فیزیولوژی ورزشی شماره ۲۵، بهار ۱۳۹۴. صص ۱۰۸-۹۹

مقایسهٔ تأثیر دو نوع پروتکل تمرین ترکیبی (هوازی– مقاومتی) بر سطوح گلوکز خون ناشتا، هموگلوبین گلیکوزیله، پروتئین واکنش‌گر C با حساسیت بالا و مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲

پریسا بنائی[۱]، وحید تأدیبی[۲]، مهرعلی رحیمی[۳]

۱. کارشناس ارشد دانشگاه رازی کرمانشاه
۲. دانشیار دانشگاه رازی کرمانشاه*
۳. دانشیار دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۲/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۵/۲۲

چکیده

هدف این پژوهش مقایسهٔ تأثیر تمرین ترکیبی بر سطوح گلوکز خون ناشتا، هموگلوبین گلیکوزیله، پروتئین واکنش‌گر C با حساسیت بالا و مقاومت به انسولین در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ بوده‌است. در این مطالعه ۳۳ نفر زن مبتلا به دیابت نوع ۲ با دامنهٔ سنی ۴۰ تا ۶۰ سال به سه گروه تجربی۱) تمرین ترکیبی (مقاومتی- هوازی) با فاصله ۲۰ دقیقه استراحت، تجربی۲) اجرای تمرین ترکیبی بدون استراحت و ۳) گروه کنترل تقسیم شدند. برنامه تمرین به صورت هشت هفته و سه جلسه در هفته اجرا شد. نتایج نشان‌داد پروتئین واکنش‌گر C و هموگلوبین گلیکوزیله در دو گروه تمرینی کاهش و مقاومت به انسولین افزایش یافت، اما این تغییرات معنادار نبودند ($P>0.05$). غلظت گلوکز خون ناشتا در دو گروه تمرینی کاهش معناداری یافت ($P<0.05$). با این حال بین کاهش گلوکز خون ناشتا در دو گروه تمرینی تفاوت معناداری وجود نداشت. در گروه گواه هیچ‌یک از متغیرها تغییر معنادار نداشتند. در نتیجه با توجه به آثار سودمند مشابه دو نوع تمرین ترکیبی و احتمال افت قند خون و پرهیز از خستگی بیش از حد این افراد در یک جلسه تمرین ترکیبی می‌توان اجرای تمرین ترکیبی مقاومتی- هوازی را با ۲۰ دقیقه فاصله استراحتی پیشنهاد کرد.

واژگان کلیدی: دیابت نوع ۲، تمرین ترکیبی، هموگلوبین گلیکوزیله، پروتئین واکنش‌گر C با حساسیت بالا

* نویسنده مسئول Email: vahidtadibi@razi.ac.ir

مقدمه

دیابت نوع ۲ یا غیروابسته به انسولین شایع‌ترین نوع دیابت است که در آن ترشح انسولین دچار اختلال شده و تولید گلوکز در کبد افزایش می‌یابد (۱). شواهد نشان داده‌است که التهاب مزمن در بدن نقش کلیدی را در بیماری‌های قلبی عروقی ایفا می‌کند و می‌تواند به‌عنوان یک نیروی محرک برای مقاومت به انسولین[1] و دیابت نوع ۲ باشد (۲،۳). در میان نشانگرهای متفاوت، پروتئین واکنش‌گر C با حساسیت بالا[2] که در کبد در پاسخ به محرک التهابی و همچنین توسط سلول‌های چربی از بافت چربی تولید می‌شود جزء نشانگرهای مفید، قابل دسترس و کم‌هزینه با اندازه‌گیری آسان برای پیش‌بینی و تشخیص بیماری‌های قلبی عروقی شناخته شده‌است (۴،۵).

ازسوی دیگر مطالعات زیادی رابطه بین گلوکز خون در طی یک دوره سه ماهه و سطح هموگلوبین گلیکوزیله[3] را نشان داده‌اند (۶). اندازه‌گیری هموگلوبین گلیکوزیله در خون انسان به عنوان یک نشانگر با اهمیت برای ارزیابی طولانی‌مدت از حالت گلیسمیک در بیماران با دیابت شناخته شده‌است (۷،۸) و انجمن دیابت آمریکا[4] در سال ۲۰۰۹ مقدار ۶/۵٪ را برای هموگلوبین گلیکوزیله نقطه تشخیص دیابت اعلام کرده‌است (۹).

بررسی‌های متعددی در ایران افزایش بیماری دیابت را نشان می‌دهند. شیوع دیابت در ایران در افراد بالای ۳۰ سال حدود ۱۰/۶٪ تخمین زده شده‌است (۱۰). با این وجود، مطالعات نشان داده‌اند که فعالیت بدنی و ورزش از طریق توانمندکردن عضلات اسکلتی بدن به منظور برداشت گلوکز بیشتر از خون بدون نیاز به انسولین می‌تواند مفید باشد (۱۱). برخی مطالعات مانند پژوهش‌های چرچ[5] و همکاران (۲۰۱۰)، جرج[6] و همکاران (۲۰۱۱) و یومپیر[7] و همکاران (۲۰۱۱) اشاره کردند که تمرین ورزشی شامل ورزش هوازی، مقاومتی یا ترکیب هر دو با زمان بیشتر از ۱۵۰ دقیقه در هفته، منجر به کاهش چشمگیر هموگلوبین گلیکوزیله و در نهایت کاهش خطر قلبی عروقی و بهبود مقاومت به انسولین خواهدشد (۱۴-۱۲). از سوی دیگر مطالعاتی مانند یاوری و همکاران (۱۳۹۰) که پژوهش خود را با هدف مقایسهٔ آثار تمرینات هوازی، مقاومتی و ترکیبی بر کنترل قند خون و عوامل خطرزای قلبی عروقی در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ انجام دادند، در نهایت به این نتیجه رسیدند

1. Insulin Resistance
2. High-sensitivity C-reactive protein (hs-CRP)
3. HbA1C
4. American Diabetes Association (ADA)
5. Church
6. Jorge
7. Umpierre

که تمرین ترکیبی منجر به بهبود هر چه بیشتر شاخص‌های هموگلوبین گلیکوزیله و تری‌گلیسرید در مقایسه با هر یک از تمرینات هوازی یا مقاومتی به تنهایی می‌شود (۱۵). عصارزاده در سال ۱۳۹۱، ۲۰ آزمودنی مرد غیرفعال با دامنه سنی ۲۵-۱۸ سال که سابقه فعالیت ورزشی منظم نداشتند را به طور تصادفی به دو گروه ۱۰ نفره تمرین ترکیبی (مقاومتی- هوازی) و کنترل تقسیم کرد و نشان داد که پس از ۱۲ هفته تمرین ترکیبی، کاهش معناداری در غلظت انسولین و شاخص مقاومت به انسولین در گروه تمرین وجود داشته‌است، اما تغییر معناداری در غلظت پروتئین واکنش‌گر C قبل و ۱۲ هفته پس از فعالیت مشاهده نشد (۱۶). توفیقی و همکاران (۱۳۹۲) نیز ۴۰ زن مبتلا به دیابت نوع دو را به‌طور تصادفی به دو گروه تجربی و کنترل تقسیم کردند. نتایج نشان داد ۱۲ هفته تمرین ترکیبی موجب کاهش وزن، شاخص توده بدنی، درصد چربی بدن، سطوح گلوکز، هموگلوبین گلیکوزیله و مقاومت به انسولین شد. درحالی‌که سطح انسولین تغییر معناداری نکرد (۱۷). این پژوهش‌ها نشان می‌دهند تمرین ترکیبی می‌تواند اثرات ضد التهابی بیشتری نسبت به تمرین مقاومتی یا هوازی به تنهایی داشته‌باشد و باعث بهبود بیشتری در سطوح پروتئین واکنش‌گر C سرم (۱۳،۱۸)، گلوکز و انسولین خون شود (۱۹،۲۰). همچنین در پژوهشی که توسط گوتو[1] و همکاران (۱۹) در سال ۲۰۰۷ انجام شد از هر دو تمرین مقاومتی و هوازی با فاصله‌های استراحتی متفاوت (۲۰ و ۱۲۰ دقیقه) برای بررسی متابولیسم چربی استفاده شد و در نهایت به این نتیجه رسیدند که در فاصله استراحت کوتاه‌تر بعد از تمرین اکسیداسیون چربی و کربوهیدرات و میزان چربی در دسترس نسبت به دو گروه دیگر بیشتر بوده‌است. با توجه به مطالعه گوتو که اثر حاد تمرین ترکیبی را بررسی کرده‌است و همچنین کمبود پژوهش مربوط به فواصل استراحتی بین دو نوع تمرین هوازی و مقاومتی، هدف این پژوهش بررسی اثر یک دوره هشت هفته‌ای از تمرین ترکیبی (مقاومتی- هوازی) است. بدین منظور آزمودنی‌ها را به سه گروه ۱) اجرای تمرین مقاومتی و پس از ۲۰ دقیقه اجرای تمرین هوازی، ۲) اجرای تمرین مقاومتی و بلافاصله اجرای تمرین هوازی و ۳) گواه تقسیم شدند تا بررسی شود بین دو نوع تمرین مقاومتی و هوازی با وجود استراحت و نیز بدون استراحت، چه تغییراتی در سطوح گلوکز خون ناشتا، مقاومت به انسولین، هموگلوبین گلیکوزیله و پروتئین واکنش‌گر C با حساسیت بالا ایجاد می‌شود.

1. Goto

روش پژوهش

آزمودنی‌های این پژوهش ۳۳ نفر زن مبتلا به دیابت نوع ۲ از مرکز دیابت بیمارستان طالقانی شهر کرمانشاه بودند. معیارهای ورود به پژوهش شامل ابتلا به دیابت نوع ۲، قند خون ناشتای کمتر از ۳۰۰، شاخص توده بدن بالاتر از ۲۵، عدم مصرف انسولین تزریقی، سکونت در شهر کرمانشاه، عدم ابتلا به هرگونه بیماری مزمن به جز دیابت و همچنین عدم ابتلا به ناراحتی‌های اسکلتی، عصبی، روانی و غیره بود. معیارهای خروج از پژوهش شامل استعمال هرگونه مواد مخدر، غیبت در جلسات تمرین و عدم رعایت توصیه‌های پزشکی و تغذیه‌ای در مدت پژوهش بود. جمع‌آوری اطلاعات با استفاده از شرح حال و تکمیل پرسش‌نامه‌ای توسط پژوهشگر بر اساس متغیرهای طرح پس از کسب رضایت‌نامه آگاهانه از بیمار صورت گرفت. پژوهشگر طی یک جلسه توجیهی با حضور تمامی آزمودنی‌ها، اهداف پژوهش، پروتکل و چگونگی انجام تمرینات ورزشی، مقیاس بورگ (۲۰ امتیازی) را به افراد توضیح داد. آزمودنی‌ها که داوطلبانه در این بررسی شرکت کردند به صورت تصادفی به سه گروه شامل ۱) اجرای تمرین مقاومتی و پس از ۲۰ دقیقه استراحت اجرای تمرین هوازی، گروه ۲) اجرای برنامه تمرین مقاومتی و بلافاصله تمرین هوازی و ۳)گروه گواه تقسیم شدند. آزمودنی‌های گروه گواه در تمام مدت پژوهش فعالیت ورزشی نداشتند و همانند دیگر گروه‌ها داروهای تجویز شده از سوی پزشک را مصرف می‌کردند. طول مدت تمرین هشت هفته و سه جلسه در هفته بود. در هر یک از جلسات تمرینی آزمودنی‌های هر دو گروه ابتدا به مدت ۱۰ دقیقه حرکات راه‌رفتن سریع، جاگینگ و حرکات نرمشی و کششی را اجرا و سپس تمرینات مقاومتی را انجام دادند. این تمرینات شامل شش نوع حرکت برای گروه‌های عمدهٔ عضلانی به صورت مقاومتی است: 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 سه ست با ۱۰ تکرار و فواصل استراحتی ۹۰ ثانیه‌ای بین ست‌ها و سه دقیقه‌ای بین هر حرکت اجرا شد.

برنامه تمرین هوازی شامل حرکات ایروبیک به مدت ۳۰ دقیقه بود که شدت تمرین هوازی از اولین تا آخرین جلسه به صورت تدریجی افزایش یافت به گونه‌ای که در دو هفته اول با شدتی معادل ۱۱ از شاخص درک فشار (۶RPE تا ۲۰ امتیازی) تمرین کرده و هر دو هفته شدت تمرین معادل یک امتیاز افزایش یافت (در دو هفته آخر۱۴=RPE) و در پایان بخش هوازی تمرین آزمودنی‌ها به مدت پنج دقیقه حرکات سرد کردن یا بازگشت به حالت اولیه را انجام دادند.

خون‌گیری و نحوهٔ اندازه‌گیری متغیرها به این صورت بود که ۴۸ ساعت قبل و بعد از برنامه تمرینی، از تمامی آزمودنی‌ها در حالت ناشتا (پس از دست کم ۱۰ ساعت ناشتایی) خون‌گیری به عمل آمد. همچنین به آزمودنی‌ها توصیه شد که ۴۸ ساعت پیش از نمونه‌گیری‌های خون تغذیهٔ یکسان داشته

باشند. در خون‌گیری بعد از لخته‌شدن خون، نمونه‌ها داخل دستگاه سانتریفیوژ، با دور ۲۵۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه در آزمایشگاه قرار گرفت و سپس تمام نمونه‌ها به آزمایشگاه انتقال یافت. تست‌های بیوشیمی توسط اتوآنالایزر بیوشیمی α-کلاسیک، هموگلوبین گلیکوزیله با روش ایمونوفلورسانس توسط دستگاه i-Chrome، پروتئین واکنش‌گر C با حساسیت بالا با روش ایمونوتوربیدومتری توسط دستگاه آتوآنالایزر α-کلاسیک و انسولین نیز به روش الایزا توسط دستگاه الایزاریدر Stat fax اندازه‌گیری شد و مقاومت به انسولین نیز با فرمول زیر محاسبه شد.

$$IS_{HOMA}= \ /405$$
$$[FPG(mg/dl)\times FPI(\mu U/ml)]$$

برای توصیف اطلاعات جمع‌آوری شده از روش‌های آمار توصیفی، جداول و نمودارهای مختلف استفاده شد. برای بررسی فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها از کلموگرف اسمیرونوف و برای بررسی تفاوت‌های بین‌گروهی در پیش‌آزمون از آنالیز واریانس یک سویه و همچنین برای بررسی تفاوت‌های درون گروهی از آزمون تی وابسته استفاده شد و در نهایت نیز در صورت معناداری تفاوت‌ها از آزمون تی مستقل[1] استفاده شد. تمامی عملیات آماری با استفاده از نرم افزار اس.پی.اس.اس انجام شد و سطح معناداری نیز $P<0.05$ در نظر گرفته شد.

نتایج

یافته‌ها نشان دادند که بین مقادیر پروتئین واکنش‌گر C با حساسیت بالا، هموگلوبین گلیکوزیله، گلوکز خون ناشتا و مقاومت به انسولین آزمودنی‌های سه گروه در پیش‌آزمون تفاوت معناداری وجود ندارد و همچنین در گروه تمرین ترکیبی با استراحت و بدون استراحت کاهش سطوح پروتئین واکنش گر C، هموگلوبین گلیکوزیله و افزایش مقاومت به انسولین معنادار نبوده‌است. در حالی که گلوکز خون ناشتا کاهش معنادار داشته‌است. به‌طوری‌که در گروه تمرین ترکیبی با استراحت، کاهش ۱۵/۴ درصدی و در گروه تمرین ترکیبی بدون استراحت، کاهش ۱۳/۳ درصدی سطح گلوکز خون ناشتا معنادار بود. اما بین کاهش گلوکز خون ناشتای دو گروه تمرینی تفاوت معناداری وجود نداشت. در گروه گواه نیز هیچ‌یک از متغیرها تفاوت معناداری نداشتند. در جدول یک نیز تغییرات موارد اندازه‌گیری شده در پیش و پس‌آزمون نشان داده شده‌است.

1. Independent T test

جدول۱- میانگین و انحراف استاندارد متغیرها در پیش و پس آزمون

متغیر	مرحله	هموگلوبین گلیکوزیله	پروتئین واکنش‌گر C با حساسیت بالا	مقاومت به انسولین	گلوکز خون ناشتا
گروه ترکیبی با استراحت	پیش‌آزمون	۷/۴۹±۱/۲۸	۳/۱۰±۴/۶۲	۳/۲۸±۱/۶۴	۱۶۱/۴۶±۴۱/۵۲
	پس‌آزمون	۶/۹۷±/۷۴	۱/۶۸±۱/۶۰	۳/۷۳±۲/۰۳	۱۳۲/۱۸±۲۰/۴۰ *
گروه ترکیبی بدون استراحت	پیش‌آزمون	۷/۷۱±۱/۸۳	۴/۷±۳/۱۶	۳/۶۱±۳/۶۷	۱۵۷/۰۹±۴۳/۴۷
	پس‌آزمون	۶/۹۷±/۸۰	۳/۰۱±۲/۶۵	۴/۷۲±۲/۴۱	۱۳۲/۷۲±۲۷/۵۱ *
گروه گواه	پیش‌آزمون	۷/۸۹±۱/۷۲	۴/۷۴±۷/۰۹	۴/۴۳±۷/۸۹	۱۹۶/۴۵±۵۷/۹۴
	پس‌آزمون	۸/۲۱±۱/۳۳	۴/۰۶±۵/۳۴	۶/۸±۸/۷۳	۱۹۳/۹۵±۶۳/۰۶

*کاهش معنادار نسبت به پیش‌آزمون

بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعهٔ حاضر هشت هفته تمرین ترکیبی موجب کاهش سطوح پروتئین واکنش‌گر C با حساسیت بالا، هموگلوبین گلیکوزیله و افزایش مقاومت به انسولین و کاهش معنادار سطح گلوکز خون ناشتای افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ شده‌است. نتایج پژوهش حاضر نشان داد کاهش سطح هموگلوبین گلیکوزیله معنادار نبوده و با پژوهش‌های چرچ و همکاران (۲۰۱۱) همخوان و با دلا و همکاران (۲۰۰۶) ناهمخوان بوده‌است. به‌طورکلی با انجام فعالیت ورزشی میزان انتقال‌دهنده‌های گلوکز[1] در عضلات تمرین‌کرده افزایش می‌یابد که موجب بهبود عمل انسولین و متابولیسم گلوکز می‌شود و می‌تواند میزان هموگلوبین گلیکوزیله را کاهش دهد (۲۱). شاید عدم همخوانی به این دلیل باشد که هموگلوبین گلیکوزیله شاخصی است که میانگین گلوکز خون را در سه ماه گذشته نشان می‌دهد و طول مدت تمرین در پژوهش حاضر هشت هفته بوده که ممکن است این زمان برای تغییر معنادار در سطح هموگلوبین گلیکوزیله کافی نباشد.

در پژوهش حاضر کاهش سطح پروتئین واکنش‌گر C با حساسیت بالا نیز معنادار نبود و با پژوهش‌های عصارزاده و همکاران (۱۳۹۱) همخوان و دونگز و همکاران (۲۰۱۰) ناهمخوان بوده‌است. به نظر می‌رسد کاهش وزن با افزایش سطوح پروتئین واکنش‌گر C در افراد دیابتی و غیردیابتی رابطه معکوس داشته‌است و با مداخله فعالیت فیزیکی می‌توان اثرات مطلوبی را بر پاسخ التهابی و کاهش در سطوح پروتئین واکنش‌گر C مشاهده‌کرد (۲۲). مکانیسم‌های مولکولی دقیق اثر

1. GLUT4

فعالیت فیزیکی بر التهاب و سطح پروتئین واکنش‌گر C هنوز به خوبی شناخته نشده‌است. با این‌حال، گزارش شده‌است که با ورزش میانجی‌های ضدالتهابی مختلف مانند اینترلوکین-۱۰ تولید شده که در نهایت منجر به یک اثر ضد التهابی می‌شود. همچنین فعالیت بدنی مزمن با چندین مکانیسم از جمله کاهش در تولید سایتوکاین‌ها توسط بافت چربی، عضلهٔ اسکلتی، سلول‌های اندوتلیال و سلول‌های تک هسته‌ای خون موجب کاهش سطح پروتئین واکنش‌گر C می‌شود (۳).

افزایش سطح مقاومت به انسولین در پژوهش حاضر معنادار نبوده‌است که با نتایج هوردون[1] و همکاران (۲۰۰۸) همخوانی داشته و با پژوهش توکماکیدیس و همکاران (۲۰۰۷) مغایرت دارد. از علل افزایش سطح مقاومت به انسولین می‌توان به آثار التهابی آخرین جلسهٔ تمرین اشاره کرد. چاقی و اضافه‌وزن از عوامل افزایش نشانگرهای التهابی مانند پروتئین واکنش‌گر C است و التهاب مزمن نیز یک عامل خطر برای مقاومت به انسولین شناخته شده‌است (۲۳). دلیل ناهمخوانی با برخی مطالعات استفاده از مدت زمان بیشتر تمرین (۱۶ هفته)، عدم کاهش وزن، طول دورهٔ بیماری طولانی آزمودنی‌ها و استفاده از روش‌های حساس‌تر مانند روش کلمپ برای اندازه‌گیری دقیق مقاومت به انسولین بوده‌است.

درمقابل معنادار نبودن تغییرات سطوح هموگلوبین گلیکوزیله، پروتئین واکنش‌گر C با حساسیت بالا و مقاومت به انسولین، گلوکز خون ناشتا به طور معناداری کاهش داشته‌است که با نتایج پژوهش توکماکیدیس و همکاران (۲۰۰۴) همخوان و با هوردون و همکاران (۲۰۰۸) ناهمخوان بوده‌است. مکانیسم تأثیر تمرینات مقاومتی بر هموستاز گلوکز با اثر تمرینات استقامتی مشابه است (۲۴). از این مکانیسم‌ها می‌توان به افزایش سرعت برداشت گلوکز (۲۵)، پروتئین انتقال‌دهندهٔ گلوکز (۲۵)، چگالی مویرگی (۲۶) و همچنین افزایش بیان ژن یا فعالیت پروتئین‌های مختلف درگیر در پیام‌رسانی انسولین (۲۷) و افزایش فعالیت گلیکوژن سنتاز و درنهایت افزایش ذخیره‌سازی گلیکوژن (۲۸،۲۹) اشاره کرد.

به‌طورکلی تمرین ترکیبی (مقاومتی- هوازی) با شدت متوسط نقش مثبتی در بهبود برخی از عوامل خطرزای قلبی عروقی در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲ دارد. همچنین نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که تغییر در عوامل مورد آزمایش در دو گروه تمرین ترکیبی با استراحت و تمرین ترکیبی بدون استراحت با هم تفاوت چندانی نداشتند؛ درصورتی‌که این تغییرات نسبت به گروه کنترل حائز اهمیت است. بنابراین اجرای تمرین ترکیبی با ۲۰ دقیقه استراحت و بدون استراحت در آزمودنی‌ها برتری خاصی نسبت به یکدیگر ندارند و با توجه به این‌که انجام تمرین هوازی به فاصله ۲۰ دقیقه

1. Holten

پس از تمرین مقاومتی می‌تواند آثار سودمندی مشابه با انجام تمرین هوازی بلافاصله پس از تمرین مقاومتی داشته‌باشد. بنابراین می‌توان با درنظرگرفتن بروز خستگی در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ و احتمال افت قند خون و پرهیز از خستگی بیش‌ازحد این افراد در یک جلسه تمرین ترکیبی، اجرای تمرین ترکیبی مقاومتی- هوازی را با ۲۰ دقیقه فاصله استراحتی پیشنهاد کرد.

منابع

1) Bergman R N, Ader M. Free fatty acids and pathogenesis of type 2 diabetes mellitus. Trends Endocrin Met. 2000 Nov;11(9):351-6.

2) Mora S, Musunuru K, Blumenthal R S. The Clinical Utility of High-Sensitivity C-Reactive Protein in Cardiovascular Disease and the Potential Implication of JUPITER on Current Practice Guidelines. Clin Chem. 2009 Feb;55(2):219-28.

3) Pfutzner A, Schondorf T, Hanefeld M, Forst T. High-Sensitivity C-Reactive Protein Predicts Cardiovascular Risk in Diabetic and Nondiabetic Patients: Effects of Insulin-Sensitizing Treatment with Pioglitazone. J Diabetes Sci Technol. 2010 4(3);706–16.

4) Lee S, Park H, Kim Y, Kim H. High-sensitivity C-reactive Protein Can Predict Major Adverse Cardiovascular Events in Korean Patients with Type 2 Diabetes. J Korean Med Sci. Oct 2011; 26(10): 1322–7.

5) Vepsalainen T, Soinio M, Marniemi J, Lehto S, Juutilainen A, Laakso M & et al. Physical Activity, High-Sensitivity C-Reactive Protein, and Total and Cardiovascular Disease Mortality in Type 2 Diabetes. Diabetes Care. 2011 Jul;34(7):1492-6.

6) Leslie D G and Cohen R M. Biologic Variability in Plasma Glucose, Hemoglobin A1c, and Advanced Glycation End Products Associated with Diabetes Complications. J Diabetes Sci Technol. 2009 Jul1;3(4):635-43.

7) Hoelzel W, Weykamp C, Jeppsson J O, Miedema K, Barr J R, Goodall & et al. IFCC Reference System for Measurement of Hemoglobin A1c in Human Blood and the National Standardization Schemes in the United States, Japan, and Sweden: A Method-Comparison Study. Clini Chem. 2004 Jan;50(1):166-74.

8) Steele A M, Wensley K J, Ellard S, Murphy R, Shepherd M, Colclough K & et al. Use of HbA1c in the Identification of Patients with Hyperglycaemia Caused by a Glucokinase Mutation: Observational Case Control Studies. PLoS ONE. 2013 Jun14;8(6):65326.

9) Gillett M J. International Expert Committee Report on the Role of the A1C Assay in the Diagnosis of Diabetes. Diabetes Care. 2009 Jul;32(7):1327-34.

10) Harati H, Hadaegh F, Saadat N, Azizi F. Population-based incidence of Type 2 diabetes and its associated risk factors: results from a six-year cohort study in Iran. BMC Public Health 2009; 9:186. doi:10.1186/1471-2458-9-186.

11) Levy J, Atkinson A B, Bell P M, McCance D R, Hadden D R. Beta-cell deterioration determines the onest and rate of progression of secondary dietary failure in type 2 diabetes mellitus: the 10 year follow-up of the Belfast Diet study. Diabet Med. 1998 Apr;15(4): 290-6.

12) Church T S, Blair S, Cocreham S, Johannsen N, Johnson W, Kramer K & et al. Effects of Aerobic and Resistance Training on Hemoglobin A1c Levels in Patients With Type 2 Diabetes. JAMA. 2010 Nov;304(20):2253-62.

13) Jorge M, Oliveira V, Resende N, Paraiso L, Calixto A, Diniz A & et al .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. 2011 Sep;60(9):1244-52.

14) Umpierre D, Ribeiro P, Kramer C, Leita˜o C, Zucatti A, Azevedo M & et al. Physical Activity Advice Only or Structured Exercise Training and Association With HbA1c Levels in Type 2 Diabetes. JAMA. 2011 May 4;305(17):1790-9.

15) Yavari A, Najafipoor F, Aliasgarzadeh A, Niafar M, Mobasseri M, Nikookheslat S. Effect of Aerobic Exercise, Resistance Training or Combined. Biol Sport. 2012;29:135-43.

16) Assarzade Noushabadi M, Abedi B. Effects of combination training on insulin resistance index and some inflammatory markers in inactive men. Quarterly of Ofoghe Danesh. 2012;18(3): 95-101.

17) Tofighi A, samadian A. Comparison of 12 Weeks Aerobic with Resistance Exercise Training on Serum Levels of Resistin and Glycemic Indices in Obese Postmenopausal Women with Type 2 Diabetes (Comparison of Two Exercise Protocols). Jundishapur Sci Med J. 2013;12(6): 665-76.

18) Colberg S R, Sigal R, Ferenhall B, Blissemer B, Rubin R, Alberight A. Exercise and Type 2 Diabetes. ACSM & ADA. Diabetes Care. 2010;Dec 33(12): 147–67.

19) Goto K, Ishi N, Sugihara SH, Yoshioka T, Takamatsu K. Effect of resistance exercise on lipolysis during subsequent submaximal exercise. Med Sci Sports Exerc. 2007 Feb39(2):30815.

20) Pitavos C, Panagiotakos D B, Tambalis K, Chrysohoou C, Sidossis L S and Stefanadis C. Resistance exercise plus to aerobic activities is associated with better lipids' profile among healthy individuals: the ATTICA study. Q J Med. 2009 Sep;102(9):609-16.

21) Kern M, Wells J A, Stephens J M, Elton C W, Friedman J E, Tapscott E B & et al. Insulin responsiveness in skeletal muscle is determined by glucose transporter (Glut4) protein level. Biochem J. 1990 Sep1;270(2):397–400.

22) Ford E S, Herman W H. Leisure-time physical activity patterns in the U.S. diabetic population: findings from the 1990 national health interview survey– health promotion and disease prevention supplement. Diabetes Care. 1995 Jan;18(1):27-33.

23) Genest J. C-reactive protein: risk factor, biomarker and/or therapeutic target? Can J cardio. 2010 Mar;26:41-4.

24) Holten M K, Zacho M, Gaster M, Juel C, Wojtaszewski J and Dela F. Strength training increases in insulin mediated glucose uptake, GLUT4, content, and insulin signaling in skeletal muscle in patients with type 2 diabetes. Diabetes. 2004 Feb;53(2):294-305.

25) Rice B, Janssen I, Hudson R, Ross R. Effects of aerobic or resistance exercise and or diet on glucose tolerance and plasma insulin levels in obese men. Diabetes Care. 1999 May;22(5):684-91.

26) Eriksson J, Taimela S, Eriksson K, Parviainen S, Peltonen J, Kujala U. Resistance training the treatment of non-insulin-dependent diabetes mellitus. J Sports Med. 1997 May;18(4):242-6.

27) Miller J P, Pratley R E, Glodberg A P, Gordon P, Rubin M, Treuth M S & et al. Strength training increases insulin action in healthy 50-to 65-year old men. J Appl Physiol. 1994 Sep;77(3):1122-7.

28) Poehlman E T, Dvorak R V, Denino W F, Brochu M, Ades P A. Effect of resistance training and endurance training on insulin sensitivity in nonobese, young women: A controlled randomized trial. J Clin Endocrino Metab. 2000 Jul;85(7):2463-8.

29) Greenberg A S and Obin M S. Obesity and the role of adipose tissue in inflammation and metabolism. Am J clin nutr. 2006 Feb;83(2):461-5.

ارجاع دهی به روش ونکوور

بنائی پریسا، تأدیبی وحید، رحیمی مهرعلی. مقایسهٔ تأثیر دو نوع پروتکل تمرین ترکیبی (هوازی- مقاومتی) بر سطوح گلوکز خون ناشتا، هموگلوبین گلیکوزیله، پروتئین واکنش‌گر C با حساسیت بالا و مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به دیابت نوع ۲. فیزیولوژی ورزشی. بهار ۱۳۹۴؛ ۷(۲۵): ۱۰۸-۹۹.

Comparing the effect of two protocols concurrent training (strength-aerobic) on fasting blood glucose, glycosylated hemoglobin, high-sensitivity C - reactive protein and insulin resistance in women with type 2 diabetes

P. Banaei[1], V. Tadibi[2], M. Rahimi[3]

1. M.Sc. of Razi University of Kermanshah
2. Associate Professor at Razi University of Kermanshah*
3. Associate Professor at Medical Universityof Kermanshah

Received date: 2014/08/21 **Accepted date: 2014/08/09**

Abstract

The purpose of this study was to compare the effects of concurrent training on fasting blood glucose, glycosylated hemoglobin, high-sensitivity C - reactive protein and insulin resistance in patients with type 2 diabetes. In this study, 33 female patients with type 2 diabetes were randomly divided into 3 groups: 1) concurrent (aerobic-resistance) training with 20 minutes of rest, 2) concurrent (aerobic- resistance) training with no rest, and 3) Control. Subjects in groups 1 and 2 performed 3 weekly concurrent training sessions for 8 consecutive weeks. The results showed that glycosylated hemoglobin, high-sensitivity C - reactive protein reduction and insulin resistance increase occurred in both training groups, but these changes were not statistically significant. Although the concentration of fasting blood glucose in the training groups significantly decreased ($P<0.05$), the reduction in fasting blood glucose was not significantly different between these two groups. The control group experienced no significant change in any of the variables. As both of these two types of concurrent training bring about similar health benefits and also because the risk of hypoglycemia and excess fatigue increases in the case of performing the concurrent training without the mid-session rest, a 20-minute rest interval between the resistance and aerobic components of a concurrent training session is preferred and suggested.

Keywords: Type 2 Diabetes, Concurrent training, Glycosylated hemoglobin, High-sensitivity C - reactive protein

* Corresponding author E-mail: **:** vahidtadibi@razi.ac.ir