



## تأثیر تمرین تناوبی هوازی بر سطوح آدیپونکتین، هموگلوبین گلیکوزیله و شاخص مقاومت به انسولین در سالمندان مرد مبتلا به دیابت نوع دو

بهادر ایلخانی<sup>۱</sup>، مهرداد فتحی<sup>۲\*</sup>، کیوان حجازی<sup>۳</sup>، سیدابوالفضل جعفری قلعه نو<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی کاربردی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد، بجنورد، ایران

<sup>۲\*</sup> دانشیار گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

<sup>۳</sup> دانشجوی دکتری گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

<sup>۴</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد گروه فیزیولوژی ورزشی کاربردی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد، بجنورد، ایران

(دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۱۸ - پذیرش: ۱۳۹۶/۰۳/۲۳)

### چکیده

**مقدمه:** بین چاقی و عدم تحرک، با افزایش خطر ابتلا به بیماری دیابت نوع ۲ ارتباط وجود دارد. بیماری دیابت نوع ۲ به عنوان شایع ترین بیماری غدد داخلی محسوب می شود.

**هدف:** هدف از انجام این پژوهش، بررسی تأثیر تمرین تناوبی هوازی بر سطح سرمی آدیپونکتین، هموگلوبین گلیکوزیله و شاخص مقاومت به انسولین مردان سالمند دیابتی نوع ۲ بود.

**روش:** در این مطالعه نیمه تجربی که در سال ۱۳۹۵ در شهرستان بجنورد انجام شد؛ ۲۴ مرد دارای دیابت نوع ۲ به روش نمونه گیری در دسترس انتخاب، و به صورت غیر تصادفی به دو گروه مساوی مداخله (۱۲ نفر) و کنترل (۱۲ نفر) تقسیم شدند. گروه مداخله در یک برنامه ۸ هفته ای (هر هفته پنج جلسه به مدت ۳۰ تا ۴۵ دقیقه با شدتی معادل ۶۵ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه) به صورت تناوبی هوازی به تمرین پرداختند. برای مقایسه میانگین‌های درون گروهی و بین گروهی به ترتیب از روش آزمون تی استیودنت در گروه‌های همبسته و مستقل استفاده شد؛ و نتایج در سطح معنی‌داری  $p \leq 0.05$  آزمایش شدند.

**یافته‌ها:** میانگین سن و نمایه ی توده‌ی بدن آزمودنی‌ها به ترتیب  $63/12 \pm 1/98$  سال و  $29/04 \pm 4/03$  کیلوگرم بر مترمربع بود. نتایج نشان داد افزایش غلظت آدیپونکتین از  $1/38$  به  $1/48$  نانوگرم بر میلی لیتر، ( $p=0/04$ ) کاهش سطح هموگلوبین گلیکوزیله از  $7/62$  به  $7/05$  درصد، ( $p=0/01$ ) انسولین از  $24/96$  به  $23/36$  واحد بین المللی بر میلی لیتر، ( $p=0/03$ ) گلوکز از  $150/83$  به  $147/58$  میلی گرم بر دسی لیتر ( $p=0/01$ ) و شاخص مقاومت به انسولین از  $1/67$  به  $1/53$  واحد ( $p=0/007$ ) در گروه تمرین تناوبی هوازی، معنی دار بوده است. تغییرات میانگین‌های بین گروهی در متغیرهای آدیپونکتین، هموگلوبین گلیکوزیله، گلوکز، انسولین و شاخص مقاومت به انسولین تفاوت معنی داری بین دو گروه مداخله و کنترل نشان می دهد. ( $p < 0.05$ )

**نتیجه گیری:** هشت هفته تمرین تناوبی هوازی می تواند به عنوان پروتکل تمرینی مناسب برای حفظ سلامتی در این افراد مورد استفاده قرار گیرد. پیشنهاد می شود که پروتکل های تمرینی جدید و متنوع دیگر نیز به ویژه در افراد سالمند و آسیب پذیر مورد بررسی قرار گیرد.

**کلید واژه‌ها:** تمرین تناوبی هوازی، آدیپونکتین، هموگلوبین گلیکوزیله، سالمند، دیابت

## مقدمه

چاقی، کلسترول و فشار خون بالا و عدم تحرک بدنی کافی می‌تواند از جمله عوامل خطر ابتلا به بیماری دیابت نوع ۲ باشد. هم‌چنین مطالعات نشان داده‌اند که خطر ابتلا به دیابت با افزایش سن افزایش می‌یابد؛ به همین دلیل به این نوع از بیماری، دیابت بزرگسالان نیز گفته می‌شود. (۱) بر همین اساس افراد چاق بالای ۴۰ سال ریسک بالاتری برای ابتلا به دیابت نوع ۲ دارند. دیابت قندی شایع‌ترین بیماری متابولیکی است که با هیپرگلیسمی ناشی از کمبود مطلق یا نسبی انسولین مشخص می‌گردد و با چاقی مرتبط است. (۲) بر مبنای پیش‌بینی کارشناسان سازمان بهداشت جهانی (WHO)، میزان شیوع دیابت نوع ۲ در ایران در سال‌های ۱۹۹۵، ۲۰۰۰ و ۲۰۲۵ به ترتیب ۵/۵، ۵/۷ و ۶/۸ درصد برابر با ۱/۶۹۲/۰۰۰، ۱/۹۷۷/۰۰۰ و ۵/۲۱۵/۰۰۰ نفر است؛ (۳) و براساس نتایج گزارش‌های به دست آمده از این سازمان، تعداد مبتلایان در گروه سنی ۲۰ سال و بالاتر، از ۱۹۴ میلیون نفر در سال ۲۰۰۳ به ۳۳۳ میلیون نفر در سال ۲۰۲۵ می‌رسد. (۴-۵)

براساس مطالعات صورت گرفته، بین چاقی و عدم تحرک با افزایش خطر ابتلا به بیماری دیابت نوع ۲ ارتباط وجود دارد. (۶) از طرف دیگر از جمله عوامل موثر در دیابت، سطوح هموگلوبین A1c و گلوکز است؛ که کنترل این متغیرها می‌تواند شاخص‌های مهمی در بررسی شرایط این بیماری باشد. (۷) در این زمینه، از آنجا که نوسانات شدید قند خون در طول شبانه‌روز سبب می‌شود که قند خون ناشتا معیار دقیقی از وضعیت کنترل گلیسمیک

بیماران نباشد؛ از هموگلوبین گلیکوزیله که خود تابع وضعیت گلیسمیک بیماران در دراز مدت است؛ امروزه به عنوان بهترین شاخص کنترل قند خون استفاده می‌شود و یکی از معیارهای تخمین شدت عوارض بیماری دیابت محسوب می‌شود. (۸) آدیپونکتین یکی از آدیپوکاین‌ها است که رابطه‌ی نزدیکی با چاقی و مقاومت به انسولین دارد؛ و مورد توجه بسیاری از پژوهشگران می‌باشد. مقدار متوسط پلاسمایی این پروتئین در افراد ۱۰ میکروگرم بر میلی لیتر (۹) و حدود ۰/۰۱ درصد کل پروتئین‌های پلازما را تشکیل می‌دهد. (۱۰) آدیپونکتین، پروتئین آزاد شده از بافت چربی و یک آدیپوکاین ویژه با خصوصیت ضد آتروژنیک، ضد التهابی و افزایش دهنده‌ی حساسیت انسولینی می‌باشد. (۱۱-۱۲) یکی از مکانیزم‌های مهم، اثرپذیری آدیپونکتین روی گلوکز می‌باشد؛ که هورمون آدیپونکتین با تنظیم منفی آنزیم‌های کلیدی فرآیند گلوکونئوژنز مانند پیرووات، فسفاتانول و کربوکسی کیناز گلوکز-۶ فسفاتاز، از تولید شدن گلوکز توسط کبد جلوگیری می‌کند و باعث افزایش انسولین می‌شود. (۱۳-۱۴) آدیپونکتین هم‌چنین تاثیر بسزایی بر کارکرد داخل سلولی انسولین دارد و مشخص شده است که غلظت کم آدیپونکتین پلازما موجب کاهش فسفوریلاسیون تیروزین رسپتورهای انسولینی سلول‌های عضلانی می‌شود و می‌تواند نقطه‌ی شروعی برای بیماری دیابت به ویژه در افراد دارای اضافه وزن باشد. (۱۳، ۱۵) چنانچه شواهد نشان می‌دهند که ارتباط منفی بین سطوح آدیپونکتین و انسولین و شاخص مقاومت به انسولین وجود دارد. (۱۶) در

مشاوره‌های بهداشتی و دارو درمانی، از جمله راه‌هایی است که تا به حال برای پیشگیری و درمان بیماری قلبی-عروقی مطرح شده‌اند. (۲۲) در این میان، اگرچه اکثر متخصصان بهداشتی و علوم تندرستی، در مورد روش فعالیت بدنی و رژیم غذایی به عنوان اصولی‌ترین و علمی‌ترین روش کاهش علائم بیماری‌های قلبی-عروقی اتفاق نظر دارند؛ (۲۳) با این حال، نظر به اهمیت نقش فعالیت جسمانی در پیشگیری و درمان بسیاری از بیماری‌ها، از جمله بیماری‌های دیابت قبل از شروع دارو درمانی، مشاوره‌ی تمرینی و تغذیه‌ی را پیشنهاد می‌نمایند. در نتیجه، بیشتر مطالعات صورت گرفته اثر تمرینات هوازی روی مقاومت به انسولین و HbA1c مورد بررسی قرار داده‌اند؛ و با توجه به بررسی‌های انجام شده مطالعات اندکی به اثر بخشی تمرین تناوبی هوازی بر سطح مقاومت به انسولین و HbA1c پرداخته‌اند. بنابراین هدف محقق از اجرای این پژوهش تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی هوازی بر سطوح آدیپونکتین، هموگلوبین گلیکوزیله و شاخص مقاومت به انسولین مردان دیابتی نوع ۲ بود.

#### روش مطالعه

این تحقیق از نوع کاربردی نیمه تجربی است که در دو گروه تجربی و کنترل با طرح پیش آزمون و پس آزمون مورد مقایسه قرار گرفتند. نمونه‌ی آماری این تحقیق شامل ۲۴ نفر مرد سالمند بودند که براساس تعاریف مختلف، سالمند به جمعیت بالای ۶۰ سال و یا ۶۵ سال به بالا اطلاق می‌شود. روش نمونه‌گیری در این پژوهش به صورت در دسترس، از میان داوطلبانی که معیارهای ورود

مقایسه با دیگر آدیپوکاین‌ها مقدار در گردش خون آن در بیماران مبتلا به ناراحتی سرخرگ کرونر، مردان چاق با بیماری دیابت نوع ۲ و هم‌چنین افراد چاق کمتر است؛ اما می‌تواند از طریق برنامه کاهش وزن افزایش یابد. (۱۱-۱۲) باید اذعان نمود که در حال حاضر هیچ راه درمانی برای بهبود قطعی دیابت نوع ۲ شناخته نشده است. اما در مراحل اولیه با تغییر شیوه زندگی اعم از تغذیه‌ی سالم، فعالیت بدنی و نیز کنترل استرس قابل درمان خواهد بود. (۱۷) اجرای تمرینات هوازی به عنوان جزء ضروری در درمان بیماران دیابتی نوع ۲ به منظور بهبود سلامت قلب و عروق در این افراد در نظر گرفته می‌شود. (۱۸) انجمن دیابت آمریکا در سال ۲۰۰۲ تمرین هوازی با شدت ۵۰ تا ۸۰ درصد حداکثر ظرفیت هوازی را سه تا چهار بار در هفته و به مدت ۳۰ دقیقه توصیه کرد. فعالیت بدنی، میزان متابولیسم پایه را افزایش می‌دهد؛ گردش خون را در سراسر بدن بهبود می‌بخشد و کالری مازاد را مورد استفاده قرار می‌دهد. (۱۹) تحقیقات نشان داده‌اند که تمرینات هوازی اثرات مثبت زیادی روی حساسیت انسولینی و هموستاز گلوکز از خود نشان داده‌اند؛ به طوری که این تمرینات بدون تغییر در ترکیب بدن، حساسیت انسولینی را بیش از ۳۰ درصد در بیماران دیابتی مبتلا به اختلال در تحمل گلوکز، بهبود می‌بخشد. (۲۰) شواهدی وجود دارد که برنامه‌های تمرین بدنی از هشت هفته تا یک سال، سطح هموگلوبین گلیکوزیله را تقریباً ۰/۶ درصد کاهش می‌دهد. (۲۱)

مداخله‌ی فعالیت‌های بدنی منظم، رژیم‌های غذایی،

این مطالعه جهت تعیین حجم نمونه، از معادله ی برآورد حجم نمونه ی فلیس (۲۵) استفاده شد؛

$$n = \frac{2\sigma^2(Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2}{d^2} = \frac{2(2.5)^2(2 + 1.28)^2}{3.5^2} = 10.97 \approx 11$$

در این معادله توان آزمون ۰/۸ و آلفای معادل ۰/۰۵ و تغییرات میانگین ۵ واحد در نظر گرفته شد؛ و براساس برآورد صورت گرفته، حجم نمونه، ۱۰/۹۷ نفر به دست آمد؛ که با احتیاط بیشتر از میان مردان مبتلا به بیماری دیابت نوع ۲ داوطلب، تعداد ۱۲ مرد سالمند به عنوان گروه مداخله انتخاب شدند. در پایان، ۲۴ نفر از آزمودنی‌ها موفق به اتمام دوره ی تحقیق شدند و شش نفر به علت بیماری و عدم شرکت در تمرین حذف شدند. از بین افراد مراجعه کننده به مرکز دیابت، افرادی که گلوکز ناشتای بالاتر از ۱۲۶ میلی گرم بر دسی لیتر (طبق شاخص های انجمن دیابت امریکا) که دارای HbA1c بالاتر و مساوی ۶/۵ درصد (طبق شاخص های انجمن دیابت امریکا و شاخص توده بدنی ۲۵ تا ۳۰ کیلوگرم بر متر مربع) بودند؛ انتخاب شدند. (۲۶) در این زمینه، هیچ یک از این افراد تحت انسولین درمانی نبودند و بیماران در هر دو گروه در طول دوره ی پژوهش از داروهای متفورمین و گلی بن کلامید به صورت خوراکی استفاده می کردند.

در این تحقیق برای ارزیابی شاخص های آنتروپومتریک بدن به ترتیب طول قد آزمودنی‌ها با قدسنج سکا (ساخت کشور آلمان) با حساسیت ۵ میلی متر، محیط باسن و کمر با متر نواری (مابیس- ژاپن) با دقت ۵ میلی متر، وزن با حساسیت ۱۰۰ گرم اندازه گیری شد. از تقسیم وزن بدن

به مطالعه داشتند؛ برگزیده شدند. این افراد بر اساس پرسشنامه ی تندرستی در دو ماه گذشته فعالیت بدنی و تمرین ورزشی منظم نداشتند. از بین مراجعه کنندگان، ۱۰۰ نفر داوطلب پرسش نامه ی تندرستی و بدنی را تکمیل نموده و پس از تجزیه و تحلیل پرسش نامه، تعداد ۲۴ نفر حائز شرایط برای شرکت در پژوهش انتخاب شدند. در این پژوهش سطح فعالیت جسمانی افراد با استفاده از پرسشنامه ی ارزیابی فعالیت جسمانی کیزر (Kaiser physical activity survey) مشخص گردید. (۲۴) این پرسشنامه، عادات و الگوهای فعالیت جسمانی را ارزیابی کرده و شامل چهار بخش: فعالیت‌های مربوط به امور خانه و مراقبت از خانواده، فعالیت‌های شغلی، عادات زندگی فعال و مشارکت در ورزش می‌باشد. این ابزار اندازه‌گیری توسط آینس ورث (Ainsworth) و همکاران (سال ۱۹۹۹) برای زنان گروه سنی ۶۵-۲۰ سال تأیید شد؛ و اعتبار درونی آن،  $\alpha=7/83$  کرونباخ به دست آمد. براساس این پرسشنامه، زنانی که در امور عادی و روزمره ی زندگی خود فعالیت جسمانی کمی داشتند و غیرورزشکار بودند؛ یعنی ۵-۳ سال سابقه ورزشی منظم نداشته و در ۲ ماه اخیر بیش از یک جلسه در هفته به ورزش نپرداخته بودند؛ وارد پژوهش شدند. (۲۴) تمامی سالمندان بر اساس شرایط تحقیق به صورت داوطلبانه در تحقیق شرکت کردند و فرم رضایت نامه را امضا نمودند. در وهله ی نخست، افراد با هدف و ماهیت پژوهش و نحوه ی همکاری با محقق آشنا شدند. سپس نمونه ها در دو گروه تجربی (۱۲ نفر) و کنترل (۱۲ نفر) دسته بندی شدند. در

× (میکروواحد در میلی‌لیتر) انسولین ناشتا = HOMA-IR

۲۲/۵ (میلی‌مول در لیتر) گلوکز ناشتا

در این مطالعه پروتکل تمرینی شامل تمرینات تناوبی هوازی به مدت هشت هفته و در هر هفته پنج جلسه به مدت ۳۰ تا ۴۵ دقیقه بود. شروع برنامه ی تمرینی به ترتیب ۳ دقیقه فعالیت با شدت ۶۵ الی ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه و ۲ دقیقه استراحت فعال (راه رفتن آهسته در سالن ورزشی با شدت ۴۵ تا ۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه) با ۶ تکرار اجرا شد که با توجه به آمادگی بدنی بیماران، بار کار از لحاظ شدت و تعداد دوره های تمرین در طی دو ماه افزوده شد. قبل از اجرای برنامه ی تمرینی ۱۰ دقیقه گرم کردن شامل (دویدن آرام: ۲-۳ دقیقه، اجرای حرکات کششی: ۵ دقیقه، دویدن آرام: ۲ تا ۳ دقیقه) و در پایان فعالیت مشابهی برای سرد کردن در نظر گرفته شد. (۲۸) شدت تمرین، به وسیله ی ضربان سنج (پلار ساخت کشور فنلاند) کنترل شد. گروه کنترل هیچ فعالیتی در طول دوره ی تحقیق نداشت و غیرفعال بوده و به کارهای روزمره ی خود می پرداختند؛ و در هیچ فعالیت بدنی منظم ورزشی در طول دوره ی پژوهش شرکت نکردند. در پایان، داده‌های جمع آوری شده با کمک نرم افزار SPSS v.16 تجزیه و تحلیل شدند. پس از تأیید نرمال بودن توزیع نظری داده‌ها با استفاده از آزمون آماری اکتشافی شاپیروویلک، و همگنی واریانس‌ها توسط آزمون لون، برای مقایسه ی میانگین‌های درون و بین گروهی به ترتیب از آزمون آماری تی استیودنت در گروه های وابسته و تحلیل کوواریانس برای مقایسه ی تغییرات بین گروهی

بر مجذور قد به متر، نمایه ی توده ی بدن بر حسب کیلوگرم بر متر مربع به دست آمد. جهت اندازه گیری دور کمر به باسن آزمودنی ها، محقق دور کمر را با یک نوار متری در کم ترین نقطه (بین انتهای پایینی قفسه سینه و ناف) بر حسب سانتی متر، به دور باسن (در عریض ترین محل، روی کفل) بر حسب سانتی متر اندازه گیری کرد؛ و از تقسیم نسبت دور کمر به دور باسن هر یک از آزمودنی ها تعیین گردید. در این تحقیق در دو وهله نمونه‌های خونی از سیاهرگ دست چپ هر آزمودنی، در وضعیت نشسته و در حالت استراحت در ۴۸ ساعت پیش از شروع تمرینات و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه ی تمرین جمع‌آوری شد. تمامی نمونه‌گیری‌ها بین ساعات ۸ تا ۹ صبح در آزمایشگاه انجام شد. در این تحقیق برای اندازه ی هموگلوبین گلیکوزیله از کیت نایکوکارد و دستگاه Boronate affinity assay ساخت کشور انگلستان، و انسولین نیز از طریق کیت دیاسورین و دستگاه لیازون ساخت ایتالیا اندازه گیری شد. برای تعیین میزان مقدار سرمی آدیپونکتین به روش الایزا و با استفاده از Microplate Reader، شرکت Biovendor جمهوری چک انجام گرفت. غلظت سرمی گلوکز ناشتا به روش گلوکز اکسیداز و با استفاده از آنالیزور گلوکز Beckman (Beckman Instruments, Irvine, CA) اندازه‌گیری گردید. اندازه‌گیری انسولین نیز توسط RIA و به وسیله ی کیت تجاری Immuno Nucleo (Stillwater, MN) انجام گرفت. شاخص مقاومت انسولین نیز با استفاده از معادله ی HOMA-IR به دست آمد. (۲۷)

استفاده گردید. برای آزمون نتایج سطح معنی داری  $P < 0/05$  در نظر گرفته شد.

**یافته ها**

ویژگی‌های آزمودنی‌ها بر گرفته از نتایج پیش آزمون نشان داد که میانگین سن، قد، وزن و نمایه ی توده‌ی بدن آزمودنی‌ها به ترتیب در گروه مداخله ( $2/15 \pm 64/41$ )، ( $1/70 \pm 8/73$ )، ( $6/62 \pm 83/50$ )، ( $3/84 \pm 29/12$ )، و در گروه کنترل به ترتیب ( $1/55 \pm 63/83$ )، ( $8/55 \pm 1/69$ )، ( $4/38 \pm 82/34$ )، ( $4/29 \pm 28/98$ ) بود. براساس یافته های جدول یک، نتایج t وابسته نشان داد؛ غلظت آدیپونکتین افزایش یافت ( $p=0/04$ ) و مقادیر

هموگلوبین گلیکوزیله ( $p=0/001$ )، انسولین ( $p=0/03$ )، گلوکز ( $p=0/001$ ) و شاخص مقاومت به انسولین ( $p=0/007$ ) در گروه تمرین تناوبی هوازی در پایان دوره کاهش معنی دار داشته است. همچنین براساس یافته های جدول یک، نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد تغییرات میانگین‌های بین گروهی در متغیرهای آدیپونکتین ( $p=0/009$ )، هموگلوبین گلیکوزیله ( $p=0/007$ )، گلوکز ( $p=0/01$ )، انسولین ( $p=0/05$ ) و شاخص مقاومت به انسولین ( $p=0/002$ ) در بین دو گروه تمرین تناوبی هوازی و گروه کنترل تفاوت معنی داری وجود دارد.

**جدول شماره (۱): میانگین، انحراف استاندارد سطوح سرمی آدیپونکتین و نشانگرهای مقاومت به انسولین در بیماران مبتلا دیابت نوع ۲ به تفکیک در گروه های تمرین تناوبی هوازی و کنترل**

متغیرها	گروه‌ها	پیش آزمون (میانگین و انحراف استاندارد)	پس آزمون (میانگین و انحراف استاندارد)	تغییرات	
				مقدار T	درون گروه P-Value
				بین گروهی P-Value	F
آدیپونکتین (نانوگرم بر میلی لیتر)	تمرین تناوبی هوازی	$1/38 \pm 0/12$	$1/48 \pm 0/15$	-2/24	0/04†
	کنترل	$1/35 \pm 0/11$	$1/31 \pm 0/13$	1/79	0/08
هموگلوبین گلیکوزیله (%)	تمرین تناوبی هوازی	$7/62 \pm 0/28$	$7/05 \pm 0/24$	4/62	0/001†
	کنترل	$7/29 \pm 0/46$	$7/34 \pm 0/37$	-0/72	0/47
انسولین (IU/ml)	تمرین تناوبی هوازی	$24/96 \pm 2/57$	$23/36 \pm 3/17$	2/46	0/03†
	کنترل	$22/02 \pm 3/62$	$22/33 \pm 3/45$	-1/87	0/08
گلوکز (میلی گرم بر دسی لیتر)	تمرین تناوبی هوازی	$150/83 \pm 1/59$	$147/58 \pm 15/79$	8/74	0/001†
	کنترل	$167/00 \pm 18/22$	$166/50 \pm 17/14$	-0/44	0/66
شاخص مقاومت انسولین	تمرین تناوبی هوازی	$1/67 \pm 0/27$	$1/53 \pm 0/26$	3/32	0/007†
	کنترل	$1/62 \pm 0/26$	$1/64 \pm 0/24$	-1/06	0/30

\* - سطح معنی داری پذیرفته شده  $P < 0/05$  † معنی دار بودن

## بحث

هدف از مطالعه ی حاضر بررسی تأثیر هشت هفته تمرین تناوبی هوازی بر سطوح آدیپونکتین، هموگلوبین گلیکوزیله و شاخص مقاومت به انسولین مردان دیابتی نوع ۲ دارای اضافه وزن بود. براساس نتایج بدست آمده از یافته های پژوهش حاضر، سطوح آدیپونکتین در مردان دیابتی نوع ۲ دارای اضافه وزن، در گروه تمرین تناوبی هوازی افزایش معنی دار یافت. این نتایج با یافته های Zhu و همکاران و پارسیان و همکاران هم خوانی دارد. (۲۹-۳۰) اما با یافته های Jeon و همکاران هم خوانی ندارد. (۳۱) Zhu و همکاران، با بررسی اثر ۱۲ هفته تمرین هوازی روی ۴۰ موش به سن هشت هفته به این نتیجه رسیدند که در پایان دوره ی تمرین، میزان پروتئینی بیان آدیپونکتین موجود در بافت عضله ی قلبی هم چون آدیپو R1, PPARa, AMPK و P-AMPK افزایش معنی دار یافت. (۳۰) پارسیان و همکاران با بررسی اثر سه ماه تمرین هوازی، سه جلسه در هر هفته با شدتی معادل ۵۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره روی ۳۰ مرد دارای بیماری دیابت نوع ۲ به این نتیجه رسیدند که مقادیر گلوکز ناشتا و انسولین در مردان سالم نسبت به بیماران دیابتی پایین تر، و مقادیر آدیپونکتین و حسایت به انسولین بالاتر می باشد. هم چنین سطوح سرمی آدیپونکتین و حساسیت به انسولین بعد از اجرای تمرین هوازی به طور معنی داری افزایش یافت؛ در صورتی که مقادیر انسولین تغییر معنی داری پیدا نکرد و میزان گلوکز ناشتا و تمامی شاخص های آنتروپومتریک کاهش معنی

دار یافت. (۲۹) Jeon و همکاران، با بررسی اثر تمرین بدنی (۱۲ هفته تمرین مقاومتی، دو جلسه در هر هفته به مدت زمان بیش از ۴۰ دقیقه در روز) و بی تمرینی (مدت شش هفته بعد از اجرای تمرینات مقاومتی) بر سطوح آدیپونکتین در بچه های دارای اضافه وزن و چاق، به این نتیجه رسیدند که مقادیر وزن، نمایه ی توده بدن، درصد چربی بدن، فشار خون سیستولی، انسولین و شاخص مقاومت به انسولین بعد از ۱۲ هفته تمرین کاهش یافت؛ اما تغییر معنی داری در سطح آدیپونکتین دیده نشد. هم چنین در دوره ی بی تمرینی تمامی ریسک فاکتورهای قلبی عروقی افزایش معنی دار یافتند. (۳۱) تحقیقات زیادی نشان داده اند که آدیپونکتین با حساسیت انسولینی نیز همبستگی مثبت قوی دارد. (۳۲)

نتایج تحقیق حاضر در مورد مقادیر انسولین و شاخص های مقاومت به انسولین سرمی نشان داد که تمرینات تناوبی هوازی منجر به کاهش معنی داری در این شاخص ها شد. این نتایج با یافته های Lloyd و همکاران، Coll-Risco و همکاران و حسینیان و همکاران هم خوانی دارد؛ (۳۳-۳۵) اما با یافته های Ho و همکاران هم خوانی ندارد. (۳۶) Lloyd و همکاران، با بررسی اثر حاد تمرین هوازی (شدت ۶۰ الی ۶۵ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی) روی ۱۱ مرد بالغ چاق به این نتیجه رسیدند که دو ساعت بعد از تمرین، سطوح کمترین به میزان ۱۲ درصد کاهش یافت؛ که در دوره ی زمان بندی استراحت به میزان ۲/۵ درصد افزایش یافت و مقاومت به انسولین در پایان دوره ی مداخله کاهش معنی دار یافت. (۳۵) Coll-Risco و

مطالعه با محدودیت هایی هم چون رژیم غذایی متنوع، پاسخ های سازگاری گوناگون به فعالیت بدنی، تعداد کم آزمودنی ها به دلیل انصراف بعضی از آن ها از شرکت در تحقیق حاضر و تفاوت های فردی روبرو بود؛ در نتیجه جانب احتیاط را بیشتر باید رعایت کرد.

### نتیجه گیری نهایی

از آنجا که انجام فعالیت های ورزشی تناوبی هوازی به سبب تغییرات فیزیولوژیکی می تواند از عوامل موثر بر تغییرات هورمون های انسولین و آدیپونکتین باشد؛ و نظر به اینکه تغییر این گونه متغیرها به شدت، مدت تمرین و وضعیت آمادگی جسمانی افراد بستگی دارد؛ به مریبان و پزشکان ورزشی پیشنهاد می شود که به هنگام طراحی تمرینات ورزشی تدابیر لازم را بیاندیشند.

بطور کلی می توان گفت که هشت هفته تمرین تناوبی هوازی از طریق افزایش مقادیر آدیپونکتین و کاهش معنی داری انسولین و شاخص مقاومت به انسولین در بهبود سلامت بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ موثر است. بنابراین بیماران دیابتی می توانند تحت نظارت پزشک و مریبان ورزشی از تمرینات مناسب برای کنترل شاخص مقاومت به انسولین، انسولین و هموگلوبین گلیکوزیله استفاده نمایند.

**تشکر و قدردانی:** این مقاله برگرفته از پایان نامه ی مقطع کارشناسی ارشد آقای سید ابوالفضل جعفری قلعه نو می باشد که در جلسه ی گروه دانشکده ی تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه آزاد واحد بجنورد تحت کد ۱۸۷۳۱ ثبت شده است؛ که با حمایت مالی معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد واحد بجنورد انجام شد.

همکاران، با بررسی اثر هشت هفته تمرین تناوبی هوازی همراه با تمرین مقاومتی بر ترکیب بدن، شاخص های گلاسیمیک و نیمرخ لیپیدی به این نتیجه رسیدند که توده ی چربی در هر دو گروه موش های چاق و لاغر کاهش یافت. مقادیر LDL-C و گلوکز ناشتا در گروه تمرین نسبت به گروه کنترل پایین تر بود. انسولین و شاخص مقاومت به انسولین در گروه تمرین کاهش یافت. (۳۴) حسینیان و همکاران، با بررسی تاثیر ۱۲ هفته تمرین تناوبی شدید و ترکیبی (تمرین همزمان قدرتی- استقامتی) بر سطوح آپولیپوپروتئین A و B، ویسفاتین و مقاومت به انسولین در ۵۲ زن میان سال مبتلا به دیابت نوع ۲ انجام دادند. گروه ترکیبی قدرتی- استقامتی به مدت ۱۲ هفته سه جلسه در هفته تمرین استقامتی با ۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب و دو جلسه در هفته تمرین مقاومتی با ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه، و گروه تمرین شدید تناوبی سه جلسه تمرین در هفته ی ۱۰-۴ تکرار آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه ای روی ارگومتر را با حداکثر تلاش انجام دادند. به این نتیجه رسیدند که در مرحله ی پس آزمون، کاهش آپولیپوپروتئین A و نسبت آپولیپوپروتئین A به آپولیپوپروتئین B به دنبال تمرین تناوبی شدید معنی دار بود؛ ولی در گروه ترکیبی تفاوت معنی داری مشاهده نشد. میزان ویسفاتین، انسولین سرمی و شاخص مقاومت به انسولین در هر دو گروه تمرینی کاهش معنی دار داشت. (۳۳) Ho و همکاران، گزارش دادند ۱۲ هفته تمرین هوازی، مقاومتی و ترکیبی تأثیر معنی داری بر شاخص مقاومت به انسولین ندارد (۳۶) با توجه به اینکه این



## References:.....

1. De Groot P, Hjeltnes N, Heijboer A, Stal W, Birkeland K. Effect of training intensity on physical capacity, lipid profile and insulin sensitivity in early rehabilitation of spinal cord injured individuals. *Spinal cord*. 2003; 41(12): 673-9.
2. Ullman B, Pernow J, Lundberg JM, Åström H, Bergfeldt L. Cardiovascular effects and cardiopulmonary plasma gradients following intravenous infusion of neuropeptide Y in humans: negative dromotropic effect on atrioventricular node conduction. *Clinical Science*. 2002; 3 (6): 535-42.
3. Larijani B, Osfouri E. Prevalence of type 2 diabetes and impaired glucose tolerance in 34-60 year-olds in bushehr using a.d.a. and w.h.o. criteria. *Iranian Journal of Diabetes and Lipid Disorders*. 2002; 1(2): 119-22.
4. Abbaszadeh Ahranjani S, Tabatabaei-Malazy O, Pajouhi M. Diabetes in old age, a review. *Iranian Journal of Diabetes and Lipid Disorders*. 2009; 8: 113-28.
5. Mondiale de la Santé O. The world health report 1997. Conquering suffering, enriching humanity. Genève: OMS. 1997.
6. Carey VJ, Walters EE, Colditz GA, Solomon CG, Willet WC, Rosner BA, et al. Body fat distribution and risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women The Nurses' Health Study. *American journal of epidemiology*. 1997; 145(7): 614-9.
7. Ghorbani A, Parastesh M. Relationship between adiponectin and insulin resistance in type II diabetic men after aerobic training. *Arak Medical University Journal*. 2011; 14(2): 43-50.
8. Selvin E, Steffes MW, Zhu H, Matsushita K, Wagenknecht L, Pankow J, et al. Glycated hemoglobin, diabetes, and cardiovascular risk in nondiabetic adults. *New England Journal of Medicine*. 2010; 362(9): 800-11.
9. Matsuzawa Y, Funahashi T, Kihara S, Shimomura I. Adiponectin and metabolic syndrome. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2004; 24(1): 29-33.
10. Xu A, Yin S, Wong L, Chan KW, Lam KS. Adiponectin ameliorates dyslipidemia induced by the human immunodeficiency virus protease inhibitor ritonavir in mice. *Endocrinology*. 2004; 145(2): 487-94.
11. Więcek A, Adamczak M, Chudek J. Adiponectin-an adipokine with unique metabolic properties. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 2007; 22(4): 981.
12. Goraliski K, Sinal C. Type 2 diabetes and cardiovascular disease: getting to the fat of the matter. *Can J Physiol Pharmacol*. 2007; 85(1): 113-32.
13. Mir E, Attarzadeh Hosseini S, Hejazi K, Mir Sayeedi M. Effect of eight weeks of endurance and resistance training on serum adiponectin and Insulin resistance index of inactive elderly men. *Journal of Gorgan University of Medical Sciences*. 2016; 18(1): 69-77.
14. Kraemer RR, Castracane VD. Exercise and humoral mediators of peripheral energy balance: ghrelin and adiponectin. *Exp Biol Med (Maywood)*. 2007 Feb; 232(2): 184-94.

15. Martin LJ, Woo JG, Daniels SR, Goodman E, Dolan LM. The relationship of adiponectin with insulin and lipids are strengthened with increasing adiposity. *The Journal of Clinical endocrinology metabolism*. 2005; 90(7): 4255-9.
16. Aminiaghdam S, Moradi F, Pejhan A, Seyedahmadi M. Survey of relationships between serum adiponectin levels with insulin resistance, blood pressure, and cardiorespiratory function in sedentary men. *Quarterly Journal of Sabzevar University of Medical Sciences*. 2012; 19(4): 325-35.
17. Ahmadizad S, Haghighi AH, Hamedinia MR. Effects of resistance versus endurance training on serum adiponectin and insulin resistance index. *Eur J Endocrinol*. 2007; 157(5): 625-31.
18. Stewart KJ. Role of exercise training on cardiovascular disease in persons who have type 2 diabetes and hypertension. *Cardiology clinics*. 2004; 22(4): 569-86.
19. Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, Riddell MC, Dunstan DW, Dempsey PC, et al. Physical activity/exercise and diabetes: a Position Statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*. 2016; 39(11): 2065-79.
20. Snowling NJ, Hopkins WG. Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients a meta-analysis. *Diabetes Care*. 2006; 29(11): 2518-27.
21. Da Costa D, Dritsa M, Ring A, Fitzcharles MA. Mental health status and leisure-time physical activity contribute to fatigue intensity in patients with spondylarthropathy. *Arthritis Care & Research*. 2004; 51(6): 1004-8.
22. Buttar HS, Li T, Ravi N. Prevention of cardiovascular diseases: Role of exercise, dietary interventions, obesity and smoking cessation. *Experimental & Clinical Cardiology*. 2005; 10(4): 229.
23. Kromhout D, Menotti A, Kesteloot H, Sans S. Prevention of coronary heart disease by diet and lifestyle evidence from prospective cross-cultural, cohort, and intervention studies. *Circulation*. 2002; 105(7): 893-8.
24. Sternfeld B, Ainsworth BE, Quesenberry CP. Physical activity patterns in a diverse population of women. *Preventive medicine*. 1999; 28(3): 313-23.
25. Kotrlik J, Higgins C. Organizational research: Determining appropriate sample size in survey research appropriate sample size in survey research. *Information technology, learning, and performance journal*. 2001; 19(1): 43.
26. Kim J-S, Lee Y-H, Kim J-C, Ko Y, Yoon C-S, Yi H-K. Effect of exercise training of different intensities on anti-inflammatory reaction in streptozotocin-induced diabetic rats. *Biol Sport*. 2014; 31(1): 73-9.
27. Sâmpolean D, Hanescu B, Han A, Adam M, Casoinic F. The Prognosis of Glycoregulation Disturbances and Insulin Secretion in Alcoholic and C Virus Liver Cirrhosis. *Rom J Intern Med*. 2009; 47(4): 387-92.
28. Soori R. The effect of aerobic interval training on serum RBP4 and insulin resistance index in patients with type 2 diabetes. *Iranian Journal of Diabetes and Metabolism*. 2011; 10(4): 388-97.
29. Parsian H, Eizadi M, Khorshidi D, Khanali F. The effect of long-term aerobic exercise on serum adiponectin and insulin sensitivity in type 2 diabetic patients. *Journal of Jahrom University of Medical Sciences*. 2013; 11(1): 41-8.

30. Zhu X-J, Chen L-H, Li J-H. The Effects of Aerobic Exercise on Plasma Adiponectin Level and Adiponectin-related Protein Expression in Myocardial Tissue of ApoE<sup>-/-</sup>Mice. *Journal of sports science & medicine*. 2015; 14(4): 877.
31. Jeon J-Y, Han J, Kim H-J, Park MS, Seo DY, Kwak Y-S. The combined effects of physical exercise training and detraining on adiponectin in overweight and obese children. *Integrative Medicine Research*. 2013; 2(4): 145-50.
32. Weyer C, Funahashi T, Tanaka S, Hotta K, Matsuzawa Y, Pratley RE, et al. Hypoadiponectinemia in obesity and type 2 diabetes: close association with insulin resistance and hyperinsulinemia. *J Clin Endocrinol Metab*. 2001; 86(5): 1930-5.
33. Hosseinian M, Banitalebi E, Amirhosseini SE. Effect of 12 Weeks of Intensive Interval and Combined Training on Apolipoprotein A and B, Visfatin and Insulin Resistance in Overweight Middle-Aged Women with Type 2 Diabetes. *Quarterly of Horizon of Medical Sciences*. 2016; 22(3): 237-45.
34. Coll-Risco I, Aparicio VA, Nebot E, Camiletti-Moirón D, Martínez R, Kapravelou G, et al. Effects of interval aerobic training combined with strength exercise on body composition, glycaemic and lipid profile and aerobic capacity of obese rats. *Journal of sports sciences*. 2016; 34(15): 1452-60.
35. Lloyd JW, Evans KA, Zerfass KM, Holmstrup ME, Kanaley JA, Keslacy S. Effect of an acute bout of aerobic exercise on chemerin levels in obese adults. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*. 2015.
36. Ho SS, Dhaliwal SS, Hills AP, Pal S. The effect of 12 weeks of aerobic, resistance or combination exercise training on cardiovascular risk factors in the overweight and obese in a randomized trial. *BMC Public Health*. 2012; 12: 704.

*Original Article***The effects of aerobic interval training on adiponectin, hemoglobin A1c, and insulin resistance index in older adult men with type 2 diabetes****B. Ilkhani<sup>1</sup>, M. Fathei<sup>2\*</sup>, K. Hejazi<sup>3</sup>, SA. Jafari Ghaleh No<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Ph.D Student of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Islamic Azad University Bojnourd Branch, Bojnourd, Iran

<sup>2\*</sup> Associate Professor in Exercise Physiology, Faculty of Sports Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

<sup>3</sup>Ph.D Student of Exercise Physiology, Faculty of Sports Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

<sup>4</sup> MSc in Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, Islamic Azad University Bojnourd Branch, Bojnourd, Iran

**(Received: 13 Jun, 2017 – Accepted: 8 May, 2017)****Abstract**

**Introduction:** There is a relationship between obesity and inactivity and increased risk of type 2 diabetes, the most common endocrine disease.

**Objective:** This study aimed to investigate the effect of 8-week aerobic interval training on adiponectin, hemoglobin A1c, and insulin resistance in older adult men with type 2 diabetes.

**Method:** In this quasi-experimental study conducted in Bojnourd, Iran, in 2016, twenty-four overweight male patients with type II diabetes mellitus were selected via convenience sampling and non-randomly categorized into two equal groups: experimental (n=12) and control (n=12). The experimental group participated in eight weeks of interval aerobic training (30-45 min daily, 5 days/week, with 65-70% HRR per session). Data were analyzed using paired- and independent sample t-test for comparing the means within and between groups, respectively, with the significance level of  $\leq 0.05$ .

**Results:** Mean age and body mass index of the subjects were  $63.12 \pm 1.98$  years and  $29.04 \pm 4.03$  kg/m<sup>2</sup>, respectively. The results showed that the level of adiponectin significantly increased from 1.38 to 1.48 ng/mL ( $p=0.04$ ). Moreover, the levels of hemoglobin A1c, insulin, FBS, and insulin resistance index were significantly reduced from 7.62 to 7.05 % ( $p=0.001$ ), 24.96 to 23.36 IU ( $p=0.03$ ), 150.83 to 147.58 mg/dL ( $p=0.001$ ), and 1.67 to 1.53 IU ( $p=0.007$ ), respectively, in the experimental group. The mean differences in adiponectin, hemoglobin A1c, FBS, insulin, and insulin resistance were statistically significant between experimental and control groups.

**Conclusion:** Eight weeks of aerobic interval training can maintain health as a proper exercise protocol for these patients. We recommend the investigation of various new training protocols, especially for older adults and vulnerable groups.

**Keywords:** Aerobic interval training, Adiponectin, Hemoglobin A1c, Older adults, Diabetes