

مقایسه تأثیر ۸ هفته تمرین اینتروال شدید و ترکیبی قدرتی - استقامتی بر سطوح سرمی پروتئین ترشح اسیدی و غنی از سیستئین (SPARC) و مقاومت به انسولین در زنان دیابتی نوع ۲

عبدالرضا کاظمی^{۱*}، مومنه ایمانی^۲، ابراهیم بنی طالبی^۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۷/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۲/۱

خلاصه

مقدمه: روش‌های گوناگونی از فعالیت بدنی به‌طور گسترده برای کنترل دیابت پیشنهاد شده‌اند. هدف از این پژوهش تعیین تأثیر ۸ هفته تمرین اینتروال شدید و ترکیبی قدرتی - استقامتی بر سطوح سرمی پروتئین ترشح اسیدی و غنی از سیستئین (SPARC) و مقاومت به انسولین در زنان دیابتی نوع دو است.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق نیمه تجربی ۴۲ نفر زن دیابتی دارای اضافه‌وزن با دامنه سنی ۴۵-۶۰ سال و قند خون ناشتای بیشتر از ۱۲۶ میلی‌گرم در دسی لیتر به‌طور داوطلبانه انتخاب و به روش تصادفی در سه گروه مساوی قرار گرفتند و به مدت ۸ هفته تمرین کردند. گروه تناوبی شدید سه جلسه در هفته ۱۰-۴ تکرار آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای بر روی ارگومتر با تلاش حداکثر، و گروه ترکیبی سه جلسه در هفته تمرین هوازی با ۶۰٪ حداکثر ضربان قلب و دو جلسه در هفته تمرین مقاومتی با ۷۰٪ یک تکرار بیشینه انجام دادند. گروه کنترل هیچ فعالیت منظمی نداشتند. SPARC زنان ۲۴ ساعت قبل و ۴۸ ساعت بعد از اتمام دوره تمرینی اندازه‌گیری شد. برای تحلیل داده‌ها از آزمون‌های t وابسته و کوواریانس استفاده گردید.

یافته‌ها: تغییرات میزان SPARC سرمی به دنبال هیچ یک از گروه‌های تناوبی شدید ($p=0/54$)، ترکیبی ($p=0/92$) و کنترل ($p=0/52$) تغییر معنی‌داری نداشت. نتایج مقایسه بین گروهی تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های تمرینی نشان نداد ($p=0/537$). **نتیجه‌گیری:** دو شیوه تمرینی، تأثیر یکسانی بر شاخص‌های مرتبط با مقاومت به انسولین داشتند. این دو روش تمرین، در بهبود SPARC نیز به یک اندازه مؤثر بودند. لذا استفاده از تمرینات تناوبی شدید و تمرینات ترکیبی می‌تواند در بهبود مقاومت به انسولین به یک اندازه مؤثر باشد و می‌توان از آن‌ها به جای هم برای بهبود حال افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: دیابت ملیتوس، مقاومت به انسولین، پروتئین ترشح اسیدی و غنی از سیستئین (SPARC)، تمرین ورزشی

۱ - دانشیار، گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه ولی عصر (عج)، رفسنجان، ایران. (نویسنده مسئول)

پست الکترونیکی: A.KAZEMI@VRU.AC.IR ، تلفن: ۰۹۱۳۳۹۸۲۷۰۶

۲ - کارشناس ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمان، ایران.

۳ - دانشیار، گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

مقدمه

دیابت یکی از دلایل ناتوانی و مرگ و میر در دنیاست. بیش از ۹۵-۹۰٪ بیماران دیابتی مبتلا به دیابت نوع ۲ هستند [۱]. نشان داده شده است در ایران دیابت نوع ۲ در زنان بزرگسال نسبت به مردان هم سن دارای شیوع بیشتری است [۲]. عوارض بلندمدت همراه با دیابت نوع ۲ شامل عوارض درشت و ریز عروقی، چشم درد (Retinopathy)، نوروپاتی (Neuropathy) محیطی و خودکار، عوارض کلیوی، بیماری عروق محیطی، تصلب شرائین عروق قلبی و مغزی، فشار خون بالا و استعداد ابتلا به بیماری‌های دندان و عفونت‌های گوناگون می‌باشند [۳]. مقاومت انسولین به عنوان نارسایی پاسخ به غلظت‌های طبیعی انسولین گردشی تعریف شده است و با دیابت نوع ۲، چاقی، پیری، بی‌حرکی جسمانی و استعداد ژنتیکی همراه است. مقاومت انسولین با کاهش توانایی انسولین برای عمل روی بافت‌های محیطی مانند عضله اسکلتی و بافت چربی و نارسایی انسولین در بازسازی خروج گلوکز کبدی مشخص می‌شود. نقص اساسی در آسیب‌شناسی دیابت نوع ۲ مقاومت انسولین در عضله و کبد است [۳].

عضله اسکلتی ظرفیت بیان ژن و پروتئین چندین مایوکاین از قبیل: IL-6, IL-8, IL-15, میوستاتین، آیریزین، فاکتور رشدی فیبروبلاست-۲۱ (FGF-21), IL-13, پروتئین ترشح اسیدی و غنی از سیستئین (SPARC)، فاکتور نروتروفیک مشتق از مغز (BDNF)، شبه آنژیوپوئیتین ۴ (ANGPTL4), 4 (Angiopoietin-like 4) و فاکتور بازدارنده لوکومیا (LIF) را دارد [۴]. مایوکاین‌ها اثرات سیستمی مانند اثرات روی کبد، بافت چربی، مغز و سیستم ایمنی نیز دارند. علاوه بر این، آن‌ها می‌توانند در تنظیم فرآیندهای متابولیکی و التهابی درگیر باشند [۵]. مایوکاین‌ها به عنوان واسطه بین فعالیت بدنی و مزایای حاصل از آن در بافت‌های گوناگون بدن شناخته شده‌اند [۶].

Secreted protein acidic and rich in cysteine Bm-40، یا استئونکتین، یک پروتئین چند عملکردی ماتریکس خارج سلولی است و چندین عملکرد بین سلول‌ها و ماتریکس خارج سلولی را تعدیل می‌کند. SPARC در بسیاری از فرآیندها همچون ترمیم زخم، التهاب، فعالیت پروتئاز خارج سلولی و آنژیوژنز درگیر می‌باشد. تغییر در

سطوح SPARC در بسیاری از بیماری‌ها مثل پوکی استخوان، آرتروز، سرطان، بیماری قلبی عروقی، چاقی، دیابت نوع ۲ مشاهده شده است [۷]. نشان داده شده که ارتباطی مستقل از چاقی بین SPARC و مقاومت به انسولین وجود دارد [۸]. مشخص شده است SPARC در بروز و مقاومت به انسولین سهیم می‌باشد. مقاومت به انسولین یک ویژگی مهم دیابت نوع ۲ است. از آن جا که SPARC می‌تواند باعث فیبروز چربی شود با افزایش بیش از حد چربی در گردش خون، علاوه بر افزایش تری گلیسرید خون باعث افزایش مقاومت به انسولین نیز می‌شود [۹].

به تازگی نشان داده شده است سلول‌های چربی منبع عمده SPARC هستند که آدیپوژنیز و فیبروز بافت چربی را مهار می‌کنند. به علاوه، افزایش بیان SPARC در بافت چربی با مقاومت به انسولین همراه است. مطالعات بالینی افزایش سطح SPARC در بیماران دیابتی را نیز گزارش داده‌اند [۱۰].

در بیشتر بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ هدف از انجام فعالیت بدنی افزایش هزینه انرژی است و این مستقیماً مربوط به مقدار توده عضله مورد استفاده در حین فعالیت ورزشی است. به همین دلیل، فعالیتی که توده عضلانی بزرگتر را درگیر می‌کند، بهترین نتایج را برای بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ به همراه دارد [۱۱].

در مطالعه Aoi و همکاران، یک جلسه تمرین ورزشی سبب افزایش بیان و ترشح SPARC از عضله اسکلتی و در نهایت مهار تومورزایی گردید [۱۲]. علاوه بر این، اخیراً در تحقیقی Songsorn و همکاران نشان دادند که یک جلسه تمرین سرعتی در زنان جوان منجر به تغییر معنی‌دار در سطوح سرمی SPARC نشد [۱۳]. SON و همکاران گزارش کردند که پس از ۱۲ هفته تمرین قدرتی SPARC می‌تواند یک فاکتور مؤثر در کاهش آتروفی عضلانی باشد [۱۴].

رهنمودهای کالج پزشکی ورزشی آمریکا نشان می‌دهد که افراد با بیماری دیابت باید ۱۵۰ دقیقه تمرین مداوم هوازی در هفته به علاوه دو جلسه تمرین مقاومتی را جهت کسب مزایای سلامتی انجام دهند [۱۵]. هرچند شواهد اخیر نشان می‌دهد که تمرینات با تواتر و حجم کمتر به صورت اینتروال شدید (High intensity interval training) می‌تواند آثار مثبت یا حتی بیشتری جهت پیشگیری از خطر بیماری ایجاد نماید [۱۶]. این

ورزشی شدید تناوبی و تمرینات ترکیبی بر سطوح SPARC و مقاومت به انسولین در زنان دیابتی نوع ۲ است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق کاربردی و نیمه تجربی، جامعه پژوهش را مبتلایان به دیابت نوع ۲ شهرستان شهرکرد تشکیل می‌دادند. پس از هماهنگی‌های اولیه با مراکز انجمن دیابت و پخش اطلاعیه‌هایی در سطح شهرستان شهرکرد، از افراد واجد شرایط برای شرکت در تحقیق دعوت به عمل آمد. از بین افراد مراجعه‌کننده به کلینیک، ۵۲ زن دیابتی نوع ۲ با دامنه سنی ۴۵ تا ۶۰ سال با استفاده از فرمول

$$n = \frac{2\sigma^2(Z_{1-\frac{\alpha}{2}} + Z_{1-\beta})^2(1-p^2)}{d^2}$$

انتخاب شدند. معیارهای

ورود به مطالعه شامل نداشتن فعالیت بدنی منظم حداقل در سه ماه اخیر، دارا بودن قند خون ناشتای بالاتر از ۱۲۶ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر (طبق شاخص‌های انجمن دیابت آمریکا) [۲۱، ۲۲] و HbA1c مساوی و بالاتر از ۶/۵ درصد، دارا بودن شاخص توده بدنی بین ۲۵ تا ۳۰ کیلوگرم بر مترمربع، نداشتن سابقه بیماری قلبی-عروقی، مفصلی و عصبی عضلانی، زخم پای دیابتی و نفروپاتی بود. معیارهای خروج از مطالعه نیز، منع شرکت در فعالیت بدنی توسط پزشک درمانگر، عدم تمایل فردی، غیبت بیش از سه جلسه و ایجاد مشکلات جسمی حاد در حین مداخله که می‌توانست برای سلامت فرد خطرناک باشد در نظر گرفته شد. ۲۷ نفر از آزمودنی‌ها قرص مصرف می‌کردند، ۲۰ نفر انسولین تزریقی می‌کردند و ۵ نفر از آن‌ها انسولین و قرص مصرف می‌کردند. بر اساس شاخص هموگلوبین A1c در سه گروه تمرین ترکیبی (۱۷ نفر)، تمرین تناوبی شدید (۱۷ نفر) و کنترل (۱۸ نفر) قرار گرفتند. آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه، پرسشنامه سابقه پزشکی، پرسشنامه آمادگی برای شروع فعالیت بدنی تکمیل کردند. ابتدا طی یک جلسه داوطلبان با نوع طرح، اهداف و روش اجرای آن به طور شفاهی آشنا شدند. به داوطلبان اطمینان داده شد که اطلاعات دریافتی از ایشان کاملاً محرمانه خواهد ماند. علاوه بر این اصول اخلاقی کار با بیماران رعایت گردید (کد اخلاق SKU94/210). در پایان، ۴۲ نفر از آزمودنی‌ها موفق به اتمام دوره تحقیق شدند و ۱۰ نفر به علت بیماری و

که آیا تمرینات ترکیبی مقاومتی و هوازی اثرات کمکی و فزاینده‌ای بر کنترل قند خون در افراد دیابتی نوع ۲ دارند موضوعی است که توسط تعدادی از محققین بررسی شده است.

در حالی که اثرات مثبت تمرینات تناوبی با شدت پایین تا متوسط انکارناپذیر است، با توجه به نتایج تحقیقات جدید روشن است هنگامی که صحبت از سلامت کلی فرد و فواید عملکردی و کمبود زمان برای افراد به میان می‌آید تمرینات اینتروال با شدت بالا (HIIT) نسبت به تمرینات تناوبی با شدت متوسط برتری پیدا می‌کنند [۱۷]. تمرینات تناوبی شدید اثرات سودمندی در ارتباط با سلامتی از قبیل سلامت قلبی-عروقی و کاهش چربی که عمده‌ترین دلیل افراد برای شرکت در یک برنامه ورزش در اولین نگاه هستند را دارا می‌باشند. هرگاه محققان این دو نوع رژیم تمرینی را مورد مقایسه قرار داده اند، HIIT نسبت به تمرینات تناوبی با شدت متوسط برتری داشته است و معمولاً نتایج مطلوب‌تری را در زمان کوتاه‌تری به وجود آورده است [۱۷، ۱۸]. بنابراین، می‌توان گفت کمبود زمان جهت پرداختن به فعالیت ورزشی با این گونه تمرینات توجیه مناسبی برای افرادی که قصد شرکت در فعالیت‌های ورزشی را دارند، نمی‌باشد [۱۹].

به نظر می‌رسد برخی از پروتکل‌های HIIT از قبیل ۴ وهله ۳۰ ثانیه با حداکثر تلاش که به عنوان تمرین تناوبی سرعتی شدید (Sprint intensity interval training, SIIT) در نظر گرفته می‌شوند، مشابه مداخلات تمرین مقاومتی می‌باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که از یک طرف SIIT ممکن است سبب تحریک مکانیکی نسبتاً شدید گردد و از طرف دیگر به تحریک متابولیکی بالا منجر شود [۲۰].

اما با نگاهی به تحقیقات انجام شده با مداخله انواع تمرینات ورزشی، به خوبی متوجه می‌شویم در مطالعات بحثی در مورد مقایسه این دو شیوه مؤثر تمرین بر SPARC و مقاومت به انسولین نشده است. مقایسه این دو نوع تمرین و به ویژه بررسی کارایی تمرینات SIIT در مقایسه با تمرینات توصیه شده انجمن دیابت آمریکا برای مبتلایان به دیابت نوع ۲ ضروری و دارای اهمیت بسیاری است. با توجه به موارد فوق و خلأهای علمی، هدف از این تحقیق بررسی تأثیر تمرینات

مقدار وزنه و تعداد تکرارها در فرمول زیر، قدرت بیشینه آزمودنی در هر حرکت به دست آمد.

$$\text{تعداد تکرارها} \times (0.027) - 0.027 / 1 = \text{مقدار وزنه} = 1RM$$

با استفاده از کالیپر هارپندن با دقت اندازه‌گیری 0/1 میلی‌متر، ضخامت چربی زیرپوستی ران، فوق‌خاصه و سه سر بازو اندازه‌گیری شد. ضخامت چربی هر نقطه سه مرتبه به صورت چرخشی اندازه‌گیری شد و میانگین آن در فرمول استفاده گردید:

$$(\text{سن}) / 0.001392 - 0.000023(X^2) + 0.0009929(X) - 0.000994921$$

$$= \text{چگالی بدن}$$

$$100 \div (4/5 - \text{چگالی بدن} \div 4/95) = \text{BF} (\text{درصد}) \text{ درصد چربی}$$

$$X = \text{مجموعه ضخامت چربی زیرپوستی ران، فوق‌خاصه و}$$

سه سر بازو بر حسب میلی‌متر است.

اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی

۱۰ میلی‌لیتر خون گرفته شد و سپس سرم آن جدا گردید. سطح SPARC سرمی به روش ELISA با استفاده از کیت BOSTER ساخت کشور آمریکا، سطح گلوکز سرمی با استفاده از کیت Pars ساخت کشور ایران و سطح انسولین سرمی به روش ELISA با استفاده از کیت Diaplus ساخت کشور آمریکا اندازه‌گیری شد. برای محاسبه مقاومت به انسولین از فرمول HOMA-IR استفاده گردید. آزمایش‌های بیوشیمیایی در آزمایشگاه ابن سینا شهرکرد انجام شد.

$$22/50 \div \text{گلوکز پلاسما (میلی مول/لیتر)} * \text{انسولین پلاسما}$$

$$\text{HOMA-IR} = (\text{میلی واحد/لیتر})$$

از آمار توصیفی برای محاسبه میانگین و انحراف معیار متغیرهای تحقیق و برای ارزیابی طبیعی بودن توزیع داده‌ها، از آزمون کولموگروف اسمیرونوف استفاده شد. جهت تعیین تفاوت‌های درون‌گروهی از آزمون t وابسته و جهت تعیین تفاوت‌های میان‌گروه‌ها از تحلیل کوواریانس و در صورت معنی‌داری از آزمون LSD برای تعیین اختلاف بین گروه‌ها استفاده گردید. تمامی محاسبات با نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۷ و سطح معنی‌داری 0/05 انجام گرفت.

یافته‌ها

ویژگی‌های آنتروپومتریکی، ترکیب بدنی در جدول ۱ و

عدم شرکت در تمرین حذف گردیدند. ۲۴ ساعت قبل از شروع تمرینات و ۴۸ ساعت بعد از اتمام آخرین جلسه تمرینی، نمونه خونی در شرایط یکسان از آزمودنی‌ها گرفته شد.

دوره تمرین تناوبی، شامل ۸ هفته و هر هفته سه جلسه فعالیت ورزشی بود. برنامه گروه ترکیبی شامل دو جلسه در هفته تمرین مقاومتی با ۷۰٪ یک تکرار بیشینه و تمرین هوازی با ۶۰ تا ۷۰٪ حداکثر ضربان قلب و یک جلسه در هفته فقط تمرین هوازی بود (در مجموع سه جلسه در هفته). گروه تمرینی ترکیبی در ابتدا برنامه تمرین قدرتی و پس از ۵ دقیقه استراحت، برنامه تمرین هوازی را انجام می‌دادند. به منظور شخصی‌سازی تمرین، چنان چه شخص می‌توانست در یک جلسه، ۳ ست مورد نظر در تمرین قدرتی را با ۸ تکرار بیشتر، یعنی ۲۰ تکرار تمام کند، به اندازه ۲/۵ تا ۵ کیلوگرم به وزنه اضافه می‌شد. در تمرین هوازی چنان چه فرد دو جلسه پیاپی می‌توانست تمرین را با همان شدت توصیه شده انجام دهد ۵-۱۰٪ بر میزان درصد ضربان قلبی که فعالیت در آن انجام می‌گرفت، اضافه می‌شد. در گروه تناوبی شدید، تمرین اصلی شامل ۱۰-۴ تکرار آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای روی ارگومتر با تلاش حداکثر بود. افراد در این گروه یک فعالیت رکابزنی در آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه‌ای با مقاومت معادل ۷/۵٪ وزن بدن خود را انجام دادند. تعداد اجزای تست وینگیت در طی هر هفته تمرینی اف زایش پیدا کرد و چنان چه آزمودنی می‌توانست در دو جلسه متوالی ۳ تکرار را با سرعت و دفعات تعیین شده انجام دهد، ۱۰٪ به مقدار بار اضافه می‌شد. زمان بازیافت بین هر تکرار، ۴ دقیقه استراحت غیر فعال در نظر گرفته شد. زمان کل فعالیت برای این شیوه تمرینی ۲۰ تا ۴۰ دقیقه در نظر گرفته شد. گروه کنترل در هیچ فعالیت منظمی شرکت نداشتند.

آزمودنی‌ها، پیش از شروع پروتکل پژوهشی و ۸ هفته پس از آن، در محل کلینیک حاضر شده، وزن، قد و شاخص توده بدن آن‌ها اندازه‌گیری شد.

برای برآورد حداکثر قدرت، ابتدا آزمودنی با انتخاب وزنه‌های بسیار سبک خود را گرم کرده و سپس طبق برآورد خود آزمودنی وزنه‌ای انتخاب شد که بتواند حداقل یک‌بار و حداکثر ۱۰ بار آن را به صورت کامل و صحیح بلند کند. با جایگذاری

فیزیولوژیکی، داده‌های گلوکز، انسولین سرم و شاخص مقاومت به انسولین آزمودنی‌ها در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به نتایج آزمون کولموگروف اسمیرنوف داده‌ها از توزیع طبیعی برخوردار بودند.

جدول ۱- تغییرات ویژگی‌های آنترپومتریکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها در سه گروه در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون با استفاده از آزمون تحلیل کواریانس

| P | F | کنترل | تمرین ترکیبی قدرتی-استقامتی | تمرین شدید تناوبی | گروه | آماره |
|-------|------|------------------------|-----------------------------|------------------------|--------------|--------------------------|
| | | | | | | متغیر |
| | | میانگین ± انحراف معیار | میانگین ± انحراف معیار | میانگین ± انحراف معیار | | |
| ۰/۱۹۷ | ۱/۶۹ | ۷۱/۴۴ ± ۱۳/۲۰ | ۷۶/۳۰ ± ۹/۵۸ | ۷۳/۰۶ ± ۲۱/۶۲ | پیش‌آزمون | توده بدن (کیلوگرم) |
| | | ۷۱/۲۶ ± ۱۳/۰۶ | ۷۵/۵۵ ± ۹/۲۳ | ۷۷/۰۰ ± ۱۲/۳۴ | پس‌آزمون | |
| | | ۰/۴۸۱ | ۲/۴۰۷ | -۰/۹۱۴ | t درون گروهی | |
| ۰/۶۰۳ | ۰/۵۱ | ۲۹/۷۰ ± ۴/۱۷ | ۲۹/۸۵ ± ۲/۹۷ | ۲۹/۵۷ ± ۲/۷۷ | پیش‌آزمون | شاخص توده بدن (BMI) |
| | | ۲۹/۱۳ ± ۴/۴۱ | ۲۹/۹۹ ± ۸/۶۱ | ۲۸/۹۷ ± ۳/۳۹ | پس‌آزمون | |
| | | ۰/۶۳۹ | ۰/۰۳۲ | -۰/۳۷۷ | P ارزش | |
| ۰/۵۵۰ | ۰/۶۰ | ۱/۳۸۶ | -۰/۴۲۱ | ۱/۲۱۱ | t درون گروهی | درصد چربی (BF%) |
| | | ۰/۱۸۹ | ۰/۶۸۰ | ۰/۲۴۸ | P ارزش | |
| | | ۴۳/۹۲ ± ۲/۴۹ | ۳۱/۳۲ ± ۴/۶۳ | ۴۲/۶۴ ± ۲/۲۳ | پیش‌آزمون | |
| ۰/۰۰۴ | ۶/۲۷ | ۴۲/۶۴ ± ۴/۹۵ | ۲۷/۹۹ ± ۲/۳۶ | ۴۱/۱۴ ± ۴/۳۴ | پس‌آزمون | محیط دور کمر (سانتی‌متر) |
| | | ۰/۹۱۱ | -۰/۹۷۶ | ۱/۰۴۲ | t درون گروهی | |
| | | ۰/۳۷۹ | ۰/۳۴۷ | -۰/۳۱۷ | P ارزش | |
| ۰/۰۰۴ | ۶/۲۷ | ۹۷/۴۲ ± ۱۱/۰۸ | ۱۰۱/۱۴ ± ۱۰/۱۶ | ۱۰۲/۲۱ ± ۱۰/۶۷ | پیش‌آزمون | محیط دور کمر (سانتی‌متر) |
| | | ۹۷/۲۷ ± ۹/۷۸ | ۹۶/۰۰ ± ۶/۵۵ | ۹۵/۱۴ ± ۹/۸۴ | پس‌آزمون | |
| | | ۳/۴۴۷ | ۴/۳۱۰ | ۸/۰۵۸ | t درون گروهی | |
| | | ۰/۹۰۱ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۰ | P ارزش | |

گروه تناوبی شدید و کنترل در فاکتور انسولین و مقاومت به انسولین بود (جدول ۲). همان‌طور که مشاهده می‌شود مقدار SPARC در گروه تناوبی شدید ($p=0/54$) و ترکیبی ($p=0/92$) پس از ۸ هفته تمرین افزایش یافته اما با توجه به مقادیر p معنی‌دار نبود. در گروه کنترل مقدار SPARC پس از ۸ هفته تمرین کاهش غیرمعنی‌داری را نشان می‌دهد ($p=0/52$) (جدول ۲).

نتایج بین گروهی نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین گروه SIT و کنترل در فاکتور انسولین و مقاومت به انسولین بود (جدول ۳).

مقایسه تغییرات درون گروهی نشان می‌دهد درصد چربی، شاخص توده بدن در دو گروه تمرینی، کاهش معنی‌داری پیدا نکرد، در صورتی که توده بدن در گروه ترکیبی کاهش معنی‌داری داشت. با این حال، بین یافته‌های پیش‌آزمون و پس‌آزمون این مقادیر در گروه شاهد تفاوتی معنی‌دار دیده نشد. کاهش گلوکز ناشتا به دنبال انجام تمرین ترکیبی غیر معنی‌دار و در گروه تناوبی شدید معنی‌دار بود، تغییرات معنی‌داری بین گروه‌ها مشاهده نشد. در گروه کنترل کاهش معنی‌دار در فاکتور گلوکز ناشتا مشاهده نشد. انسولین سرم و مقاومت به انسولین در هر دو گروه تمرینی کاهش معنی‌داری داشتند. نتایج بین گروهی نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین

جدول ۲- مقایسه متغیرهای درون گروهی و میان گروهی در سه گروه تمرینی و گروه کنترل با استفاده از آزمون t و تحلیل کواریانس

| P | F | متغیر | | |
|-------|-------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | | کنترل | تمرین ترکیبی | تناوبی شدید |
| | | میانگین \pm انحراف معیار | میانگین \pm انحراف معیار | میانگین \pm انحراف معیار |
| | | ۱۵۶۵/۴۳ \pm ۸۵۲/۷۲ | ۱۵۵۹/۷۱ \pm ۴۵۵/۱۱ | ۱۷۰۷/۲۹ \pm ۵۹۳/۴۳ |
| | | ۱۸۰۹/۲۱ \pm ۱۰۰۴/۴۷ | ۲۲۴۶/۲۱ \pm ۱۷۸۵/۳۸ | ۱۵۵۹/۷۱ \pm ۴۵۵/۱۱ |
| ۰/۵۳۷ | ۰/۶۳۳ | ۰/۶۵۸ | ۰/۰۹۶ | ۰/۶۳۰ |
| | | ۰/۵۲ | ۰/۹۲ | ۰/۵۴ |
| | | ۱۷۷/۲۸ \pm ۴۷/۰۹ | ۲۱۶ \pm ۶۳/۰۸ | ۲۱۰/۰۷ \pm ۳۲/۹۰ |
| | | ۱۸۳/۲۸ \pm ۶۰/۷۰ | ۱۶۳/۸۵ \pm ۷۱/۴۷ | ۱۴۷/۹۲ \pm ۴۱/۱۷ |
| ۰/۱۷۱ | ۱/۸۵۳ | -۰/۴۰۸ | ۲/۰۴ | ۵/۳۴ |
| | | ۰/۶۹۰ | ۰/۰۶۲ | ۰/۰۰۰ |
| | | ۶/۵۸ \pm ۱/۶۱ | ۹/۱۰ \pm ۲/۶۲ | ۷/۷۲ \pm ۲/۶۳ |
| ۰/۰۳۶ | ۳/۶۲۲ | ۶/۲۱ \pm ۲/۰۶ | ۵/۹۳ \pm ۲/۲۴ | ۴/۹۶ \pm ۱/۳۰ |
| | | ۰/۹۱۲ | ۴/۳۱ | ۴/۹۵ |
| | | ۰/۳۷۸ | ۰/۰۰۱ | ۰/۰۰۰ |
| | | ۲/۸۸ \pm ۱/۰۳ | ۴/۸۸ \pm ۱/۶۱ | ۳/۸۷ \pm ۱/۲۵ |
| ۰/۰۰۸ | ۵/۵۱۱ | ۲/۷۷ \pm ۱/۱۸ | ۲/۳۶ \pm ۱/۱۳ | ۱/۶۳ \pm ۰/۴۳ |
| | | ۰/۳۵۰ | ۴/۶۵ | ۷/۳۱ |
| | | ۰/۷۳۲ | ۰/۰۰۰ | ۰/۰۰۰ |

جدول ۳- نتایج معنی‌داری آزمون تعقیبی LSD در متغیرهای انسولین و مقاومت به انسولین

| گروه | تفاوت بین گروهی | انسولین | مقاومت به انسولین |
|-------------|-----------------|---------|-------------------|
| گروه SIT | گروه ترکیبی | ۰/۵۳۹ | ۰/۱۲۸ |
| | گروه کنترل | ۰/۰۱۲ | ۰/۰۰۲ |
| گروه ترکیبی | گروه SIT | ۰/۵۳۹ | ۰/۱۲۸ |
| | گروه کنترل | ۰/۰۷۰ | ۰/۱۳۳ |
| گروه کنترل | گروه SIT | ۰/۰۱۲ | ۰/۰۰۲ |
| | گروه ترکیبی | ۰/۰۷۰ | ۰/۱۳۳ |

بحث

مبتلا به گرفتگی عروق کرونر، سطح سرمی SPARC، مقاومت به انسولین و HBA1C نسبت به بیماران که بیماری گرفتگی کرونر نداشتند بالاتر بود [۲۳] در تضاد با مطالعه حاضر، AOI و همکاران نشان دادند ۴ هفته تمرین هوازی سطح سرمی SPARC را در موش‌های با تومور روده بزرگ افزایش داد [۱۲].

اگر چه، تحقیق حاضر نشان داد هر دو روش فعالیت ورزشی باعث بهبود متابولیسم گلوکز در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ گردید، اما نشان نداد که این بهبود همراه با افزایش سطوح SPARC سرمی نیست. علاوه بر این، در مطالعه حاضر، تغییرات قابل توجهی در توده بدن، BMI، درصد چربی بدن مشاهده شد.

در این تحقیق مشاهده شد به دنبال ۸ هفته تمرینات اینتروال شدید و تمرینات ترکیبی، مقدار SPARC سرمی تغییر معنی‌داری نداشت. همچنین در نتایج بین گروهی، بین گروه تناوبی شدید، ترکیبی و کنترل اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. تحقیقات کمی پیرامون تأثیر فعالیت ورزشی بر میزان سطوح بافتی و سرمی SPRAC در بیماران دیابتی وجود دارد. لذا ابتدا به بررسی تغییرات این فاکتور در سایر بیماری‌ها پرداخته می‌شود.

وانگ و همکاران به بررسی ارتباط سطح سرمی SPARC با شدت گرفتگی عروق کرونر در بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد در گروه بیماران دیابتی

تغییرات فیبرهای عضلانی نوع I و IIa بعد از تمرین شدید اینتروال توضیح داده شده است [۳۲]. کاهش در مایوکاین مرتبط با مقاومت به انسولین (SPARC)، انسولین، FBG و شاخص مقاومت به انسولین در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو اشاره به اهمیت بالینی دارد. در کل، این دو نوع تمرین ممکن است پتانسیلی برای بهبود شاخص گلیسمی و مایوکاین‌های مرتبط با مقاومت به انسولین داشته باشند.

نتیجه‌گیری: نتایج این تحقیق نشان داد که دو شیوه تمرینی در بهبود مقاومت به انسولین و SPARC به یک اندازه مؤثر بودند، لذا استفاده از تمرینات تناوبی شدید و تمرین ترکیبی می‌تواند در بهبود مقاومت به انسولین به یک اندازه مؤثر و مفید باشد. استفاده از این دو نوع تمرین به جای یکدیگر در این افراد دارای مزایای یکسان است و افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ با توجه به کمبود زمان و نیز مشکلات پس از تمرینات طولانی مدت می‌توانند از تمرینات کم حجم با شدت بالا به جای تمرینات توصیه شده استاندارد (ترکیبی قدرتی-استقامتی) استفاده نمایند.

تعارض منافع

در این مطالعه تضاد منافع وجود ندارد.

سهم نویسندگان

این مطالعه حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد مومنه ایمانی به راهنمایی عبدالرضا کاظمی و مشاوره ابراهیم بنی طالبی می‌باشد. ایده پژوهش و انجام آزمایش‌ها و نگارش مقاله به عهده اساتید راهنما و مشاور و جمع آوری نمونه‌ها به عهده دانشجوی محترم بوده است.

تشکر و قدردانی

تحقیق حاضر حاصل پایان‌نامه کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی است. نویسندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از کلیه افرادی که در این تحقیق همکاری کرده‌اند، ابراز می‌دارند. این تحقیق توسط کمیته اخلاق معاونت پژوهشی

در جمع‌بندی کلی در این زمینه می‌توان گفت فعالیت بدنی منظم اگر به صورت بلندمدت اجرا شود، احتمالاً می‌تواند در تغییر سطوح SPARC مؤثر باشد. همچنین در هر دو روش تمرینی در صورتی که شدت تمرین بیشتر از متوسط و بیش از ۷۰٪ Vo2max باشد (در تمرین مقاومتی بیش از ۷۰٪ قدرت بیشینه)، به علت افزایش برداشت گلوکز توسط بافت‌های فعال، افزایش تحریک سمپاتیکی غدد فوق کلیوی و هزینه انرژی، تخلیه گلیکوژن و مهار گلیکولیز باعث کاهش SPARC می‌شود [۲۴]. نتایج مطالعه حاضر نشان داد برنامه تمرین شدید اینتروال و تمرین ترکیبی ۳ روز در هفته به مدت ۸ هفته اطمینان بخش بود و توسط بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ قابل تحمل بوده و در بهبود سطوح انسولین سرم و شاخص مقاومت به انسولین مؤثر می‌باشد. این یافته‌ها با نتایج مطالعاتی که تمرین با شدت بالا همراه با بهبود کنترل گلیسمی در افراد چاق و یا بیماران مبتلا به دیابت نوع دو بوده است، همخوانی دارد [۲۷-۲۵].

به نظر می‌رسد بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ کاملاً پاسخ متفاوتی به تمرین شدید اینتروال و تمرین ترکیبی دارند. سازوکارهای بهبود سطوح آدیپومایوکاین‌های مشاهده شده بعد از تمرین شدید اینتروال و تمرین ترکیبی در مطالعه حاضر روشن نیست. نتایج نشان می‌دهد که بهبود سطوح آدیپومایوکاین سرم بعد از تمرین شدید اینتروال و تمرین ترکیبی، با سازوکارهای تمرین هوازی و مقاومتی متفاوت است. احتمال دارد تمرین شدید اینتروال و تمرین ترکیبی، باعث تحریک بافت چربی زیر شکمی گردد که می‌تواند توسط کاهش سطوح آدیپومایوکاین سرم توضیح داده شود [۲۸]. سازوکار تمرین شدید اینتروال با بهبود غلظت آدیپومایوکاین در توانایی فعال کردن پروکسی زوم فعال (PGC-1 α) ارتباط دارد. Rynders و Weltman بیان می‌کنند تمرین شدید فاکتور اصلی تأثیرگذار بر فعال‌سازی PGC-1 α می‌باشد [۲۹]. به نظر می‌رسد که مسیر سیگنالینگ PGC-1 α توسط گذرگاه سیگنالینگ بزرگ، اثر کند [۳۰]. مطالعات قبلی نشان می‌دهند که بیان PGC-1 α در فیبر عضلات اسکلتی نوع IIa نسبت به فیبر نوع I/IIx و سه بزرگتر است [۳۱]. در مطالعه Scribbans و همکاران

References

1. Bril V. Treatments for diabetic neuropathy. *JPNS* 2012;17(2):22-7.
2. Azimi-Nezhad M, Ghayour-Mobarhan M, Parizadeh M, Safarian M, Esmaeili H, Parizadeh S, et al. Prevalence of type 2 diabetes mellitus in Iran and its relationship with gender, urbanisation, education, marital status and occupation. *SMJ* 2008;49(7):571-6.
3. Jensen T, Deckert T. Diabetic retinopathy, nephropathy and neuropathy. Generalized vascular damage in insulin-dependent diabetic patients. *HMRSS* 1992;26:68-70.
4. Pedersen BK, Akerstrom TC, Nielsen AR, Fischer CP. Role of myokines in exercise and metabolism. *JAP* 2007;103(3):1093-8.
5. Seldin MM, Peterson JM, Byerly MS, Wei Z, Wong GW. Myonectin (CTRP15), a novel myokine that links skeletal muscle to systemic lipid homeostasis. *JBC* 2012;287(15):11968-80.
6. Di Raimondo D, Tuttolomondo A, Musiari G, Schimmenti C, Angelo A, Pinto A. Are the myokines the mediators of physical activity-induced health benefits? *CPD* 2016;22(24):3622-47.
7. Harries LW, McCulloch LJ, Holley JE, Rawling TJ, Welters HJ, Kos K. A role for SPARC in the moderation of human insulin secretion. *PloS one* 2013;8(6):e68253.
8. Wu D, Li L, Yang M, Liu H, Yang G-Y. Elevated plasma levels of SPARC in patients with newly diagnosed type 2 diabetes mellitus. *EJE* 2014;289(44):30614-25.
9. Moh MC, Sum CF, Tavintharan S, Pek SLT, Yeoh LY, Ng X, et al. Association of the anti-angiogenic factor secreted protein and rich in cysteine (SPARC) with vascular complications among Chinese type 2 diabetic patients in Singapore. *JDC* 2017;31(7):1222-7.
10. Xu L, Ping F, Yin J, Xiao X, Xiang H, Ballantyne CM, et al. Elevated plasma SPARC levels are associated with insulin resistance, dyslipidemia, and inflammation in gestational diabetes mellitus. *PloS one* 2013;8(12):e81615.
11. Poirier P, Tremblay A, Broderick TL, Catellier C, Tancrede G, Nadeau A. Impact of moderate aerobic exercise training on insulin sensitivity in type 2 diabetic men treated with oral hypoglycemic agents: is insulin sensitivity enhanced only in nonobese subjects? *MSM* 2002;8(2):CR59-CR65.
12. Aoi W, Naito Y, Takagi T, Tanimura Y, Takanami Y, Kawai Y, et al. A novel myokine, secreted protein acidic and rich in cysteine (SPARC), suppresses colon tumorigenesis via regular exercise. *Gut* 2013;62(6):882-9.
13. Songsorn P, Ruffino J, Vollaard NB. No effect of acute and chronic supramaximal exercise on circulating levels of the myokine SPARC. *EJSS* 2017;17(4):447-52.
14. Son JS, Kim JH, Kim HJ, Yoon DH, Kim JS, Song HS, et al. Effect of resistance ladder training on sparc expression in skeletal muscle of hindlimb immobilized rats. *Muscle & nerve* 2016;53(6):951-7.
15. Inzucchi SE, Bergenstal RM, Buse JB, Diamant M, Ferrannini E, Nauck M, et al. Management of hyperglycaemia in type 2 diabetes: a patient-centered approach. Position statement of the American Diabetes Association (ADA) and the European Association for the Study of Diabetes (EASD). *Diabetologia* 2012;55(6):1577-96.
16. Gibala MJ, Little JP, MacDonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low volume, high intensity interval training in health and disease. *The Journal of physiology* 2012;590(5):1077-84.
17. Gibala MJ. High-intensity interval training: a time-efficient strategy for health promotion? *CSMR* 2007;6(4):211-3.
18. Laursen PB, Jenkins DG. The scientific basis for high-intensity interval training. *Sports medicine* 2002;32(1):53-73.
19. De Nardi AT, Tolves T, Lenzi TL, Signori LU, da Silva AMV. High-intensity interval training versus continuous training on physiological and metabolic variables in prediabetes and type 2 diabetes: A meta-analysis. *DRCP* 2018;137:149-59..
20. Wahl P. Hormonal and metabolic responses to high intensity interval training. *J Sports Med Doping Stud* 2013;3(1):1-2.
21. Esfarjani F, Rashidi F, Marandi SM. The effect of aerobic exercise on blood glucose, Lipid Profile and Apo. *JAUMS* 2013;13(2):132-41.[Persian]
22. Ketabipoor S, KOUHKIE JM. Effect of aquatic aerobic training on serum A and B apoproteins and lipoproteins in obese and normal weight menopause women. *AMUJ* 2014;17(8,89):44-52.[Persian]

23. Wang Z, Song H-Y, An M-M, Zhu L-L. Association of serum SPARC level with severity of coronary artery lesion in type 2 diabetic patients with coronary heart disease. *International journal of clinical and experimental medicine* 2015;8(10):19290-6.
24. Bruce C, Kriketos A, Cooney G, Hawley J. Disassociation of muscle triglyceride content and insulin sensitivity after exercise training in patients with Type 2 diabetes. *Diabetologia* 2004;47(1):23-30.
25. Hamed NS, Raoof NALA. Effect of high intensity interval training on diabetic obese women with polyneuropathy: a randomized controlled clinical trial. *Physical Therapy and Rehabilitation* 2014;1(1):4.
26. Francois ME, Little JP. Effectiveness and safety of high-intensity interval training in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Spectrum* 2015;28(1):39-44.
27. Whyte LJ, Gill JM, Cathcart AJ. Effect of 2 weeks of sprint interval training on health-related outcomes in sedentary overweight/obese men. *Metabolism* 2010;59(10):1421-8.
28. Raschke S, Eckel J. Adipo-myokines: two sides of the same coin—mediators of inflammation and mediators of exercise. *Mediators of inflammation* 2013:1-16.
29. Rynders CA, Weltman A. High-intensity exercise training for the prevention of type 2 diabetes mellitus. *The Physician and sportsmedicine* 2014;42(1):7-14.
30. Schnyder S, Handschin C. Skeletal muscle as an endocrine organ: PGC-1 α , myokines and exercise. *Bone* 2015;80:115-25.
31. Russell AP, Feilchenfeldt J, Schreiber S, Praz M, Crettenand A, Gobelet C, et al. Endurance training in humans leads to fiber type-specific increases in levels of peroxisome proliferator-activated receptor- γ coactivator-1 and peroxisome proliferator-activated receptor- α in skeletal muscle. *Diabetes* 2003;52(12):2874-81.
32. Scribbans TD, Edgett BA, Vorobej K, Mitchell AS, Joannis SD, Matusiak JB, et al. Fibre-specific responses to endurance and low volume high intensity interval training: striking similarities in acute and chronic adaptation. *PLoS One* 2014;9(6):e98119.

An Investigation of the Effects of the 8-Week Intense Interval Training and Combined Strength-Endurance Training on Secreted Protein Acidic and Rich in Cysteine (SPARC) levels in Women with Type 2 Diabetes

Kazemi AR¹, Imani M², Banitalebi E³

1- Associate Prof, Dept of Physical Education, Faculty of Literature and Humanities, Vali-e-Asr University, Rafsanjan, Iran. (Corresponding Author) Email: A.KAZEMI@VRU.AC.IR, Tel: 09133982706

2- MSc, Dept of Exercise Physiology, Faculty of Literature and Humanities, Islamic Azad University, Kerman Branch, Kerman, Iran.

3- Associate Prof, Dept of Physical Education, Faculty of Literature and Humanities, Shahrkord University, Shahrkord, Iran.

Received: 22 April 2017 Accepted: 4 October 2018

Introduction: Several methods of physical activities have been suggested to prevent diabetes. This study was done aimed at determining the effects of the 8-week intense interval training and combined strength-endurance training on secreted protein acidic and rich in cysteine (SPARC) levels in women with type 2 diabetes.

Materials and Methods: In this quasi-experimental study, 42 women aged 45-60 with diabetes and with the fasting blood sugar exceeding 126 mg/dL were selected and randomly assigned to three groups, including the SIT group (N =14), the combined exercise group (N =14), and the control group (N =14) who trained for 8 weeks. The SIT Group did the exercise 3 times a week, with 4-10 times of repetitions and the 30-second Wingate test was done on the ergometer with the maximum effort. The combined exercise group took the aerobic exercise 3 sessions a week with 60% of the maximum heart rate and 2 sessions per week of the resistance exercise taken at 70% with one repetition at maximum. The control group did not have any regular activity. The SPARC was measured using the blood samples 24 hours before and after the training periods. To analyze the data and determine the differences among the groups, the dependent t-test and covariance were used.

Results: The results showed that changes in the serum SPARC were not significant followed by any of the three SIT (p=0.54), combined (p=0.92), and control (p=0.52) groups. The comparison among the groups showed no significant difference among them (p=0.537).

Conclusion: The results of the present study suggested that the 2 training protocols had the same effects on the factors related to insulin resistance. Furthermore, these two protocols were equally effective in improving SPARC. Thus, the use of the 2 training methods can be similarly efficient in improving insulin resistance.

Keywords: Diabetes mellitus, Insulin resistance, Secreted protein acidic and rich in cysteine (SPARC), Exercise, Training

Please cite this article as follows:

Kazemi AR, Imani M, Banitalebi E. An Investigation of the Effects of the 8-Week Intense Interval Training and Combined Strength-Endurance Training on Secreted Protein Acidic and Rich in Cysteine (SPARC) levels in Women with Type 2 Diabetes. *Community Health journal*, 2018; 12(2): 47-56.

Funding: Personal funds.

Conflict of interest: None declared.

Ethical approval: The protocol was registered at the Iranian Clinical Trial Registry, IRCT: 2017090419995N9. The Ethical Committee of Shahrekord University granted the ethical approval for this study under Code No. SKU94/210.