

مقاله پژوهشی

سلامت جامعه

دوره یازدهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶

تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی سرعتی و ترکیبی (قدرتی-هوازی) شخصی سازی شده بر میزان هموگلوبین گلیکوزیله (HbA1c) و مقاومت به انسولین زنان دیابتی نوع ۲

سمیرا نصیری<sup>۱</sup>، ابراهیم بنی طالبی<sup>۲\*</sup>، محمد فرامرزی<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۱۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۷/۱۴

خلاصه

**مقدمه:** ورزش یک جزء مهم از سلامتی و یک شیوه جدایی ناپذیر برای مدیریت بیماران دیابتی نوع ۲ است. لذا هدف این پژوهش تعیین تأثیر هشت هفته تمرینات شخصی سازی شده ترکیبی و تناوبی سرعتی شدید بر میزان هموگلوبین A1c و مقاومت به انسولین زنان دیابتی نوع ۲ بود.

**مواد و روش‌ها:** در این تحقیق نیمه تجربی ۵۲ نفر از زنان دیابتی نوع ۲ بر اساس مقادیر هموگلوبین A1c در سه گروه تمرین: ترکیبی، تناوبی و کنترل قرار گرفتند. گروه 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 تمرین هوازی انجام دادند. گروه تناوبی سه جلسه در هفته ۴ تا ۱۰ تکرار آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای بر روی ارگومتر را با حداکثر تلاش انجام دادند. سطوح شاخص‌های هموگلوبین A1c، گلوکز ناشتا و انسولین اندازه‌گیری شد. آزمون‌های t وابسته، تحلیل کوواریانس و LSD برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده گردیدند.

**یافته‌ها:** هموگلوبین A1c در گروه تناوبی ( $p=0/002$ ) و در گروه ترکیبی ( $p=0/006$ ) کاهش معنی‌داری داشت. کاهش میزان گلوکز ناشتا در گروه تناوبی معنی‌داری بود ( $p<0/001$ ). انسولین سرم در گروه تناوبی ( $p<0/001$ ) و ترکیبی ( $p=0/001$ ) افزایش یافت. تفاوت شاخص مقاومت به انسولین در گروه تناوبی ( $p<0/001$ ) و ترکیبی ( $p=0/008$ ) معنی‌دار بود. مقادیر مقاومت به انسولین ( $p=0/008$ ) و انسولین ( $p=0/036$ ) تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها نشان داد.

**نتیجه‌گیری:** تمرینات شخصی سازی شده، مستقل از نوع و روش انجام می‌توانند اثرات مثبتی بر ترکیب بدن و کنترل قندخون زنان دیابتی نوع ۲ داشته باشند.

**واژه‌های کلیدی:** تمرینات تناوبی و ترکیبی، هموگلوبین A1c، دیابت نوع ۲، زنان

۱- کارشناس ارشد، گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

۲- استادیار، گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران. (نویسنده مسئول)  
پست الکترونیکی: banitalebi@lit.sku.ac.ir. تلفن: ۰۳۸۳۲۳۲۶۳۸۵

۳- دانشیار، گروه علوم ورزشی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

## مقدمه

تحقیقات که اثرات تمرینات HIIT را بررسی کردند، فقط پاسخ‌های میانگین آزمودنی‌ها، نه پاسخ‌های انفرادی به ورزش را بحث کرده‌اند. حضور غیرپاسخ‌پذیرها به ورزش مشکل اصلی برای تجویز ورزش است که نشان می‌دهد نیاز به یک رژیم ورزشی شخصی‌سازی است [۷]. با توجه به مسائل گفته‌شده و تاثیر ورزش بر درمان دیابت، ضروری به نظر می‌رسد تحقیقی در این زمینه در بیماران دیابتی نوع ۲ صورت گیرد، تا با یافتن روش تمرینی مناسب، ابزار درمانی موثرتری به بیماران دیابتی نوع ۲ معرفی گردد. به همین منظور تأثیر دو نوع تمرین شخصی‌سازی SIT و ترکیبی (مقاومتی + هوازی) بر هموگلوبین A1c و مقاومت به انسولین در بیماران دیابتی نوع ۲ بررسی شد تا شاید بتوان با استفاده از نتایج این تحقیق و سایر تحقیقات مشابه آن که توسط دیگر محققین صورت گرفته‌اند به پیشگیری و درمان این بیماری کمک کرد.

## مواد و روش‌ها

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 میلی‌گرم بر دسی لیتر (طبق شاخص‌های انجمن دیابت آمریکا) [۸-۹]، 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 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 هیچ‌گونه بیماری قلبی عروقی، مفصلی و عصبی عضلانی، زخم پای دیابتی و نفروپاتی

در چند دهه اخیر افزایش شیوع دیابت نوع ۲ در کشورهای در حال توسعه، تلاش‌هایی را برای کاهش عوارض قلبی عروقی این بیماری برانگیخته است [۱]. ورزش یک جزء مهم از سلامتی و یک شیوه جدایی‌ناپذیر برای مدیریت بیماران دیابتی نوع ۲ است. در بیشتر بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ هدف از انجام فعالیت بدنی افزایش هزینه انرژی است و این مستقیماً به مقدار توده عضلانی مورد استفاده در حین ورزش مربوط است. فعالیتی که توده عضلانی بزرگ‌تری را درگیر می‌کند، نتایج بهتری را برای بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ دارد [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 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 است [۴]. تحقیقات دیگری نشان داده‌اند تمرین تناوبی سرعتی شدید Sprint Interval Training (SIT) که از پروتکل‌های تمرینات تناوبی خیلی شدید High Intensity Interval Training (HIIT) است، اثرات سودمندی در ارتباط با سلامتی از قبیل سلامت قلبی عروقی و کاهش چربی 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 HIIT نسبت به تمرینات تداومی با شدت متوسط برتری پیدا می‌کنند و معمولاً نتایج مطلوب‌تری را در زمان کوتاه‌تری حاصل کرده است. بنابراین با این توصیفات می‌توان گفت افرادی که قصد شرکت در فعالیت‌های ورزشی را دارند، نمی‌توانند کمبود زمان برای پرداختن به فعالیت ورزشی را در این‌گونه تمرینات، بهانه کنند [۵].

یکی از چالش‌های مهم برای متخصصان علوم ورزشی در سال‌های پیش رو، بررسی پاسخ‌های فیزیولوژیکی متنوع بین فردی به یک مداخله ورزشی معین است [۶]، بسیاری از

چنانچه شخص می‌توانست در یک جلسه، سه ست مورد نظر در تمرین قدرتی را با هشت تکرار بیشتر، یعنی ۲۰ تکرار تمام کند، به اندازه ۲/۵ تا ۵ کیلوگرم به وزنه مورد نظر اضافه می‌شد [۱۰]. 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 [۱۱-۱۲]. 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 اجزای تست وینگیت در طی هر هفته تمرینی افزایش یافت [۱۳] 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 می‌شد. زمان ریکاوری بین هر تکرار، چهار دقیقه استراحت غیر فعال در نظر گرفته شد. زمان کل فعالیت برای این شیوه تمرینی ۲۰ تا ۴۰ دقیقه بود [۱۴]. گروه کنترل در هیچ فعالیت منظمی شرکت نداشتند.

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 اتمام دوره تحقیق شدند و ۱۰ نفر به علت بیماری و عدم شرکت در تمرین حذف شدند (۳ نفر از گروه SIT، ۳ نفر از گروه تمرین ترکیبی و ۴ نفر از گروه کنترل). ۲۴ ساعت قبل از شروع تمرینات و ۴۸ ساعت بعد از اتمام آخرین جلسه تمرینی نمونه خونی در شرایط یکسان از آن‌ها گرفته شد. دوره تمرینی حاضر، 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 به وسیله راه رفتن روی تردمیل 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 اجرا می‌کردند و پس از پنج دقیقه استراحت برنامه تمرین هوازی را انجام می‌دادند، به منظور شخصی‌سازی تمرین،

جدول ۱- برنامه تمرین ترکیبی (قدرتی - هوازی)

هفته	تمرین قدرتی		تمرین هوازی	
	استراحت بین هر ست (دقیقه)	تکرار	وزن (درصد IRM)	تعداد جلسه در هفته
آشناسازی (هفته اول)	۲-۳	۱۵	۱۵	۲
آشناسازی (هفته دوم)	۲-۳	۱۵	۱۵	۲
اول - دوم	۲-۳	۱۵	۱۲	۲
سوم - چهارم	۲-۳	۱۲	۱۲	۲
پنجم - ششم	۲-۳	۱۲	۱۲	۲
هفتم - هشتم	۲-۳	۱۰	۱۰	۲

قدرت بیشینه آزمودنی در هر حرکت به دست آمد [۱۵].

$$\text{تعداد تکرارها} = (0.0278 \times \text{وزنه} - 1) / 0.278$$

**درصد چربی:** با استفاده از کالیبر ضخامت چربی

زیرپوستی سه نقطه ران، فوق خاصه و سه سر بازو اندازه‌گیری شد. ضخامت چربی هر نقطه سه مرتبه به صورت چرخشی

اندازه‌گیری شد و میانگین آن در فرمول استفاده گردید:

$$X = 0.0000023(X^2) - 0.0001392(\text{سن})$$

$$X = 0.0009929(X) - 1.0994921 = \text{چگالی بدن}$$

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.

**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 یک بار و حداکثر ۱۰ بار آن را به صورت کامل و صحیح بلند کند. با جایگذاری مقدار وزنه و تعداد تکرارها در فرمول زیر،

## یافته‌ها

ویژگی‌های آنترپومتریکی، ترکیب بدنی و فیزیولوژیکی و داده‌های هموگلوبین A1c، گلوکز، انسولین سرم و شاخص مقاومت به انسولین آزمودنی‌ها در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج تحقیق نشان داد که بدنال تمرینات ترکیبی و تناوبی شدید تغییر معنی‌داری در شاخص توده بدن، درصد چربی مشاهده نشد ( $p > 0/05$ ). همچنین تغییر معنی‌داری در توده بدن بدنال تمرین ترکیبی، محیط دور کمر در گروه تمرینی ترکیبی و تناوبی شدید، ضربان قلب استراحت در گروه تمرینی تناوبی شدید ( $p = 0/01$ )، فشارخون سیستولی در گروه تمرینی ترکیبی ( $p = 0/005$ ) و تناوبی شدید ( $p = 0/009$ )، فشارخون دیاستولی در گروه تمرینی ترکیبی ( $p = 0/001$ ) و تناوبی شدید ( $p = 0/001$ ) مشاهده شد. همچنین تغییرات HbA1c به دنبال انجام تمرین ترکیبی و SIT معنی‌دار بود. با توجه به داده‌های تحقیق، تغییرات گلوکز در گروه تناوبی شدید معنی‌دار، اما در گروه تمرین ترکیبی غیرمعنی‌دار بود (جدول ۲).

$$100 \div (4/5 - \text{چگالی بدن} \div 4/95) = \text{BF (درصد درصد)}$$

چربی

X = مجموعه ضخامت چربی زیرپوستی سه نقطه ران، فوق

خاصه و سه سر بازو بر حسب میلی‌متر است [۱۶].

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

## اندازه‌گیری فشار خون سیستول و دیاستول: از

آزمودنی‌ها خواسته شد تا در ساعت ۷:۴۵ صبح در محل نمونه‌گیری حضور داشته باشند و در هر دو مرحله، پس از حدود ۱۵ دقیقه استراحت، اندازه‌گیری فشارخون و خون‌گیری در ساعت ۸ صبح شروع شد و تا ساعت ۹ صبح به پایان رسید. هر دو مرحله اندازه‌گیری فشارخون توسط پزشک و با فشارسنج دیجیتال بازویی بیورر (Beurer) مدل BM20 ساخت کشور آلمان انجام شد.

سطح هموگلوبین A1c سرمی به روش ELISA با استفاده از کیت PISHTAZTEB و 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. برای محاسبه مقاومت به انسولین از فرمول HOMA-IR استفاده گردید.

$$\text{انسولین ناشتا سرم (میلی واحد بر)} = \text{HOMA-IR}$$

$$(\text{میلی لیتر} \times \text{گلوکز ناشتا سرم (میلی گرم بر دسی لیتر)}) \div 22/5 \times 18$$

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

جدول ۲- مقایسه تغییرهای درون گروهی و میان گروهی در سه گروه تمرینی در متغیرهای وابسته

P	F	SIT			متغیر
		کنترل	تمرین ترکیبی	انحراف معیار± میانگین	
۰/۱۹۷	۱/۶۹	انحراف معیار± میانگین	انحراف معیار± میانگین	انحراف معیار± میانگین	توده بدن (کیلوگرم)
		۷۱/۲۶±۱۳/۲۰	۷۶/۳۰±۹/۵۸	۷۳/۰۶±۲۱/۶۲	
		۷۱/۴۴±۱۳/۰۶	۷۵/۵۵±۹/۲۳	۷۷/۰۰±۱۲/۳۴	
		-۰/۴۸۱	۲/۴۰۷	-۰/۹۱۴	
۰/۶۰۳	۰/۵۱	۰/۶۳۹	* ۰/۰۳۲	۰/۳۷۷	شاخص توده بدن (BMI) (کیلوگرم/مترمربع)
		۲۹/۱۳±۴/۱۷	۲۹/۸۵±۲/۹۷	۲۹/۵۷±۲/۷۷	
		۲۹/۷۰±۴/۴۱	۲۹/۹۹±۸/۶۱	۲۸/۹۷±۳/۳۹	
		-۱/۳۸۶	-۰/۴۲۱	۱/۲۱۱	
۰/۵۵۰	۰/۶۰	۰/۱۸۹	۰/۶۸۰	۰/۲۴۸	درصد چربی (%)
		۴۳/۹۲±۲/۴۹	۳۱/۳۲±۴/۶۳	۴۲/۶۴±۲/۲۳	
		۴۲/۶۴±۴/۹۵	۲۷/۹۹±۲/۳۶	۴۱/۱۴±۴/۳۴	
		۰/۹۱۱	-۰/۹۷۶	۱/۰۴۲	
* ۰/۰۰۴	۶/۲۷	۰/۳۷۹	۰/۳۴۷	۰/۳۱۷	محیط دور کمر (سانتی‌متر)
		۹۷/۴۲±۱۱/۰۸	۱۰۱/۱۴±۱۰/۱۶	۱۰۲/۲۱±۱۰/۶۷	
		۹۷/۲۷±۹/۷۸	۹۶/۰۰±۶/۵۵	۹۵/۱۴±۹/۸۴	
		۳/۴۴۷	۴/۳۱۰	۸/۰۵۸	
۰/۹۸۲	۰/۰۱	* ۰/۹۰۱	* ۰/۰۰۱	* ۰/۰۰۰	محیط دور باسن (سانتی‌متر)
		۹۷/۷۸±۱۴/۱۶	۱۰۰/۰۷±۱۸/۸۶	۱۰۲/۲۸±۱۴/۲۴	
		۹۷/۵۷±۶/۶۵	۹۸/۱۴±۴/۸۳	۹۸/۳۸±۷/۵۹	
		۰/۰۷۸	۰/۴۶۵	۱/۱۴۳	
۰/۸۳۸	۰/۱۷	۰/۹۳۹	۰/۶۵۰	۰/۲۷۴	محیط دور کمر به باسن
		۱/۰۱±۰/۰۱۸	۱/۰۱±۰/۲۵	۱/۰۱±۰/۱۳	
		۰/۹۸±۰/۰۷۰	۰/۹۷±۰/۰۷	۰/۹۳±۰/۰۶	
		۱/۱۰۷	۰/۶۵۳	۱/۴۵۵	
* ۰/۰۰۰	۱۴/۳۱	۰/۲۸۸	۰/۵۲۵	۰/۱۷۰	میانگین فشار خون (سانتی‌متر جیوه)
		۶/۷۰۷±۱/۱۹	۹/۵۰۰±۱/۳۲	۹/۵۴۸±۱/۱۴۱	
		۶/۶۵۰±۰/۹۷	۹/۲۰۰±۱/۱۵	۹/۱۸۵±۰/۵۳	
		۲/۳۵۷	۱/۱۴۴	۱/۰۴۷	
۰/۵۵۶	۰/۵۹۷	۰/۱۸۹	۰/۲۷۳	۰/۳۱۴	هموگلوبین A1c (%)
		۹/۱۰±۰/۵۱	۹/۷۱±۰/۸۹	۹/۶۴±۱/۰۷	
		۸/۵۴±۰/۴۶	۸/۲۵۴±۱/۲۲	۷/۹۴±۱/۰۸	
		۱/۲۵	۳/۳۱	۳/۹۸	
۰/۱۷۱	۱/۸۵۳	* ۰/۲۳۱	* ۰/۰۰۶	* ۰/۰۰۲	گلوکز ناشتا (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)
		۱۷۷/۲۸±۴۷/۰۹	۲۱۶/۰۰±۶۳/۰۸	۲۱۰/۰۷±۳۲/۹۰	
		۱۸۲/۲۸±۶۰/۷۰	۱۶۳/۸۵±۷۱/۴۷	۱۴۷/۹۲±۴۱/۱۷	
		-۰/۴۰۸	۲/۰۴	۵/۳۴	
* ۰/۰۳۶	۳/۶۲۲	۰/۶۹۰	۰/۰۶۲	* ۰/۰۰۰	انسولین (میکرو واحد در لیتر)
		۶/۵۸±۱/۶۱	۹/۱۰±۲/۶۲	۷/۷۲±۲/۶۳	
		۶/۲۱±۲/۰۶	۵/۹۳±۲/۲۴	۴/۹۶±۱/۳۰	
		۰/۹۱۲	۴/۳۱	۴/۹۵	
* ۰/۰۰۸	۵/۵۱۱	۰/۳۷۸	* ۰/۰۰۱	* ۰/۰۰۰	مقاومت به انسولین
		۲/۸۸±۱/۰۳	۴/۸۸±۱/۶۱	۳/۸۷±۱/۲۵	
		۲/۷۷±۱/۱۸	۲/۳۶±۱/۱۳	۱/۶۳±۰/۴۲	
		۰/۳۵۰	۴/۶۵	۷/۳۱	
		۰/۷۳۲	* ۰/۰۰۰	* ۰/۰۰۰	

\* ۰/۰۰۵ p < اختلاف معنی‌دار

واریانس یکطرفه در فاکتورهای انسولین و مقاومت به انسولین، جدول ۳ نتایج آزمون تعقیبی LSD در متغیرهای انسولین و مقاومت به انسولین را نشان می‌دهد.

همچنین، در مقاومت به انسولین بدنبال مداخلات تمرینی مختلف، تفاوت معنی‌داری در گروه تمرین تناوبی شدید و ترکیبی مشاهده شد. باتوجه به اختلاف معنی‌دار نتایج تحلیل

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

گروه	تفاوت بین گروهی	سطح معنی‌داری انسولین	سطح معنی‌داری 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
گروه کنترل	گروه SIT	* ۰/۰۱۲	* ۰/۰۰۲
	گروه ترکیبی	۰/۰۷۰	۰/۱۳۳

\*  $p < 0.05$  اختلاف معنی‌دار

## بحث

هدف این پژوهش تعیین تأثیر هشت هفته تمرینات شخصی‌سازی شده ترکیبی و تناوبی سرعتی شدید بر میزان هموگلوبین A1c و مقاومت به انسولین زنان دیابتی نوع ۲ بود. تمرین تناوبی سرعتی شدید و ترکیبی اثر معنی‌داری بر هموگلوبین A1c داشت. اما کاهش گلوکز ناشتا فقط در گروه SIT معنی‌دار بود. انسولین و مقاومت به انسولین در هر دو گروه تمرینی کاهش معنی‌داری داشت. نتایج بین گروهی تفاوت معنی‌داری 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 [۷-۱۶].

در تحقیقی که توسط Hansen و همکاران انجام شد ۵۰ مرد چاق مبتلا به دیابت نوع ۲ به مدت شش ماه در برنامه‌های تمرینی شرکت کردند و به مدت سه جلسه در هفته تمرینات استقامتی شدت پایین تا متوسط را به مدت ۵۵ دقیقه با ۵۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی انجام دادند و گروه دیگر تمرینات تناوبی شدید را به مدت ۴۰ دقیقه انجام دادند. پس از شش ماه تمرین سطح هموگلوبین A1c در پی تمرینات مداوم استقامتی کاهش معنی‌داری یافت و هیچ تفاوت بین گروهی بین تمرینات مداوم استقامتی و تناوبی شدید در متغیرهای مورد نظر مشاهده نشد [۱۶]. در این تحقیق علت عدم کاهش معنی‌داری هموگلوبین A1c در افراد دیابتی را عدم تغییر وزن بیماران گزارش شده است.

فعالیت ورزشی میزان ناقل گلوکز (Glucose Transporter Type 4) (GLUT4) را در عضلات تمرین کرده افزایش می‌دهد که سبب بهبود عمل انسولین بر

متابولیسم گلوکز می‌شود و می‌تواند میزان هموگلوبین A1c را کاهش دهد، کاملاً تثبیت شده که ورزش منظم به طور مؤثر محتوای هموگلوبین A1c خون را در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ کاهش می‌دهد [۱۸]. میزان کاهش در محتوای هموگلوبین A1c در ورزش طولانی مدت به شدت مداخله بستگی دارد و فعالیت‌های ورزشی با شدت بالا در کنترل هموگلوبین A1c مؤثرتر است [۱۹]. در همین راستا در مطالعه حاضر مشاهده شد که میزان هموگلوبین A1c در هر دو گروه تمرینی کاهش معنی‌داری داشت و با توجه به نتایج بین گروهی، نوع ورزش تأثیر چندانی نداشته است؛ پس با توجه به نتایج تمرینات ترکیبی و SIT از مدت و شدت کافی برخوردار بوده است.

در تحقیقی که توسط Alizadeh و همکاران انجام شد ۲۷ زن دارای اضافه وزن یا چاق در سه گروه ۹ 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 معنی‌داری در قند خون ناشتا و چربی خون در بین سه گروه مشاهده نشد [۱۹]. تحقیق انجام شده نشان می‌دهد به دلیل انقباضات عضلانی، کاهش سطوح گلوکز در خون رخ داده که چندین عامل بر استفاده از منابع سوختی طی فعالیت ورزشی مؤثر هستند و مهم ترین 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 معنی‌داری مشاهده شده در تحقیق حاضر به دلیل کوتاه بودن طول دوره یا کافی نبودن شدت تمرین باشد.

در تحقیقی که توسط Kadoglou و همکاران انجام شد ۱۳۲ آزمودنی با شاخص توده بدنی بیشتر از ۲۵ کیلوگرم بر مترمربع در چهار گروه تمرینی قرار گرفتند که یک گروه

فعال سازی سنتز گلیکوژن و هگزوکیناز یا توسط افزایش برگشت گلوکز عضلانی و تغییر در ترکیب عضلات تفسیر شود [۲۳] که طول دوره تمرینی در تحقیق cuff و همکاران [۲۲] ۲ برابر تحقیق حاضر بوده و شاید عدم معنی داری شاخص توده بدن را بتوان به کوتاه بودن دوره تمرین نسبت داد؛ اما با وجود این، این مقدار کاهش شاخص توده بدن بر بهبود مقاومت به انسولین و انسولین تأثیرگذار بوده است. لذا توصیه می شود با توجه به محدودیت در طول زمان اجرای تحقیق و نیز عدم کنترل تغذیه در آزمودنی‌ها و نیز عدم همسان سازی داروهای ضد دیابت مصرفی در گروه‌ها، پیشنهاد می‌گردد تحقیقات دیگر با کنترل موارد ذکر شده و در دوره‌های طولانی‌تر در رابطه با این فاکتورها و فاکتورهای دیگر التهایی انجام شود.

**نتیجه‌گیری:** تمرینات متناوب سرعتی شدید می‌تواند به عنوان یک شیوه تمرینی مؤثر برای زنان دیابتی نوع ۲ توصیه شود.

### تعارض منافع

نویسندگان هیچ گونه تعارض منافی را اعلام نکرده‌اند.

### سهم نویسندگان

سمیرا نصیری: جمع آوری اطلاعات، تنظیم، تدوین مقاله. ابراهیم بنی‌طالبی: آنالیز اطلاعات، تجزیه و تحلیل، همکاری در تنظیم و ویرایش مقاله. محمد فرامرزی: همکاری در تنظیم و ویرایش مقاله

### تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان‌نامه کارشناسی ارشد فیزیولوژی کاربردی دانشگاه شهرکرد می‌باشد که از معاونت پژوهشی دانشگاه شهرکرد قدردانی می‌گردد.

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 میزان قند خون، انسولین، حساسیت به انسولین و سطح تری گلیسیرید در مقایسه با گروه کنترل تجربه کردند ( $p < 0.05$ ). 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 داشت اما معنی‌دار نبود. کاهش درصد چربی، کم کردن تولید گلوکز کبدی، افزایش ترشح انسولین از پانکراس و کاهش مقاومت به انسولین را منجر می‌شود که شاید بتوان گفت در هر دو نوع تمرین کاهش درصد چربی آزمودنی‌ها منجر به تغییرات معنی‌دار در انسولین و بهبود انسولین شده است.

Cuff و همکاران 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 کنترل، تمرینات هوازی و تمرینات هوازی به همراه مقاومتی قرار گرفته و به مدت ۱۶ هفته تمرینات ورزشی را انجام دادند. فقط گروه ترکیبی بهبود در حساسیت انسولین، انسولین و افزایش قابل ملاحظه‌ای در تراکم عضلانی داشتند [۲۲]. در این مطالعه بهبود در مقاومت به انسولین به بهبود در شاخص توده بدن نسبت داده شد این در حالی است که شاخص توده بدن در تحقیق حاضر در هر دو گروه تمرینی کاهش داشت اما معنی‌دار نبود، بین طول دوره تمرین و شاخص توده بدن رابطه وجود دارد، مدت تمرین حساسیت به انسولین را افزایش می‌دهد که می‌تواند به عنوان افزایش گیرنده سیگنالینگ انسولین یا توسط افزایش سطح پروتئین انتقال دهنده گلوکز،

### 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.
2. 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.
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. *Clinical Rehabilitation* 2008;22(6):483-92.
  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 Medicine* 2014;44(2):211-21.
  5. Habibi N, Marandi S. Effect of 12 weeks of yoga practice on glucose, insulin and triglycerides serum level in women with diabetes type II. *JGMS* 2014;15(4):1-7.
  6. Wood WA, Phillips B, Smith-Ryan AE, Wilson D, Deal AM, Bailey C, et al. Personalized home-based interval exercise training may improve cardiorespiratory fitness in cancer patients preparing to undergo hematopoietic cell transplantation. *Bone marrow transplantation* 2016;51(7):967-72.
  7. 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. *JAP* 2011;111(6):1554-60.
  8. Grech M, Chaney D. Screening for type 2 diabetes and pre-diabetes in general practice: a descriptive study of Maltese practices. *PCD* 2014;8(3):224-30.
  9. Mannarino M, Tonelli M, Allan GM. Screening and diagnosis of type 2 diabetes with HbA1c. *CFP* 2013;59(1):42.
  10. Larose J, Sigal R, Khandwala F, Kenny G. Comparison of strength development with resistance training and combined exercise training in type 2 diabetes. *SJMSS* 2012;22(4):45-54.
  11. 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. *MSSE* 2009;41(7):1494-1503.
  12. Karavirta L, Häkkinen K, Kauhanen A, Arija-Blazquez A, Sillanpää E, Rinkinen N, et al. Individual responses to combined endurance and strength training in older adults. *MSSE* 2011;43(3):484-90.
  13. 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. *The Journal of physiology*. 2006;575(3):901-11.
  14. Hovanloo F, Arefirad T, Ahmadizad S. Effects of sprint interval and continuous endurance training on serum levels of inflammatory biomarkers. *JDMD* 2013;12(1):22.
  15. Roubenoff R, Hughes VA. Sarcopenia: current concepts. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 2000;55(12):M716-M24.
  16. 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.
  17. Castaneda C, Layne JE, Munoz-Orians L, Gordon PL, Walsmith J, Foldvari M, et al. A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes care* 2002;25(12):2335-41.
  18. Snowling NJ, Hopkins WG. Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients. *Diabetes care* 2006;29(11):2518-27.
  19. Alizadeh Z, Kordi R, MJ H-ZA, Mansournia MA. The effects of continuous and intermittent aerobic exercise on lipid profile and fasting blood sugar in women with a body mass index more than 25 kg/m<sup>2</sup>: A randomized controlled trial. *TUMS* 2011;69(4):253-9. [Persian]
  20. Choi K, Kim Y-B. Molecular mechanism of insulin resistance in obesity and type 2 diabetes. *KJIM* 2010;25(2):119-29.
  21. Kadoglou N, Fotiadis G, Kapelouzou A, Kostakis A, Liapis C, Vrabas I. The differential anti-inflammatory effects of exercise modalities and their association with early carotid atherosclerosis progression in patients with type 2 diabetes. *Diabetic Medicine*. 2013;30(2):41-50.
  22. 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.
  23. 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 Psychology* 2002;21(5):452-8.



# Effects of Eight Weeks of Personalized Alternate Sprint and Combined Exercise (strength and aerobic) Training on Blood Level of Glycated Hemoglobin (HbA1c) and Insulin Resistance in Women with Type 2 Diabetes

Nasiri S<sup>1</sup>, Banitalebi E<sup>2\*</sup>, Faramarzi M<sup>3</sup>

1- Msc, Dept of physiology, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

2- Assistant prof, Dept of exercise physiology, Shahrekord University, Shahrekord, Iran. (Corresponding Author)

Email: banitalebi@lit.sku.ac.ir, Tel: 03832326385

3- Associate prof, Dept of exercise physiology, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

Received: 5 October 2016

Accepted: 31 December 2017

**Introduction:** Physical activity 'as a very important part of a healthy lifestyle, is entangled with the therapeutic management of type 2 diabetes. The purpose of this study was to investigate the effects of eight weeks of personalized alternate sprint and combined exercise training on blood level of glycosylated hemoglobin A1C and insulin resistance in women with type 2 diabetes.

**Materials and Methods:** In this quasi-experimental study, fifty-two female patients with type 2 diabetic were assigned to three groups; sprint interval training SIT, combined training and control group according to the HbA1c levels. The combined Group received alternatively 2 sessions per week of endurance training with 70% of one repetition maximum and aerobic exercise training with 60% -70% of maximum heart rate and 1 session per week of only aerobic exercise training. The SIT group received 3 sessions per week of 4-10 reps 30-second Wingate test on the ergometer with maximum effort. Fasting blood glucose, serum insulin and HbA1c levels were then measured. Data analyzing was performed using dependent t-test and covariance and LSD method.

**Results:** The findings of this study showed that while the HbA1c concentrations reduced significantly in both SIT ( $p=0.002$ ) and combined groups ( $p=0.006$ ), serum insulin levels had a significant increase in these two groups;  $p<0.001$ ) and  $p<0.000$  respectively. The data also showed that a significant difference in insulin resistance index (HOMA-IR) in these two groups (SIT with  $p<0.001$ ) and combined group with  $p=0.008$ ). ANCOVA test showed no significant difference in HbA1c concentrations ( $F=0.597$ ,  $p=0.556$ ) and fasting blood glucose concentrations ( $F=1.853$ ,  $p=0.171$ ).

**Conclusion:** Results indicated that individualized exercise training courses may have a positive effect on bodily structure and blood glucose control in women with type 2 diabetes.

**Keywords:** SIT and Combined Training, HbA1c, Type 2 Diabetes.

---

### Please cite this article as follows:

Nasiri S, Banitalebi E, Faramarzi M. Effects of Eight Weeks of Personalized Alternate Sprint and Combined Exercise (strength and aerobic) Training on Blood Level of Glycated Hemoglobin (HbA1c) and Insulin Resistance in Women with Type 2 Diabetes. Community Health journal 2017; 11(1): 1-9.

**Funding:** There was no funding source in this study.

**Conflict of interest:** There is no conflict of interest regarding the publication of this article.

**Ethical approval:** Ethics committee reference number 140.3326.