

## **Effect of eight weeks aerobic periodic training with increasing intensity on insulin-like growth factor (IGF-1) and insulin resistance in middle-aged women with type 2 diabetes**

**Amene Mobaraki<sup>1</sup>, Seyed Mahmoud Hejazi<sup>1</sup>, Mohammad Reza Ramadanpour<sup>2</sup>**

**Background and Aim:** Type 2 diabetes is more prevalent in middle-aged women due to menopause, decreased body metabolism, and increased fat tissue. The purpose of this study was to investigate the effect of eight weeks aerobic periodic training with increasing intensity on insulin-like growth factor (IGF-1) and insulin resistance in middle-aged women with type 2 diabetes.

**Materials and Methods:** In this experimental study, 30 middle-aged women with type 2 diabetes were selected through targeted sampling and randomly divided into two groups of 15 Interval training and control groups. The training group performed for 8 weeks an intensive training session on the Davis test on the monocular bicycle, So that in the first week, the subjects performed their exercises with 65% of their maximum strength and in the eighth week with 80% of their maximum strength. During this period, the control group did not participate in any kind of sports activities. For all subjects, body mass index, IGF-1 hormones and insulin resistance were measured using the HOMA-IR formula. To compare pre-test and post-test data in each group and between groups, t-test and independent t-test were used.

**Results:** Eight weeks of training had a significant increase in insulin-like factors and a significant decrease in insulin resistance in the experimental group ( $P \leq 0.001$ ). These changes also showed a significant difference in comparison with the control group.

**Conclusion:** High-intensity aerobic interval training through the effect on hormonal levels can be effective in improving the status of people with type 2 diabetes.

**Key Words:** Interval Training; Insulin-like Growth Factor; Insulin Resistance

*Journal of Birjand University of Medical Sciences. 2018; 25(4): 317-325.*

*Received: November 12, 2017*

*Accepted: November 19, 2018*

---

<sup>1</sup> Department of Physiology, Islamic Azad University, Mashhad Branch, Mashhad, Iran.

<sup>2</sup> Corresponding author; Department of Physiology, Islamic Azad University, Mashhad Branch, Mashhad, Iran.

Email: ramz45@yahoo.com

Tel: +989153108912

# تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی هوایی با شدت فزآینده بر میزان فاکتور رشد شبهانسولینی (IGF-1) و مقاومت به انسولین در زنان میانسال دیابتی نوع دو

آمنه مبارکی<sup>۱</sup>، سید محمود حجازی<sup>۱</sup>، محمد رضا رمضان پور<sup>۲</sup>

## چکیده

**زمینه و هدف:** دیابت نوع دوم در زنان میانسال به علت فرآیند یائسگی، کاهش متابولیسم بدن و افزایش بافت چربی شیوع بیشتری دارد. هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی بر میزان فاکتور رشد شبهانسولین (IGF-1) و مقاومت به انسولین در زنان میانسال دیابتی نوع دو بود.

**روش تحقیق:** در مطالعه تجربی حاضر، ۳۰ نفر زن میانسال مبتلا به دیابت نوع دوم، بهروش نمونه گیری هدفمند انتخاب و به طور تصادفی در دو گروه ۱۵ نفره تمرین اینتروال و کنترل تقسیم شدند. گروه تمرین به مدت ۸ هفته، تمرینات اینتروال شامل آزمون استورر دیویس را بر روی دوچرخه کارسنج موتارک با شدت فزآینده انجام دادند؛ به گونه‌ای که افراد مورد مطالعه تمرینات را در هفته اول با عدرصد حداقل توان خود و در هفته هشتم با عدرصد حداقل توان خود انجام دادند. گروه کنترل در این مدت در هیچ برنامه ورزشی منظمی شرکت نداشتند. برای تمام افراد مورد مطالعه، نمایه توده بدنی، هورمون-1 IGF و مقاومت به انسولین از فرمول HOMA-IR اندازه‌گیری شد. برای مقایسه داده‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر گروه و بین گروه‌ها، از آزمون تیزوجی و تی مستقل استفاده گردید.

**یافته‌ها:** هشت هفته تمرین، افزایش معنی‌داری در فاکتور شبهانسولینی و کاهش معنی‌دار مقاومت انسولینی گروه اینتروال داشت ( $P \leq 0.001$ ). این تغییرات در مقایسه با گروه کنترل هم تفاوت معنی‌داری را نشان دادند.

**نتیجه‌گیری:** تمرینات اینتروال هوایی با شدت بالا احتمالاً با کمک تأثیر بر سطوح هورمونی می‌تواند موجب بهبود وضعیت افراد میانسال مبتلا به دیابت نوع دو گردد.

**واژه‌های کلیدی:** تمرینات تناوبی؛ فاکتور رشد شبهانسولین؛ مقاومت به انسولین

مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی پیر جند. ۱۳۹۷؛ ۱۷(۴): ۳۲۵-۳۲۰.

دربافت: ۱۳۹۶/۰۸/۲۱ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۲۸

<sup>۱</sup> گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، مشهد، ایران.

<sup>۲</sup> نویسنده مسؤول؛ گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، مشهد، ایران.

آدرس: ایران- خراسان رضوی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد

تلفن: ۰۹۱۵۳۱۰۹۱۲ پست الکترونیکی: ramz45@yahoo.com

## مقدمه

۷۰ درصد و حداقل اکسیژن مصرفی پس از ۴ هفته، افزایش معنی‌داری در سطح IGF-1 آزمودنی‌ها مشاهده کردند (۴). فریدنریک و همکاران در پژوهشی مروری با عنوان «تغییرات در شاخص مقاومت به انسولین و IGF-1 روی زنان میانسال»، نشان دادند که تمرينات هوایی می‌تواند باعث IGFbp افزایش معنی‌دار در میزان هورمون‌های IGF-1 و IGFbp شوند (۵). در پژوهشی که به بررسی سه نوع تمرين هوایی، مقاومتی و موازی بر میزان ترشح هورمون رشد و IGF-1 پرداخته شد، محققان نشان دادند هشت هفته تمرين منظم باعث افزایش معنی‌دار مقادیر GH و IGF-1 در زنان می‌شود (۶). برخلاف این نتایج بیژه و همکاران با بررسی تأثیر شش ماه تمرين هوایی بر سطوح هورمون رشد، IGF-1 و نسبت GH به IGF-1 سرمی زنان میانسال غیرفعال، کاهش معنی‌دار سطوح IGF-1 سرم زنان میانسال را نشان دادند (۷). در زمینه تأثیر تمرينات ورزشی مختلف بر مقاومت انسولینی افراد دیابتی، مطالعات متعددی انجام شده است. نیکسرشت و همکاران با مطالعه تأثیر تمرين اینتروال شدید؛ به کاهش التهاب، مقاومت به انسولین و بهبود ترکیب بدن در مردان چاق دست یافتند (۸). عظیمی‌دخت و همکاران با بررسی تأثیر هشت هفته تمرين تناوبی، کاهش معنی‌داری در مقاومت به انسولین مشاهده کردند (۹). عطارزاده حسینی و همکاران با بررسی تأثیر هشت هفته تمرين ترکیبی بر انسولین و گلوکز و مقاومت به انسولین مردان میانسال، بهبود معنی‌داری در مقادیر گلوکز، مقاومت به انسولین و درصد چربی بدن مشاهده کردند (۱۰). Elsisi و همکاران تأثیر تمرينات اینتروال در مقایسه تمرينات هوایی را در افراد مبتلا به دیابت نوع دوم بررسی کردند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که هر دو نوع تمرين هوایی متوسط و اینتروال شدید، باعث تغییرات معنی‌دار مقاومت به انسولین شد که این تغییرات در گروه اینتروال شدید نسبت به گروه تمرينات هوایی متوسط بیشتر بود (۱۱). برخلاف مطالعات ذکر شده که بهبود مقاومت انسولینی را در اثر برنامه‌های تمرينات مختلف نشان داده‌اند،

بیماری دیابت از جمله بیماری‌های متابولیک در حال گسترش است که به خاطر مرگ و میر، عوارض بالا و هزینه‌های درمانی، فشار اقتصادی هنگفتی بر خانواده و اجتماع وارد می‌کند (۱). دیابت نوع دوم در زنان میانسال به علت فرآیند یائسگی، کاهش متابولیسم بدن، افزایش بافت چربی و کم تحرکی، شیوع بیشتری دارد. این بیماری شامل گروهی از بیماری‌های متابولیک است که در اثر نقص در عملکرد و ترشح انسولین ایجاد شده و منجر به افزایش مقدار گلوکز در خون می‌گردد (۲).

فاکتور رشد شبه‌انسولینی (IGF-1)، یک پروتئین پلی‌پپتیدی است که از نظر توالی آمینواسیدی ۴۸ درصد با پروانسولین شباهت دارد. این عامل از ۷۰ اسید‌آمینه با اثرات آندوکرین، پاراکرین و اتوکرین تشکیل شده و یک هورمون آنابولیک است که به طور عمده در کبد و همچنین در بافت‌های محیطی آزاد می‌شود. IGF-1 دارای ساختار مشابه انسولین می‌باشد که فعالیت‌های مشابه انسولین را تقلید و حساسیت انسولین را افزایش می‌دهد. IGF-1 در مطالعات مختلف به عنوان تحریک‌کننده دیابت شناخته شده است (۳) که این روند با دخالت هورمون رشد انجام می‌پذیرد. محور هورمون رشد / فاکتور رشد شبه‌انسولینی؛ بر متابولیسم چربی، پروتئین و گلوکز مؤثر است. این هورمون باعث کاهش پروتولیز و تحریک تولید پروتئین شده و متعاقب آن باعث افزایش توده عضلانی در عضله می‌گردد (۴).

Conti و همکاران در مطالعه مروری به این نتیجه رسیدند که پایین‌بودن سطوح IGF-1 منجر به کاهش انفارکتوس میوکارد، نارسایی قلبی و دیابت می‌شود (۳). مطالعات متعددی که در زمینه تأثیر تمرينات ورزشی بر سطوح IGF-1 صورت گرفته است، نتایج متناقضی را نشان داده‌اند. Cappon و همکاران در مطالعه خود، با انجام برنامه تمرينی به صورت عدقیقه راه‌رفتن روی تردیل با شدت

<sup>۱</sup> Insulin-Like Growth Factor I

خون، بیماری‌های تنفسی و عضلانی- اسکلتی، نداشتن سابقه هیپوگلیسمی مکرّر یا هیپوگلیسمی هنگام فعالیت ورزشی، نداشتن هر گونه فعالیت منظم ورزشی و نیز قرار داشتن در مرحله یائسگی بود. معیارهای خروج از مطالعه نیز شامل: غیبت در جلسات تمرین و عدم رعایت توصیه‌های پزشکی در طول دوره انجام پژوهش بود. بررسی سوابق پزشکی افراد مورد مطالعه نشان داد که کلیه بیماران، تحت درمان با داروهای کاهش‌دهنده قند خون مانند متفورمین بودند.

از بین ۵۰ نفر از افراد داوطلب شرکت‌کننده، تعداد ۳۳ نفر که دارای معیارهای ورود به مطالعه بودند، به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند و به طور تصادفی در دو گروه تمرین اینتروال (۱۵ نفر) و کنترل (۱۵ نفر) قرار گرفتند. گروه نمونه بر اساس فرمول فلیس محاسبه گردید. برطبق این فرمول، حجم نمونه با در نظر گرفتن توان آزمون ۰/۸ آلفای ۰/۰۵ و تغییرات میانگین ۵ عدد، ۱۳/۷ نفر به دست آمد که برای احتیاط بیشتر، درنهایت از میان افراد داوطلب ۱۵ نفر برای هر گروه انتخاب شد (۱۳).

روش کار بدین صورت بود که ابتدا در مرحله پیش‌آزمون، در ساعت ۸ صبح به صورت ناشتا و پس از تخلیه ادراری صحبتگاهی؛ قد، وزن و نمونه خون تمام افراد مورد مطالعه اندازه‌گیری شد. بعد از این مرحله از افراد خواسته شد تا عصر همان روز به سالن ورزشی برای انجام آزمون میدانی مراجعه نماید. در زمان مقرر شده، آزمون  $\text{VO}_{2\text{peak}}$  با استفاده از آزمون استورر دیویس، روی دوچرخه کارسنج مونارک ساخت Electronic چین مارک Technogym مدل Competition HC600 استورر دیویس (Stover davis) برای تعیین حداکثر توان افراد مورد مطالعه استفاده شد. در این آزمون، فرد پس از یک مرحله گرم‌کردن، با توان ۵۰ وات در دو دقیقه اول با سرعت ۴۵-۵۵ (rpm) رکاب می‌زد و بعد از آن، هر یک دقیقه ۱۵ وات تا زمان خستگی و واماندگی به میزان بار اضافه می‌شد. این روند آزمون تا زمان خستگی فرد ادامه پیدا می‌کرد و در انتهای

در پژوهشی که Berggren و همکاران در زمینه اثر تمرینات هوایی، مقاومتی و ترکیبی بر میزان قندخون و مقاومت به انسولین بیماران مبتلا به دیابت نوع دو پرداختند، هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری بین سه گروه تمرینی مشاهده نکردند (۱۲). سبک زندگی بی‌تحرک، یکی از عوامل اصلی بروز دیابت است. چندین سال است که ورزش همراه با رژیم غذایی و دارو درمانی از روش‌های اساسی درمان دیابت نوع دوم به شمار می‌رود. مخصوصان عقیده دارند که رژیم غذایی و داروها به‌تهاهایی در درمان و کنترل قندخون بیماران مؤثر نیستند؛ بلکه انجام فعالیت بدئی و ورزش نیز باید به برنامه روزانه افراد دیابتی افزوده شود. مطالعات متعددی نشان داده است که ورزش منظم، قند خون را کنترل کرده و موجب کاهش وزن و عوامل خطر قلبی- عروقی و بهبود کیفیت زندگی بیماران دیابتی می‌شود. اما از آنجایی که مطالعات با برنامه‌های تمرینی متعددی در زمینه ورزش و دیابت نوع دوم صورت گرفته و نتایج متناقضی کسب شده است، در پژوهش حاضر تأثیر هشت هفته تمرین اینتروال بر میزان فاکتور رشد شبه‌انسولینی (IGF-1) و مقاومت به انسولین در زنان میانسال دیابتی نوع دو بررسی گردید.

## روش تحقیق

این مطالعه تجربی، بر روی ۳۰ زن میانسال مبتلا به بیماری دیابت نوع دوم مراجعه‌کننده به کلینیک پزشکی شهرستان مشهد در بازه زمانی ششم‌ماهه دوم سال ۱۳۹۵ انجام شد. بیماران مورد مطالعه، دارای میانگین سنی ۵۰-۵۹ سال و نمایه توده بدئی ۲۹-۲۵ کیلوگرم بر متر مربع بودند. لازم به ذکر است، پژوهش حاضر دارای کد اخلاقی به شماره IR.SSRI.REC.1397.208 از پژوهشگاه تربیت بدئی ایران می‌باشد.

معیارهای ورود به مطالعه شامل: قند ناشتا ۱۴۰-۲۵۰ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر، عدم مصرف سیگار، عدم تزریق انسولین، عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی- عروقی، پرفشاری

درون سنجدی ۰/۲٪، ۹٪ و بروون سنجدی ۷/۸٪، ۶٪ و ۱/۹٪ به روش الایزا توسط دستگاه اتوآنالیزرا RA1000 (کشور سوئد) اندازه گیری شدند. شاخص مقاومت به انسولین به وسیله فرمول زیر و با استفاده از مقادیر گلوکز و انسولین ناشتا صورت گرفت.

$$\text{HOMA IR} = (\text{Fasting insulin } (\mu\text{U/ml}) \times \text{Fasting glucose } (\text{mmol/l})) \div 22.5$$

ابتدا برای بررسی نرمال بودن داده ها از آزمون کلموگروف- اسمیرنوف استفاده شد؛ بر طبق نتایج این آزمون، کلیه داده های مورد بررسی نرمال بودند. سپس برای مقایسه داده های پیش آزمون و پس آزمون بین گروه ها از آزمون های تی استودنت و تی مستقل و درون گروه ها از آزمون تی زوجی استفاده شد. همچنین برای بررسی همگنی واریانس ها از آزمون لoven (Leven) بهره برده شد. بدین منظور، ورود اطلاعات و پردازش آنها توسط نرم افزار SPSS (ویرایش ۱۹) انجام و سطح معنی داری آزمون ها کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

### یافته ها

ویژگی های افراد مورد مطالعه از جمله: میانگین سن، قد، وزن و نمایه توده بدنی افراد در گروه تجربی و گروه کنترل در جدول یک آورده شده است. بر اساس نتایج جدول یک، تفاوت معنی داری بین شاخص های قد، سن، وزن و نمایه توده بدنی در دو گروه کنترل و تجربی وجود نداشت. با توجه به داده های جدول ۲، در طی دوره هشت هفته ای تمرین اینترووال به ترتیب افزایش و کاهش معنی داری در سطح فاکتور رشد شبه انسولین با استفاده از کیت مونوبانید (Monobind, Inc.lake, CA, USA)، انسولین با استفاده از کیت انسولین شرکت پارس آزمون (ساخت آمریکا) و گلوکز به روش آنژیمی گلوکز اکسیداز با کیت شرکت پارس آزمون به ترتیب با: ضریب تغییرات

عدد نهایی وات، ثبت شده و در معادله  $(\text{سن} * 5/88) + (\text{وزن} * 7/7) + (\text{وات} * 9/39)$  قرار می گرفت؛ سپس عدد به دست آمده در وزن فرد تقسیم شده و میزان حداکثر توان هوایی به دست می آمد.

برنامه تمرین اینترووال هوایی شامل: هشت هفته رکاب زدن بر روی دوچرخه کارسنج مونارک، هفته ای سه جلسه (در کل ۲۴ جلسه) به صورت یک روز در میان بود. افراد مورد مطالعه در هر جلسه برای گرم کردن، رکاب زدن روی دوچرخه مونارک را با شدت ۳۰-۴۰ درصد حداکثر توان پا به مدت پنج دقیقه انجام می دادند. در هفته اول از تمرین اینترووال، فرد در مرحله فعالیت با ۵ درصد حداکثر توان خود با زمان ۳۰ ثانیه و در مرحله استراحت با ۳۰-۴۰ درصد با زمان ۱۰ ثانیه افزوده می شد تا این میزان در هفته هشتم به ۸۰ درصد حداکثر توان و زمان ۰۰ ثانیه در مرحله فعالیت رسید. فرد مورد مطالعه در پایان هر جلسه فعالیت، در حدود پنج دقیقه عمل سرد کردن را با ۳۰-۴۰ درصد حداکثر توان خود انجام می داد (۱۴). شدت کار در فعالیت رکاب زنی بر حسب درصدی از حداکثر توان فرد در نظر گرفته شد؛ بدین صورت که به منظور اعمال بار کار در شدت مورد نظر در پایان هفته دوم، چهارم و ششم دوباره حداکثر توان پای افراد مورد مطالعه به وسیله آزمون استورر دیویس اندازه گیری شد و بر اساس نتایج این آزمون، شدت کار در مرحله فعالیت تنظیم گردید. در این مطالعه، سطوح فاکتور رشد شبه انسولین با استفاده از کیت مونوبانید (Monobind, Inc.lake, CA, USA)، انسولین با استفاده از کیت انسولین شرکت پارس آزمون (ساخت آمریکا) و گلوکز به روش آنژیمی گلوکز اکسیداز با کیت شرکت پارس آزمون به ترتیب با: ضریب تغییرات

جدول ۱ - مقایسه متغیرهای دموگرافیک دو گروه تحت مطالعه در شروع برنامه تمرین

متغیر	گروهها	(میانگین $\pm$ انحراف استاندارد)	سطح معنی‌داری
سن (سال)	تجربی	۵۲/۳۳ $\pm$ ۴/۵۲	۰/۲۳۱
	کنترل	۵۵/۵۳ $\pm$ ۴/۳۵	
قد (سانتی متر)	تجربی	۱/۵۷ $\pm$ ۳/۲۸	۰/۹۰۹
	کنترل	۱/۵۸ $\pm$ ۲/۷۱	
وزن (کیلوگرم)	تجربی	۷۲/۷۳ $\pm$ ۳/۴۵	۰/۵۶
	کنترل	۷۳/۷۳ $\pm$ ۳/۳۱	
نمایه توده بدنی (کیلوگرم / مترمربع)	تجربی	۲۹/۴۲ $\pm$ ۱/۹۱	۰/۶۹
	کنترل	۲۹/۵۱ $\pm$ ۱/۷۹	

جدول ۲ - مقایسه تغییرات درون گروهی و بین گروهی در سطوح هورمون شبه رشدی انسولین و مقاومت انسولینی

فاکتور	گروهها	پیش آزمون (میانگین $\pm$ انحراف استاندارد)	پس آزمون (میانگین $\pm$ انحراف استاندارد)	تفاوت درون گروهی مقدار t معنی‌داری
شبه انسولین (نانوگرم بر میلی لیتر)	تمرین ایترووال	۱۶۲/۶۷ $\pm$ ۱۲/۸۴	۱۶۵/۵۳ $\pm$ ۱۲/۴۳	-۴/۰۰ $P \leq 0/05$
	کنترل	۱۶۶/۴۰ $\pm$ ۵۱/۴۰	۱۶۵/۷۳ $\pm$ ۵۴/۷۰	۰/۴۱۹
	آماره	.۷۲	.۸۰	--
	سطح معنی‌داری	.۱۳	.۰۰۸ $^*$	--
مقاومت به انسولین	تمرین ایترووال	۱۲۲/۹۵ $\pm$ ۳۸/۳۷	۱۰۷/۹۵ $\pm$ ۲۴/۱۷	۲/۷۷ $P \leq 0/05$
	کنترل	۱۴۰/۲۸ $\pm$ ۳۸/۶۶	۱۴۳/۶۷ $\pm$ ۴۲/۷۲	-۱/۰۳ $P \leq 0/05$
	آماره	.۱۲	.۲۱	--
	سطح معنی‌داری	.۷۵	.۰۰۴ $^*$	--

\* - سطح معنی‌داری پذیرفته شده  $P \leq 0/05$   $^*$  سطح معنی‌داری

## همکاران و Nishida و همکاران همخوانی ندارد (۱۶-۱۸).

این تفاوت‌ها ممکن است به طور جزئی به تیازهای متابولیکی فعالیت ورزشی بستگی داشته باشد و همچنین شاید این عدم همخوانی به آمادگی افراد مورد مطالعه، نوع، مدت و شدت تمرین و دقّت وسایل اندازه‌گیری مربوط باشد. بر این اساس، به نظر می‌رسد که شدت و مدت تمرینات به کار گرفته شده در مطالعه حاضر برای تغییر در این شاخص‌ها، مناسب و کافی بوده است.

در طی چند سال گذشته، مدارک زیادی نشان داده‌اند که کاهش ترشح هورمون‌هایی از قبیل هورمون رشد و IGF-1، می‌تواند مسؤول شروع وضعیتی باشد که منجر به پیشرفت مقاومت انسولین می‌شود. مطالعات نشان می‌دهند که هورمون

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که یک دوره هشت‌هفته‌ای تمرینات اینترووال، اثرات مثبتی بر سطوح IGF-1 دارد؛ به طوری که مقادیر IGF-1 بعد از این دوره، افزایش معنی‌داری نسبت به پیش‌آزمون و گروه کنترل داشت؛ همچنین باعث کاهش معنی‌دار مقاومت به انسولین شد. پژوهش حاضر نشان داد، شرکت در فعالیت ورزشی سبب افزایش معنی‌دار سطح IGF-1 افراد مورد مطالعه گردید. این نتایج با نتایج مطالعات Cappon و همکاران، Bieth و همکاران، عظیمی‌دخت و همکاران، Vooss و همکاران و Miyake و همکاران همسو می‌باشد (۱۵، ۱۴، ۹، ۷، ۴) و همچنین با نتایج مطالعات Berryman و همکاران، Seo و

اسکلتی، می‌تواند به تنظیم تعادل وزن منجر شود. کاهش معنی‌دار مقادیر مقاومت انسولینی نیز با نتایج حاصل از مطالعه عظیمی‌دخت و همکاران، Resmini و همکاران و Henzen و همکاران، Resmini و همکاران و عظیمی‌دخت و همکاران همسو می‌باشد (۲۰، ۱۹، ۹). به طور کلی در دیابت نوع ۲ تجمع چربی از دو مسیر اصلی مجزا، موجب مقاومت به انسولین می‌شود که شامل دگرگون‌شدن سیگنالینگ انسولین با سایتوکاین‌های ترشح شده از بافت چربی و آسیب یا مرگ سلول‌های بتای پانکراس در اثر تجمع اسیدهای چرب آزاد است؛ اما تمرينات ورزشی احتمالاً ضمن تغییر در میزان برخی از آدیبوکاین‌ها حساسیت به انسولین را نیز بهبود بخشیده و از مقاومت به انسولین پیشگیری می‌کند (۲۱). برخی محققان به نقل از ابوالفتحی و همکاران، ساز و کار بهبود عمل انسولین را تنظیم مثبت اجزای پس‌گیرنده انسولین (مانند غلظت پروتئین گیرنده انسولین، پروتئین کیناز B و سنتر گلیکوزن) و همچنین پروتئین انتقال‌دهنده گلوکز GLUT-4 می‌دانند (۲۲).

### نتیجه‌گیری

به طور کلی با توجه به نتایج پژوهش حاضر، در افزایش سطوح IGF-1 و کاهش مقاومت انسولینی زنان میانسال با دیابت نوع دوم می‌توان برنامه تمرينی هشت هفته تمرين اینتروال هوازی، هر هفته سه جلسه و هر جلسه ۶۰ دقیقه را در کنار دارودارمانی به زنان میانسال با بیماری دیابتی نوع دوم توصیه کرد و با توجه به اثربخشی روش‌های مورد مطالعه، بیماران مبتلا به دیابت نوع دوم می‌توانند با توجه به سطح بیماری و با مشورت تیم درمانی خود شامل پزشک و کارشناس ورزشی، از برنامه تمرينی حاضر استفاده نمایند.

### تقدیر و تشکر

این پژوهش زیر نظر دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد و با همکاری کلینیک پزشکی انجام شد. بدین‌وسیله از کلیه

رشد و فاکتور رشد شبکه انسولین، در تنظیم هموستاز گلوکز درگیر هستند. این مشاهدات، در تلاش برای کاهش یا توقف شیوع روزافزون دیابت نوع ۲، بر روی زنان میانسال به عنوان مداخله‌ای اولیه مطرح بوده است (۷).

یکی از مهم‌ترین فاکتورهای رشد، فاکتور رشد شبکه انسولین یک (IGF-1) است که نقش مهمی در فعال‌سازی سلول‌ها، افزایش سنتز پروتئین، کاهش تجزیه پروتئین و هیپرتروفی تار عضلانی در دوره رشد و توسعه عضلات بر عهده دارد. IGF-1 در مطالعه یوسفی‌پور و همکاران ورزش سرعتی و فعالیت ورزشی هوازی باشد متوسط، تغییری در میزان IGF-1 تام ایجاد نکرد (۲۱). یافته‌های تحقیقاتی که پاسخ IGF-1 را به تمرينات مزمون بررسی کرده‌اند نیز این موضوع را تأیید می‌کنند که هم شدت و هم مدت تمرين، سطوح نهایی IGF-1 را تعیین خواهد کرد. پژوهش‌ها بیانگر این است که میزان چربی‌های آزاد پلاسمایی می‌تواند تحت تأثیر سطح پلاسمایی سوماتومدین‌ها باشند. با افزایش سن و کاهش ترشح هورمون رشد، آزادسازی سوماتومدین‌ها باعث کاهش بتا اکسیداسیون چربی‌ها و متابولیسم اسیدهای چرب آزاد پلاسمایی می‌شود؛ در نتیجه میزان چربی‌های نامحلول در خون از قبیل کلسترول افزایش می‌یابد. رسمینی و همکاران از بیمارستان کارولینسکای استکلهلم نشان دادند که در افراد بالای ۵۹ سال، افزایش کلسترول سرم با افزایش سطح IGF-1 سرم همراه بود. ورزش و تحرک نیز باعث تحریک هورمون رشد و در نتیجه افزایش آزادسازی فاکتورهای رشد شبکه انسولینی شده و باعث افزایش متابولیسم چربی‌ها و در نتیجه کاهش اسیدهای چرب آزاد پلاسمایی می‌شود و احتمال ابتلا به بیماری آتروواسکلروز را کاهش می‌دهد (۱۹). همچنین پژوهشگران بر این باورند که افزایش هزینه کرد انرژی به حدود ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ کیلوکالری در طی تمرينات اینتروال باشد بالا، از طریق سازوکار افزایش حساسیت انسولینی و همچنین افزایش سازگاری‌های عضلانی نظیر افزایش ظرفیت اکسیداسیون چربی عضله

**عوامل و دست‌اندرکاران کلینیک پزشکی دیابت مشهد کمال تضاد منافع**  
**نویسنده‌گان اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافعی در**  
**پژوهش حاضر وجود ندارد.**

### منابع:

- 1- Blakytny R, Jude EB, Martin Gibson J, Boulton AJ, Ferguson MW. Lack of insulin-like growth factor 1 (IGF1) in the basal keratinocyte layer of diabetic skin and diabetic foot ulcers. *J Pathol.* 2000; 190(5): 589-94.
- 2- Luo L, Lu AM, Wang Y, Hong A, Chen Y, Hu J, et al. Chronic resistance training activates autophagy and reduces apoptosis of muscle cells by modulating IGF-1 and its receptors, Akt/mTOR and Akt/FOXO3a signaling in aged rats. *Exp Gerontol.* 2013; 48(4): 427-36.
- 3- Conti E, Musumeci MB, De Giusti M, Dito E, Mastromarino V, Autore C, et al. IGF-1 and atherothrombosis: relevance to pathophysiology and therapy. *Clin Sci (Lond).* 2011; 120(4): 377-402.
- 4- Cappon J, Brasel JA, Mohan S, Cooper DM. Effect of brief exercise on circulating insulin-like growth factor I. *J Appl Physiol* (1985). 1994; 76(6): 2490-6.
- 5- Frystyk J. Exercise and the growth hormone-insulin-like growth factor axis. *Med Sci Sports Exerc.* 2010; 42(1): 58-66.
- 6- Wideman L, Weltman JY, Hartman ML, Veldhuis JD, Weltman A. Growth hormone release during acute and chronic aerobic and resistance exercise: recent findings. *Sports Med.* 2002; 32(15): 987-1004.
- 7- Bijeh N, Hejazi K. The Effect of a Six- Month Aerobic Exercise on Levels of GH, IGF-1 and GH/IGF-1 Ratio Serum in Sedentary Middle-aged Women. *J Shahid Sadoughi Univ Med Sci.* 2013; 21(4): 415-27. [Persian]
- 8- Nikseresht M, Rajabi H, Nikseresht A. The effects of nonlinear resistance and aerobic interval training on serum levels of apelin and insulin resistance in middle-aged obese men. *Tehran Univ Med J.* 2015; 73(5): 375-83. [Persian]
- 9- Mohammad Ali Azimidokht S, Mogharnasi M, Kargar Shouroki MK, Asghar Zarezade Mehrizi A. The effect of 8 weeks interval training on insulin resistance and lipid profiles in type 2 diabetic men treated with metformin. *J Sport Biosci.* 2015; 7(3): 461-76. [Persian]
- 10- Attarzadeh Hosseini SR, Mir E, Hejazi K, Mir Sayeedi M. The Effect of eight weeks combined training on some insulin resistance markers in middle-aged men. *J Mashhad Univ Med Sci.* 2015; 58(3): 129-36. [Persian]
- 11- Elsisi HF, Albady GM, Mohammed MA, Rahmy AF. Insulin Resistance and Nitric Oxide Response to Low Volume High Intensity Interval Exercise versus Continuous Moderate Intensity Aerobic Exercise in Type 2 Diabetes Mellitus. *IJTTR.* 2016; 5(1): 15-22 .
- 12- Berggren A, Ehrnborg C, Rosén T, Ellegrård L, Bengtsson BA, Caidahl K. Short-term administration of supraphysiological recombinant human growth hormone (GH) does not increase maximum endurance exercise capacity in healthy, active young men and women with normal GH-insulin-like growth factor I axes. *J Clin Endocrinol Metab.* 2005; 90(6): 3268-73.
- 13- Frei H, Würgler FE. Optimal experimental design and sample size for the statistical evaluation of data from somatic mutation and recombination tests (SMART) in *Drosophila*. *Mutat Res.* 1995; 334(2): 247-58.
- 14- Voss SC, Giraud S, Alsayrafi M, Bourdon PC, Schumacher YO, Saugy M, et al. The effect of a period of intensive exercise on the isoform test to detect growth hormone doping in sports. *Growth Horm IGF Res.* 2013; 23(4): 105-8.
- 15- Miyake H, Kanazawa I, Sugimoto T. Decreased serum insulin-like growth factor-I level is associated with the increased mortality in type 2 diabetes mellitus. *Endocr J.* 2016; 63(9): 811-8.

- 16- Berryman DE, Glad CA, List EO, Johannsson G. The GH/IGF-1 axis in obesity: pathophysiology and therapeutic considerations. *Nat Rev Endocrinol.* 2013; 9(6): 346-56.
- 17- Seo DI, Jun TW, Park KS, Chang H, So WY, Song W. 12 weeks of combined exercise is better than aerobic exercise for increasing growth hormone in middle-aged women. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2010; 20(1): 21-6.
- 18- Nishida Y, Matsubara T, Tobina T, Shindo M, Tokuyama K, Tanaka K, et al. Effect of low-intensity aerobic exercise on insulin-like growth factor-I and insulin-like growth factor-binding proteins in healthy men. *Int J Endocrinol.* 2010; 2010. pii: 452820.
- 19- Resmini E, Minuto F, Colao A, Ferone D. Secondary diabetes associated with principal endocrinopathies: the impact of new treatment modalities. *Acta Diabetol.* 2009; 46(2): 85-95.
- 20- Henzen C. Monogenic diabetes mellitus due to defects in insulin secretion. *Swiss Med Wkly.* 2012; 142: w13690.
- 21- Yousefipoor P, Tadibi V, Behpoor N, Parnow A, Delbari M, Rashidi S. The Effect of 8-week Aerobic and Concurrent (aerobic- resistance) Exercise Training on Serum IL-6 Levels and Insulin Resistance in Type 2 Diabetic Patients. *J Shahid Sadoughi Univ Med Sci.* 2013; 21(5): 619-631. [Persian]
- 22- Abolfathi F, Ranjbar R, Shakerian S, Yazdan Panah L. The Effect of Eight Weeks Aerobic Interval Training on Adiponectin Serum Levels, Lipid Profile and HS-CRP in Women With Type II diabetes. *Iran J Endocrinol Metabo.* 2015; 17(4): 316-24. [Persian]