.
38. 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.