



# Effects of Two Exercise Modalities of Sprint Interval Training and Combined Training (Strength-Aerobic) on Serum Apelin Levels and Insulin Resistance in Females with Type 2 Diabetes

Samira Nasiri <sup>1</sup>, Ebrahim Banitalebi <sup>1,\*</sup>, Mohammad Faramarzi <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Sport Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

\* **Corresponding author:** Ebrahim Banitalebi, Department of Sport Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran. E-mail: banitalebi@lit.sku.ac.ir

**Received:** 01 Oct 2016

**Accepted:** 06 Sep 2017

## Abstract

**Introduction:** Exercise activity is an effective treatment tool for the management of patients with type 2 diabetes. The purpose of this study was to investigate the effects of 8 weeks of combined and Sprint Interval Training (SIT) on serum apelin levels and insulin resistance in females with type 2 diabetes.

**Methods:** Fifty-two overweight females with type 2 diabetes (aged 45 to 60 years old, BMI > 30) with HbA1C value of 6.5% were assessed for eligibility. Participants were assigned to the SIT group (n = 17), combined training group (n = 17), and control group (n = 18), according to HbA1c levels. The exercises included 12 weeks of combined training and SIT. To determine the differences between groups, a statistical analysis of covariance and a meaningful LSD test were used to determine the difference between the groups.

**Results:** Difference was significant for fasting blood glucose in the SIT groups ( $P < 0.001$ ). Serum insulin levels showed significant increases in the SIT ( $P < 0.001$ ) and Com ( $P = 0.001$ ). Changes in apelin were not significantly different within SIT and combined training groups ( $P = 0.13$  and  $P = 0.09$ , respectively). The data showed significant differences in insulin resistance index (HOMA-IR) in SIT ( $P < 0.001$ ) and Com ( $P = 0.008$ ). Furthermore, the ANCOVA test showed that there were no significant differences in fasting blood glucose concentrations ( $F = 1.853$ ,  $P = 0.171$ ) regarding apelin ( $F = 0.511$ ,  $P = 0.12$ ) yet, significant differences were seen between groups in insulin ( $F = 3.622$ ,  $P = 0.036$ ), and HOMA-IR ( $F = 5.511$ ,  $P = 0.008$ ).

**Conclusions:** Exercise training, independent of mode of training, is an effective training method to improve glycemic control in females with type 2 diabetes.

**Keywords:** SIT and Combined Training, Apelin, Type 2 Diabetes



## تأثیر دو شیوه تمرین تناوبی سرعتی و ترکیبی (قدرتی-هوازی) بر سطوح آپلین پلاسمایی و مقاومت به انسولین زنان دیابتی نوع ۲

سمیرا نصیری<sup>۱</sup>، ابراهیم بنی طالبی<sup>۱\*</sup>، محمد فرامرزی<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup> گروه علوم ورزشی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

\* نویسنده مسئول: ابراهیم بنی طالبی، گروه علوم ورزشی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران. ایمیل: banitalebi@lit.sku.ac.ir

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۶/۱۵

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۷/۱۰

### چکیده

**مقدمه:** فعالیت ورزشی ابزار درمانی موثری برای مدیریت بیماران دیابتی نوع ۲ است؛ هدف این پژوهش بررسی اثر هشت هفته تمرینات ترکیبی و تناوبی سرعتی شدید بر سطوح آپلین پلاسمایی و مقاومت به انسولین زنان دیابتی نوع ۲ است.

**روش کار:** ۵۲ زن دیابتی نوع ۲ دارای اضافه وزن (سن: ۴۵-۶۰ سال و شاخص توده بدنی  $< 30$ ) با سطوح  $HbA1c \geq 5/6\%$  به طور داوطلبانه انتخاب شدند و بر اساس مقادیر هموگلوبین A1c در سه گروه تمرین: SIT ( $n = 17$ ) و ترکیبی ( $n = 17$ ) و کنترل ( $n = 18$ ) قرار گرفتند. تمرینات شامل ۱۲ هفته تمرین ترکیبی و SIT بود. سطوح شاخص‌های هموگلوبین A1c و گلوکز ناشتا و انسولین اندازه‌گیری شد. جهت تعیین تفاوت‌های میان گروه‌ها از روش آماری تحلیل کوواریانس و در صورت معنی‌داری از آزمون LSD برای تعیین اختلاف بین گروه‌ها استفاده گردید.

**یافته‌ها:** کاهش معنی‌داری در میزان گلوکز ناشتا گروه SIT وجود داشت ( $P < 0/001$ ). میزان انسولین سرم گروه SIT و ترکیبی افزایش قابل توجهی یافت ( $P < 0/001$ ,  $P = 001/0$ ). میزان آپلین تغییرات معنی‌داری در گروه SIT و ترکیبی وجود نداشت ( $P = 0/13$ ,  $P = 09/0 = F$ ). نتایج تفاوت معنی‌داری را در شاخص مقاومت به انسولین (HOMA-IR) در گروه SIT ( $P < 0/001$ ) و ترکیبی ( $P = 0/001$ ) نشان داد. نتایج آزمون آنکوا تفاوت معنی‌داری در قندخون ناشتا ( $P = 0/171$ ,  $F = 853/1$ ) و آپلین ( $P = 0/12$ ,  $F = 511/0$ ) نشان نداد. اما تفاوت بین گروهی معنی‌داری در انسولین ( $P = 0/36$ ,  $F = 622/3$ ) و مقاومت به انسولین ( $P = 0/008$ ,  $F = 511/5$ ) مشاهده شد.

**نتیجه‌گیری:** تمرینات ورزشی مستقل از نوع و روش انجام می‌توانند اثرات مثبتی بر کنترل قندخون زنان دیابتی نوع ۲ داشته باشند.

**واژگان کلیدی:** تمرینات SIT و ترکیبی، آپلین، دیابت نوع ۲

تمامی حقوق نشر برای انجمن علمی پرستاری ایران محفوظ است.

### مقدمه

در چند دهه اخیر افزایش شیوع دیابت نوع ۲ در کشورهای در حال توسعه، تلاش‌هایی را برای کاهش عوارض قلبی عروقی دیابت نوع ۲ می‌طلبد (۱). ورزش بعنوان جزء مهم و جدایی‌ناپذیر برای مدیریت سلامتی در بیماران دیابتی نوع ۲ مد نظر است. در بیشتر بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ هدف از انجام فعالیت بدنی افزایش هزینه انرژی است (۲). انجمن دیابت آمریکا به افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ پیشنهاد می‌کند که تمرینات هوازی را ۱۵۰ دقیقه با شدت متوسط یا ۹۰ دقیقه با شدت بالا در هفته انجام دهند (۳). بیشتر افراد معتقدند که برای بالا بردن سلامتی قلبی عروقی و کاهش وزن، بهترین حالت تمرین و ورزش همان تمرینات تداومی با شدت متوسط است که اساساً نیازمند صرف زمان زیادی هستند. کمبود زمان و کاهش قند خون که در تمرینات تداومی دیده می‌شود از موانع مهم شرکت افراد دیابتی در

فعالیت ورزشی طولانی مدت است (۴). تحقیقات دیگری نشان داده‌اند که (SIT: Sprint Interval Training) که از پروتکل‌های (HIIT: High Intensity Interval Training) است، اثرات سودمندی در ارتباط با سلامت قلبی-متابولیکی در بیماران دیابتی نوع ۲ ایجاد می‌کند (۵). هنگامی که سلامت کلی فرد، فواید عملکردی و کمبود زمان برای افراد در نظر گرفته می‌شود، تمرینات SIT نسبت به تمرینات تداومی با شدت متوسط برتری پیدای می‌کند و معمولاً نتایج مطلوب‌تری را در زمان کوتاه‌تری حاصل کرده است و افرادی که قصد شرکت در فعالیت‌های ورزشی را دارند، نمی‌توانند کمبود زمان برای پرداختن به فعالیت ورزشی را در این گونه تمرینات، بهانه کنند (۵). به نظر می‌رسد برخی از پروتکل‌های SIT به‌ویژه تمرینات وینگیت (مثلاً ۴ و هله ۳۰ ثانیه با تلاش حداکثر) که به‌عنوان تمرین

تمام دوره تحقیق شدند و ۱۰ نفر به علت بیماری و عدم شرکت در تمرین حذف شدند. ۲۴ ساعت قبل از شروع تمرینات و ۴۸ ساعت بعد از اتمام آخرین جلسه تمرینی نمونه خونیدر شرایط یکسان از آن‌ها گرفته شد. حجم نمونه با ضریب اطمینان ۹۵ درصد، ضریب توان آزمون ۸۰ درصد، ۱۵ نفر در هر گروه طبق یافته‌های برخی مطالعات پیشین در این زمینه و فرمول در نظر گرفته شد. نمونه‌ها با استفاده از جدول اعداد تصادفی در ۳ گروه قرار گرفتند. دوره تمرینی حاضر، طی هشت هفته و هر هفته سه جلسه به طول انجامید. برنامه گروه ترکیبی طبق جدول ۱ انجام شد، گروه تمرینی ترکیبی دو جلسه در هفته تمرین مقاومتی با ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه و تمرین هوازی با ۶۰ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب و یک جلسه در هفته فقط تمرین هوازی انجام دادند (در مجموع سه جلسه در هفته).

گروه تمرینی ترکیبی در ابتدا برنامه تمرین قدرتی را انجام می‌دادند و پس از پنج دقیقه استراحت برنامه تمرین هوازی را انجام می‌دادند، به منظور شخصی‌سازی کردن تمرین، چنانچه شخص می‌توانست در یک جلسه، سه ست موردنظر در تمرین قدرتی را با هشت تکرار بیشتر، یعنی ۲۰ تکرار تمام کند، به اندازه ۲/۵ تا ۵ کیلوگرم به وزنه موردنظر اضافه می‌شد (۱۲). در تمرین هوازی چنانچه فرد دو جلسه پیاپی می‌توانست تمرین را با همان شدت توصیه شده انجام دهد ۵-۱۰ درصد بر میزان درصد ضربان قلبی که فعالیت در آن انجام می‌گرفت، اضافه می‌شد (۱۳، ۱۴). در گروه SIT تمرین اصلی شامل ۴-۱۰ تکرار آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای بر روی ارگومتر با تلاش حداکثر بود، افراد در این گروه یک فعالیت رکاب زنی در آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای با مقاومت معادل ۷/۵ درصد وزن بدن خود را انجام دادند. تعداد اجراهای تست وینگیت در طی هر هفته تمرینی افزایش پیدا کرد (۱۵) و چنانچه آزمودنی می‌توانست در دو جلسه متوالی سه تکرار را با سرعت و بار تعیین شده انجام دهد، ۱۰ درصد به مقدار بار اضافه شد. زمان ریکووری بین هر تکرار، چهار دقیقه استراحت غیر فعال در نظر گرفته شد. زمان کل فعالیت برای این شیوه تمرینی ۲۰ تا ۴۰ دقیقه در نظر گرفته شد (۱۶). گروه کنترل در هیچ فعالیت منظمی شرکت نداشتند. آزمودنی‌ها در دو مرحله، پیش از شروع پروتکل پژوهشی و پس از هشت هفته در محل کلینیک حاضر شده، وزن، قد و شاخص توده بدن آن‌ها اندازه‌گیری شد. برای برآورد حداکثر قدرت ابتدا آزمودنی با انتخاب وزنه‌های بسیار سبک خود را گرم کرده و سپس طبق برآورد خود آزمودنی وزنه‌ای انتخاب شد که آزمودنی بتواند حداقل یک‌بار و حداکثر ۱۰ بار آن را به صورت کامل و صحیح بلند کند. با جایگذاری مقدار وزنه و تعداد تکرارها در فرمول زیر، قدرت بیشینه آزمودنی در هر حرکت به دست آمد (۱۷).

سرعتی تناوبی SIT می‌باشند نزدیک به مداخلات تمرین مقاومتی است؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که از یک طرف SIT می‌تواند منجر به تحریک مکانیکی نسبتاً شدید گردد، در حالی که از طرف دیگر این نوع تمرین می‌تواند منجر به تحریک متابولیکی بالا گردد (۶). آپلین یک آدیپومایوکین مفید با خواص ضد چاقی و ضد دیابت است، که به عنوان یک تنظیم کننده هموستاز گلوکز شناخته شده است (۷). نشان داده شده است که ۸ هفته تمرین استقامتی بیان ژن آپلین عضلات را در افراد چاق تنظیم می‌کند، اما در پاسخ به ورزش هیچ تغییر در سطح آپلین پلاسما وجود ندارد (۸). کاداولگو همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که ۱۲ هفته تمرین هوازی سطح آپلین بیماران دیابتی نوع ۲ را افزایش می‌دهد (۹). بنابراین ما فرض کردیم که تمرینات ترکیبی و تمرینات با شدت بالا، می‌تواند اثرات مفیدی برای بیماران دیابتی تولید کند. بنابراین، هدف از این مطالعه، بررسی اثرات دو روش تمرینی مختلف SIT و ترکیبی (قدرتی و هوازی) بر سطوح آپلین و مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ بود تا شاید بتوان با استفاده از نتایج این تحقیق و سایر تحقیقات مشابه آن که توسط دیگر محققین صورت گرفته‌اند به پیشگیری و درمان بیماری دیابت نوع ۲ کمک کرد.

## روش کار

این تحقیق به لحاظ هدف کاربردی و به لحاظ شیوه گردآوری داده‌ها نیمه تجربی است که به شکل میدانی و آزمایشگاهی انجام شد. پس از هماهنگی‌های اولیه با مراکز انجمن دیابت و اطلاعیه‌هایی که در سطح شهرستان شهرکرد برای اطلاع‌رسانی پخش گردید، از افراد واجد شرایط برای شرکت در تحقیق دعوت به عمل آمد، که از بین افراد مراجعه کننده به کلینیک، ۵۲ زن دیابتی نوع ۲ با دامنه سنی ۴۵ تا ۶۰ سال و قند خون ناشتای بالاتر از ۱۲۶ میلی گرم بر دسی لیتر (طبق شاخص‌های انجمن دیابت آمریکا) (۱۰، ۱۱)، که دارای هموگلوبین A1c بالاتر و مساوی ۶/۵ درصد (طبق شاخص‌های انجمن دیابت آمریکا) و شاخص توده بدنی ۲۵ تا ۳۰ کیلوگرم بر مترمربع بودند انتخاب شدند. ۲۷ نفر از آزمودنی‌ها قرص مصرف می‌کردند، ۲۰ نفر انسولین تزریقی می‌کردند و ۵ نفر آن‌ها انسولین و قرص مصرف می‌کردند. بر اساس شاخص هموگلوبین A1c در سه گروه تمرین ترکیبی (۱۷ نفر)، تمرین SIT (۱۷ نفر) و کنترل (۱۸ نفر) قرار گرفتند. آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه، پرسشنامه سابقه پزشکی، پرسشنامه آمادگی برای شروع فعالیت بدنی پر کردند و سابقه هیچ گونه بیماری قلبی عروقی، مفصلی و عصبی عضلانی، زخم پای دیابتی و نفروپاتی نداشتند. ابتدا طی یک جلسه داوطلبان با نوع طرح، اهداف و روش اجرای آن به طور شفاهی آشنا شدند. به داوطلبان اطمینان داده شد که اطلاعات دریافتی از ایشان کاملاً محرمانه خواهد ماند. در پایان ۴۲ نفر از آزمودنی‌ها موفق به

جدول ۱: تمرین ترکیبی (قدرتی - هوازی)

هفته	تمرین قدرتی		تمرین هوازی	
	ست	تکرار	شدت (درصد)	تکرار (روز)
	ست (دقیقه)	تکرار	شدت (درصد)	تکرار (روز)
آشناسازی (هفته اول)	۲-۳	۱۵	۶۰	۳
آشناسازی (هفته دوم)	۲-۳	۱۵	۶۰	۳
اول - دوم	۲-۳	۱۵	۷۰	۳
سوم - چهارم	۲-۳	۱۲	۷۰	۳
پنجم - ششم	۲-۳	۱۲	۷۰	۳
هفتم - هشتم	۲-۳	۱۰	۷۰	۳

جدول ۲: مقایسه تغییرهای درون گروهی و میان گروهی در سه گروه تمرینی

متغیر	SIT	تمرین ترکیبی	کنترل	F بین گروهی	P بین گروهی
	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار		
<b>توده بدن (کیلوگرم)</b>					
پیش آزمون	۷۳/۰۶ ± ۲۱/۶۲	۷۶/۳۰ ± ۹/۵۸	۷۱/۲۶ ± ۱۳/۲۰	۱/۶۹	۰/۱۹۷
پس آزمون	۷۷/۰۰ ± ۱۲/۳۴	۷۵/۵۵ ± ۹/۲۳	۷۱/۴۴ ± ۱۳/۰۶		
t درون گروهی	-۰/۹۱۴	۲/۴۰۷	-۰/۴۸۱		
ارزش P	۰/۳۷۷	۰/۰۳۲	۰/۶۳۹		
<b>شاخص توده بدن (BMI) (کیلوگرم/مترمربع)</b>					
پیش آزمون	۲۹/۵۷ ± ۲/۷۷	۲۹/۸۵ ± ۲/۹۷	۲۹/۱۳ ± ۴/۱۷	۰/۵۱	۰/۶۰۳
پس آزمون	۲۸/۹۷ ± ۳/۳۹	۲۹/۹۹ ± ۸/۶۱	۲۹/۷۰ ± ۴/۴۱		
t درون گروهی	۱/۲۱۱	-۰/۴۲۱	-۰/۳۸۶		
ارزش P	۰/۲۴۸	۰/۶۸۰	۰/۱۸۹		
<b>درصد چربی (BF%)</b>					
پیش آزمون	۴۲/۶۴ ± ۲/۲۳	۳۱/۳۲ ± ۴/۶۳	۴۳/۹۲ ± ۲/۴۹	۰/۶۰	۰/۵۵۰
پس آزمون	۴۱/۱۴ ± ۴/۳۴	۲۷/۹۹ ± ۲/۳۶	۴۲/۶۴ ± ۴/۹۵		
t درون گروهی	۱/۰۴۲	-۰/۹۷۶	۰/۹۱۱		
ارزش P	۰/۳۱۷	۰/۳۴۷	۰/۳۷۹		
<b>محیط دور کمر به باسن (WHR)</b>					
پیش آزمون	۱/۰۱ ± ۰/۱۳	۱/۰۱ ± ۰/۲۵	۱/۰۱ ± ۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۸۳۸
پس آزمون	۰/۹۳ ± ۰/۰۶	۰/۹۷ ± ۰/۰۷	۰/۹۸ ± ۰/۰۷۰		
t درون گروهی	۱/۴۵۵	۰/۶۵۳	۱/۱۰۷		
ارزش P	۰/۱۷۰	۰/۵۲۵	۰/۲۸۸		
<b>آپلین</b>					
پیش آزمون	۲۵۶/۶۵ ± ۲۵/۱۲	۲۸۶/۵۶ ± ۴۲/۱۲	۳۰۲/۴۴ ± ۳۸/۰۳	۰/۵۱۱	۰/۱۲
پس آزمون	۲۷۹/۱۲ ± ۵۰/۰۸	۲۶۶/۲۶ ± ۵۶/۰۰	۳۱۲/۲۳ ± ۶۳/۰۳		
t درون گروهی	۱/۲۶۸	۳/۰۲۵	۰/۶۲۵		
ارزش P	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۷۳		
<b>گلوکز ناشتا</b>					
پیش آزمون	۲۱۰/۰۷ ± ۳۲/۹۰	۲۱۶ ± ۶۳/۰۸	۱۷۷/۲۸ ± ۴۷/۰۹	۱/۸۵۳	۰/۱۷۱
پس آزمون	۱۴۷/۹۲ ± ۴۱/۱۷	۱۶۳/۸۵ ± ۷۱/۴۷	۱۸۳/۲۸ ± ۶۰/۷۰		
t درون گروهی	۵/۳۴	۲/۰۴	-۰/۴۰۸		
ارزش P	۰/۰۰۰	۰/۰۶۲	۰/۶۹۰		
<b>انسولین</b>					
پیش آزمون	۷/۷۲ ± ۲/۶۳	۹/۱۰ ± ۲/۶۲	۶/۵۸ ± ۱/۶۱	۳/۶۲۲	۰/۰۳۶
پس آزمون	۴/۹۶ ± ۱/۳۰	۵/۹۳ ± ۲/۲۴	۶/۲۱ ± ۲/۰۶		
t درون گروهی	۴/۹۵	۴/۳۱	۰/۹۱۲		
ارزش P	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱	۰/۳۷۸		
<b>مقاومت به انسولین</b>					
پیش آزمون	۳/۸۷ ± ۱/۲۵	۴/۸۸ ± ۱/۶۱	۲/۸۸ ± ۱/۰۳	۵/۵۱۱	۰/۰۰۸
پس آزمون	۱/۶۳ ± ۰/۴۳	۲/۳۶ ± ۱/۱۳	۲/۷۷ ± ۱/۱۸		
t درون گروهی	۷/۳۱	۴/۶۵	۰/۳۵۰		
ارزش P	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۷۳۲		

$$- ۰/۰۰۰۹۹۲۹(x) + ۰/۰۰۰۰۰۲۳(x^2) - ۰/۰۰۰۱۳۹۲(\text{سن})$$

$$= ۱/۰۹۹۴۹۲۱ = \text{چگالی بدن}$$

$$۱۰۰ \div (۴/۵ - \text{چگالی بدن}) \div (۴/۹۵) = \text{BF} (\text{درصد}) \text{ درصد چربی}$$

(تعداد تکرارها  $\times ۰/۰۲۷۸ - ۱/۰۲۷۸$ ) مقدار وزنه = ۱RM  
 با استفاده از کالیپر ضخامت چربی زیرپوستی این نقاط اندازه‌گیری شد.  
 ضخامت چربی هر نقطه سه مرتبه به صورت چرخشی اندازه‌گیری شد  
 و میانگین آن در فرمول استفاده گردید:

به انسولین همانند آبلین در بیماران دیابتی نوع ۲ وجود دارد. همانطور که در تحقیق حاضر دیده شد طی تمرینات تناوبی سرعتی شدید و ترکیبی، کاهش گلوکز ناشتا فقط در گروه SIT معنی دار بود. انسولین و مقاومت به انسولین در هر دو گروه تمرینی کاهش معنی داری داشت. میزان آبلین کاهش معنی داری درون گروهی و بین گروهی نداشت. نتایج بین گروهی تفاوت معنی داری را در گروه‌های تمرینی نشان نداد بجز در میزان انسولین و مقاومت به انسولین، که این نتایج با نتایج برخی از تحقیق‌ها همخوانی و با برخی ناهمخوانی دارد. افزایش غیرمعنی داری در سطح آبلین سرمی در گروه SIT و کاهش غیرمعنی داری در گروه ترکیبی وجود داشت. می‌توان آبلین را به عنوان یک آدیپوکین خوب در نظر گرفت. نشان داده شده است که آبلین می‌تواند چربی بدن و سطح انسولین و تری گلیسیرید را در چاقی‌هایی که ناشی از رژیم‌های پرچرب است، کاهش دهد (۱۸). نتایج تحقیق ما با نتایج کاداوغلو و همکاران (۲۰۱۲) که افزایش معنی داری را در سطح آبلین سرمی بعد از مداخله ورزشی در بیماران دیابتی نشان دادند، سازگار است (۹). اگرچه گروه کاداوغلو دریافتند که ورزش‌های هوازی بر سطوح آبلین مؤثر است، حتی در صورت عدم وجود کاهش معنی دار وزن در زنان دیابتی نوع ۲، بر سطوح آبلین مؤثر است. شیبانی و همکاران، همچنین مشاهده کردند که ۸ هفته تمرین هوازی در کاهش سطح پلاسمایی آبلین، شاخص توده بدن و توده چربی بدن در زنان چاق مؤثر است (۱۹). همانطور که نتایج نشان داد بهبود معنی داری در انسولین سرم و شاخص مقاومت به انسولین (HOMA-IR) در گروه SIT و ترکیبی در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد. بنابراین، تمرینات ورزشی بیشتر از ۱۲ هفته با روش‌های تمرینی متفاوت (ترکیب تمرینات هوازی و مقاومت و SIT در مقایسه با ورزش نکردن، دارای اثرات مفیدی بر فاکتورهای آدیپومایوکین در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ هستند. طی ۱۲ هفته تمرین، شاخص توده بدن، درصد چربی بدن، WHR و BMI در گروه SIT و ترکیبی نسبت به گروه کنترل بطور معنی دار کاهش یافت. کاهش غیر معنی دار مشاهده شده در سطح آبلین در گروه تمرین ترکیبی ممکن است به علت کافی نبودن محرک در مطالعه حاضر باشد. در تحقیقی که توسط علی زاده و همکاران (۲۰۱۱) انجام شد ۲۷ زن دارای اضافه وزن یا چاق در سه گروه نه نفره قرار گرفتند یک گروه ورزش مداوم به صورت پیاده‌روی با شدت متوسط به مدت ۴۰ دقیقه در روز و گروه دیگر ورزش متناوب با شدت متوسط انجام دادند. به این نتیجه رسیدند که از نظر آماری تفاوت معنی داری در قند خون ناشتا و چربی خون در بین سه گروه مشاهده نشد (۲۰). تحقیق انجام شده نشان می‌دهد که دلیل انقباضات عضلانی، کاهش سطوح گلوکز در خون رخ داده که چندین عوامل بر استفاده از منابع سوختی طی فعالیت ورزشی مؤثر هستند، که مهم‌ترین آنها شدت و مدت فعالیت ورزشی است از آنجایی که تحقیقات انجام شده در مدت زمان طولانی‌تر (۳ - ۶ ماه) انجام شده. به نظر می‌رسد عدم معنی داری مشاهده شده در تحقیق ما به دلیل کوتاه بودن طول دوره یا کافی نبودن شدت تمرین باشد.

X: مجموعه ضخامت چربی زیرپوستی سه نقطه ران، فوق خاصه و سه سر بازو بر حسب میلی متر است (۲۰).

برای اندازه‌گیری ضخامت چربی زیرپوستی از کالیپر هارپندن استفاده شد که دقت اندازه‌گیری آن ۰/۱ میلی‌متر بود.

اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی به منظور اندازه‌گیری گلوکز و انسولین و آبلین سرمی، ۲۴ ساعت قبل از شروع پروتکل تمرینی و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی ۱۰ سی سی خون از آزمودنی‌ها بعد از ۱۲ ساعت حالت ناشتا گرفته شد.

سطح گلوکز و آبلین 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. برای محاسبه مقاومت به انسولین از فرمول HOMA-IR استفاده گردید.

$$HOMA-IR = \frac{18 \times 22/5}{\text{انسولین ناشتا سرم (میلی واحد بر میلی‌لیتر)} \times \text{گلوکز ناشتا سرم (میلی گرم بر دسی لیتر)}} = HOMA-IR$$

از آمار توصیفی برای محاسبه میانگین و انحراف معیار متغیرهای تحقیق استفاده شد. همچنین برای ارزیابی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگوروف اسمیرنوف استفاده شد و جهت تعیین تفاوت‌های درون گروهی از آزمون t زوجی و جهت تعیین تفاوت‌های میان گروه‌ها از روش آماری تحلیل کوواریانس و در صورت معنی داری از آزمون LSD برای تعیین اختلاف بین گروه‌ها استفاده گردید. تمامی محاسبات آماری با نرم افزار SPSS نسخه ۱۷ و سطح معنی داری ۰/۰۵ انجام گرفت.

## یافته‌ها

ویژگی‌های آنروپومتریکی، ترکیب بدنی و فیزیولوژیکی و داده‌های گلوکز، آبلین، انسولین سرم و شاخص مقاومت به انسولین آزمودنی‌ها در جدول ۲ نشان داده شده است.

مقایسه تغییرهای درون گروهی نشان می‌دهد درصد چربی، دور باسن، نسبت دور کمر به باسن، شاخص توده بدن و میانگین فشارخون در هر دو گروه تمرینی، کاهش معنی داری پیدا نکرد، در صورتی که توده بدن در گروه ترکیبی کاهش معنی داری داشت. با این حال، میان یافته‌های پیش و پس از آزمون این مقادیر در گروه شاهد تفاوتی معنی دار دیده نشد. کاهش گلوکز ناشتا به دنبال انجام تمرین ترکیبی غیر معنی دار و در گروه SIT معنی دار بود. در گروه کنترل کاهش معنی داری در گلوکز ناشتا مشاهده نشد. سطوح آبلین در هر دو گروه تمرینی کاهش معنی داری نداشت. نتایج بین گروهی تفاوت معنی داری را در متغیرهای گلوکز ناشتا و آبلین نشان نداد. انسولین سرم و مقاومت به انسولین در هر دو گروه تمرینی کاهش معنی داری یافتند. که نتایج بین گروهی نشان دهنده تفاوت معنی دار بین گروه SIT و کنترل در فاکتور انسولین و مقاومت به انسولین بود (جدول ۳).

## بحث و نتیجه گیری

تنها چند مطالعه در خصوص مقایسه تأثیر تمرین SIT و ترکیبی (قدرتی و هوازی) بر روی برخی آدیپومایوکین‌های مربوط به مقاومت

جدول ۳: نتایج آزمون تعقیبی LSD در متغیرهای انسولین و مقاومت به انسولین

تفاوت بین گروهی	Sig انسولین	Sig مقاومت به انسولین
گروه SIT		
گروه ترکیبی	۰/۵۳۹	۰/۱۲۸
گروه کنترل	۰/۰۱۲	۰/۰۰۲
گروه ترکیبی		
گروه SIT	۰/۵۳۹	۰/۱۲۸
گروه کنترل	۰/۰۷۰	۰/۱۳۳

در تحقیقی که توسط کاد اوغلو و همکاران (۲۰۱۳) انجام شد ۱۳۲ آزمودنی با شاخص توده بدنی بیشتر از ۲۵ کیلوگرم بر مترمربع در چهار گروه تمرینی قرار گرفتند که یک گروه تمرینات ورزشی خودمراقبتی و گروه دیگر تمرینات هوازی چهار روز در هفته ۶۰ تا ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب و گروه دیگر تمرینات مقاومتی ۶۰ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه انجام دادند. یک گروه کنترل نیز وجود داشت. نتایج تحقیق نشان داد همه گروه‌های فعال به طور قابل توجهی بهبود مشخصات قند خون، انسولین، حساسیت به انسولین و سطح تری گلیسرید در مقایسه با گروه کنترل تجربه کردند ( $P < ۰/۰۵$ ). با توجه به این که چاقی مهم‌ترین عامل پیشرفت مقاومت به انسولین است، کاهش درصد چربی می‌تواند سبب بهبود در حساسیت انسولین شود که از اهداف آغازین فرایند درمان است (۲۱). در تحقیق حاضر درصد چربی آزمودنی‌ها در هر دو گروه تمرینی کاهش داشته اما معنی‌دار نبوده است. کاهش درصد چربی با کم کردن تولید گلوکز کبدی، افزایش ترشح انسولین از پانکراس و کاهش مقاومت به انسولین را منجر می‌شود که شاید بتوان گفت که در هر دو نوع تمرین کاهش درصد چربی آزمودنی‌ها منجر به تغییرات معنی‌دار در انسولین و بهبود انسولین شده است. کاف و همکاران (۲۰۰۳) در تحقیقی به بررسی اثر فعالیت ورزشی چندمداخله‌ای بر کاهش مقاومت به انسولین در زنان دیابتی نوع ۲ پرداختند. در مجموع ۲۸ زن یائسه چاق مبتلا به دیابت نوع ۲ به طور تصادفی در یکی از سه گروه قرار گرفته و به مدت ۱۶ هفته تمرینات ورزشی را انجام دادند: کنترل، تمرینات هوازی و تمرینات هوازی به همراه مقاومتی. فقط گروه ترکیبی بهبود در حساسیت انسولین، انسولین و افزایش قابل ملاحظه‌ای در تراکم عضلانی داشتند (۲۲) و در این مطالعه بهبود در مقاومت به انسولین به بهبود در شاخص توده بدن

### سپاسگزاری

این تحقیق با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه شهرکرد با کد اعتبار پژوهشی 95GRN1M895 انجام گرفته است.

### References

1. Simpson SH, Corabian P, Jacobs P, Johnson JA. The cost of major comorbidity in people with diabetes mellitus. *CMAJ*. 2003;168(13):1661-7. [PMID: 12821619](#)
2. Samadian Z, Tofighian A, Mehdizade A. [The effect of 12 weeks of combined training on serum resistin levels and glycemic index in obese postmenopausal women with type 2 diabetes]. *Diabetes Metab J*. 2013;12(6):524-33.
3. Lambers S, Van Laethem C, Van Acker K, Calders P. Influence of combined exercise training on indices of obesity, diabetes and cardiovascular risk in type 2 diabetes patients. *Clin Rehabil*. 2008;22(6):483-92. [DOI: 10.1177/0269215508084582](#) [PMID: 18511528](#)
4. Mann S, Beedie C, Jimenez A. Differential effects of aerobic exercise, resistance training and combined exercise modalities on cholesterol and the lipid profile: review, synthesis and recommendations. *Sports Med*. 2014;44(2):211-21. [DOI: 10.1007/s40279-013-0110-5](#) [PMID: 24174305](#)
5. Habibi N, Marandi M. [The effect of 12 weeks of yoga on serum levels of glucose, insulin and triglyceride woman with type 2 diabetes]. *Diabetes Metab J*. 2013.
6. Zamanpour L, Banitalebi E, Amirhosseini SE. The effect of sprint training and combined aerobic and strength training on some inflammatory markers and insulin resistance in women with diabetes mellitus (T2dm). *Iranian J Diabetes Metab*. 2016;15(5):300-11.



7. Soriguer F, Garrido-Sanchez L, Garcia-Serrano S, Garcia-Almeida JM, Garcia-Arnes J, Tinahones FJ, et al. Apelin levels are increased in morbidly obese subjects with type 2 diabetes mellitus. *Obes Surg.* 2009;19(11):1574-80. DOI: [10.1007/s11695-009-9955-y](https://doi.org/10.1007/s11695-009-9955-y) PMID: [19756893](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19756893/)
8. Besse-Patin A, Montastier E, Vinel C, Castan-Laurell I, Louche K, Dray C, et al. Effect of endurance training on skeletal muscle myokine expression in obese men: identification of apelin as a novel myokine. *Int J Obes (Lond).* 2014;38(5):707-13. DOI: [10.1038/ijo.2013.158](https://doi.org/10.1038/ijo.2013.158) PMID: [23979219](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23979219/)
9. Kadoglou NP, Vrabas IS, Kapelouzou A, Lampropoulos S, Sailer N, Kostakis A, et al. The impact of aerobic exercise training on novel adipokines, apelin and ghrelin, in patients with type 2 diabetes. *Med Sci Monit.* 2012;18(5):CR290-5. PMID: [22534708](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22534708/)
10. Revdal A. Low-volume interval training improves cardiovascular risk factors in type 2 diabetes: A randomized controlled trial: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Det medisinske fakultet, Institutt for sirkulasjon og bildediagnostikk; 2014.
11. Mannarino M, Tonelli M, Allan GM. Tools for practice: screening and diagnosis of type 2 diabetes with HbA1c. *Can Fam Physician.* 2013;59(1):42. PMID: [23341657](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23341657/)
12. Larose J, Sigal RJ, Khandwala F, Kenny GP. Comparison of strength development with resistance training and combined exercise training in type 2 diabetes. *Scand J Med Sci Sports.* 2012;22(4):e45-54. DOI: [10.1111/j.1600-0838.2011.01412.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01412.x) PMID: [22092541](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22092541/)
13. 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. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(7):1494-503. DOI: [10.1249/MSS.0b013e31819b6aea](https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31819b6aea) PMID: [19516150](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19516150/)
14. Karavirta L, Hakkinen K, Kauhanen A, Arija-Blazquez A, Sillanpaa E, Rinkinen N, et al. Individual responses to combined endurance and strength training in older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(3):484-90. DOI: [10.1249/MSS.0b013e3181f1bf0d](https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181f1bf0d) PMID: [20689460](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20689460/)
15. Gibala MJ, Little JP, van Essen M, Wilkin GP, Burgomaster KA, Safdar A, et al. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *J Physiol.* 2006;575(Pt 3):901-11. DOI: [10.1113/jphysiol.2006.112094](https://doi.org/10.1113/jphysiol.2006.112094) PMID: [16825308](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16825308/)
16. Hovanloo F, Arefirad T, Ahmadizad S. Effects of sprint interval and continuous endurance training on serum levels of inflammatory biomarkers. *J Diabetes Metab Disord.* 2013;12(1):22. DOI: [10.1186/2251-6581-12-22](https://doi.org/10.1186/2251-6581-12-22) PMID: [23725447](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23725447/)
17. Roubenoff R, Hughes VA. Sarcopenia: current concepts. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2000;55(12):M716-24. PMID: [11129393](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11129393/)
18. Higuchi K, Masaki T, Gotoh K, Chiba S, Katsuragi I, Tanaka K, et al. Apelin, an APJ receptor ligand, regulates body adiposity and favors the messenger ribonucleic acid expression of uncoupling proteins in mice. *Endocrinology.* 2007;148(6):2690-7. DOI: [10.1210/en.2006-1270](https://doi.org/10.1210/en.2006-1270) PMID: [17347313](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17347313/)
19. Shebani S, Hanachi P, Refahiat MA. Effect of Aerobic Exercise on Serum Concentration of Apelin, TNFalpha and Insulin in Obese Women. *Iran J Basic Med Sci.* 2012;15(6):1196-201. PMID: [23653851](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23653851/)
20. Choi K, Kim YB. Molecular mechanism of insulin resistance in obesity and type 2 diabetes. *Korean J Intern Med.* 2010;25(2):119-29. DOI: [10.3904/kjim.2010.25.2.119](https://doi.org/10.3904/kjim.2010.25.2.119) PMID: [20526383](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20526383/)
21. 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. DOI: [10.2337/dc10-9990](https://doi.org/10.2337/dc10-9990) PMID: [21115758](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21115758/)
22. Perri MG, Anton SD, Durning PE, Ketterson TU, Sydeman SJ, Berlant NE, et al. Adherence to exercise prescriptions: effects of prescribing moderate versus higher levels of intensity and frequency. *Health Psychol.* 2002;21(5):452-8. PMID: [12211512](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12211512/)