

## اثر تمرینات مقاومتی بر برخی فاکتورهای قلبی تنفسی در مردان مبتلا به دیابت نوع ۲

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۶/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۷/۱۲

### چکیده

اکبر فلاوند<sup>۱</sup>، سعید شاکریان<sup>۲</sup>، روح اله رضایی<sup>۳</sup>، شهلا حجت<sup>۴</sup>، امیر سرشین<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup>کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران  
<sup>۲</sup>استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران  
<sup>۳</sup>دانشکده فنی و حرفه‌ای سما، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اندیشه، اندیشه، ایران  
<sup>۴</sup>استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران

**زمینه و اهداف:** فعالیت بدنی یکی از ارکان درمان دیابت می‌باشد. به همین منظور مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر تمرینات قدرتی بر برخی شاخص‌های آنروپومتریک و فاکتورهای قلبی تنفسی در مردان دیابتی نوع ۲ صورت گرفت. **مواد و روش‌ها:** در این تحقیق نیمه تجربی از بیماران مراجعه کننده به کلینیک دیابت بیمارستان گلستان اهواز ۲۰ مرد دیابتی نوع ۲ با میانگین سنی  $46/0 \pm 3/4$  سال و قند خون ناشتای  $148/75 \pm 31/5$  میلی‌گرم بر دسی‌لیتر که شرایط ورود به مطالعه را داشتند، انتخاب و به صورت تصادفی به ۲ گروه ۱۰ نفره (تمرینات قدرتی و کنترل) تقسیم شدند. تمرینات ورزشی سه بار در هفته و به مدت هشت هفته انجام شد. در پیش و پس‌آزمون شاخص‌های آنروپومتریک،  $VO_{2max}$ ، حجم‌های ریوی (FVC و FEV1) اندازه‌گیری شد. برای تحلیل تغییرات شاخص‌های اندازه‌گیری شده از روش آماری T-Test و سطح معنی‌داری  $P < 0/05$  استفاده شد.

**یافته‌ها:** پس از دوره تمرین، کاهش معنی‌داری در میانگین نسبت دور کمر به دور لگن ( $P = 0/021$ ) و افزایش معنی‌داری در  $VO_{2max}$  ( $P = 0/031$ ) در گروه تمرینات قدرتی مشاهده شد. همچنین تفاوت معنی‌داری در اختلاف مقادیر ایجاد شده در شاخص‌های درصد چربی بدن ( $P = 0/048$ ) و نسبت دور کمر به دور لگن ( $P = 0/021$ ) بین دو گروه مشاهده گردید. **نتیجه‌گیری:** با توجه به یافته‌های این مطالعه، به نظر می‌رسد تمرینات قدرتی می‌تواند روش مؤثری در بهبود شاخص‌های آنروپومتریک و  $VO_{2max}$  در بیماران دیابتی نوع ۲ باشد.

**کلمات کلیدی:** دیابت نوع ۲، تمرینات قدرتی، حجم‌های ریوی، شاخص‌های آنروپومتریک.

\* نویسنده مسئول: دانشکده فنی و حرفه‌ای سما، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اندیشه، اندیشه، ایران

۰۹۱۸-۴۶۸۷۵۷

E-mail: rooholah.rezaee@yahoo.com

## مقدمه

دیابت اختلال متابولیکی است که منجر به نقص در ترشح انسولین، عمل آن و یا هر دو شده و نتیجه آن هیپرگلیسمی همراه با اختلال در متابولیسم کربوهیدرات، چربی و پروتئین می باشد. عواقب طولانی مدت دیابت شامل رتینوپاتی، نفروپاتی، نوروپاتی و افزایش خطر بیماری های قلبی - عروقی می باشد. اختلال تنظیم متابولیکی ناشی از دیابت شیرین سبب بروز عوارض متعدد قلبی - عروقی می شود که مشکلات فراوانی را برای فرد مبتلا به دیابت و دستگاه بهداشتی جامعه به همراه می آورد.<sup>۱</sup> عوارض ریوی دیابت بسیار کم شناخته شده اند و تعداد مطالعاتی که در این زمینه انجام شده است در مقایسه با سایر مطالعه ها در زمینه عوارض دیابت بسیار ناچیز است.<sup>۲</sup> لانگ و همکاران نشان دادند که بیماران مبتلا به دیابت در پاسخ به هیپوکسی اختلال دارند.<sup>۳</sup> دیویس و همکاران کاهش عملکرد اسپرومتری ریه را در مقایسه با جمعیت طبیعی در بیماران دیابتی نشان داده اند.<sup>۴</sup> همچنین در مطالعه ملک عملکرد اسپرومتری ریه بیماران دیابتی در مقایسه با افراد سالم پایین تر بود.<sup>۵</sup> کلین و همکاران ارتباطی بین PEFr و پیشرفت رتینوپاتی، بروز رتینوپاتی پرولیفراتیو، ادم ماکولار، آمپوتاسیون یا زخم های اندام تحتانی و مشکلات قلبی - عروقی پیدا نکردند.<sup>۶</sup> سیر اختلال عملکرد ریه در بیماران دیابتی به علت تعداد کم مطالعه های طولی چندان شناخته شده نیست و مطالعه های مقطعی نیز یافته های متفاوت و حتی متضادی را گزارش کرده اند.<sup>۷</sup> اگر چه سازوکار آسیب ریوی در دیابت به دقت شناخته نشده ولی یک سری فرایندها را می توان مسئول این آسیب دانست: از جمله گلیکوزیلاسیون عضلات جداره قفسه سینه و پروتئین های جدار برونش ها،<sup>۸</sup> ضخامت بازال لامینا<sup>۹</sup> و شاید استعداد ابتلا به عفونت های تنفسی،<sup>۱۰</sup> همچنین هیپرگلیسمی، التهاب و استرس اکسیداتیو ناشی از دیابت می تواند با اختلال عملکرد عضلات تنفسی همراه باشند که یکی از عوامل خطر ساز بیماری های محدود کننده ریه به شمار می رود.<sup>۱۱</sup> در چند مطالعه تظاهرات میکروسکوپی درگیری کلیه و ریه بیماران دیابتی مورد ارزیابی قرار گرفته اند و شباهت های قابل توجه و معنی داری بدست آمده است.<sup>۱۲</sup> در مطالعه دیویس کاهش عملکرد ریوی در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ گزارش شده است. به نظر می رسد مدت ابتلا، مهم تر از تأثیر کنترل قند خون باشد، اما چاقی و بیماری های عروقی

نیز ممکن است کمک کننده باشند.<sup>۱۳</sup>

به وضوح معلوم شده است که شیوع روزافزون چاقی و سبک زندگی بی تحرک نیز از عوامل مهم در بروز این بیماری هستند.<sup>۱۴</sup> وی و همکاران در تحقیقی تحت عنوان رابطه بین آمادگی هوازی و فعالیت بدنی پایین با میزان مرگ و میر مبتلایان به دیابت نوع ۲ که بر روی مردان انجام شد، به این نتیجه رسیدند که کاهش آمادگی هوازی و فعالیت بدنی ارتباط مثبت و معنی داری با میزان مرگ و میر افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ دارد.<sup>۱۵</sup> فعالیت های فیزیکی در حفظ و ارتقای سلامت به اثبات رسیده است. کاهش چاقی، افزایش آمادگی قلبی و عروقی و ریوی و در نهایت افزایش توان عضلانی از تأثیرات مثبت ورزش در ارتقای سلامت می باشد.<sup>۱۶</sup> با توجه به مطالب گفته شده و مطالعات اندک در خصوص تأثیر ورزش بر حجم های ریوی بیماران دیابتی، تحقیق حاضر به منظور بررسی هشت هفته تمرینات مقاومتی بر حجم های ریوی و توان هوازی بیماران دیابتی طراحی گردید.

## مواد و روش ها

در این پژوهش نیمه تجربی، ۲۰ مرد مبتلا به دیابت نوع ۲، از مراجعین کلینیک تخصصی دیابت بیمارستان گلستان اهواز به روش نمونه گیری در دسترس انتخاب شدند و به صورت تصادفی به دو گروه ۱۰ نفره (تمرینات قدرتی و کنترل) تقسیم شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل: مردان مبتلا به دیابت نوع ۲ با دامنه سنی ۵۰-۳۰ سال، قندخون ناشتای زیر ۲۰۰ میلی گرم بر دسی لیتر، عدم مصرف سیگار، عدم تزریق انسولین، عدم ابتلا به بیماری های قلبی - عروقی، بیماری های تنفسی و مشکلات عضلانی و اسکلتی، سطح زندگی کم تحرک و حداکثر اکسیژن مصرفی (Vo2max) پایینتر از ۴۰ میلی لیتر بر کیلوگرم در دقیقه، نداشتن فعالیت منظم ورزشی طی ۶ ماه گذشته، عدم سابقه هیپوگلیسمی مکرر در حالت استراحت یا هنگام ورزش بودند و معیارهای خروج از مطالعه عبارت بودند از: غیبت متوالی بیش از ۲ جلسه تمرین، شرکت منظم در جلسات ورزشی به غیر از جلسات ورزشی این مطالعه در گروه مورد و انجام ورزش منظم در گروه شاهد. قبل از دریافت رضایت نامه، آزمودنی ها کاملاً با اهداف این مطالعه آشنا شدند و آموزش های لازم در ارتباط با روش کار به صورت شفاهی و کتبی را دریافت

تخلیه می‌کردند.

### توان هوازی

جهت اندازه‌گیری توان هوازی (Vo2max) بیماران از آزمون راکپورت<sup>۱۶</sup> استفاده گردید. در این آزمون پس از آموزش به بیماران یک مسیر یک مایلی مشخص شد و بیماران پس از ۵ الی ۱۰ دقیقه حرکات کششی سبک و گرم کردن، مسیر یک مایل را با حداکثر سرعت راه می‌رفتند و به محض این‌که یک مایل راه رفتن را تمام کردند، نبض بیمار به مدت یک دقیقه شمارش می‌شد. در این فرمول وزن بدن فرد برحسب پوند، سن بر حسب سال، فاکتور جنسیت (مردان = ۱ و زنان = ۰)، زمان کامل کردن یک مایل بر حسب دقیقه، ضربان قلب پس از انجام این تست بر حسب (تعداد ضربیه در یک دقیقه)، در فرمول وارد شد.

$$VO2max = 1322/853 - (0.0769 \times \text{وزن}) - (0.3877 \times \text{سن})$$

$$(0.1565 \times \text{تعداد ضربان}) - (0.2649 \times \text{زمان}) + (6.315 \times \text{جنسیت})$$

### تمرینات ورزشی

در این تحقیق مداخله ورزشی شامل برنامه تمرین قدرتی بود که توسط پژوهشگر برنامه‌ریزی شد و بیماران تحت نظارت پژوهشگر و با رعایت نکات ایمنی، انجام می‌دادند. برنامه گرم کردن به مدت ۱۰ دقیقه در آغاز هر جلسه تمرین انجام می‌شد که شامل تمرینات هوازی به صورت (۲ مرحله ۳ دقیقه ای، به ترتیب راه رفتن سریع و دویدن نرم) و سپس انجام حرکات کششی ایستا بود. برنامه تمرین اصلی شامل تمرین گروه‌های مختلف عضلات به صورت دوره‌ها (جدول ۱) و برنامه هفتگی از پیش تعیین شده بود (جدول ۲)، که شدت تمرین بر اساس درصدی از قدرت بیشینه فرد و با استفاده از فرمول برزیسکی<sup>۱۷</sup> محاسبه شد. پس از اتمام تمرین اصلی نیز سردکردن که شامل راه رفتن سریع به مدت ۵ دقیقه و انجام حرکات کششی بود، انجام شد. جهت پیشگیری از خطرات احتمالی جلسات تمرین در حضور پرستار انجام می‌شد. همچنین به بیماران توصیه شد، میان وعده‌های شیرین به همراه داشته باشند تا در صورت هیپوگلیسمی احتمالی مصرف نمایند. قبل از هر جلسه تمرین وضعیت قند خون بیماران توسط گلوکومتر و فشارخون توسط فشارسنج دیجیتال چک می‌شد که در صورت بالا بودن احتمالی از تمرین جلوگیری شود.

نمودند. پس از امضای رضایت‌نامه آگاهانه، افراد داوطلب توسط پزشک فوق تخصص غدد و متابولیسم تحت معاینه پزشکی قرار گرفتند. پس از اندازه‌گیری‌های پایه، مداخله ورزشی به مدت هشت هفته تحت نظارت پژوهشگر انجام شد و در پایان مداخله‌ی ورزشی (پس‌آزمون) نیز مجدداً متغیرهای موردنظر اندازه‌گیری شدند.

### شاخص‌های آنروپومتریک

در این تحقیق قد بیماران توسط قدسنج سکا اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری وزن، شاخص توده‌ی بدن، نسبت دورکمر به دور لگن و درصد چربی بدن از دستگاه سنجش ترکیب بدن، مدل المپیک ۳/۳، ساخت کشور کره استفاده شد. بدین‌منظور بیماران به صورت ناشتا به آزمایشگاه فیزیولوژی دانشگاه شهید چمران اهواز مراجعه کرده و با پای برهنه روی دستگاه قرار می‌گرفتند و دستگاه از طریق سنسورهای کف پاها و دستگیره‌هایی که بیماران در دستان خود می‌گرفتند اطلاعات آنروپومتریکی آنها را در یک پرینت کامل به محقق ارائه می‌داد.

### حجم‌های ریوی

پس از اندازه‌گیری شاخص‌های آنروپومتریکی بیماران حجم‌های ریوی بوسیله دستگاه اسپرومتری دیجیتالی مدل IF8 ساخت کشور آلمان، در آزمایشگاه فیزیولوژی دانشگاه تربیت بدنی شهید چمران اهواز به صورت زیر اندازه‌گیری شد.

همه آزمودنی‌ها موقع اجرای تست به یک شیوه آزمون می‌شدند. بطوری‌که همه آزمودنی‌ها بر روی صندلی نشسته و بر آن تکیه می‌دادند و سعی می‌شد تا آزمودنی وضعیت مناسبی برای انجام تست به خود بگیرد. همچنین قبل از اجرای آزمون‌ها روش اجرا و چگونگی عملکرد آزمودنی‌ها برای اجرای آزمون بطور کامل توضیح داده می‌شد و در صورت لزوم برای آنان بطور عملی نحوه اجرای آزمون نمایش داده می‌شد. هر آزمودنی چندین بار آزمون را تکرار می‌کرد (حداقل ۳ بار) در نهایت بهترین نتیجه انتخاب و ثبت می‌شد.

برای اجرای این آزمون، آزمودنی‌ها بعد از یک دم حداکثر و پر کردن ریه، هوا را به داخل اسپرومتری بطور کامل، سریع و قوی

جدول ۱: دوره‌های تمرین قدرتی

دایره A	دایره B	دایره C
۱ پرس بالا سینه (دمبل)	پرس سینه (هالتر)	قفسه سینه (دستگاه)
۲ نشر از طرفین (دمبل)	پرس سرشانه (هالتر)	لیفت با دستگاه
۳ زیر بغل تک خم (دمبل)	زیر بغل قایقی با دستگاه	سیم کش از جلو با دستگاه
۴ جلو بازو تک خم (دمبل)	جلو بازو لاری	جلو بازو (هالتر)
۵ پشت بازو نشسته (دمبل)	پشت بازو خوابیده (هالتر)	پشت بازو ایستاده (دستگاه)
۶ جلو پا دستگاه	پرس پا دستگاه	پشت پا دستگاه
۷ ساق پا	ساق پا	ساق پا
۸ شکم (کرانچ)	دراز و نشست	شکم (خلبانی)
۹ فیله کمر (دستگاه)	پیچ کمر	پهلوی با دمبل

جدول ۲: برنامه ۸ هفته‌گی تمرین قدرتی

هفته	فرکانس در هفته	دایره	تکرار	شدت تمرین	استراحت بین حرکات (ثانیه)	استراحت بین دوره‌ها (دقیقه)	نوع استراحت
۱	۳	A,B	۱۵-۲۰	۳۰-۴۰	۴۰-۶۰	۳-۵	غیر فعال، (راه رفتن و فعالیت‌های سبک)
۲	۳	A,B	۱۵-۲۰	۴۰-۵۰	۴۰-۶۰	۳-۵	غیر فعال، (راه رفتن و فعالیت‌های سبک)
۳	۳	A,B,C	۱۲-۱۵	۴۰-۵۰	۴۰-۶۰	۳-۵	غیر فعال، (راه رفتن و فعالیت‌های سبک)
۴	۳	A,B,C	۱۲-۱۵	۴۰-۵۰	۴۰-۶۰	۳-۵	غیر فعال، (راه رفتن و فعالیت‌های سبک)
۵	۳	A,B,C	۱۰-۱۲	۵۰-۶۰	۴۰-۶۰	۳-۵	غیر فعال، (راه رفتن و فعالیت‌های سبک)
۶	۳	A,B,C	۱۰-۱۲	۵۰-۶۰	۴۰-۶۰	۳-۵	غیر فعال، (راه رفتن و فعالیت‌های سبک)
۷	۳	A,B,C	۸-۱۰	۶۰-۷۰	۴۰-۶۰	۳-۵	غیر فعال، (راه رفتن و فعالیت‌های سبک)
۸	۳	A,B,C	۸-۱۰	۶۰-۷۰	۴۰-۶۰	۳-۵	غیر فعال، (راه رفتن و فعالیت‌های سبک)

در این تحقیق برای بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون آماری کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد که همگی داده‌ها توزیع نرمال داشتند. از آزمون تی زوجی شده جهت مقایسه پیش و پس-آزمون و از تی مستقل نیز برای بررسی اختلاف مقادیر ایجاد شده بین گروه‌ها استفاده شد. همه نتایج به صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار نشان داده شده‌اند و مقادیر  $P < 0.05$  از نظر آماری معنی دار محسوب شد.

یافته‌ها

در این مطالعه به بررسی تاثیر تمرین قدرتی بر توان هوازی

در این تحقیق برای بررسی حیاتی سریع جریان بازدمی (FVC)، حجم بازدم پرفشار در ثانیه اول (FEV1) و برخی شاخص‌های آنتروپومتریک شامل: وزن، شاخص توده بدن (BMI) و درصد چربی بدن (PBF) و نسبت دورکمر به دورلگن (WHR) در مردان مبتلا به دیابت نوع ۲ ساکن شهر اهواز پرداخته شد. جدول ۳ مربوط به مقایسه مشخصات دموگرافیک بیماران در پیش‌آزمون می‌باشد.

با مقایسه داده‌های پیش و پس‌آزمون کاهش معنی‌داری در نسبت دورکمر به دورلگن ( $p=0.021$ ) و افزایش معنی‌داری در توان هوازی ( $p=0.007$ ) در گروه تمرینات قدرتی مشاهده شد (جدول ۴).

جدول ۳: مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها در آغاز مطالعه

متغیرها	گروه تجربی	گروه کنترل	P
سن (سال)	۴۶/۴±۳/۰	۴۵/۶±۳/۹	۰/۶۱۳
قد (سانتی متر)	۱۷۱/۶±۶/۰	۱۷۰/۶±۵/۳	۰/۶۹۲
وزن (کیلوگرم)	۷۳/۴±۸/۲	۷۶/۰±۱۰/۵	۰/۵۴۸
FBS (mg/dl)	۱۴۶/۳±۳۵/۳	۱۵۱/۲±۲۸/۸	۰/۷۳۸
Vo2max (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	۳۶/۱۳±۲/۰	۳۶/۰±۱/۶	۰/۸۳۷
مدت ابتلا به دیابت (سال)	۴/۲±۲/۱۵	۳/۶±۲/۱۷	۰/۵۴۲

مقادیر بصورت میانگین ± انحراف معیار ارائه شده است. \* نشانه تفاوت معنی دار (P<۰/۰۵)

جدول ۴: نتایج آزمون تی زوجی برای مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون شاخص‌های اندازه‌گیری شده

متغیرها	گروه تجربی		گروه کنترل		P
	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	
Weight (kg)	۷۳/۴±۸/۲	۷۳/۰±۸/۰	۷۶/۰±۱۳/۰	۷۶/۱±۱۰/۴	۰/۵۵۲
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	۲۴/۹±۲/۴	۲۴/۸±۲/۵	۲۶/۱±۲/۹	۲۶/۱±۲/۹	۰/۵۲۷
PBF%	۲۴/۵±۳/۵	۲۳/۱±۲/۶	۲۶/۷±۱/۶	۲۶/۹±۱/۵	۰/۱۳۷
WHR (cm)	۰/۹۶±۰/۳	۰/۹۳±۰/۳	۰/۹۳±۰/۰۵	۰/۹۲±۰/۰۶	۰/۲۲۳
Vo2max (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	۳۶/۱±۲/۰	۳۸/۳±۱/۲	۳۶/۰±۱/۶	۳۶/۴±۱/۹	۰/۱۶۰
FVC (liter)	۳/۵۴±۰/۳۱	۳/۵۸±۰/۴۶	۳/۴۹±۰/۶۲	۳/۵۱±۰/۶۳	۰/۲۰۱
FEV1(liter)	۳/۰۷±۰/۳۴	۳/۱۶±۰/۴۴	۳/۰۲±۰/۳۱	۳/۰۳±۰/۶۱	۰/۵۲۳

مقادیر بصورت میانگین ± انحراف معیار ارائه شده است. \* نشانه تفاوت معنی دار (P<۰/۰۵)

جدول ۵: نتایج آزمون تی مستقل برای مقایسه اختلاف مقادیر ایجاد شده متغیرهای مورد بررسی بین گروه‌ها

متغیرها	گروه تجربی	گروه کنترل	P
وزن(kg)	-۰/۴۲ ± ۱/۲۹	-۰/۱۲ ± ۰/۶۱	۰/۲۵۳
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	-۰/۱۳ ± ۰/۴۴	-۰/۰۴ ± ۰/۲۱	۰/۲۷۰
PBF%	-۱/۴ ± ۲/۲	-۰/۱۶ ± ۰/۳۱	۰/۰۴۸*
WHR (cm)	-۰/۳ ± ۰/۳	-۰/۰۴ ± ۰/۰۱	۰/۰۳۹*
Vo2max (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	+۲/۱۳ ± ۱/۹۲	+۰/۴۸ ± ۰/۹۹	۰/۰۳۱*
FVC (liter)	+۰/۰۳۹ ± ۰/۲۰۱	+۰/۰۳۰ ± ۰/۰۶۹	۰/۸۹۵
FEV1(liter)	+۰/۰۸۴ ± ۰/۱۴۸	+۰/۰۱۲ ± ۰/۰۵۷	۰/۱۷۹

مقادیر بصورت میانگین ± انحراف معیار ارائه شده است. \* نشانه تفاوت معنی دار (P<۰/۰۵)

همراه است که به کاهش متابولیسم پایه منجر می‌شود. این عمل باعث حفظ ذخایر چربی و کند شدن کاهش وزن می‌شود. از این رو حفظ توده بدون چربی از طریق فعالیت بدنی یک راه کار مهم برای حفظ درازمدت کاهش وزن می‌باشد.<sup>۲۷</sup> مطالعات نشان می‌دهند که فعالیت بدنی به تنهایی نیز اثر متوسطی بر کاهش وزن دارد. همچنین شواهد نشان می‌دهد تجمع چربی در ناحیه شکمی خطرناک‌ترین ریسک-فاکتور برای بروز سندروم متابولیک و امراض قلبی-عروقی است. مطالعات خوب کنترل شده نشان می‌دهند که فعالیت بدنی یک مداخله درمانی مناسب، برای کاهش چربی شکمی در افراد چاق می‌باشد.<sup>۲۸</sup> یکی از اهداف درمانی بیماران دیابتی علاوه بر کنترل گلیسمیک، چربی بدن می‌باشد. چاقی خصوصاً چاقی شکمی با مقاومت انسولین، هیپرگلیسریدمی، دیس‌لیپیدمی و هیپرتانسیون همراه می‌باشد.<sup>۲۹</sup> در برخی تحقیقات مشاهده شده که تمرینات قدرتی می‌تواند برخی مشخصات آتروپومتریک را در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ بهبود بخشد.<sup>۲۹</sup> با توجه به نقش بالقوه کاهش توده چربی بدن در افزایش حساسیت انسولین<sup>۲۹</sup> به نظر می‌رسد که افزایش حساسیت انسولین در پاسخ به فعالیت ورزشی طولانی مدت را می‌توان به کاهش وزن و کاهش درصد چربی بدن بیماران مورد مطالعه نسبت داد. افزایش حساسیت انسولین در پاسخ به کاهش وزن ناشی از فعالیت ورزشی، در برخی مطالعات دیگر نیز مشاهده شده است.<sup>۳۰</sup> کاهش چربی احشایی با کاهش چاقی شکمی می‌تواند یک فایده مهم ورزش باشد که موجب بهبودی قابل توجه در شاخص‌های متابولیک می‌گردد.<sup>۳۱</sup>

همچنین نتایج تحقیق حاضر نشان دهنده افزایش معنی‌دار VO2max پس از هشت هفته تمرینات با وزنه می‌باشد. یآوری و همکاران<sup>۳۲</sup> نیز پس از یک دوره تمرین مقاومتی افزایش معنی‌داری در سطح VO2max گزارش کرده‌اند. اشو و همکاران<sup>۳۳</sup> نیز پس از دوازده هفته تمرین مقاومتی و هوازی پیش‌رونده افزایش معنی‌دار VO2max را گزارش کرده‌اند. که با نتایج تحقیق حاضر همسو می‌باشند و با یافته‌های دفتیر و همکاران<sup>۳۱</sup> ناهمخوان بود. یکی از دلایل احتمالی این تفاوت ممکن است به خاطر میانگین سنی پایین‌تر آزمودنی‌ها در تحقیق حاضر یا تفاوت در پروتکل تمرینی حاضر باشد، چون پروتکل تمرینی حاضر از نوع تمرینات مقاومتی دایره‌ای

نتایج آزمون تی مستقل برای بررسی اختلاف مقادیر ایجاد شده در شاخص‌های اندازه‌گیری شده در گروه‌های تحقیق نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین درصد چربی بدن ( $p=0/048$ )، و نسبت دورکم به دور لگن ( $p=0/039$ ) و توان هوازی ( $p=0/031$ ) بین دو گروه تمرین قدرتی و گروه کنترل وجود دارد (جدول ۵).

## بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان دهنده کاهش معنی‌داری نسبت دورکم به دورلگن پس از تمرینات قدرتی می‌باشد که همسو با مطالعه اگر و همکاران<sup>۱۸</sup> و ناهمخوان با مطالعه میسرا و همکاران<sup>۱۹</sup> می‌باشد. شاید دلیل این اختلاف، تفاوت در پروتکل تحقیق حاضر باشد. در مقایسه اختلاف مقادیر ایجاد شده بین دو گروه تفاوت معنی‌داری در نسبت دورکم به دورلگن و درصد چربی بدن مشاهده شد (جدول ۵)، که با تحقیقات اگر و همکاران<sup>۱۸</sup> و ایبازن و همکاران<sup>۲۰</sup> همسو و با تحقیق دفتیر و همکاران<sup>۳۱</sup> ناهمسو بود. شاید دلیل این اختلاف به علت تفاوت در ویژگی‌های آزمودنی‌ها (سن بالای بیماران: ۵۹ سال، یا تزریق انسولین) یا به علت تفاوت در پروتکل تمرین در تحقیق دفتیر و همکاران باشد. در تحقیق حاضر کاهش وزن بدن و BMI از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۴) برخی محققان<sup>۱۸-۲۲</sup> نیز متعاقب تمرینات قدرتی تفاوت معنی‌داری در وزن و BMI نیافته‌اند که مطالعه حاضر همسو با این مطالعات می‌باشد. به نظر می‌رسد جهت کاهش وزن و تغییرات معنی‌دار BMI مدت زمان تمرین بیش از هشت هفته به همراه کنترل برنامه غذایی مورد نیاز است.

در انسان‌ها تنش، تغذیه، ترکیب بدن و سطح فعالیت بدنی در شیوع بیماری دیابت نوع دو و مؤلفه‌های مؤثر در آن تأثیرگذار هستند.<sup>۳۳</sup> اکثر محققین و متخصصین تغذیه و انجام فعالیت‌های هوازی، مداوم و مستمر و طولانی مدت را به منظور مصرف چربی‌ها به عنوان منبع تولید انرژی و استفاده از رژیم‌های غذایی کم‌چربی (کمتر از ۳۰ درصد) را جهت کاهش وزن پیشنهاد می‌کنند.<sup>۳۴</sup> در چندین مطالعه نشان داده شده است که محدودیت کالری دریافتی از طریق کاهش وزن، نمایه توده بدن و درصد چربی باعث بهبود ترکیب بدنی می‌شود.<sup>۲۵</sup> و<sup>۲۶</sup> اغلب رژیم غذایی تنها، با کاهش توده بدون چربی

علت احتمالی این تفاوت باشد. از دلایل احتمالی دیگر می‌توان به بالاتر بودن سطح پایه حجم‌های ریوی در تحقیق حاضر اشاره کرد. شاید آزمودنی‌ها در تحقیق حاضر به علت فعال‌تر بودن، به علت جوان‌تر بودن و توان هوازی بالاتر دارای حجم‌های ریوی بالاتر بوده‌اند و برای تغییرات معنی‌دار نیاز به تمرین با شدت بالاتر باشد. باتوجه به این‌که در تحقیق حاضر بیماران دیابتی مشکل تنفسی خاصی نداشتند و حجم‌های ریوی طبیعی داشتند اما بعد از دوره تمرین تأثیر مثبت تمرینات مقاومتی بر حجم‌های ریوی دیده شد که می‌تواند به علت ارتباط بین افزایش توان هوازی و حجم‌های ریوی باشد.<sup>۳۸،۳۷</sup>

### نتیجه‌گیری

یافته‌های تحقیق حاضر از سودمندی فعالیت بدنی در بیماران دیابتی حمایت می‌کند. در کل تمرینات مقاومتی با بهبود ترکیب بدن و افزایش VO2max می‌تواند نقش مثبتی در پیشگیری ریسک فاکتورهای قلبی عروقی داشته باشد که می‌تواند نقش مثبتی در مدیریت بیماری دیابت و افزایش سطح سلامت بیماران داشته باشد. تمرینات مقاومتی اگر چه باعث افزایش معنی‌دار حجم‌های ریوی نشد اما به نظر می‌رسد برای افزایش حجم‌های ریوی نیاز به تمرینات با شدت بالاتر یا دوره تمرینی طولانی‌تر یا تمرینات هوازی بیشتر در کنار تمرینات مقاومتی باشد.

### تقدیر و تشکر

از کلیه عزیزانی که در انجام دادن این تحقیق ما را یاری نمودند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌کنیم. همچنین از زحمات سرکار خانم مهندس شیخ‌الاسلامی در بازنگری کامل این مقاله خالصانه قدردان و سپاسگزاریم.

### References

1. Association AD. Standards of medical care in diabetes. Diabetes care 2012;35:S11-S63.
2. Ghalavand A, shakeriyan S, Monazamnezhad A, Dadvar N, Heidarneszhad M, Delaramnasab M. The effects of aerobic training on blood glycemc control and plasma lipid profile in men with type 2 diabetes. SYLWAN. 2014;158(6):1-10.

می‌باشد که با پروتکول تمرینی دفیتر وهمکاران متفاوت است. محققان بیان کرده‌اند که تمرینات مقاومتی سنتی به طور معمول در شدت ۳۶ تا ۴۵ درصد VO2max انجام می‌گیرند و این شدت کمتر از حد توصیه شده برای بهبود ظرفیت هوازی است.<sup>۳۴</sup> البته برخی تحقیقات نیز نشان می‌دهد تمرینات مقاومتی موجب افزایش سازگاری هوازی می‌شود.<sup>۳۵،۳۲</sup> هرچند سازوکارهایی برای آن اشاره شده، ولی سازوکارهای دقیق این موضوع هنوز شناخته نشده است. افزایش VO2max نسبت به قبل از فعالیت ورزشی را می‌توان نتیجه سازگاری دستگاه قلبی-عروقی، عضلانی و متابولیک با فعالیت‌های ورزشی دانست. این سازگاری‌ها شامل افزایش ظرفیت اکسایشی عضله، افزایش میزان کل هموگلوبین، افزایش سوخت چربی و کاهش گلیکولیز، افزایش حجم پایان دیاستولی (پیش‌بار قلبی)، کاهش حجم پایان سیستول و افزایش حجم ضربه ای است. به‌علاوه افزایش اختلاف اکسیژن خون سرخرگی-سیاهرگی، افزایش فعالیت آنزیم‌های چرخه کربس و دستگاه انتقال الکترون، افزایش تعداد و اندازه میتوکندری، افزایش بافت عضلانی و کارایی آنها است.<sup>۳۶</sup> تأکید بر فعالیت بدنی و آمادگی قلبی-عروقی افراد دیابتی فاکتوری مهم برای جلوگیری از بیماری‌های قلبی-عروقی در آنها می‌باشد.

در حجم‌های ریوی اندازه‌گیری شده پس از هشت هفته تمرینات مقاومتی اگر چه افزایش دیده شد، اما این افزایش معنی‌دار نبود. اشو و همکاران<sup>۳۳</sup> در تحقیقی پس از دوازده هفته تمرین مقاومتی و هوازی پیشرونده افزایش معنی‌داری در سطوح FVC و FEV1 را گزارش کرده‌اند که با یافته‌های تحقیق حاضر ناهمخوان می‌باشد. این تفاوت می‌تواند به علت تفاوت در پروتکول تمرین باشد. در تحقیق اشو تمرینات هوازی و مقاومتی پیشرونده استفاده شده بود، اما پروتکول تمرینی تحقیق حاضر تمرین مقاومتی بود. همچنین تفاوت در ویژگی‌های آزمودنی‌ها در دو تحقیق ممکن است

3. Malek F, Malek M, Tosi J, Soltabi S, Hashemi H. Comparison of Pulmonary Function in Diabetic Patients with and Without Retinopathy Compared with Control Group. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism 2010;11(2):143-50.
4. Lange P, Groth S, Kastrop J, et al. Diabetes mellitus, plasma glucose and lung function in a cross-sectional population study. European Respiratory Journal 1989;2(1):14-9.

5. Lange P, Parner J, Schnohr P, Jensen G. Copenhagen City Heart Study: longitudinal analysis of ventilatory capacity in diabetic and nondiabetic adults. *European Respiratory Journal* 2002;20(6):1406-12.
6. Davis WA, Knudman M, Kendall P, Grange V, Davis TM. Glycemic exposure is associated with reduced pulmonary function in type 2 diabetes The Fremantle Diabetes Study. *Diabetes Care* 2004;27(3):752-7.
7. Klein BE, Moss SE, Klein R, Cruickshanks KJ. Is peak expiratory flow rate a predictor of complications in diabetes? The Wisconsin Epidemiologic Study of Diabetic Retinopathy. *Journal of Diabetes and its Complications* 2001;15(6):301-6.
8. Barrett-Connor E, Frette C. NIDDM, impaired glucose tolerance, and pulmonary function in older adults: the Rancho Bernardo Study. *Diabetes Care* 1996 ; 19 (12) : 1441-4.
9. Lazarus R, Sparrow D, Weiss S. Baseline ventilatory function predicts the development of higher levels of fasting insulin and fasting insulin resistance index: the Normative Aging Study. *European Respiratory Journal* 1998;12(3):641-5.
10. Berg T, Bangstad H-J, Torjesen P, et al. Advanced glycation end products in serum predict changes in the kidney morphology of patients with insulin-dependent diabetes mellitus. *Metabolism* 1997 ;46 (6) : 661-5.
11. Rumble JR, Cooper ME, Soulis T, Cox A, Wu L, Youssef S, et al. Vascular hypertrophy in experimental diabetes. Role of advanced glycation end products. *Journal of Clinical Investigation* 1997;99(5):1016.
12. Davis TM, Knudman M, Kendall P, Vu H, Davis WA. Reduced pulmonary function and its associations in type 2 diabetes: the Fremantle Diabetes Study. *Diabetes research and clinical practice* 2000;50(2):153-9.
13. Stewart KJ. Exercise training: can it improve cardiovascular health in patients with type 2 diabetes? *Br J SportsMed.* 2004;38: 250- 2.
14. Wei M, Gibbons LW, Kampert JB, et al. Low cardiorespiratory fitness and physical inactivity as predictors of mortality in men with type 2 diabetes. *Annals of Internal Medicine* 2000;132(8):605-11.
15. Pelkonen M, Notkola I-L, Lakka T, Tukiainen HO, Kivinen P, Nissinen A. Delaying decline in pulmonary function with physical activity: a 25-year follow-up. *American journal of respiratory and critical care medicine* 2003;168(4):494-9.
16. Hoffman J. Norms for fitness, performance, and health. 1 ed: Human Kinetics; 2006: 67-80.
17. Hoffman j. Norms for fitness, performance, and health. 1 ed: Human Kinetics; 2006: 27-39.
18. Egger A, Niederseer D, Diem G, et al. Different types of resistance training in patients with type 2 diabetes mellitus: effects on glycemic control, muscle mass and strength. *European Journal of Preventive Cardiology* 2012:1-10.
19. Misra A, Alappan NK, Vikram NK, Goel K, Gupta N, Mittal K, et al. Effect of Supervised Progressive Resistance-Exercise Training Protocol on Insulin Sensitivity, Glycemia, Lipids, and Body Composition in Asian Indians With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care* 2008;31(7):1282-7.
20. Ibanez J, Izquierdo M, Arguelles I, Forga L, Larrion JL. Twice-Weekly Progressive Resistance Training Decreases Abdominal Fat and Improves Insulin Sensitivity in Older Men With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care* 2005;28:662-7.
21. De Feyter HM, Praet SF, van den Broek NM, Kuipers H, Stehouwer CD, Nicolay K, et al. Exercise training improves glycemic control in long-standing insulin-treated type 2 diabetic patients. *Diabetes Care* 2007;30(10):2511-3.
22. Yavari A, Najafipour F, Aliasgarzadeh A, et al. Effect of Aerobic Exercise, Resistance Training or Combined Training on glycemic control and cardio-vascular risk factor in patients with Type 2 Diabetes. *biol sport.* 2012;29(2):135-43.
23. Eizadi M, Karimi M, Kohandel M, Duali H. Effect of aerobic exercise on serum leptin response and insulin resistance of patients with type 2 diabetes. *JQUMS.* 2013;16(4):33-9.[In Persian]
24. Cuff DJ, Meneilly GS, Martin A, et al. Effective exercise modality to reduce insulin resistance in women with type 2 diabetes. *Diabetes care* 2003;26(11):2977-82.
25. Moran LJ, Noakes M, Clifton PM, et al. Dietary composition in restoring reproductive and metabolic physiology in overweight women with polycystic ovary syndrome. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 2003;88(2):812-9.
26. Huber-Buchholz M-M, Carey D, Norman RJ. Restoration of reproductive potential by lifestyle modification in obese polycystic ovary syndrome: role of insulin sensitivity and luteinizing hormone. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 1999;84(4):1470-4.
27. Thomson RL, Buckley JD, Noakes M, et al. The effect of a hypocaloric diet with and without exercise training on body composition, cardiometabolic risk profile, and reproductive function in overweight and obese women with polycystic ovary syndrome. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 2008;93(9):3373.
28. Bahrami A, Saremi A. Effect of caloric restriction with or without aerobic training on body composition, blood lipid profile, insulin resistance, and inflammatory marker in middle-age obese/overweight men. *Arak Medical University Journal.* 2011;14(3):11-9.[In Persian]

29. Gabriely I, Ma XH, Yang XM, Atzmon G, Rajala MW, Berg AH. Removal of visceral fat prevents insulin resistance and glucose intolerance of aging: an adipokine-mediated process. *Diabetes* 2002;51(10):2951-8.
30. Hays NP, Starling RD, Sullivan DH, et al. Effects of an ad libitum, high carbohydrate diet and aerobic exercise training on insulin action and muscle metabolism in older men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2006;61(3):299-304.
31. Hays NP, Starling RD, Sullivan DH, et al. Comparison of insulin sensitivity assessment indices with euglycemic-hyperinsulinemic clamp data after a dietary and exercise intervention in older adults. *Metabolism* 2006;55(4):525-32.
32. Albright A, Franz M, Hornsby G, Kiriska A, Marrero D, Urlich I. Exercise and type diabetes. *Med Sci Sports Med*. 2000;32:1345-60.
33. Osho O, Akinbo S, Osinubi A, Olawale O. Effect of Progressive Aerobic and Resistance Exercises on the Pulmonary functions of Individuals with Type 2 Diabetes in Nigeria. *International Journal of Endocrinology and Metabolism* 2012;10(1):411-7.
34. Jung AP. The impact of resistance training on distance running performance. *Sports Medicine* 2003;33(7):539-52.
35. Vincent KR, Braith RW, Feldman RA, et al. Improved cardiorespiratory endurance following 6 months of resistance exercise in elderly men and women. *Archives of Internal Medicine* 2002;162(6):673-8.
36. Duncan GE, Perri MG, Theriaque DW, et al. Exercise training, without weight loss, increases insulin sensitivity and postheparin plasma lipase activity in previously sedentary adults. *Diabetes Care* 2003;26(3):557-62.
37. Askarabadi SH, Valizadeh R. The Effect of Resistance Training on Some Pulmonary Indexes, Body Composition, Body Fat Distribution and VO2max in Thin and Fat Men of Personal and Members of Faculty of Azad University Behbahan Branch. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2012;46:3051-5.[In Persian]
38. Kitahara Y, Hattori N, Yokoyama A, Yamane K, Sekikawa K, Inamizu T, et al. The influence of lung function on exercise capacity in patients with type 2 diabetes. *Hiroshima journal of medical sciences* 2010;59(1):7-13.