

مقایسه اثر ۸ هفته تمرین ترکیبی با و بدون فاصله استراحتی بر نیم رخ چربی و ترکیب بدن در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲

پریسا بنائی^۱، وحید تادیبی^۲، مهرعلی رحیمی^۳

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

۲. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

۳. فوق تخصص متابولیسم و غدد درون ریز، دانشیار دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۳/۷/۲۷

تاریخ دریافت مقاله: ۹۳/۵/۱۴

چکیده

هدف: هدف این پژوهش مقایسه اثر دو پروتکل تمرین ترکیبی با و بدون فاصله استراحتی بین دو بخش مقاومتی و هوازی تمرین بر نیم رخ چربی و ترکیب بدن در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ با دامنه سنی ۴۰ تا ۶۰ سال و $BMI > 25$ بوده است. **روش شناسی:** بدین منظور ۳۳ زن مبتلا به دیابت نوع ۲ به طور تصادفی به ۳ گروه (۱) تمرین ترکیبی با فاصله ۲۰ دقیقه استراحت بین دو بخش تمرینی، گروه (۲) تمرین ترکیبی بدون استراحت بین دو بخش تمرینی و گروه (۳) کنترل تقسیم شدند. برنامه تمرین ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته بود. تمرین مقاومتی شامل ۶ حرکت با ۳ ست ۱۰ تکراری و فواصل استراحتی ۹۰ ثانیه ای بین ست‌ها و برنامه هوازی شامل ۳۰ دقیقه فعالیت ایروبیک بود. پیش و پس از مداخله، نمونه‌گیری خون و اندازه‌گیری‌های ترکیب بدن اجرا شد. **یافته‌ها:** یافته‌ها نشان دادند سطوح کلسترول، تری‌گلیسرید، لیپوپروتئین با چگالی پائین، نسبت دور کمر به باسن، توده چربی احشایی و درصد چربی در هر دو گروه تمرینی کاهش معنادار و توده عضلانی افزایش معنادار داشت. اما بین تغییرات ایجاد شده در دو گروه تمرینی تفاوت معناداری وجود نداشت. برای دیگر متغیرهای اندازه‌گیری شده و همچنین در گروه کنترل هیچ گونه تغییر معنی‌داری مشاهده نشد. **نتیجه گیری:** در نتیجه می‌توان گفت این دو نوع تمرین بر نیم‌رخ لیپیدی و ترکیب بدن اثرات سودمند مشابه دارند اما، با توجه به افت قند خون و خستگی که ممکن است برای آزمودنی‌ها پیش‌آید پیشنهاد ما اجرای تمرین ترکیبی با ۲۰ دقیقه فاصله استراحتی می‌باشد.

کلید واژه‌ها: دیابت شیرین، تمرین همزمان، پروفایل چربی، ترکیب بدن

Comparing the effect of 8 weeks of concurrent training with and without rest interval on lipid profile and body composition in women with type 2 diabetes

Abstract

The purpose of this study was to compare the effect of two concurrent training protocols with and without rest between two parts of aerobic and resistance exercise on lipid profile and body composition in women with type 2 diabetes aged 40 to 60 years and $BMI > 25$. For this purpose, 33 female patients with type II diabetes were randomly divided into 3 groups: 1) concurrent (aerobic-resistance) exercise with 20 min rest in between, 2) concurrent (aerobic-resistance) training with no rest in between, and 3) Control. Training program was performed 3 times a week for 8 weeks. Resistance exercise consisted of 6 exercises, each with 3 sets of 10 repetitions and 90 seconds of rest interval. Aerobic exercise consisted of 30 minutes of aerobic activity. Before and after the intervention, blood sampling and measurements of body composition were performed. Results showed that after 8 weeks of concurrent training levels of cholesterol, triglycerides, low-density lipoprotein, waist-hip ratio, visceral fat mass, and percent of body fat were significantly reduced; and soft lean mass in both training groups increased, significantly. However, there was no significant difference between the changes within the training groups. There were no significant changes for other measured variables and also in the control group. In conclusion we can say that the two of exercise have similar beneficial effects on body composition and lipid profile, however, Due to low blood sugar and fatigue may occur for subjects we offer training concurrent with 20-minute rest interval.

Key words: Diabetes mellitus, concurrent training, lipid profile, physical activity

شماره تماس: ۰۹۳۹۸۰۸۲۱۹۴

✉ نویسنده مسئول: پریسا بنائی

آدرس: دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

پست الکترونیکی: p.banayi@yahoo.com

مقدمه

چاقی به عنوان مشکل سلامت عمومی در کشورهای جهان شناخته شده است که با چندین بیماری مزمن از جمله دیابت نوع ۲ ارتباط دارد (۱). شیوع اضافه وزن و چاقی، یک اپیدمی بی سابقه از دیابت نوع ۲ را در کشورهای توسعه یافته در پی داشته است (۲).

انجمن دیابت آمریکا افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ را برای انجام یک تمرین ورزشی منظم ۳ بار در هفته تشویق کرده و پیشنهاد کرده است که افراد دیابتی باید حداقل ۱۵۰ دقیقه در هفته شامل ۱۰-۵ دقیقه گرم کردن (دوچرخه سواری، پیاده روی)، فعالیت بدنی هوازی با شدت متوسط و تمرین مقاومتی در یک سطح شدت پایین را برای آماده کردن عضلات اسکلتی و قلب و ریه ها داشته باشند (۳)، به طوری که فعالیت بدنی با کاهش خطر مرگ و میر قلبی عروقی در افراد با دیابت نوع ۲ همراه بوده است (۳). به طور کلی از جمله فواید فعالیت بدنی و تمرین بهبود در عملکرد انسولین است و همچنین می تواند نیم رخ چربی را بهبود دهد و موجب کاهش درصد چربی بدن، فشار خون، وزن بدن و در نهایت خطر دیابت و بیماری قلبی عروقی شود (۴). ترکیب هر دو تمرین قدرتی و هوازی شیوه مناسبی از تمرین برای افراد دیابتی است و می تواند سازگاری های مثبتی در کنترل گلوکز، قدرت عضله، تحمل ورزش، ترکیب بدن در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ ایجاد کند (۵). تمرین ترکیبی منجر به کاهش سطوح BMI و نسبت دور کمر به باسن می شود و می تواند اثرات مفیدی بر کاهش کلسترول کل و LDL و نیم رخ چربی در مقایسه با افراد غیرفعال داشته باشد (۶). اما تمرین ترکیبی را می توان با پروتکل های متفاوت اجرا کرد، برای مثال فاصله استراحتی بین دو بخش تمرین می تواند با تغییر در پاسخ های بدن همراه باشد. در این زمینه گوتو و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کرده اند که اگر تمرین هوازی ۲۰ دقیقه پس از تمرین مقاومتی در قالب یک جلسه تمرین ترکیبی انجام شود اکسیداسیون چربی بیشتری در پی دارد (۷). از آنجایی که گوتو و همکاران این گزارش را بر مبنای پاسخ حاد به یک جلسه تمرین ارائه کرده اند، لذا هدف پژوهش حاضر بررسی این موضوع بوده است که آیا ۸ هفته تمرین ترکیبی (مقاومتی-هوازی) اگر با فاصله استراحتی ۲۰ دقیقه ای بین دو بخش مقاومتی و هوازی انجام شود مزیتی نسبت به تمرین ترکیبی بدون فاصله استراحتی بین دو بخش در آثار

سودمند احتمالی بر نیم رخ چربی و ترکیب بدن در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ دارد یا خیر.

مواد و روش ها

در این تحقیق ۳۳ آزمودنی زن مبتلا به دیابت نوع ۲ از مرکز دیابت بیمارستان طالقانی شهر کرمانشاه شرکت کردند. معیارهای ورود به تحقیق شامل ابتلا به دیابت نوع ۲ بر اساس پرونده های موجود در مرکز دیابت، قند خون ناشتای کمتر از ۳۰۰، BMI > ۲۵، عدم مصرف انسولین تزریقی، سکونت در شهر کرمانشاه، عدم ابتلا به هر گونه بیماری مزمن به جز دیابت بود و همچنین معیارهای خروج از تحقیق شامل غیبت در جلسات تمرین و عدم رعایت توصیه های پزشکی و تغذیه ای در مدت تحقیق بود. جمع آوری اطلاعات با استفاده از شرح حال و تکمیل پرسشنامه ای توسط محقق بر اساس متغیرهای طرح پس از کسب رضایت نامه آگاهانه از بیماران صورت گرفت. آزمودنی ها که داوطلبانه در این بررسی شرکت کردند به صورت تصادفی به ۳ گروه شامل دو گروه تمرینی (۱) اجرای تمرین مقاومتی و پس از ۲۰ دقیقه استراحت اجرای برنامه تمرین هوازی (گروه ۲) اجرای تمرین مقاومتی و بلافاصله تمرین هوازی و نیز یک گروه کنترل تقسیم شدند. آزمودنی های گروه کنترل در تمام مدت تحقیق فعالیت ورزشی نداشته و همانند دیگر گروه ها داروهای تجویز شده از سوی پزشک را مصرف می کردند. طول مدت تمرین ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته بود. در هر یک از جلسات تمرینی آزمودنی های هر دو گروه ابتدا به مدت ۱۰ دقیقه حرکات راه رفتن سریع، جاگینگ و حرکات نرمشی و کششی را اجرا و سپس تمرینات مقاومتی را انجام دادند. این تمرینات شامل ۶ نوع حرکت برای گروه های عمده عضلانی به صورت مقاومتی بود: نشست و برخاست با وزنه، بارفیکس اصلاح شده، دراز نشست با توپ مدیسین بال، شنای سوئدی، سرشانه با دمبل و حرکت زیر بغل با دمبل که در ۳ ست با ۱۰ تکرار و فواصل استراحتی ۹۰ ثانیه ای بین ست ها و ۳ دقیقه ای بین هر حرکت اجرا شد.

برنامه تمرین هوازی شامل حرکات ایروبیک به مدت ۳۰ دقیقه بود. از مقیاس بورگ برای کنترل شدت تمرین استفاده شد. شدت تمرین هوازی از اولین تا آخرین جلسه به صورت تدریجی افزایش یافت به گونه ای که در ۲ هفته اول با شدتی معادل ۱۱ از شاخص درک فشار (RPE ۶ تا

استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد و سطح معناداری نیز $P < 0.05$ در نظر گرفته شد.

نتایج

یافته‌ها نشان داد که بین مقادیر نیم رخ چربی و ترکیب بدن آزمودنی‌های سه گروه در پیش آزمون تفاوت معناداری وجود نداشت. اما ۸ هفته تمرین ترکیبی (مقاومتی-هوازی) با استراحت و بدون استراحت موجب بهبود سطوح کلسترول، تری-گلیسرید، LDL، نسبت دور کمر به باسن، توده چربی احشایی، توده عضلانی و درصد چربی می شود. اما بین تغییرات ایجاد شده در دو گروه تمرینی تفاوت معناداری وجود نداشت. میزان شاخص توده بدن، جرم چربی زیرپوستی و وزن افراد در دو گروه تمرینی کاهش و HDL افزایش یافت اگرچه این اختلاف در هیچ یک از دو گروه از نظر آماری معنادار نبود. در جدول ۱-۱ میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای موردنظر در پیش و پس آزمون ارائه شده است.

بحث و نتیجه گیری

مهمترین یافته پژوهش حاضر این بوده است که ۸ هفته تمرین ترکیبی (مقاومتی-هوازی) با و بدون فاصله استراحتی باعث بهبود SLM، WHR، LDL، TG، CHOL، VFM و PBF در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ می شود و این دو روش تمرینی برتری خاصی نسبت به یکدیگر در اثرگذاری بر فاکتورهای ذکر شده ندارند.

کاهش ۱۲/۳ درصدی کلسترول در گروه تمرین ترکیبی با استراحت و کاهش ۱۲/۷ درصدی در گروه تمرین ترکیبی بدون استراحت معنادار بود اما تفاوت معناداری بین درصد کاهش کلسترول خون در گروه های تمرینی وجود نداشت که با برخی پژوهش های انجام شده در این زمینه همخوان (۱۱) و با برخی دیگر ناهمخوان (۷،۱۲) می باشد. کاهش ۱۳/۸ درصدی تری گلیسرید در گروه تمرین ترکیبی با استراحت و کاهش ۱۷/۲ درصدی در گروه تمرین ترکیبی بدون استراحت معنادار بوده است. اما تفاوت معناداری بین درصد کاهش تری گلیسرید خون در گروه های تمرینی وجود نداشت که با پژوهش های پیتاوس و همکاران (۲۰۰۹) و جورج و همکاران (۲۰۱۱) همخوان (۷،۱۲) و با پژوهش های آروینگ و همکاران (۲۰۰۹) و حیدری و همکاران (۲۰۱۲) (۱۳،۱۴) ناهمخوان است.

۲۰ امتیازی) تمرین کرده و هر ۲ هفته شدت تمرین معادل ۱ امتیاز افزایش یافت (در ۲ هفته آخر $RPE=14$)، با توجه به این نکته که به آزمودنی‌ها گفته شد که در طی تمرین شدت آن را به مربی بازگو کنند و اگر دچار هایپرگلیسمی شدند از ادامه تمرین خودداری کنند و این روش تا آخرین جلسه ادامه داشته است. در پایان بخش هوازی تمرین آزمودنی ها به مدت ۵ دقیقه حرکات سرد کردن یا بازگشت به حالت اولیه را انجام می دادند.

۴۸ ساعت قبل از شروع برنامه تمرینی از همه آزمودنی‌ها در حالت ناشتا (پس از دست کم ۱۰ ساعت ناشتایی) خون گیری اولیه به عمل آمد. اندازه گیری ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین دوباره تکرار شده و همچنین به آزمودنی ها توصیه شد که ۴۸ ساعت پیش از نمونه گیری های خون تغذیه یکسان داشته باشند. در خون گیری بعد از لخته شدن خون، نمونه ها داخل دستگاه سانتریفیوژ، با دور ۲۵۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفت و سپس بعد از پایان مداخله و تهیه سرم از پس آزمون، تمام نمونه‌ها به آزمایشگاه انتقال یافت. نمونه گیری پروفایل چربی (بیوشیمی) توسط دستگاه آنالایزر بیوشیمی α -کلاسیک انجام شد. همچنین برای اندازه گیری ترکیب بدن آزمودنی ها از دستگاه (Body Composition Analyzer) مدل Zeus 9/9 Plus ساخت کشور کره جنوبی استفاده شد. بدین طریق که آزمودنی ها با حداقل لباس و بدون کفش بر روی دستگاه قرار می گرفتند و اندازه گیری متغیرهای وزن، شاخص توده بدن (BMI) چربی احشایی (VFM)، چربی زیر پوستی (SFM)، توده بدون چربی (SLM)، نسبت دور کمر به باسن (WHR) و درصد چربی بدن (PBF) انجام می شد.

تجزیه و تحلیل آماری

برای توصیف اطلاعات جمع آوری شده از روش‌های آمار توصیفی، میانگین و انحراف استاندارد استفاده شد. برای بررسی فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها از کلموگراف اسمیرنوف و برای بررسی تفاوت های بین گروهی در پیش آزمون از آنالیز واریانس یک سویه و همچنین برای بررسی تفاوت های درون گروهی از آزمون t وابسته استفاده شد و در نهایت نیز در صورت معناداری تفاوت های درون گروهی از آزمون t مستقل برای بررسی تفاوت بین تغییرات در گروه های تمرینی استفاده شد. تمامی عملیات آماری با

گروه گواه		گروه ترکیبی بدون استراحت		گروه ترکیبی با استراحت		متغیر
پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	
-	۵۱/۳۶±۴/۷۵	-	۵۳/۵۴±۵/۵۷	-	۵۷/۵۴±۴/۸۶	سن (سال)
۲۱۵/۲۷±۵۲/۴۹	۲۱۲/۳۶±۳۱/۱۱	۱۸۲/۲۷±۳۰/۴۰*	۲۱۲/۷۲±۴۷/۵۳	۱۸۵/۹۰±۴۰/۷۰*	۲۱۲/۷۲±۳۲/۵۳	TC(mg/dl)
۱۷۸/۳۶±۷۲	۱۶۰/۱۳±۶۳/۱۷	۱۵۰/۵۴±۲۱/۷۳*	۱۹۲/۸۱±۵۸/۱۹	۱۴۲/۸۶±۴۹/۰۲*	۱۶۷±۵۱/۵۴	TG(mg/dl)
۵۷/۹۰±۱۲/۴۰	۵۴/۰۹±۱۰/۶۱	۴۸/۷۲±۸/۵۰	۴۸/۶۳±۷/۷۳	۴۹/۵۰±۱۱/۳۶	۴۸/۳۱±۱۳/۰۵	HDL(mg/dl)
۱۰۷/۹۵±۳۴/۶۹	۱۰۹/۸۶±۲۹/۰۲	۹۱/۲۶±۲۰/۱۷*	۱۱۰/۶۳±۳۶/۱۰	۹۸/۹۰±۱۹/۸۰*	۱۱۶/۹۵±۲۱/۰۲	LDL(mg/dl)
۶۷/۸۶±۱۴/۳۷	۶۸/۲۷±۱۴/۵۶	۶۹/۱۱±۱۰/۹۸	۶۹/۲۰±۱۱/۱۲	۶۹/۵۳±۱۴/۴۹	۶۹/۷۷±۱۳/۴۸	Weight(kg)
۲۸/۱۵±۳/۸۱	۲۸/۰۴±۴/۱۹	۳۰/۴۲±۴/۱۱	۳۰/۴۶±۴/۲۵	۲۹/۵۷±۵/۰۴	۲۹/۶۵±۴/۶۷	BMI(kg/m ²)
۰/۸۷±/۰۶	۰/۸۷±/۰۵	۰/۸۹±/۰۴*	۰/۹۰±/۰۴	۸۹±/۰۶*	۰/۹۰±/۰۶	WHR(cm)
۳۹/۵۵±۶/۴۲	۳۹/۵۰±۶/۴۰	۳۹/۳۲±۴/۶۸*	۳۸/۵۰±۴/۵۵	۳۹/۵۰±۵/۲۹*	۳۸/۹۰±۴/۶۴	SLM(kg)
۳/۳۲±۱/۴۷	۳/۴۰±۱/۵۲	۳/۶۴±۱/۱۸*	۳/۹۵±۱/۳۶	۳/۸۳±۱/۸۸*	۴±۱/۸۶	VFM(kg)
۲۱/۱۴±۶/۴۵	۲۱/۵۴±۶/۴۷	۲۲/۲۹±۴/۹۵	۲۲/۸۹±۵/۱۳	۲۲/۵۲±۷	۲۲/۹۴±۶/۶۱	SFM(kg)
۳۵/۳۳±۵/۲۱	۳۵/۸۴±۴/۴۹	۳۷/۱۰±۳/۴۴*	۳۸/۳۷±۳/۴۳	۳۷/۰۸±۵/۱۲*	۳۷/۸۷±۴/۶۹	PBF(%)

*: اختلاف معنادار نسبت به پیش آزمون. Chol: کلسترول، TG: تری گلیسرید، HDL: لیپوپروتئین با چگالی بالا، LDL: لیپوپروتئین با چگالی پایین، Weight: وزن، BMI: شاخص توده بدن، WHR: نسبت دور کمر به باسن، SLM: توده عضلانی بدن، VFM: توده چربی احشایی، SFM: توده چربی زیرپوستی، PBF: درصد چربی بدن.

همچنین ورزش می تواند فعالیت آنزیم لیپوپروتئین لیپاز (LPL) و لسیستین کلسترول آسیل ترانسفراز (LCAT) را افزایش دهد که موجب کاهش سطح LDL شود (۸) و از ساز و کارهای احتمالی اثر غیرمستقیم ورزش به کاهش چربی ناحیه شکم مربوط می شود که حرکت اسیدهای چرب آزاد از چربی شکمی به سمت کبد را کاهش می دهد و در نهایت موجب کاهش سطح LDL خون می شود (۹) و از علل احتمالی تغییر غیرمعنادار سطح HDL خون در آزمودنی های پژوهش حاضر می توان به این نکته اشاره کرد که معمولا ۸ هفته تمرین به اندازه های نیست که باعث افزایش معنادار HDL شود (۷).

میزان وزن و BMI آزمودنی ها در سه گروه کاهش داشت اما در هیچ یک از گروه ها این تغییر معنادار نبود که با نتایج پژوهش های انجام شده در این زمینه همخوان (۱۶، ۱۷) و با برخی (۱۵، ۱۳، ۶) ناهمخوان است که دلیل آن می تواند عدم رعایت رژیم غذایی و یا مدت کم تمرینات حاضر باشد. کاهش ۱/۲ درصدی WHR در گروه تمرین ترکیبی با استراحت و کاهش ۱/۸ درصدی در گروه تمرین ترکیبی بدون استراحت معنادار بود. اما تفاوت معناداری بین درصد کاهش WHR در گروه های تمرینی وجود نداشت که با برخی پژوهش ها (۱، ۷) همخوانی دارد. افزایش ۱/۴ درصدی SLM در گروه تمرین ترکیبی با

میزان HDL خون در سه گروه افزایش داشته است اما در هیچ یک از گروه ها این تغییر معنادار نبوده است که با برخی مطالعات (۱۴، ۱۳، ۷) همخوان و با برخی دیگر (۱۵) ناهمخوان است. کاهش ۱۴/۲ درصدی LDL در گروه تمرین ترکیبی با استراحت و کاهش ۱۵/۱ درصدی در گروه تمرین ترکیبی بدون استراحت معنادار بود. اما تفاوت معناداری بین درصد کاهش LDL خون در گروه های تمرینی وجود نداشت که با پژوهش های انجام شده در این زمینه (۱۱) همخوان و با برخی پژوهش ها (۱۴، ۱۵، ۱۲، ۷) ناهمخوان است.

در مورد سازوکار فیزیولوژیکی اثر تمرین ترکیبی بر نیم رخ چربی می توان اظهار کرد که تمرین باعث افزایش فعالیت دستگاه سمپاتیک (اپی نفرین و نوراپی نفرین) و هورمون رشد می شود که هر کدام از این هورمون ها نیز به نوبه خود لیپولیز را فعال می کنند و منجر به کاهش توده چربی بدن می شوند. از این رو در پژوهش حاضر نیز تمرینات انجام شده در نهایت موجب افزایش اکسیداسیون چربی و کاهش معنادار سطح تری گلیسرید خون شده است به طوری که اجرای تمرین مقاومتی پیش از هوازی همان گونه که در پژوهش ها نشان داده شده است می تواند با افزایش سطوح هورمون رشد در این مورد قابل توجه باشد (۷).

- (CRP) serum and interleukin-6 (IL-6) plasma in sedentary men. *Yafteh*; 14 (4):95-106.
2. Vipin G, Guru VD, Ulla S, Sajjad R, Kranthi K, Spurgeon JC, et al. (2013). Association Study of 25 Type 2 Diabetes Related Loci with Measures of Obesity in Indian Sib Pairs. *PLoS ONE*; 8(1): e53944. doi:10.1371/journal.pone.0053944.
 3. Gregg EW, Cheng YJ, Cadwell BL, Williams DE, Flegal KM, et al. (2005). Secular trends in cardiovascular disease risk factors according to body mass index in US adults. *JAMA*; 293: 1868-1874.
 4. Colberg S, Sigal R, Ferenhall B, Blissemer B, Rubin R, Albrigh A. (2010). Exercise and Type 2 Diabetes. The American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes Care*. 33:e147-e167.
 5. American Diabetes Association. (1990). Diabetes mellitus and exercise (position Statement). *Diabetes Care*. 13; 804-805.
 6. Tokmakidis SP, Zois CE, Volaklis KA, Touvra AM. (2004). The effects of a combined strength and aerobic exercise program on glucose control and insulin action in women with type 2 diabetes. *Eur J Appl Physiol*. 92: 437-442. DOI 10.1007/s00421-004-1174-6.
 7. Pitavos C, Panagiotakos DB, Tambalis KD, Chrysohoou C, Sidossis LS, Skoumas J, et al. (2009). Resistance exercise plus to aerobic activities is associated with better lipids' profile among healthy individuals: the ATTICA study. *Q J Med*; 102:609-616doi: 10. 1093/ qjmed/ hcp083.
 8. Goto K, Ishi N, Sugihara SH, Yoshioka T, Takamatsu K. (2007). Effect of resistance exercise on lipolysis during subsequent submaximal exercise. *MedSci Sports Exerc*. Feb; 9(2):308-15.
 9. Mora S, Lee I, Buring JE, Ridker PM. (2006). Association of physical activity and body mass index with novel and traditional cardiovascular biomarkers in women. *JAMA*; 295(12): 1412-9.
 10. Sugiura H, Kajima K, Mirbod M, Iwata H, and Matsuoka T. (2002). Effects of long term moderate exercise and increase in number of daily steps on serum lipids in women: randomized controlled trial. 6874/2/3.
 11. Valente EA, Sheehy ME, Avila J, Gutierrez JA, Delmonico MJ, Lofgren IE. (2011). The effect of the addition of resistance training to a dietary

استراحت و افزایش ۲/۱ درصدی در گروه تمرین ترکیبی بدون استراحت معنادار بود. همچنین تفاوت معناداری بین درصد افزایش SLM در گروه های تمرینی وجود نداشت. کاهش ۵ درصدی VFM در گروه تمرین ترکیبی با استراحت و کاهش ۷/۴ درصدی در گروه تمرین ترکیبی بدون استراحت معنادار بود. اما تفاوت معناداری بین درصد کاهش VFM در گروه های تمرینی وجود نداشت که با پژوهش های یانگ و همکاران (۲۰۱۲) و حیدری و همکاران (۲۰۱۲) همخوان بود. میزان SFM در سه گروه کاهش داشت اما در هیچ یک از گروه ها این تغییر معنادار نبوده است که با برخی پژوهش های انجام شده در این زمینه (۱۴،۱۶) ناهمخوان و با برخی دیگر (۱۳) همخوان بوده است. کاهش ۲/۲ درصدی PBF در گروه تمرین ترکیبی با استراحت و کاهش ۳/۳ درصدی در گروه تمرین ترکیبی بدون استراحت معنادار بود. اما تفاوت معناداری بین درصد کاهش PBF در گروه های تمرینی وجود نداشت که با پژوهش بالدوچی و همکاران، چرچ و همکاران و والنته و همکاران (۱۱،۱۵،۱۷) ناهمخوان و با پژوهش های آبروینگ و همکاران و حیدری و همکاران (۱۲،۱۳) همخوان است.

نتیجه گیری

یافته های پژوهش حاضر نشان می دهد تمرین ترکیبی (مقاومتی- هوازی) با شدت متوسط نقش مثبتی در بهبود عوامل خطرزای قلبی- عروقی در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ دارد. بنابراین برای افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ اجرای این نوع تمرینات توصیه می شود. با توجه به اینکه انجام تمرین هوازی به فاصله ۲۰ دقیقه پس از تمرین مقاومتی می تواند آثار سودمندی مشابه با انجام تمرین هوازی بلافاصله پس از تمرین مقاومتی بر ترکیب بدن و نیمرخ لیپیدی داشته باشد، می توان با در نظر گرفتن بروز خستگی در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ و احتمال افت قند خون و پرهیز از خستگی بیش از حد این افراد در یک جلسه تمرین ترکیبی، اجرای تمرین ترکیبی مقاومتی- هوازی را با ۲۰ دقیقه فاصله استراحتی پیشنهاد کرد و به طور کلی می توان تمرین ترکیبی را به عنوان روش درمانی مکمل برای افراد دیابتی در نظر گرفت و بررسی های بیشتری در این زمینه انجام داد.

منابع

1. Abedi B. (2012). The effects of 12-wk combined aerobic/resistance training on C-reactive protein

- education intervention on apolipoproteins and diet quality in overweight and obese older adults. *Clinical Interventions in Aging*; 6 235–241.
12. Jorge M, Oliveira VN, Resende NM, Paraiso LF, Calixto A, Diniz AL, et al. (2011). The effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic control, inflammatory markers, adipocytokines, and muscle insulin signaling in patients with type 2 diabetes mellitus. *Metabolism clinical and experimental*; 60-1244 – 1252.
 13. Irving BA, Davis CK, Brock DW, Weltman JY, Swift D, Barrett EJ, et al. (2008). Effect of exercise training intensity on abdominal visceral fat and body composition. *Med Sci Sports Exerc*; 40(11):1863-1872.
 14. Heydari M, Freund J, and Boutcher SH. (2012). The Effect of High-Intensity Intermittent Exercise on Body Composition of Overweight Young Males. *Journal of Obesity Volume, Article 2012; ID 480467, 8 pages doi: 10.1155/2012/480467.*
 15. Balducci S, Zanuso S, Nicolucci A, Fernando F, Cavallo S, Cardelli P et al. (2010). Anti-inflammatory effect of exercise training in subjects with type 2 diabetes and the metabolic syndrome is dependent on exercise modalities and independent of weight loss. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*; 20, 608-617.
 16. Jung1 JY, Han KA, Ahn HJ, Kwon HR, Lee JH, Park KS, et al. (2012). Effects of aerobic exercise intensity on abdominal and thigh adipose tissue and skeletal muscle attenuation in overweight women with type 2 diabetes mellitus. *Diabetes Metab; J*;36:211-221.
 17. Church TS, Blair SN, Cocreham SH, Johannsen N, Johnson W, Kramer K, et al. (2010). Effects of Aerobic and Resistance Training on Hemoglobin A1c Levels in Patients With Type 2: Diabetes. *JAMA*. 304(20):2253-2262. doi: 10.1001/jama.1710.