

علوم زیستی ورزشی - پاییز ۱۴۰۰
دوره ۱۳، شماره ۳، ص: ۳۹۷ - ۳۸۳
نوع مقاله: علمی - پژوهشی
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰ / ۰۱ / ۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰ / ۰۸ / ۲۹

تأثیر یک دوره تمرینات مقاومتی دایره‌ای بر سطوح سرمی پرپتین و مقاومت به انسولین مردان مبتلا به دیابت نوع ۲

حجت میلادی قمی^۱ - بهرام عابدی^{۲*} - سجاد رضانی^۳

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد محلات، محلات، ایران ۲. استاد، گروه تربیت بدنی، واحد محلات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد محلات، محلات، ایران ۳. مربی گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اراک، اراک، ایران

چکیده

هدف این تحقیق، بررسی تأثیر تمرین مقاومتی دایره‌ای بر سطوح سرمی پرپتین و شاخص مقاومت به انسولین در مردان مبتلا به دیابت نوع ۲ بود. پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی است. نمونه آماری پژوهش ۲۴ مرد مبتلا به دیابت نوع ۲ با میانگین و انحراف معیار (سن $39/1 \pm 3/25$ سال، قد $173/8 \pm 4/85$ سانتی‌متر و وزن $12 \pm 8/89$ کیلوگرم) بودند که به صورت تصادفی به دو گروه ۱۲ نفری تجربی و کنترل تقسیم شدند. آزمودنی‌های گروه تجربی ۸ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای را ۳ جلسه در هفته به مدت ۶۰ دقیقه با شدت ۵۰ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه اجرا کردند. پیش و پس از ۸ هفته تمرین، سطوح سرمی پرپتین، شاخص مقاومت به انسولین (HOMA-IR)، گلوکز ناشتا و انسولین اندازه‌گیری شد. برای بررسی تغییرات درون‌گروهی از آزمون t همبسته و تفاوت بین‌گروهی از آزمون t مستقل استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۲) استفاده شد. نتایج به دست آمده در سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ بررسی شد. تغییرات درون‌گروهی نشان داد، ۸ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای موجب کاهش معنادار سطوح پرپتین، شاخص مقاومت به انسولین (HOMA-IR)، گلوکز ناشتا و انسولین ($P=0/001$) نسبت به گروه کنترل دیابتی شد. همچنین در مقایسه بین‌گروهی تمرینات مقاومتی دایره‌ای موجب کاهش معنادار در سطوح پرپتین، شاخص مقاومت به انسولین (HOMA-IR)، گلوکز ناشتا ($P=0/001$) و انسولین ($P=0/001$) نسبت به گروه کنترل دیابتی شد. یافته‌های این پژوهش نشان داد تمرین مقاومتی دایره‌ای سطوح پرپتین، شاخص مقاومت به انسولین، گلوکز ناشتا و انسولین را در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ کاهش می‌دهد. بنابراین به نظر می‌رسد این نوع تمرین می‌تواند برای بیماران دیابتی نوع ۲ مفید باشد.

واژه‌های کلیدی

پرپتین، تمرین مقاومتی دایره‌ای، دیابت، مقاومت به انسولین.

مقدمه

بیماری دیابت به چند دسته تقسیم می‌شود. دیابت نوع ۱ که با فقدان انسولین به علل خودایمنی (اتوایمیون) یا ایدیوپاتیک همراه است. دیابت نوع ۲ (میلتوس) که با مقاومت به انسولین و فقدان نسبی آن مشخص می‌شود و دیابت بارداری که با شروع یا شناسایی دیابت طی بارداری (برای اولین بار) مشخص می‌شود (۱). دیابت میلتوس بیماری مزمن غدد درون‌ریز و با هیپرگلیسمی مداوم همراه است که اغلب ناشی از کمبود مطلق یا نسبی ترشح انسولین یا مقاومت به انسولین است (۲). براساس یافته‌های مطالعات فدراسیون بین‌المللی دیابت، در سال ۲۰۱۳، در سراسر جهان ۳۲۸ میلیون کودک و بزرگسال به بیماری دیابت مبتلا بودند و پیش‌بینی شده است تعداد بیماران مبتلا به دیابت تا سال ۲۰۲۵ به بیش از ۵۹۲ میلیون نفر در جهان می‌رسد (۳). دیابت از مهم‌ترین علل مرگ‌ومیر در کشورهای جهان است و شیوع آن به‌خصوص در جوامع پیشرفته به‌شدت رو به افزایش است. این بیماری متابولیسم درون‌سلولی، اغلب بافت‌ها از جمله کبد را متأثر می‌کند و از عوامل اصلی شیوع اختلالات کبدی نیز محسوب می‌شود (۴). حفظ ثبات سطح گلوکز خون از طریق برداشت و ذخیره‌سازی گلوکز از وظایف کبد به‌شمار می‌رود (۵). یکی از هورمون‌هایی که اخیراً بررسی شده و نقش مهمی در هموستاز گلوکز دارد، پرپتین^۳ است (۶). پرپتین هورمون پپتیدی و دارای ۳۴ اسید آمینه است که همراه با انسولین و آمیلین از سلول‌های بتای پانکراس ترشح می‌شود و مصرف انرژی و هموستاز گلوکز را تنظیم می‌کند (۷). مطالعات نشان داده‌اند پرپتین تنظیم‌کننده فیزیولوژیک ترشح انسولین در پاسخ به گلوکز است. به‌عبارت دیگر، افزایش قند خون ترشح انسولین را به‌دنبال دارد و وجود پرپتین سبب تقویت این پاسخ می‌شود (۸). اطلاعات اولیه در خصوص پرپتین از آزمایش روی حیوانات به‌دست آمده است. با این حال یانگ^۴ و همکاران (۲۰۰۹) اولین مطالعه بالینی در مورد نمونه‌های انسانی را روی بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ بررسی کردند. در این مطالعه گزارش شد که سطح پرپتین در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ بالاتر از افراد طبیعی است و سطح پرپتین پلازما ارتباط مثبتی با تری‌گلیسیرید، کلسترول تام و هموگلوبین A1c دارد. همچنین این مطالعه نشان داد مردان سطوح پلاسمایی پرپتین پایین‌تری نسبت به زنان دارند (۹). چنگ^۵ و همکاران (۲۰۱۲) در

1. Diabetes Mellitus (DM)
2. International diabetes federation
3. Preptin
4. Yang
5. Cheng

تحقیق خود معتقد بودند که پرپتین با فعال کردن عامل رشد شبه‌انسولین ۲، پروتئین کیناز C و فسفولیپید C را تحت تأثیر قرار می‌دهد و شرایط افزایش غلظت گلوکز، ترشح انسولین را به روش وابسته به کلسیم تحریک می‌کند (۱۰). لی و همکاران (۲۰۱۳) و کان و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیق روی تغییرات پرپتین در ارتباط با شاخص توده بدنی (BMI)، ارتباط مثبت بین سطوح سرمی پرپتین و BMI نشان دادند. در نتیجه مطالعه‌ای، پژوهشگران نشان داد که افزایش مقاومت به انسولین در چاقی ممکن است با پرپتین مرتبط باشد (۱۱، ۱۲). نقش فعالیت ورزشی منظم در بهبود حساسیت به انسولین و دیابت نوع ۲ به‌خوبی مشخص شده است. از این‌رو به‌نظر می‌رسد بیماران دیابتی می‌توانند از تمرینات ورزشی به‌منظور کنترل بهتر گلوکز خون، پروفایل چربی، وزن و فشارخون استفاده کنند (۴). تأثیرات مثبت تمرینات استقامتی در مطالعات علمی انکارناپذیر است، اکنون با توجه به نتایج تحقیقات جدید روشن شده است هنگامی که سلامت کلی فرد در نظر گرفته می‌شود، تمرین مقاومتی نسبت به استقامتی معمولاً نتایج مطلوب‌تری را در زمان کوتاه‌تری حاصل کرده است (۱۳). به‌طوری که کاوازا و همکاران (۲۰۰۵) در تحقیق خود به‌وضوح مشخص کردند که تمرین مقاومتی نسبت به استقامتی، موجب کاهش قند خون ناشتا و میزان انسولین و همچنین افزایش بیشتر حساسیت به انسولین در افراد دارای دیابت نوع ۲ شد (۱۴). همچنین پژوهش‌ها نشان داده است تمرین مقاومتی سبب افزایش تراکم مواد معدنی در استخوان، قدرت عضلانی، سوخت‌وساز پایه و سطح مقطع بافت همبند می‌شود (۱۵). با وجود تأثیرات مثبت تمرینات استقامتی و مقاومتی بر شاخص‌های قندی در افراد دیابتی، برخی پژوهشگران معتقدند که تمرین‌های دایره‌ای که ترکیبی از تمرین‌های مقاومتی و استقامتی‌اند، بر هر دو بخش قدرت و استقامت تأکید دارند و می‌توانند اثرهای فیزیولوژیک بیشتری داشته باشند (۱۶، ۱۷). با وجود مطالعات صورت‌گرفته در خصوص تأثیر تمرینات مختلف بر انسولین و شاخص‌های مقاومت بر انسولین، مطالعات بسیار معدودی در زمینه اثر تمرین‌های ورزشی به‌خصوص تمرین دایره‌ای بر پرپتین، انجام گرفته است. در عین حال در پژوهشی در زمینه اثر فعالیت بدنی و ورزش بر پرپتین، کاهش سطوح سرمی پرپتین و مقاومت به انسولین پس از ۱۶ هفته فعالیت ورزشی هوازی همراه با محدودیت کالری دریافتی گزارش شده است (۷). همچنین گزارش شده است ۶ هفته تمرین دایره‌ای با شدت بالا بر کاهش سطح سرمی پرپتین زنان دارای اضافه‌وزن مؤثر است (۱۸). از آنجا که پرپتین به‌ویژه در پاسخ به سطح گلوکز ترشح می‌شود و ترشح انسولین را تنظیم

1. Body Mass Index (BMI)

می‌کند، همچنین با دیابت نوع ۲ مرتبط است، بررسی آن در عوامل احتمالی مرتبط با مقاومت انسولین ممکن است دارای اهمیت باشد، با این حال دانش فعلی در مورد پیتید پرپتین در سیستم‌های بیولوژیک محدود است (۱۸). با توجه به تحقیقات، انجام مطالعات بیشتر به منظور تعیین نقش پرپتین و عوامل کنترل‌کننده سنتز آن در افراد دیابتی، مورد نیاز است و بر این اساس که مطالعات اندکی در خصوص تأثیر فعالیت بدنی بر سطوح سرمی پرپتین در افراد دیابتی نوع ۲ انجام گرفته است و نیز با توجه به اهمیت این پیتید در روند بیماری دیابت، هدف تحقیق حاضر، بررسی تأثیر ۸ هفته تمرینات مقاومتی دایره‌ای بر سطوح سرمی پرپتین و مقاومت به انسولین مردان مبتلا به دیابت نوع ۲ بود.

روش کار

تحقیق حاضر از نوع نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون در دو گروه تمرین و کنترل اجرا شد. جامعه آماری تحقیق تمامی مردان مبتلا به دیابت نوع ۲ مراجعه‌کننده به کلینیک‌های دیابت شهر قم بودند. از بین تمام بیماران ۲۴ نفر از بیمارانی که داوطلب همکاری بودند و شرایط ورود به متحقیق را داشتند، به صورت هدفمند و غیراحتمالی وارد مطالعه شدند. شرایط ورود به تحقیق شامل جنسیت مرد، سن ۳۵ تا ۴۵ سال، سابقه ابتلا به دیابت نوع ۲ طبق تشخیص پزشک و مدارک پزشکی به مدت بیش از ۶ ماه، نداشتن بیماری‌های قلبی عروقی، اسکلتی عضلانی و متابولیکی محدودکننده فعالیت ورزشی، عدم ابتلا به فشار خون بالا، عدم استعمال دخانیات، نداشتن سابقه فعالیت ورزشی منظم طی شش ماه اخیر، نداشتن زخم پا و استفاده از داروهای مصرفی یکسان (متفورمین^۱ و گلی بن‌گلامید^۲) بود. معیارهای خروج از تحقیق نیز شامل شرکت نامنظم در تمرینات، تشدید بیماری و بروز عوارض یا بیماری‌های محدودکننده فعالیت بود. آزمودنی‌ها پس از تکمیل کردن فرم رضایت‌نامه شرکت در تحقیق و پرسشنامه آمادگی شروع فعالیت ورزشی، توسط پزشک معاینه شدند تا صحت سلامت آنها به منظور شرکت در تمرینات تأیید شود. در نهایت آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در دو گروه کنترل (۱۲ نفر) و تجربی (۱۲ نفر) قرار گرفتند.

نمونه‌گیری خونی و آنالیز بیوشیمیایی

نمونه‌های خونی ۲۴ ساعت پیش و پس از آخرین جلسه تمرینی در ساعت ۸ صبح در شرایط حداقل ۱۰ ساعت ناشتایی و شرایط یکسان در محل آزمایشگاه گرفته شد. در هر مرحله خون‌گیری حدود ۵

1. Metformin
2. Glibenclamide

میلی لیتر خون از ورید پیش‌آرنجی آزمودنی‌ها گرفته شد. سپس، نمونه‌های گرفته‌شده در لوله‌های مخصوص سرم ریخته شده و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل و در آزمایشگاه سرم خون توسط دستگاه سانتریفیوژ (به مدت پنج دقیقه با سه هزار دور در دقیقه) جدا شد و در میکروتوب‌ها جمع‌آوری و در دمای منفی ۲۰ درجه سانتی‌گراد تا زمان انجام تحلیل فریز شد. غلظت پریتین با استفاده از روش الایزا و کیت پریتین ساخت شرکت سان لاگ کره جنوبی با درجه حساسیت ۱/۲ پیکوگرم بر میلی‌لیتر اندازه‌گیری شد. همچنین، غلظت انسولین با استفاده از روش الایزا و کیت مرکودیا ساخت سوئد با حساسیت ۱ میلی‌گرم واحد بین‌المللی در لیتر و تغییرات درون‌سنجی ۶/۵ درصد، غلظت گلوکز سرمی با استفاده از کیت شرکت پارس‌آزمون، ساخت ایران و با حساسیت ۵ میلی‌گرم در دسی‌لیتر و ضریب تغییرات درون‌سنجی ۶/۵ درصد و به روش آنزیماتیک و شاخص مقاومت به انسولین با کمک فرمول زیر به دست آمد (۱۸):

$$\text{HOMA-IR} = \frac{22}{5} (\text{mmol/l}) \times \text{گلوکز ناشتایی} (\text{ml}\mu / \text{IU}) \times \text{انسولین ناشتا}$$

اندازه‌گیری‌ها

خصوصیات آنتروپومتریکی و ترکیب بدنی، قد و وزن آزمودنی‌ها به ترتیب با دقت ۵ میلی‌متر و ۰/۲ کیلوگرم اندازه‌گیری شد. وزن آزمودنی‌ها با ترازوی دیجیتال بیوررمدل ps07 ساخت آلمان، قد آنها با قدسنج مدل یاگامی ساخت ژاپن و شاخص توده بدنی با تقسیم وزن به کیلوگرم بر مجذور قد به متر محاسبه شد. ضخامت چین پوستی آزمودنی‌ها با کالیپر سیهان مدل B00653TZNY ساخت کره جنوبی و درصد چربی با اندازه‌گیری چین پوستی سه نقطه‌ای ران، تحت کتفی، فوق‌خاصره و محاسبه چگالی بدن و قرار دادن آن در فرمول سیری جکسون-پولاک در مرحله پایه قبل و بعد از ۸ هفته در هر دو گروه اندازه‌گیری شد.

پروتکل تمرین

در ابتدا از شرکت‌کنندگان پس از آشنایی با آشنایی با سالن ورزش بدنسازی و دستگاه‌ها و تجهیزات (دستگاه، هالتر و دمبل) موجود در سالن و نحوه انجام تمرینات مقاومتی دایره‌ای در هفته اول آزمون یک تکرار بیشینه برای تعیین حداکثر قدرت عضلانی آزمودنی‌ها گرفته شد و سپس پیش از شروع هفته پنجم نیز آزمون یک تکرار بیشینه مجدد برای تعیین قدرت عضلانی گرفته شد. برنامه تمرینی متشکل از ۱۵ دقیقه گرم کردن با حرکات نرمشی و کششی و سپس انجام ۱۰ حرکت ایستگاهی شامل پرس سینه،

باز شدن زانو، پروانه‌ای، خم شدن زانو، کشش دوطرفه به پایین، خم شدن بازو، قایقی نشسته، بلند کردن پاشنه، باز شدن بازو و درازنشست بود و در انتها ۱۰ دقیقه حرکات کششی سبک برای فاز سرد کردن در نظر گرفته شد. به منظور رعایت اصل اضافه‌بار، شدت تمرین از هفته اول تا چهارم با ۵۰ تا ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه، دو تا سه ست با ۱۵-۲۰ تکرار و از هفته شش تا هشتم با ۷۰ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه، دو تا سه ست با ۸ تا ۱۰ تکرار انجام گرفت (۱۹) و برای تعیین یک تکرار بیشینه از فرمول شماره ۲ استفاده شد (۲۰). همچنین مراحل اجرای پروتکل تمرین مقاومتی دایره‌ای با جزئیات در جدول ۱ توضیح داده شده است. شایان ذکر است که پروتکل تمرینی این تحقیق با توجه به پروتکل‌ها و دستورالعمل‌های فعلی کالج پزشکی ورزشی آمریکا (ACSM ۲۰۱۸) به منظور بهبود عملکرد سیستم‌های قلبی عروقی و عصبی عضلانی افراد انجام گرفت (۲۰) در طول تمرین تمام مراحل تمرین توسط مربی ویژه آمادگی جسمانی و بدنسازی و پژوهشگر و تحت نظارت مستقیم آنها اجرا شد.

(تعداد تکرار تا خستگی $\times 0.278$ - 1.0278) \div وزنه جابه‌جا شده = (Kg) یک تکرار بیشینه (IRM)

جدول ۱. ویژگی‌های تمرین مقاومتی طی هشت هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای

هفته	ست	تکرار	شدت براساس درصدی از یک تکرار بیشینه (%IRM)	فاصله استراحت بین ست‌ها	فاصله استراحت بین حرکات
۱-۲	۲-۳	۱۵-۲۰	۵۰-۶۰	۳۰-۶۰ ثانیه	۱۲۰-۱۸۰ ثانیه
۲-۴	۲-۳	۱۲-۱۵	۶۰-۷۰	۳۰-۶۰ ثانیه	۱۲۰-۱۸۰ ثانیه
۴-۶	۲-۳	۱۰-۱۲	۷۰-۷۵	۳۰-۶۰ ثانیه	۱۲۰-۱۸۰ ثانیه
۶-۸	۲-۳	۸-۱۰	۷۵-۷۰	۳۰-۶۰ ثانیه	۱۲۰-۱۸۰ ثانیه

روش تحلیل آماری

نتایج به‌صورت میانگین و انحراف استاندارد برای نمونه‌های موجود در هر گروه بیان شد. به‌منظور بررسی آماری نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. برای بررسی تغییرات درون گروهی از آزمون t همبسته و برای تعیین تفاوت بین گروهی از t مستقل استفاده شد. تجزیه و تحلیل

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۲) استفاده شد. نتایج در سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ بررسی شد.

یافته‌ها

میانگین و انحراف معیار سن، وزن و قد آزمودنی‌های گروه کنترل بی‌تمرین و گروه تمرین مقاومتی به ترتیب $38/1 \pm 2/25$ سال $40/1 \pm 3/7$ و $175/8 \pm 4/85$ ، $171/9 \pm 4/4$ سانتی‌متر بود. تمامی متغیرهای تحقیق حاضر از توزیع طبیعی برخوردار بودند. با توجه به جدول ۲ نتایج t همبسته نشان داد که بین سطح سرمی پریتین، انسولین، گلوکز ناشتا و شاخص مقاومت به انسولین ($P=0/001$) در پس‌آزمون گروه‌های مورد مطالعه کاهش معناداری وجود دارد. نتایج آزمون t مستقل نیز نشان داد سطح سرمی پریتین، گلوکز ناشتا، شاخص مقاومت به انسولین ($P=0/001$) و انسولین ($P=0/001$) در پس‌آزمون گروه‌های مورد مطالعه کاهش معناداری وجود دارد (جدول ۳).

جدول ۲. بررسی تغییرات درون‌گروهی متغیرها در گروه‌های مورد مطالعه

متغیرها	گروه تجربی	تغییرات درون‌گروهی	گروه کنترل	تغییرات درون‌گروهی	مقدار P
	انحراف معیار ± میانگین (پس‌آزمون)	انحراف معیار ± میانگین (پس‌آزمون)	انحراف معیار ± میانگین (پس‌آزمون)	انحراف معیار ± میانگین (پس‌آزمون)	
وزن (کیلوگرم)	$80 \pm 12/09$	$75 \pm 8/07$	$82 \pm 18/10$	$83 \pm 12/52$	$0/112$
شاخص توده بدن (کیلوگرم / مترمربع)	$26/30 \pm 4/12$	$25 \pm 0/100$	$27/85 \pm 18/21$	$28/92 \pm 16/45$	$0/340$
نسبت دور کمر به لگن (سانتی‌متر / سانتی‌متر)	$0/99 \pm 0/4$	$0/94 \pm 0/9/12$	$0/98 \pm 2/14$	$0/97 \pm 7/25$	$0/385$
پریتین (پیکوگرم / میلی‌لیتر)	$4253 \pm 44/5$	$3531 \pm 42/6$	$4253 \pm 44/5$	$4425 \pm 38/0$	$0/110$
انسولین (میکروواحد بین‌المللی در میلی‌لیتر)	$123 \pm 3/5$	$78 \pm 2/5$	$129 \pm 2/7$	$131 \pm 3/7$	$0/140$
گلوکز ناشتا (میلی‌گرم / دسی‌لیتر)	$173/5 \pm 19/5$	$130/9 \pm 18/9$	$174/9 \pm 20/0$	$169/8 \pm 22/8$	$0/230$
HOMA-IR (شاخص مقاومت به انسولین)	$53 \pm 2/2$	$27 \pm 1/2$	$57 \pm 2/3$	$57 \pm 2/2$	$0/770$

*وجود ارتباط معنادار در سطح $0/05 (P \leq)$

اطلاعات در جدول به صورت انحراف معیار ± میانگین آمده است

جدول ۳. بررسی تغییرات بین گروهی متغیرها در گروه‌های مورد مطالعه

مقدار P	گروه‌ها			متغیرها
	گروه کنترول	گروه تجربی		
	انحراف	انحراف		
	معیار ± میانگین	معیار ± میانگین		
۰/۱۲۸	۸۲ ± ۱۸/۱۰	۸۰ ± ۱۲/۱۰	پیش‌آزمون	وزن
†۰/۰۰۱	۸۳ ± ۱۲/۵۲	۷۵ ± ۰/۸۰۰	پس‌آزمون	(کیلوگرم)
۰/۲۱۰	۲۷/۸۵ ± ۱۸/۳۱	۲۶/۳۰ ± ۴/۱۲	پیش‌آزمون	شاخص توده بدن
†۰/۰۰۱	۲۸/۹۲ ± ۱۶/۴۵	۲۵ ± ۰/۸۰۰	پس‌آزمون	(کیلوگرم/مترمربع)
۰/۲۸۰	۰/۹۸ ± ۲/۱۴	۰/۹۹ ± ۰/۴	پیش‌آزمون	نسبت دور کمر به لگن
۰/۰۱۵	۰/۹۷ ± ۷/۲۵	۰/۹۴ ± ۰/۹/۱۲	پس‌آزمون	(سانتی‌متر/سانتی‌متر)
۰/۴۵۲	۴۲۵/۳ ± ۴۴/۵	۴۲۵/۳ ± ۴۴/۵	پیش‌آزمون	پرپتین
†۰/۰۰۰۱	۴۴۲/۵ ± ۳۸/۰	۳۵۳/۱ ± ۴۲/۶	پس‌آزمون	(پیکوگرم/میلی لیتر)
۰/۶۶	۱۲/۹ ± ۳/۷	۱۲/۳ ± ۳/۵	پیش‌آزمون	انسولین
†۰/۰۰۱	۱۳/۱ ± ۳/۷	۷/۸ ± ۲/۵	پس‌آزمون	(میکروواحد بین‌المللی در میلی لیتر)
۰/۰۲۹	۱۷۴/۹ ± ۲۰/۰	۱۷۳/۵ ± ۱۹/۵	پیش‌آزمون	گلوکز ناشتا
†۰/۰۰۰۱	۱۶۹/۸ ± ۲۲/۸	۱۳۰/۹ ± ۱۸/۹	پس‌آزمون	(میلی گرم/دسی لیتر)
۰/۰۲۳	۵/۷ ± ۲/۳	۵/۳ ± ۲/۲	پیش‌آزمون	HOMA-IR
†۰/۰۰۰۱	۵/۷ ± ۲/۲	۲/۷ ± ۱/۲	پس‌آزمون	(شاخص مقاومت به انسولین)

† وجود تفاوت معنادار در سطح ۰/۰۵ (P ≤ ۰/۰۵)
اطلاعات در جدول به صورت انحراف معیار ± میانگین آمده است

بحث و بررسی

هدف از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر تمرینات مقاومتی دایره‌ای بر سطوح پرپتین و مقاومت به انسولین در مردان مبتلا به دیابت نوع ۲ بود. نتایج نشان داد که ۸ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای به کاهش معنادار در سطوح سرمی پرپتین، شاخص مقاومت به انسولین، گلوکز ناشتا و انسولین منجر شد. همان‌طور که نتایج نشان داد، ۸ هفته تمرین مقاومتی تأثیر معنادار بر کاهش سطح سرمی پرپتین در مردان مبتلا به دیابت نوع ۲ داشت. این یافته با یافته‌های برخی تحقیقات همسوست. رحیمی و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیق خود روی ۴۰ مرد بزرگسال مبتلا به سندروم متابولیک نشان دادند ۱۲ هفته تمرین مقاومتی،

۳ روز در هفته سبب کاهش سطح پرپتین می‌شود (۲۱). نظرعلی و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی تأثیر تمرینات مقاومتی دایره‌ای با شدت بالا را روی زنان غیرفعال دارای اضافه‌وزن بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که این تمرینات سبب کاهش معنادار در سطوح سرمی پرپتین می‌شود (۱۸). رمضان‌خانی و همکاران (۲۰۱۵) نیز در تحقیقی تأثیر فعالیت ورزشی هوازی و محدودیت کالری بر سطوح سرمی پرپتین و شاخص مقاومت به انسولین را در زنان چاق کم‌تحرك بررسی کردند و نتایج حاکی از آن بود که تمرینات هوازی و محدودیت کالری سبب کاهش سطوح سرمی پرپتین می‌شود (۷). با این حال، با توجه به دانسته‌های موجود هیچ مطالعه‌ای مبنی بر بررسی تأثیر تمرینات مقاومتی دایره‌ای بر سطوح پرپتین افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ انجام نگرفته است و این مطالعه جزء اولین بررسی‌ها در مورد تأثیر تمرینات مقاومتی دایره‌ای بر سطح پرپتین افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ است. با وجود این برخی مطالعات به همبستگی معنادار سطوح سرمی پرپتین با شاخص توده بدنی، وزن و نسبت دور کمر به لگن (WHR) اشاره کرده‌اند. در این زمینه می‌توان به مطالعه یانگ و همکاران (۲۰۰۹)، اوزاکان و همکاران (۲۰۱۴)، لی و همکاران (۲۰۱۳)، ایشماوی^۱ و همکاران (۲۰۱۵) و نظرعلی و همکاران اشاره کرد (۹، ۱۱، ۱۲، ۲۲). در زمینه اثر مطلوب تمرین‌های مقاومتی دایره‌ای مشاهده شده است که اجرای دوهفته‌ای این تمرین‌ها سبب بهبود نسبی اکسیداسیون چربی و ذخیره گلیکوژن شده است (۲۳) که بر این اساس، تمرین‌های دایره‌ای متابولیسم عضله اسکلتی و ظرفیت بی‌هوازی آن را بهبود می‌بخشد و سبب افزایش گلیکوژن عضله و ناقل غشایی گلوکز نوع-۴ (GLUT4) می‌شود. علاوه بر این، کاهش ذخایر گلیکوژن عضله (۱۸) و افزایش ۶۰ درصدی اکسیداسیون چربی، در اثر دو تا شش جلسه تمرین‌های با شدت بالا گزارش شده است (۲۳). براساس منابع موجود، بخشی از سازگاری به‌وجودآمده در عضله اسکلتی را می‌توان ناشی از عامل شدت دانست، زیرا فعالیت کلیدی اصلی در افزایش PGC1- α ^۳ به‌عنوان آنزیم اصلی در تکامل زیستی میتوکندری است. از سوی دیگر، هورمون‌های تولیدشده از بافت چربی نیز از طریق تولید و ترشح آدیپوسایتوکاین‌ها^۴ از جمله

1. El Eshmary
2. Glucose Transporter Type 4
3. Peroxisome Proliferator-Activated Receptor Gamma Coactivator 1-Alpha
4. Adipocytokine

آدیپونکتین، لپتین، رزیستین و اینترلوکین-۶ نقشی حیاتی در تنظیم و مصرف انرژی و سوخت‌وساز چربی و کربوهیدرات بر عهده دارند (۲۳). پرپتین نیز به‌عنوان یکی از پپتیدها، به‌دلیل ترشح از سلول‌های بتای لوزالمعده، به‌نظر می‌رسد نقشی جبرانی در فرایند حفظ هموستاز^۱ گلوکز خون در کنار انسولین داشته باشد، بنابراین، با افزایش ظرفیت و حساسیت سلول‌ها از جمله سلول‌های عضلانی به انسولین در اثر تمرین، این نیاز جبرانی کاهش می‌یابد و تولید و ترشح پرپتین به مقدار کمتری رخ می‌دهد (۱۸). همان‌طور که نتایج تحقیق حاضر نشان داد ۸ هفته تمرین مقاومتی تأثیر معنادار بر کاهش شاخص مقاومت به انسولین در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ داشت. همسو با تحقیق حاضر پرستش و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی در بررسی ۱۰ هفته تمرین مقاومتی بر سطوح سرمی شاخص مقاومت به انسولین موش‌های صحرایی دیابتی نوع ۲ به این نتیجه رسیدند که تمرین مقاومتی اثر معنادار بر کاهش شاخص مقاومت به انسولین در موش‌های دیابتی نوع ۲ دارد (۲۴). رضانی و همکاران (۲۰۱۷) در تحقیقی نشان دادند ۸ هفته تمرین مقاومتی سبب کاهش مقادیر شاخص مقاومت به انسولین در موش‌های دیابتی نوع ۲ می‌شود (۲۵). تاجی طیبی و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی با عنوان «تأثیر ۱۰ هفته تمرین مقاومتی بر سطوح سرمی نسفاتین-۱ و شاخص مقاومت به انسولین زنان مبتلا به دیابت نوع ۲»، به این نتیجه رسیدند که تمرینات مقاومتی تأثیر معنادار بر کاهش شاخص مقاومت به انسولین در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ دارد (۲۶). با توجه به مطالعات گذشته می‌توان به ارتباط مثبت بین سطوح سرمی پرپتین و شاخص مقاومت به انسولین اذعان داشت (۷، ۱۸). اعتقاد بر این است که پرپتین اثر مطلوب خود بر فرایند مقاومت به انسولین را از طریق متابولیسم گلوکز اعمال می‌کند. انسولین و گلوکز هر دو در معادله مقاومت به انسولین مشارکت دارند؛ بنابراین، می‌توان با مشاهده تغییرات در هر کدام از این متغیرها، انتظار مقاومت به انسولین را داشت (۱۸). براساس منابع موجود، پرپتین و انسولین هر دو، توسط سلول‌های بتاپانکراس تولید و ترشح می‌شوند (۶)، بر این اساس، در شرایط کاهش حساسیت سلول‌ها به انسولین، پرپتین به‌عنوان یک مکانیسم جبرانی در کنار انسولین برای تنظیم گلوکز در نظر گرفته می‌شود (۶، ۱۱). پس از انجام فعالیت‌های ورزشی و افزایش کارایی انسولین در انتقال گلوکز به‌واسطه افزایش حساسیت

به انسولین و نیز افزایش ظرفیت‌های سلولی اکسیداسیون چربی، نیاز جبرانی به ترشح بیشتر پریتین وجود نخواهد داشت. پژوهش حاضر در پی فرایندهای تأثیر پریتین بر شاخص‌های مقاومت به انسولین نبود، ولی به‌نظر می‌رسد که می‌توان بر تأثیر احتمالی پریتین بر فرایندهای مربوط به تعادل انرژی و مقاومت به انسولین تمرکز کرد. چنین نتایجی در مطالعات گذشته در مورد سایتوکاین‌های دیگر مانند لپتین و آدیپونکتین (۱۱) و نیز برخی اینترلوکین‌ها (۲۷) از جمله اینترلوکین -۶ نیز گزارش شده بود و بر تأثیر آنها بر فرایند مقاومت به انسولین تأکید شده است. از یافته‌های دیگر این پژوهش کاهش معنادار سطوح گلوکز ناشتا و انسولین در گروه تجربی بود. همراستا با این یافته‌ها، رضانی و همکاران (۲۰۱۷) در تحقیق خود نشان دادند ۸ هفته تمرین مقاومتی سبب کاهش مقادیر گلوکز ناشتا و انسولین در موش‌های صحرایی مبتلا به دیابت نوع ۲ می‌شود (۲۵). تاجی طبس و همکاران (۲۰۱۶) نیز در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که ۱۰ هفته تمرینات مقاومتی تأثیر معنادار بر کاهش گلوکز زنان دیابتی نوع ۲ دارد (۲۶). پرستش و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که تمرینات مقاومتی سبب کاهش گلوکز ناشتا و انسولین در مردان میانسال مبتلا به دیابت نوع ۲ می‌شود (۲۸). افشون‌پور و همکاران (۲۰۱۶) نیز در تحقیق خود عنوان کردند که ۸ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای سبب کاهش گلوکز ناشتا و انسولین در افراد دیابتی نوع ۲ به‌صورت معنادار می‌شود (۲۹) با وجود این، نتایج این پژوهش با نتایج برخی تحقیقات مغایرت دارد که عدم تغییر این متغیرها را پس از تمرین مقاومتی در افراد دیابتی عنوان کردند (۱۸، ۲۶، ۳۰، ۳۱). این نتایج متناقض می‌تواند به‌علت تفاوت در زمان خون‌گیری، تنوع پروتکل‌های تمرینی و تفاوت در جوامع آزمودنی‌ها باشد. سازوکار اساسی بهبود گلوکز در بیماران دیابتی نوع ۲ در ارتباط با فعالیت بدنی مقاومتی افزایش مصرف گلوکز است که همراه با افزایش جریان خون عضلانی و توانایی برداشت گلوکز است (۳۲). تمرینات ورزشی موجب افزایش تحویل گلوکز به عضلات در حال انقباض افراد مبتلا به دیابت می‌شود که این تغییرات به تغییرات سیگنال‌های انسولینی و مرتبط با افزایش محتویات پروتئین انتقال‌دهنده‌های گلوکز نوع ۴ وابسته‌اند (۳۳). همچنین تمرینات مقاومتی از گلیکوزن به‌عنوان منبع انرژی استفاده کرده و لاکتات تولید می‌کنند. این نوع تمرینات با افزایش توده و قدرت عضلانی سبب افزایش حساسیت انسولینی و کنترل بهتر گلیسیمیک می‌شوند (۲۵). از طرفی، کاهش

مقادیر انسولین در گروه تجربی بیانگر کاهش انسولین جبرانی است و نشان می‌دهد تمرین ممکن است با سازوکارهای ویژه‌ای سبب کاهش انسولین می‌شود. به نظر می‌رسد تمرین ورزشی با افزایش بیان سوبسترای گیرنده انسولینی و افزایش مسیر PI3P و MAPK باعث کاهش انسولین شود (۳۴). با توجه به کاهش سطوح پرپتین و مقاومت به انسولین در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ و با توجه به مطالعات کمی که در خصوص این موضوع صورت گرفته است، و تحقیق حاضر از اولین پژوهش‌های انجام گرفته در مورد این موضوع است، بنابراین مطالعات بیشتری لازم است تا به طور عمیق‌تر سازوکارهای مؤثر بر تغییرات این شاخص‌ها بررسی شود. از این رو پیشنهاد می‌شود روش‌های تمرینی دیگر، نمونه و جامعه آماری بیشتر و نقش همبستگی بین سطوح پرپتین، مقاومت به انسولین، گلوکز و انسولین پس از انجام فعالیت‌های ورزشی در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ بررسی شود. به طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان داد، ۸ هفته تمرینات مقاومتی دایره‌ای با سازوکار ویژه‌ای در کاهش سطوح سرمی پرپتین، مقاومت به انسولین، گلوکز و انسولین در مردان دیابتی نوع ۲ تأثیرگذار بوده است و می‌تواند به عنوان شیوه‌ای مناسب برای کنترل قند خون و بهتر شدن مقاومت به انسولین در بیماران دیابتی به کار رود.

تقدیر و تشکر

از تمامی آزمودنی‌های محترم و همه افرادی که به نحوی در اجرای پژوهش با ما همکاری کردند، کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع و مآخذ

1. LeRoith D, Taylor SI, Olefsky JM. Diabetes mellitus: a fundamental and clinical text: Lippincott Williams & Wilkins; 2004.
2. Shi G-J, Shi G-R, Zhou J-y, Zhang W-j, Gao C-y, Jiang Y-p, et al. Involvement of growth factors in diabetes mellitus and its complications: a general review. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2018;101:510-27.
3. Shi G-J, Zheng J, Wu J, Qiao H-Q, Chang Q, Niu Y, et al. Beneficial effects of Lycium barbarum polysaccharide on spermatogenesis by improving antioxidant activity and inhibiting apoptosis in streptozotocin-induced diabetic male mice. *Food & function*. 2017;8(3):1215-26.
4. Yarmohammadi M, Behboudi L, Eizadi M. Effect of Aerobic Training on Glucose-6-phosphatase Expression in the Liver Hepatocytes and Fasting Glucose in Type II Diabetic Rats. *Journal of Diabetes Nursing*. 2019;6(4):618-30.

5. Sun B, Jiang J, Zhu X, Yang D, Cui Z, Zhang Y, et al. Protective effects of gastrodin pretreatment on mouse hepatic ischemia-reperfusion occurring through antioxidant and anti-apoptotic mechanisms. *Experimental and Therapeutic Medicine*. 2021;21(5):1-8.
6. Aydin S. Three new players in energy regulation: preptin, adropin and irisin. *Peptides*. 2014;56:94-110.
7. Ramezankhani A, Soori R, RAVASI A, Akbarnejad A. Comparison of aerobic exercise and caloric restriction on serum preptin levels and indicators of insulin resistance in obese sedentary women. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*. 2015;17:15-308.
8. BUCHANAN CM, PHILLIPS AR, COOPER GJ. Preptin derived from proinsulin-like growth factor II (proIGF-II) is secreted from pancreatic islet β -cells and enhances insulin secretion. *Biochemical Journal*. 2001;360(2):431-9.
9. Yang G, Li L, Chen W, Liu H, Boden G, Li K. Circulating preptin levels in normal, impaired glucose tolerance, and type 2 diabetic subjects. *Annals of medicine*. 2009;41(1):52-6.
10. Cheng K-C, Li Y-X, Asakawa A, Ushikai M, Kato I, Sato Y, et al. Characterization of preptin-induced insulin secretion in pancreatic-cells. *Journal of endocrinology*. 2012;215(1):43.
11. Ozkan Y, Timurkan ES, Aydin S, Sahin I, Timurkan M, Citil C, et al. Acylated and desacylated ghrelin, preptin, leptin, and nesfatin-1 Peptide changes related to the body mass index. *International journal of endocrinology*. 2013;2013.
12. Li N, Zheng Y-B, Han J, Liang W, Wang J-Y, Zhou J-R, et al. Lower circulating preptin levels in male patients with osteoporosis are correlated with bone mineral density and bone formation. *BMC musculoskeletal disorders*. 2013;14(1):1-5.
13. Scherrenberg M, Dendale P. Exercise training in diabetes. SAGE Publications Sage UK: London, England; 2019. p. 698-700.
14. Cauza E, Hanusch-Enserer U, Strasser B, Ludvik B, Metz-Schimmerl S, Pacini G, et al. The relative benefits of endurance and strength training on the metabolic factors and muscle function of people with type 2 diabetes mellitus. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2005;86(8):1527-33.
15. Bagheri R, Moghadam BH, Church DD, Tinsley GM, Eskandari M, Moghadam BH, et al. The effects of concurrent training order on body composition and serum concentrations of follistatin, myostatin and GDF11 in sarcopenic elderly men. *Experimental gerontology*. 2020;133:110869.
16. Miller MB, Pearcey GE, Cahill F, McCarthy H, Stratton SB, Nofthall JC, et al. The effect of a short-term high-intensity circuit training program on work capacity, body composition, and blood profiles in sedentary obese men: a pilot study. *BioMed research international*. 2014;2014.
17. Paoli A, Pacelli QF, Moro T, Marcolin G, Neri M, Battaglia G, et al. Effects of high-intensity circuit training, low-intensity circuit training and endurance training on blood

- pressure and lipoproteins in middle-aged overweight men. *Lipids in health and disease*. 2013;12(1):1-8.
18. Nazarali P, Ansari Ghadim R, Rahmani H. The Effect of High-Intensity circuit Training on Serum Preptin Levels and Insulin Resistance in Overweight Sedentary Women. *Sport Physiology*. 2018;10(40):149-62.
 19. Swain DP, Brawner CA, Medicine ACoS. ACSM's resource manual for guidelines for exercise testing and prescription: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2014.
 20. Ramezani S, Parasteah M, Zohrehvandian K. The Effect of Resistance Training on Plasma Levels of Endothelin 1 and Blood Pressure in Older Men. *Journal of North Khorasan University of Medical Sciences*. 2020;12(3):31-9.
 21. Mohammad Rahimi GR, Bijeh N, Rashidlamir A. Effects of exercise training on serum preptin, undercarboxylated osteocalcin and high molecular weight adiponectin in adults with metabolic syndrome. *Experimental physiology*. 2020;105(3):449-59.
 22. El-Eshrawy M, Abdel Aal I. Relationships between preptin and osteocalcin in obese, overweight, and normal weight adults. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2015;40(3):218-22.
 23. Gholizadeh M, Kordi MR, Akbarnejad A, Ghardashi Afousi A, Mohammadyari S. The Effect of Two Types of High Intensity Interval Training (HIIT) on Oxidation of Fat and Carbohydrate in Young Overweight Men. *Journal of Sport Biosciences*. 2017;9(2):157-69.
 24. Parastesh M, Nadi Z. The Effects of Regular Resistance Training on the Liver's Inflammatory Indexes, Chemerin, Resistin, and Insulin Resistance Index in Healthy and Type 2 Diabetic Male Rats. *Journal of Arak University of Medical Sciences*. 2020;23(1):48-59.
 25. N R, A G, S C, M K, K B. The Effect of resistance training on serum levels of RBP-4 and insulin resistance index in type 2 diabetic male rats. *Journal of North Khorasan University of Medical sciences*. 2017;9(2):157-47.
 26. Taji Tabas A, Mogharnasi M. The effect of 10 week resistance exercise training on serum levels of nesfatin-1 and insulin resistance index in woman with type 2 diabetes. *Iranian journal of Diabetes and Metabolism*. 2016;14(3):179-88.
 27. Shoelson SE, Herrero L, Naaz A. Obesity, inflammation, and insulin resistance. *Gastroenterology*. 2007;132(6):2169-80.
 28. Parastesh M, Saremi A, Ebadianejad M. Effect of Chromium Picolinate Supplementation Combined With Resistance Training on Liver Enzymes Levels and Insulin Resistance in Patients With Type 2 Diabetes. *Complementary Medicine Journal*. 2019;9(3):3792-803.
 29. Afshoun Pour MT, Habibi A, Ranjbar R. The impact of circuit resistance exercise training on metabolic parameters in type 2 diabetics men. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2016;15(2):125-38.
 30. Miller EG, Nowson CA, Dunstan DW, Kerr DA, Menzies D, Daly RM. Effects of whey protein plus vitamin D supplementation combined with resistance training on glycemic control, body composition, muscle function and cardiometabolic risk factors in middle-aged

and older overweight/obese adults with type 2 diabetes? A 24-week randomized controlled trial. *Diabetes, Obesity and Metabolism*. 2020.

31. Tawfighi A, Hamzezadeh S. Evaluation of plasma visfatin and metabolic indices response to aerobic training in type 2 diabetes women. *Exerc Biomed Sci*. 2012;4(8):51-60.
32. Zarei M, Beheshti Nasr SMB, Hamedinia M, Taheri Chadorneshin H, Askari Majdabadi H. Effects of 12 weeks of combined aerobic-resistance exercise training on levels of chemerin, omentin and insulin resistance in men with type 2 diabetes. *Koomesh*. 2020;22(1):155-63.
33. Liu Y, Liu S-x, Cai Y, Xie K-l, Zhang W-l, Zheng F. Effects of combined aerobic and resistance training on the glycolipid metabolism and inflammation levels in type 2 diabetes mellitus. *Journal of physical therapy science*. 2015;27(7):2365-71.
34. Frøsig C, Rose AJ, Trebak JT, Kiens B, Richter EA, Wojtaszewski JF. Effects of endurance exercise training on insulin signaling in human skeletal muscle: interactions at the level of phosphatidylinositol 3-kinase, Akt, and AS160. *Diabetes*. 2007;56(8):2093-102.



The effect of a period of circular resistance training on serum perptin levels and insulin resistance in men with type 2 diabetes

Miladi Ghomi Hojjat¹- Abedi Bahram^{*2*}- Ramezani Sajjad³

1.Master of Sports Physiology, Islamic Azad University, Mahallat Branch, Mahallat, Iran 2. Professor, Department of Physical Education, Mahallat Branch, Islamic Azad University, Mahallat, Iran 3. Instructor, Department of Physical Education and Sports Science, Faculty of Sports Sciences, Arak University, Arak, Iran

(Received : 31/03/2021; Accepted :20/11/2021)

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of circular resistance training on serum perptin levels and insulin resistance index in men with type 2 diabetes. The present study is a quasi-experimental study. The statistical sample of this study consisted of 24 men with type 2 diabetes with mean and standard deviation of (age 39.1 ± 3.25 years, height 173.8 ± 4.85 cm weight 80 ± 12.89 kg) They were randomly divided into two equal experimental and control groups (n=12) Subjects in the experimental group performed 8 weeks of circular resistance training three sessions per week for 60 minutes with an intensity of 50 to 80% of a maximum repetition. Before and after 8 weeks of training, serum levels of preptin, insulin resistance index (HOMA-IR), fasting glucose and insulin were measured. Correlated t-test and independent t-test were used to examine the changes within the group. Data analysis was performed using SPSS software (version 22). The results were analyzed at a significance level of less than 0.05. Intragroup changes showed that 8 weeks of circular resistance training significantly reduced levels of peptin, insulin resistance index (HOMA-IR), fasting glucose and insulin ($P = 0.0001$) compared to the diabetic control group. Also, in comparison between groups, circular resistance training caused a significant decrease in levels of peptin, insulin resistance index (HOMA-IR), fasting glucose ($P = 0.0001$) and insulin ($P = 0.001$) compared to the diabetic control group. The findings of this study showed that circular resistance training reduces the levels of preptin, insulin resistance index, fasting glucose and insulin in people with type 2 diabetes. Therefore, it seems that this type of exercise it can be useful for type 2 diabetics

Key words

Circular resistance training, Diabetes , Insulin resistance index, preptin.

* Corresponding Author: Email: abedi@iaumahallat.ac.ir; Tel:+989188667662