

Comparison of the effect of aerobic and resistance training on glucagon-like peptide-1 and insulin resistance in obese women with type 2 diabetes

Saeideh Tabibirad, Hosein Aabednatanzi*, Hojatallah Nikbakht, Farshad Ghazalian, Mandana Gholami

Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Literature, Humanities and Social Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

* Corresponding author e-mail: abednazari@gmail.com

Citation: Tabibirad S, Aabednatanzi H, Nikbakht H, Ghazalian F, Gholami M. Comparison of the effect of aerobic and resistance training on glucagon-like peptide-1 and insulin resistance in obese women with type 2 diabetes. *Daneshvar Medicine* 2020; 28(4):46-56.

Abstract

Objective: The purpose of this study was to compare the effects of aerobic and endurance training on GLP-1 and insulin resistance in obese women with type 2 diabetes.

Materials and Methods: Thirty diabetic women aged 35-50 years, members of Saveh Diabetes Association, voluntarily participated in the present study and randomly divided into three groups of control (n=10), aerobic exercise (n=10) and resistance training (n=10). 24 hours before the start of the exercise protocol, individual characteristics and blood sampling were measured in the pre-test. Then the aerobic and resistance training groups performed their own training program for eight weeks (3 sessions per week and each session lasted 45-60 minutes). After eight weeks and 24 hours after the last training session individual data and blood samples were measured and analyzed using one-way ANOVA at $p < 0.05$.

Results: The present study showed no significant difference between the effects of the two training methods on insulin resistance ($P=0.922$), but there was a significant difference between the effects of the two training methods on GLP-1 values ($P=0.001$).

Conclusion: Aerobic and resistance training can decrease appetite and weight control in obese women with type 2 diabetes by increasing GLP-1. Aerobic training also seems to be more effective than resistance training.

Keywords: Aerobic training, Resistance training, Obese women, Type 2 diabetes, GLP-1

Received: 11 July 2020
Last revised: 7 Oct 2020
Accepted: 24 Oct 2020

مقایسه اثر تمرین هوازی و مقاومتی بر پیتید شبه گلوکاگن-۱ و مقاومت به انسولین در زنان چاق مبتلا به دیابت نوع ۲

نویسندگان: سعیده طیبی راد، حسین عابد نطنزی*، حجت‌الله نیک‌بخت، فرشاد غزالیان، ماندانا غلامی

گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

*نویسنده مسئول: حسین عابد نطنزی E-mail: abednazari@gmail.com

چکیده

هدف: هدف از انجام تحقیق حاضر مقایسه اثر تمرین هوازی و مقاومتی بر GLP-1 و مقاومت به انسولین در زنان چاق مبتلا به دیابت نوع ۲ بود.
مواد و روش‌ها: ۳۰ زن دیابتی ۳۵-۵۰ ساله عضو انجمن دیابتی شهرستان ساوه به شرط رعایت شرایط ورود و خروج به تحقیق بطور داوطلب به عنوان نمونه در تحقیق حاضر شرکت کرده و بطور تصادفی به سه گروه کنترل (۱۰ نفر) و تمرین هوازی (۱۰ نفر) و تمرین مقاومتی (۱۰) تقسیم شدند. ۲۴ ساعت قبل از شروع پروتکل تمرین، ویژگی‌های فردی و نمونه‌گیری خونی در پیش‌آزمون اندازه‌گیری شد. سپس گروه‌های تمرین هوازی و تمرین مقاومتی به مدت ۸ هفته، ۳ جلسه در هفته و هر جلسه ۴۵ تا ۶۰ دقیقه برنامه‌تمرینی مربوط به خود را انجام دادند. پس از گذشت ۸ هفته و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین مجدداً ویژگی‌های فردی و نمونه‌گیری خونی اندازه‌گیری شدند. داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه در سطح $p < 0.05$ تحلیل شد.

نتایج: تحقیق حاضر نشان داد بین تأثیر دو روش تمرین بر مقاومت به انسولین تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ($P=0.922$) اما بین تأثیر دو روش تمرین بر مقادیر GLP-1 تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P=0.001$).

نتیجه‌گیری: تمرینات هوازی و مقاومتی بتوانند با افزایش GLP-1 باعث کاهش اشتها و کنترل وزن در زنان چاق مبتلا به دیابت نوع دو شود. همچنین به نظر می‌رسد تمرین هوازی نسبت به تمرین مقاومتی تأثیر بیشتری دارد.

واژه‌های کلیدی: تمرین هوازی، تمرین مقاومتی، زنان چاق، دیابت نوع دو، GLP-1

مقاله پژوهشی

دریافت: ۱۳۹۹/۴/۲۱
آخرین اصلاح‌ها: ۱۳۹۹/۰۷/۱۶
پذیرش: ۱۳۹۹/۰۸/۰۳

مقدمه

سنسور سیگنال هایی را از طریق اعصاب آوران واگ به سیستم اعصاب مرکزی و مغز می فرستد و سپس مغز از طریق اعصاب و ابران واگ، سیگنال هایی را به پانکراس می فرستد که سبب افزایش ترشح انسولین از پانکراس می شود. همچنین با اثر مستقیم بر سلول های آلفای پانکراس، باعث کاهش ترشح و آزادسازی گلوکاگن می شود (۵).

علاوه بر این، **GLP-1** با کاهش سرعت تخلیه معده، باعث جذب آرام گلوکز و جلوگیری از افزایش ناگهانی قند خون می شود و با ایجاد احساس سیری باعث کاهش مصرف غذا توسط انسان می شود (۶).

با توجه به تأثیر دیابت بر زندگی فردی و اجتماعی از یک طرف، اهمیت کنترل راهی جهت پیشگیری از آثار منفی دیابت از طرف دیگر و نقش مقاومت به انسولین و **GLP-1** در دیابت، محققین همیشه در پی کشف راهی جهت به حداقل رساندن آثار دیابت هستند. در همین زمینه روش های مختلفی از جمله ورزش و فعالیت بدنی مورد توجه قرار گرفته است اما اینکه چه ورزشی؟ با چه شدتی و چه نوع پروتکلی سؤالی است که هنوز اجماع نظر کلی در رابطه با آن وجود ندارد.

اما تأثیر ورزش و فعالیت بدنی بر **GLP-1** و مقاومت به انسولین کمتر بررسی شده و نیازمند بررسی های بیشتر است. جالب آنکه در همین تحقیقات محدود نیز نتایج متناقضی به چشم می خورد؛ به طوری که در مورد **GLP-1** هم افزایش (۷) و هم عدم تغییر معنادار (۸) آن به دنبال تمرینات مختلف گزارش شده است. با این حال یافته ها در مورد بزرگسالان و مخصوصاً زنان در معرض خطر کمتر است و به طور کلی اطلاعات در خصوص نقش ورزش در تنظیم **GLP-1** محدود است. ضمن اینکه امروزه تمرینات مقاومتی توجه بسیاری از مردم را به خود جلب کرده است اما اطلاعات کافی و جامعی در مورد روش تمرینی مناسب در دسترس نیست.

دیابت اختلالی است متابولیکی که به وسیله هیپرگلیسمی مشخص و به دنبال نقص در ترشح انسولین، مقاومت به عمل انسولین یا هر دو ایجاد می گردد و در دراز مدت با عوارض چشمی، کلیوی، قلبی و عصبی به همراه می باشد (۱). موضوع دیابت تا اندازه ای جدی است که در سال های اخیر با افزایش چاقی و شیوع دیابت و نارسایی های مربوط به آن از مشکلات اصلی سلامت در کشور محسوب شده و باعث شده است تا تحقیقات مختلفی بر ابعاد مختلف دیابت انجام شده و راه های مختلفی هم برای کنترل و درمان دیابت پیشنهاد شده است (۲).

با توجه به ارتباط نزدیک بین دیابت و چاقی یکی از راه های مهار دیابت، کاهش وزن بوده و در همین راستا یکی از روش های مهم و مؤثر در پیشگیری و درمان چاقی شناسایی آنزیم ها و هورمون های مؤثر بر تعادل انرژی می باشد. یکی از این هورمون ها پپتید شبه گلوکاگن-۱ (**GLP-1**) است که نشان داده شده در کنترل وزن بدن نقش دارد (۳). این پپتید یک از انواع اینکرتین ها می باشد. اینکرتین ها، هورمون های گوارشی هستند که در پاسخ به مصرف گلوکز، توسط سلول های روده ترشح شده و نقش مهمی در هومئوستاز گلوکز بازی می کنند (۴). این هورمون ها مسئول ترشح ۵۰ تا ۷۰ درصد انسولینی هستند که پس از مصرف گلوکز خوراکی ترشح می شود. **GLP-1** به دو طریق مستقیم و غیرمستقیم بر افزایش میزان انسولین و کاهش قند خون اثر دارد. از یک سو به طور مستقیم و از طریق گیرنده های موجود بر سلول های پانکراس سبب افزایش بیان ژن انسولین و سنتز آن شده و از سوی دیگر، با اثر مستقیم بر گیرنده های خودش بر روی سلول های بتای پانکراس و هم بطور غیرمستقیم از طریق سیستم عصب واگ و ورید پورتال کبدی باعث افزایش ترشح انسولین می شود (۵).

GLP-1 پس از ورود به گردش خون پورتال یک سنسور گلوکز موجود در رگ پورتال را فعال می کند که این

شاخص توده بدن و متغیرهای تحقیق (گلوکز ناشتا و انسولین خون و GLP-1) در پیش آزمون اندازه گیری شده و گروه های تمرین برنامه خود را طبق دستور زیر انجام دادند و گروه کنترل هیچ تمرینی انجام نمی داد. پس از گذشت ۸ هفته و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین مجدداً ویژگی های فردی و متغیرهای تحقیق اندازه گیری شدند. لازم به ذکر است که در طول تحقیق تغییری در میزان داروی مصرفی آزمودنی ها داده نشد.

پژوهش حاضر با کد اخلاق IR.SSRC.REC.1398.045 در پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی تائید شده است.

پروتکل تمرین هوازی

برنامه تمرین هوازی شامل ۸ هفته تمرین هوازی، ۳ جلسه در هفته و هر جلسه ۴۵ الی ۶۰ دقیقه بود؛ که از این زمان ۱۰ دقیقه جهت گرم کردن و ۱۰ دقیقه نیز جهت سرد کردن در نظر گرفته شد. انجمن دیابت آمریکا، دیابتی های نوع ۲ را به ۲ تا ۳ جلسه تمرین ورزشی (هوازی یا مقاومتی یا ترکیبی) با گروه های عضلانی عمده در هفته (انجمن دیابت آمریکا، ۲۰۱۱) را توصیه می کند. برنامه تمرین به صورت فعالیت هایی همچون راه رفتن سریع، دویدن، جاگینگ (هر هفته سه جلسه و با شدت ۶۰-۸۵ درصد ضربان قلب ذخیره ای) در سالن ورزشی دانشگاه آزاد ساوه بین ساعت ۱۰ تا ۱۲ صبح انجام شد. لازم به ذکر است که ضربان قلب بیشینه توسط فرمول کارونن (۲۲۰-سن) برآورد شده و ضربان قلب نیز با استفاده از ضربان سنج سینه ای Polar کنترل می شود. همچنین هنگام خستگی آزمودنی ها به انجام پیاده روی و ترکیب حرکات دست و پا تشویق می شوند (۹).

با توجه به مطالب فوق محقق در صدد پاسخگویی به این سؤال است که آیا بین اثر تمرین هوازی و مقاومتی بر پیتید شبه گلوکاگن-۱ و مقاومت به انسولین در زنان چاق مبتلا به دیابت نوع ۲ تفاوت وجود دارد یا خیر؟ امید است با استفاده از نتایج این تحقیق بتوان دیدگاه روشنی در اختیار محققین، پزشکان، متخصصین تربیت بدنی و بیماران در مورد تأثیر تمرین هوازی و مقاومتی بر دیابت و عوارض و عوامل ایجاد کننده آن قرار داد.

مواد و روش ها

روش انجام تحقیق حاضر که با طرح تحقیق پیش آزمون-پس آزمون، به صورت میدانی انجام شد و از نوع نیمه تجربی بود. بدین صورت بود که ابتدا محقق به انجمن دیابتی ساوه مراجعه کرده و هدف از انجام تحقیق و مراحل اجرای تحقیق را برای مسئولین توضیح داد سپس با در دست داشتن رضایت نامه از مسئولین، افراد واجد شرایط ورود به تحقیق (زنان دیابتی نوع ۲، ۳۵-۵۰ ساله که حداقل ۳ سال مبتلا به بیماری دیابت نوع ۲ باشند، برای درمان از انسولین استفاده نمی کنند و یکی از دو قرص گلی بنکلامید یا متفورمین را استفاده می کردند، همچنین فاقد درگیری کلیوی، عصبی، قلب-عروقی، مفصلی، زخم پای دیابتی، سابقه هیپوگلیسمی در دو ماه اخیر، بیماری افسردگی، بیماری نئوپلاستیک و فعالیت منظم هوازی بودند) را شناسایی کرده و پس از توضیح هدف و مراحل تحقیق، از بین افراد داوطلب ۳۰ نفر انتخاب و بطور تصادفی به ۳ گروه تمرین هوازی (۱۰ نفر) و گروه تمرین مقاومتی (۱۰)، کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. در مرحله بعد و ۲۴ ساعت قبل از شروع تمرینات، ویژگی های فردی آزمودنی ها شامل سن، قد، وزن و

جدول ۱. برنامه تمرینات هوازی

تکرار جلسه در هفته	مدت زمان (دقیقه)	شدت درصد ضربان قلب بیشینه	
۳	۲۰	٪۶۰	هفته اول
۳	۲۰	٪۶۰	هفته دوم
۳	۲۰	٪۶۵	هفته سوم
۳	۲۵	٪۶۵	هفته چهارم
۳	۲۵	٪۷۰	هفته پنجم
۳	۲۵	٪۷۵	هفته ششم
۳	۳۰	٪۸۰	هفته هفتم
۳	۳۰	٪۸۵	هفته هشتم

پروتکل تمرین قدرتی

برنامه تمرین مقاومتی شامل ۸ هفته تمرین بدنسازی (هر هفته سه جلسه، هر جلسه ۸-۱۲ تکرار با شدت ۳۰-۷۰ درصد یک تکرار بیشینه که به صورت آزمون و خطا قبل از شروع تمرینات و هر دو هفته یکبار) را بر روی

عضلات سینه ای، دوسر بازویی، سه سر بازویی، شکم، پشتی و گرد بزرگ، سرینی، چهارسرران، همسترینگ و دوقلو انجام می دهند (۹).

جدول ۲. برنامه تمرینات مقاومتی

شدت (1RM)	ست	تکرار در هر ست	استراحت بین حرکات (ثانیه)	استراحت بین دوره‌ها (دقیقه)	
٪۳۰	۳	۲۰	۳۰	۲	هفته اول
٪۴۰	۳	۲۰	۳۰	۲	هفته دوم
٪۴۰	۳	۱۵	۳۰	۲	هفته سوم
٪۵۰	۳	۱۵	۳۰	۲	هفته چهارم
٪۵۰	۳	۱۰	۳۰	۲	هفته پنجم
٪۶۰	۳	۱۰	۳۰	۲	هفته ششم
٪۷۰	۳	۸	۳۰	۲	هفته هفتم
٪۷۰	۳	۸	۳۰	۲	هفته هشتم

نمونه گیری خون

برای انجام نمونه گیری خون ۲۴ ساعت قبل از شروع تمرینات آزمودنی ها در حالت ناشتا حاضر شدند. سپس از آنها خون-گیری از شریان دست راست به عمل آمد. نمونه های خونی تهیه شده با سرعت ۳۵۰۰ تا ۳۸۰۰ دور

در دقیقه سانتیفریوژ شده و تا زمان آنالیز نهایی در دمای ۲۰- درجه سانتی گراد قرار گرفتند. نهایتاً سطوح سرمی GLP-1 با استفاده از کیت تجاری آبکم ساخت انگلیس به روش الیزا اندازه گیری شد.

پس از آزمون متغیرهای تحقیق در جدول ۴ ارائه شده است. جهت تعیین روش آماری مناسب ابتدا مقادیر پایه متغیرها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه مورد بررسی قرار گرفت نتایج آزمون تحلیل واریانس در جدول ۵ نشان داد بین تأثیر تمرین هوازی و تمرین مقاومتی بر مقاومت به انسولین در زنان چاق مبتلا به دیابت نوع ۲ در ۳ گروه تفاوت معنی داری ندارد ($P=0/922$, $F=0/081$); اما بین تأثیر تمرین هوازی و مقاومتی بر GLP-1 زنان چاق مبتلا به دیابت نوع ۲ تفاوت معنی دار وجود دارد ($P=0/001$, $F=38/339$). بر اساس آزمون تعقیبی توکی، بین سه گروه تمرین هوازی، تمرین مقاومتی و کنترل تفاوت معنی داری مشاهده شد در همین رابطه نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد بین تأثیر تمرین هوازی با تمرین مقاومتی ($P=0/001$)، تمرین هوازی با گروه کنترل ($P=0/001$) و تمرین مقاومتی با گروه کنترل ($P=0/001$) تفاوت معنی داری وجود دارد (جدول ۶).

برای اندازه گیری مقاومت انسولین پس از اندازه گیری غلظت گلوکز ناشتایی و انسولین ناشتایی با استفاده از برآورد مدل هموستاز (HOMA-IR) و طبق فرمول زیر محاسبه گردید (۱۰):

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

نهایتاً برای توصیف داده ها از شاخص های گرایش مرکزی (میانگین)، پراکندگی (انحراف استاندارد) و ترسیم نمودارهای آماری استفاده شد. همچنین برای بررسی نرمال بودن توزیع داده ها از آزمون شپرو ویلک و جهت تجزیه و تحلیل استنباطی داده ها از تحلیل واریانس یک طرفه و آزمون تعقیبی توکی با استفاده از نرم افزار spss/21 و برای آزمون فرضیه های تحقیق نیز سطح معنی داری $\alpha \leq 0/05$ در نظر گرفته شد.

نتایج

میانگین و انحراف معیار ویژگی های فردی آزمودنی ها در جدول ۳ ارائه شده است. یافته های آماری پیش آزمون و

جدول ۳. میانگین و انحراف معیار ویژگی های فردی آزمودنی ها

گروه	گروه هوازی		گروه مقاومتی		گروه کنترل	
	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون
متغیر						
تعداد	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
سن (سال)	۴۲/۹ ± ۰/۶	۴۲/۹ ± ۰/۶	۴۲/۳ ± ۰/۴	۴۲/۳ ± ۰/۴	۴۳/۲ ± ۰/۱	۴۳/۲ ± ۰/۱
قد (m)	۱/۵۷ ± ۰/۲۶	۱/۵۷ ± ۰/۲۶	۱/۶۱ ± ۰/۳۱	۱/۶۱ ± ۰/۳۱	۱/۵۸ ± ۰/۱۹	۱/۵۸ ± ۰/۱۹
وزن (kg)	۸۰/۱۸ ± ۳/۷۳	۷۷/۸۳ ± ۳/۵۷	۸۳/۱۵ ± ۹/۲۹	۸۱ ± ۸/۸۴	۷۸/۴۹ ± ۸/۴۹	۷۸/۷۶ ± ۸/۷۱
BMI (kg/m ²)	۳۲/۵۹ ± ۰/۶۰	۳۰/۲۰ ± ۰/۵۵	۳۲/۳۵ ± ۲/۶۳	۳۱/۵۳ ± ۲/۵۷	۳۱/۴۵ ± ۲/۲۲	۳۱/۵۵ ± ۲/۳۵

جدول ۴. میانگین و انحراف معیار متغیرهای تحقیق

گروه کنترل		گروه مقاومتی		گروه هوازی		گروه
پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	متغیر
۴/۷۹±۰/۸۷	۴/۹۲±۰/۸۹	۴/۰۱±۰/۷۱	۴/۰۱±۰/۵۱	۴/۷۹±۰/۸۷	۴/۷۶±۰/۸۹	HOMA-IR
۶۵/۳۰±۷/۶۰	۶۶/۸۲±۷/۷۴	۷۱/۱۶±۶/۵۸	۶۴/۸۳±۵/۵۰	۷۷±۵/۹۶	۶۲/۶۶±۲/۹۲	GLP-1

جدول ۵. نتایج آزمون تحلیل واریانس مربوط به متغیرهای تحقیق در گروه های آزمودنی

P	F	
۰/۹۲۲	۰/۰۸۱	HOMA-IR
۰/۰۰۱	۳۸/۳۳۹	GLP-1

جدول ۶. نتایج آزمون توکی مربوط به GLP-1

گروه بزرگتر	Sig	تفاوت میانگین	مقایسه گروهها
تمرین هوازی	P=۰/۰۰۱*	۸/۰۱	تمرین هوازی - تمرین مقاومتی
تمرین هوازی	P=۰/۰۰۱*	۱۵/۸۶	تمرین هوازی - کنترل
تمرین مقاومتی	P=۰/۰۰۱*	۷/۸۵	تمرین مقاومتی - کنترل

بحث

با مرور تحقیقات انجام شده در داخل و خارج از کشور تحقیقی یافت نشد که به مقایسه تأثیر تمرین هوازی و مقاومتی بر GLP-1 و مقاومت به انسولین آن هم در زنان چاق مبتلا به دیابت نوع دو پرداخته باشد.

بطور کلی تحقیقات نشان داده اند که در دیابت نوع دو، سطوح پلاسمایی GLP-1 کاهش می یابد و این کاهش به علت کاهش ترشح GLP-1 از سلول های روده ای است، اما علت و مکانیسم این کاهش هنوز مشخص نیست و مشاهده شده است که با تزریق GLP-1 ترشح انسولین افزایش یافته و به هموستاز گلوکز کمک می کند (۱۱). همچنین برخی تحقیقات نشان دادند که تمرینات ورزشی، تولید GLP-1 را افزایش و ترشح انسولین را بهبود می بخشد و منجر به کاهش قند خون می شود (۱۲). هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرین هوازی و مقاومتی بر

GLP-1 و مقاومت به انسولین در زنان چاق مبتلا به دیابت نوع دو بود.

در پژوهش حاضر مشخص شد بین تأثیر ۸ هفته تمرین هوازی و مقاومتی بر GLP-1 زنان چاق مبتلا به دیابت نوع دو تفاوت معنی داری وجود دارد بطوریکه سطح GLP-1 بعد از تمرینات در هر دو گروه نسبت به سطح پایه افزایش یافت. علاوه بر این مشخص شد که تمرین هوازی نسبت به تمرین مقاومتی تأثیر بیشتری بر GLP-1 زنان چاق مبتلا به دیابت نوع دو دارد. این یافته با نتایج تحقیق ابولفتحی و همکاران (۱۳۹۵) که نشان دادند تمرین حاد هوازی تأثیری بر سطح GLP-1 ندارد ناهمسو است که علت اصلی این ناهمسویی احتمالاً به دلیل تفاوت در پروتکل تحقیقات می باشد (۱۳)؛ اما یافته پژوهش حاضر با نتایج تحقیق یودا و همکاران (۲۰۰۹) که نشان دادند بعد از تمرینات هوازی سطح GLP-1 افزایش یافت همسو است (۱۴)؛ اما با نتیجه تحقیق فرزانی

مدت هفت روز مشاهده کردند ناهمسو است (۱۷).
مارتینز و همکاران (۲۰۱۰) نیز در تحقیقی مشاهده کردند که ۱۲ هفته برنامه تمرینی (۵ روز در هفته با ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه) منجر به کاهش معنادار وزن بدن و بدون تغییر در سطوح **GLP-1** ناشتایی می شود. البته آنها مشاهده کردند که سطوح بعد از نهار **GLP-1** در مردان و زنان چاق دارای اضافه وزن بعد از ۱۲ هفته برنامه تمرینی کمی بالاتر است (۸). دلیل تفاوت یافته های مختلف، احتمالاً به دلیل تفاوت در پروتکل تمرینی شامل طول مدت، نوع و شدت تمرین است. همچنین تفاوت در وضعیت تندرستی و تمرینی آزمودنی ها نیز اهمیت دارد.

اگرچه ورزش باعث افزایش سطوح **GLP-1** می شود اما مکانیسم های فیزیولوژیکی برای این پدیده کاملاً روشن نیست. افزایش سطوح **GLP-1** شاید توسط مسیرهای آوران عصب سیاتیک میانجی گری شود. گزارش شده است که این افزایش به وسیله اینترلوکین ۶ توزیع شده از عضله اسکلتی از راه یک مسیر هومورال میانجی گیری می شود (۱۹) با این حال تحقیقات بیشتری برای روشن کردن اثر متقابل بین دو مکانیسم عصبی و هومورال برای افزایش سطوح **GLP-1** به دنبال تمرین مورد نیاز است.

علاوه بر موارد فوق نتایج پژوهش حاضر نشان داد بین تأثیر ۸ هفته تمرین هوازی و مقاومتی بر مقاومت به انسولین در زنان چاق مبتلا به دیابت نوع دو تفاوت معنی داری وجود ندارد. همچنین مشخص شد هیچکدام از دو برنامه تمرینی بر مقاومت به انسولین در زنان چاق مبتلا به دیابت نوع دو تأثیر معنی داری ندارند. این در حالی بود که گلوکز و انسولین با تمرین هوازی کاهش یافت اما با تمرین مقاومتی گلوکز کاهش و انسولین افزایش یافت؛ اما با توجه به اینکه میزان تغییرات انسولین از نظر آماری معنادار نبود و تغییرات گلوکز با وجود معنادار بودن اما به نظر می رسد تغییرات در حدی نبوده که منجر به تغییر معنادار مقاومت به انسولین شوند، شاید طول مدت تمرینی باید تغییر کند تا تغییر معنادار در

(۲۰۱۴) که نشان داد سطح **GLP-1** بعد از تمرینات کاهش یافت ناهمسو است (۱۵). در رابطه با این ناهمسویی می توان به اختلاف در آزمودنی ها و شدت تمرینات اشاره کرد بطوریکه تحقیق فرزانی بر روی موش های صحرایی انجام شد.

از طرف دیگر و همسو با یافته تحقیقی حاضر لی و همکاران (۲۰۱۵)، تأثیر تمرین اینتروال با شدت بالا (۸۰ درصد ضربان قلب ذخیره) و شدت کم (۴۵ درصد ضربان قلب ذخیره) بر سطوح **GLP-1** افراد دیابتی را بررسی کردند. نتایج نشان داد که تمرین اینتروال با شدت بالا در مقایسه با تمرین اینتروال با شدت کم می تواند سبب افزایش سطوح **GLP-1** در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو شود؛ بنابراین می توان نتیجه گرفت تغییر در سطوح **GLP-1** می تواند متأثر از شدت و مدت تمرین باشد (۱۶).

یافته دیگر پژوهش حاضر نشان داد که ۸ هفته تمرین مقاومتی نیز بر **GLP-1** زنان چاق مبتلا به دیابت نوع دو تأثیر معنی داری داشته و باعث کاهش سطوح **GLP-1** می شود. در همین رابطه و همسو با یافته های پژوهش حاضر عباس دلویی و همکاران (۱۳۹۶) نشان دادند که میزان **GLP-1** در افراد دیابتی بعد از ۸ هفته تمرین مقاومتی افزایش یافت. بطور کلی افزایش **GLP-1** به دنبال فعالیت بدنی، بطور معنادار و منفی با انرژی که جذب بدن می شود ارتباط دارد. نتایج مطالعات حاکی از آن است که با در نظر گرفتن شدت تمرین، **GLP-1** بین شدت ۵۰ تا ۷۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی افزایش می یابد (۱۴). این یافته ها حاکی از این است که احتمالاً فعالیت بدنی می تواند تنظیم کننده آزادسازی **GLP-1** و متابولیسم باشد و منجر به کنترل اشتها شود (۵).

با این حال، نتایج تحقیق حاضر با یافته تحقیق چانوین و همکاران (۲۰۰۸) که کاهش سطوح **GLP-1** را در آزمودنی های چاق دارای بیماری کبد چرب غیرالکلی پس از یک دوره تمرین با ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه به

گلوکز شده و در نتیجه منجر به تغییر در میزان گلوکز شده است. از آنجا که قند خون تحت تأثیر گلیکوژنولیز کبدی (به دلیل وجود آنزیم گلوکز فسفاتاز) است، بنابراین می توان گفت که ممکن است شدت و مدت زمان پروتکل تحقیق حاضر باعث ایجاد تغییرات در فرآیند گلیکوژنولیز شده است. از طرف دیگر مقاومت به انسولین و تولید کبدی بیش از حد گلوکز از یافته های اختصاصی دیابت نوع دو هستند (۲۱). مقاومت در برابر انسولین در هنگام انتقال گلوکز به عضلات اسکلتی، نشان دهنده نقصی بزرگ در نگهداری و حفظ طبیعی قند خون است (۲۰، ۲۱). بهبود عملکرد انسولین در سیستم انتقال گلوکز به عضلات اسکلتی، کاهش فعالیت هورمون های مرتبط با تولید گلوکز کبدی، بهبود جریان خون در عضلات اسکلتی و حفظ وضعیت طبیعی چربی خون، از سازگاری های ناشی از تمرینات ورزشی است. مقاومت در برابر انسولین در هنگام انتقال گلوکز به عضلات اسکلتی، عامل اصلی در ایجاد دیابت نوع دو و از بین بردن مقاومت به گلوکز به حساب می آید (۲۰). با این حال، در پژوهش حاضر اگرچه در اثر ۸ هفته تمرین هوازی و مقاومتی تغییرات معناداری در $GLP-1$ ایجاد شد اما مقاومت به انسولین تغییر معناداری را نشان نداد. لذا در این خصوص هنوز نیازمند تحقیقات بیشتری هستیم.

قدردانی و تشکر

این مقاله برگرفته از رساله دکتری در رشته فیزیولوژی ورزشی می باشد. نویسندگان این مقاله از همکاری آزمودنی ها و تمامی افرادی که در این امر مهم ما را یاری کردند، کمال تشکر و قدردانی را ابراز می نمایند.

منابع

1. Dostdar Y, Mohajeri D, Rezaii A. The effect of grape seed extract on cardiac cell apoptosis in diabetic

مقاومت به انسولین مشاهده شود. البته این موارد حدس هایی هستند که نیازمند تحقیقات بیشتری در این زمینه می باشند.

همسو با یافته تحقیق حاضر ابولفتحی و همکاران (۱۳۹۵)، نشان دادند که یک دوره تمرین حاد هوازی بر مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به دیابت نوع دو تأثیری نداشت. همچنین عباس دلویی و همکاران (۱۳۹۶)، نشان دادند ۸ هفته تمرین مقاومتی تأثیری بر مقاومت به انسولین در مردان چاق ندارد. در تحقیق دیگری در همین رابطه ساقی و همکاران (۱۳۹۷)، نشان دادند بین اثر هشت هفته تمرین استقامتی و مقاومتی بر میزان مقاومت به انسولین زنان چاق یائسه غیرفعال تفاوت معنادار وجود ندارد (۱۸).

از طرف دیگر اسماعیلی و همکاران (۱۳۹۷)، نشان دادند تمرین ترکیبی (هوازی-مقاومتی) باعث کاهش معنادار سطوح گلوکز و مقاومت به انسولین زنان غیرفعال دیابتی نوع دو شد (۱۹). لی و همکاران (۲۰۱۵)، نیز نشان دادند که تمرین تناوبی با شدت کم و زیاد باعث کاهش معنی دار مقاومت به انسولین در مردان مبتلا به دیابت ملیتوس نوع دو شد (۱۶). در همین رابطه سانگهان و همکاران (۲۰۱۱)، نیز نشان دادند که تمرین هوازی و مقاومتی بر مقاومت به انسولین کودکان چاق و دارای اضافه وزن تأثیر معنی داری دارد که نتایج این تحقیقات با یافته تحقیق حاضر ناهمسو است (۲۰). تفاوت در نتایج تحقیقات ممکن است به دلیل تفاوت در آزمودنی ها که در تحقیق حاضر زنان چاق مبتلا بر دیابت نوع بودند و پروتکل تحقیقات باشد.

در تحقیق حاضر به نظر می رسد تمرین هوازی و مقاومتی در طول دوره تمرین باعث تحریک میزان متابولیسم

rats Posted by streptozotocin.
Medical Sciences Journal of
Islamic Azad University, Tehran

- Medical Branch 2011;21(3):168-174.
2. Sori R, Ranjbar hasani SH, Vahabi K, SHabkhiz F. The effect of periodic aerobic exercise on serum RBP4 and insulin resistance index in type 2 diabetic patients. *Iranian Journal of Diabetes and Metabolism* 2011;10(4):388-397.
 3. Brrera JG, Sandoval DA, D' Alessio DA, Seeley RJ. GLP-1 and energy balance: an integrated model of short-term and long-term control. *Nature Reviews Endocrinology* 2011; 7: 507-516.
 4. Creutzfeldt W. The incretin concept today. *Diabetologia* 1979;16:75-85.
 5. Abbasi deloii A, Eshaghi R, Ahmadi M, Kohan por M. The effect of a resistance training course on serum levels of glucagon-like peptide, dipeptidyl peptidase-4 and insulin resistance in obese men. *Physiology of Exercise and Physical Activity* 2017;10(1):21-29.
 6. Lamers D, Famulla S, Wronkowitz N, Hartwig S, Lehr S, Ouwens DM. Dipeptidyl peptidase 4 is a novel adipokine potentially linking obesity to themetabolic syndrome. *Diabetes* 2011; 60(7):1917-25
 7. Howe SM, Hand TM, Manore MM. Exercise-trained men and women: role of exercise and diet on appetite and energy intake. *Nutrients* 2014; 6(11):4935-4960.
 8. Martins C, Kulseng B, King NA, Holst JJ and Blundell JE. The effects of exercise-induced weight loss on appetite- related peptides and motivation to eat. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 2010;95(4):1609-1616.
 9. Yosefipoor P, Tadibi V, Behpoor N, Parno A, Delbari M, Rashidi S. ffects of aerobic exercise on glucose control and cardiovascular risk factor in type 2 diabetes patients. *Medical Journal of Mashhad University of Medical Sciences* 2014; 57(9):976-984.
 10. Singh B, Arora S, Goswami B, Mallika V. Metabolic syndrome: A review of emerging markers and management. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews* 2009;3(4):240-254.
 11. Ranganath LR. Incretins: pathophysiological and thera peutic implications of glucose-dependent insulinotropic polypeptide and glucagon-like peptide-1. *Journal of Clinical Pathology* 2008; 61(4):401-9.
 12. Ellingsgaard H, Hauselmann I, Schuler B, Habib AM, Baggio LL, Meier DT, et al. Interleukin-6 enhances insulin secretion by increasing glucagon-like peptide-1 secretion from L cells and alpha cells. *Nature Medicine* 2011;17(11):1481-9.
 13. Abolfathi F, Shabani M, Alizadeh A. The effect of acute aerobic exercise on changes in serum GLP-1 levels in type 2 diabetic women. *Iranian Journal of Endocrinology & Metabolism* 2016;18(6):432-436.
 14. Ueda SY, Yoshikawa T, Katsura Y, Usui T, Nakao H, Fujimoto S.

- Changes in gut hormone levels and negative energy balance during aerobic exercise in obese young males. *Journal of Endocrinology* 2009; 201(1):151-9.
15. Farzanegi P. The effect of aerobic training and Arbutin on GLP1 and GLP1R in diabetics Rats. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences* 2014;4(4): 356-362.
 16. Lee SS, Yoo JH, So YS. Effect of the low- versus high-intensity exercise training on endoplasmic reticulum stress and GLP-1 in adolescents with type 2 diabetes mellitus. *Journal of Physical Therapy Science* 2015; 27(10):3063-8.
 17. Chanoine JP, Mackelvie KJ, Barr SI, Wong AC, Meneilly GS and Elahi DH. GLP-1 and appetite responses to a meal in lean and overweight adolescents following exercise. *Obesity* 2008; 16(1):202-4.
 18. Saghi F, Hakkak dokht E, Moazzami M. The compersion of aerobic training and resistance training on plasma omentin and insulin resistance and lipid profile in obese postmenopausal women *Metabolism and Exercise a Biannual Journal* 2017;7(2):169-182.
 19. Esmaceli M, Bijhaf N, Ghahramani moghadam M, The effect of combined (aerobic-resistance) training on aerobic fitness, muscle strength, blood glucose, insulin resistance and serum beta-endorphin levels in type 2 diabetic women. *Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility* 2018;21(6):34-46.
 20. Sunghwan S, In-Kyong J, Kim M, Yeon S, Sue S, Jae HK. Effects of Resistance Training and Aerobic Exercise on Insulin Sensitivity in Overweight Korean Adolescents: A Controlled Randomized Trial. *Diabetes & Metabolism Journal* 2011; 35(4):418-426.
 21. Aminot-gilchrist DV, Anderson HD. Insulin resistance associated cardiovascular disease: potential benefits of CLA. *American Journal Clinic Nutratrion* 2004; 79(6):1159-1163.