

مقایسه اثر تمرینات ترکیبی (مقاومتی - تناوبی) شدت بالا و متوسط بر سطح پروتئین شوک حرارتی ۷۰ سرم و کنترل قند خون در زنان چاق مبتلا به دیابت

نوع II

انسبه شریفی^{۱*}، رویا عسکری^۲، امیرحسین حقیقی^۳

چکیده

زمینه و هدف: تمرینات ورزشی یکی از ارکان درمان دیابت نوع دوم در کنار درمان‌های پزشکی و تغذیه‌ای می‌باشد. هدف تحقیق حاضر مقایسه اثر تمرینات ترکیبی شدت بالا و متوسط بر سطح پروتئین‌های شوک حرارتی ۷۰ سرمی (Hsp70) و کنترل قند خون در زنان چاق مبتلا به دیابت نوع دوم بود.

روش بررسی: در تحقیق نیمه تجربی حاضر ۲۴ زن مبتلا به دیابت نوع دوم و سابقه بیماری کمتر از ۱۰ سال، به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شده و به طور تصادفی در سه گروه تمرینات ترکیبی با شدت بالا، تمرینات ترکیبی با شدت متوسط و گروه کنترل تفکیک شدند. تمرینات ترکیبی شدت متوسط (مقاومتی با ۷۴-۵۰ درصد 1-RM + تناوبی هوازی با ۷۰-۵۰ درصد HRR) و تمرینات ترکیبی شدت بالا (مقاومتی با ۸۵-۷۰ درصد 1-RM + تناوبی هوازی با ۸۵-۷۰ درصد HRR) به مدت ۱۲ هفته انجام شدند. برای تجزیه و تحلیل آماری از آزمون‌های t-test و تحلیل واریانس دو طرفه استفاده شد ($P \leq 0/05$).

یافته‌ها: پس از مداخله برنامه ورزشی، کاهش معنی‌داری در سطوح Hsp70 سرمی، HbA1c و مقاومت به انسولین در دو گروه تمرینات ترکیبی با شدت‌های بالا و متوسط نسبت به گروه کنترل مشاهده شد ($P < 0/05$)، اما تفاوت معنی‌داری بین دو گروه مداخله ورزش مشاهده نشد ($P > 0/05$).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد که تمرینات ترکیبی (مقاومتی - هوازی تناوبی) بر کنترل قند خون و Hsp70 در زنان مبتلا به دیابت نوع دوم موثر می‌باشند، اما عامل شدت ورزش، اثر گذار نیست.

کلید واژگان: دیابت نوع دوم، تمرین ترکیبی، شدت تمرین، پروتئین شوک حرارتی ۷۰، کنترل قند خون.

۱- کارشناس ارشد گروه فیزیولوژی ورزشی.

۲- استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی.

۳- دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی.

۱ و ۲ و ۳- گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.

* نویسنده مسؤل:

انسبه شریفی؛ گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.

تلفن: ۰۰۹۸۹۳۷۰۷۸۵۸۵۲

Email:

ensiehsh.sharifi@yahoo.com

مقدمه

دیابت ملیتوس از شایع‌ترین بیماری‌های متابولیکی در جهان است که به دنبال اختلال در ترشح انسولین، ایجاد مقاومت به انسولین و افزایش تولید سطح گلوکز کبدی رخ می‌دهد (۱). با توجه به پیش‌بینی‌های سازمان بهداشت جهانی، جمعیت بیماران مبتلا به دیابت از ۱۷۷ میلیون نفر در سال ۲۰۰۰ به ۳۶۶ میلیون نفر در سال ۲۰۳۰ افزایش خواهد یافت (۲). از سوی دیگر، اختلال در تنظیم متابولیکی ناشی از دیابت قندی سبب بروز عوارض متعدد قلبی-عروقی شده و مشکلات فراوانی برای افراد مبتلا و سازمانهای بهداشتی جامعه به همراه می‌آورند (۱).

پروتئین‌های شوک حرارتی (HSPs) بخشی از یک خانواده پروتئینی هستند که به عنوان پروتئین‌های استرسی شناخته شده و بیان ژنی آنها ناشی از طیف گسترده‌ای از عوامل استرس‌زا مانند استرس اکسیداتیو، تنش‌های حرارتی، ایسکمی، ورزش، استرس متابولیکی و بسیاری از موارد دیگر می‌باشد (۳). پروتئین شوک حرارتی ۷۰ دارای دو نقش التهابی و ضدالتهابی است (۴). مطالعات درباره دیابت و سطح سلولی Hsp70 نشان داده است که این پپتید پروتئین‌های چاپرونی (protein-chaperoned peptides) قادر به محافظت در برابر بروز مقاومت به انسولین مرتبط با چاقی در سلول‌های جوندگان از مسیر محدود کردن استرس‌های سلولی هستند (۵، ۶). مطالعات انسانی نیز نشان می‌دهد که سطح Hsp70 سرمی در افراد دیابتی به طور قابل توجهی بالاتر از افراد سالم است (۷). افزایش Hsp70 سرمی در ارتباط با مدت زمان ابتلا به دیابت و مقاومت به انسولین می‌باشد. افزایش سایتوکین‌های پیش‌التهابی در دیابت نوع دوم سبب افزایش Hsp70 سرمی می‌شود (۸). بیان ژن بیش از حد Hsp70 به علت هایپرگلیسمی مزمن و افزایش رادیکال‌های آزاد در دیابت ادامه می‌یابد، ممکن است موجب کاهش توانایی در مقابله با استرس اکسیداتیو و شرایط پراسترس شود (۹). از سوی دیگر،

کاهش در فعالیت بدنی روزانه، موجب اختلالات متابولیکی شده که یک عامل شتاب دهنده در ایجاد و تشدید بیماری دیابت است. لذا تمرینات ورزشی منظم و افزایش سطح فعالیت بدنی می‌تواند در کاهش شیوع سندرم‌های متابولیکی و کنترل آنها موثر گردد (۱). نقش برجسته تمرین‌های ورزشی برای افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ می‌تواند، توانمند شدن عضلات اسکلتی در برداشت گلوکز، بدون نیاز به انسولین باشد و به همین دلیل، فعالیت بدنی منظم تاثیر قابل توجه در مدیریت دیابت نوع ۲ دارد (۱۰، ۱۱). در زمینه تأثیر تمرینات ورزشی بر Hsp70 مطالعات موجود، نتایج متفاوتی گزارش شده است؛ برای مثال نتایج بررسی اوگاوا و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که تمرینات مقاومتی کم شدت موجب کاهش معنادار Hsp70 سرمی و انسولین ناشتا در زنان سالمند شد، اما تأثیری بر سطح گلوکز ناشتای پلاسما و مقاومت به انسولین آنها نداشت (۱۲). دمتوس و همکاران (۲۰۱۴) نیز نشان دادند که یک جلسه تمرین استقامتی روی چرخ کارسینج با شدت ۶۰ درصد اوج اکسیژن مصرفی موجب کاهش Hsp70 سرمی و بهبود مقاومت به انسولین در افراد چاق شد (۱۳). اما نتایج تحقیق پائولسن و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند یازده هفته تمرین مقاومتی، سه جلسه در هفته و با شدت ۷۰-۸۰ درصد یک تکرار بیشینه موجب افزایش معنادار Hsp70 سرمی در مردان جوان شد (۱۴). عیسی‌نژاد و همکاران (۲۰۱۳) نیز پس از هشت هفته تمرینات استقامتی (۵ روز در هفته) دویدن با شدت ۵۵ تا ۷۵ درصد VO2max روی نوار گردان افزایش معنی‌داری در سطح Hsp70 سرمی در رت‌های تمرین کرده گزارش کردند (۱۵).

با توجه به تحقیقات انجام شده برای مدیریت دیابت نیاز به ترکیبی از تمرینات هوازی و مقاومتی می‌باشد. با آنکه تمرینات ترکیبی با شدت‌های متفاوت بر کنترل قند خون بیماران مبتلا به دیابت نوع دو موثر است (۱۶-۱۸). اما بنایی و همکاران (۲۰۱۴) پس از هشت

جدول ۱، مربوط به اطلاعات دموگرافیک، فیزیولوژیک و همچنین کالری مصرفی بیماران در گروه های تحقیق می باشد.

معیارهای ورود به مطالعه شامل زنان مبتلا به دیابت نوع دوم با دامنه سنی ۷۰-۴۰ سال و سابقه بیماری کمتر از ۱۰ سال، سطح قند ناشتای کمتر از ۱۸۰ میلی گرم بر دسی لیتر و سطح قند خون دو ساعته کمتر از ۲۵۰ میلیگرم بر دسی لیتر، عدم تزریق انسولین، استفاده از داروهای معمول دیابت (متفورمین و گلی بن کلامید)، شاخص توده بدنی ۳۵-۳۰ کیلوگرم بر مترمربع، عدم ابتلا به بیماری های دیگر به جز دیابت نوع ۲ (اختلال خود ایمنی، بیماری های تنفسی، کبدی، ایسکمیک قلبی، کلیوی، بیماری های التهابی مزمن و تیروئیدی، زخم معده و عفونت) که توسط پزشک متخصص انجمن دیابت سبزواری و همچنین پرونده های بیماران بررسی شد، عدم مصرف دخانیات، عدم شرکت در برنامه های ورزشی منظم در طول شش ماهه گذشته بود. پس از تایید بلامانع بودن ورزش توسط پزشک فوق تخصص غدد، نمونه های تحقیق انتخاب و با توجه به گروه های تحقیق مداخله مورد نظر انجام شد.

در این مطالعه، یک هفته قبل از شروع مداخله ورزش، مشخصات آنتروپومتریک شامل قد، وزن، درصد چربی، شاخص توده بدن در شرایط ناشتا سنجیده شد. حداکثر اکسیژن مصرفی در روزی جداگانه و با آزمون پیاده روی راکپورت (۱) سنجیده شد. قبل از شروع مداخله ورزشی بیماران پرسشنامه یادآمد ۲۴ ساعته غذایی را تکمیل نمودند. سپس کالری مصرفی آنها توسط کارشناس تغذیه و با استفاده از نرم افزار nutrition-4 محاسبه گردید.

برای اندازه گیری شاخص های خونی منتخب در بیماران دیابتی، متعاقب ناشتای ۱۲-۱۰ ساعته و از طریق ورید بازویی، مقدار ۸ سی سی خون گیری در دو مرحله شامل ۴۸ ساعت پیش و پس از ۱۲ هفته تمرین انجام

هفته تمرینات ترکیبی در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو، تفاوت معنی داری در HbA1C و مقاومت به انسولین گزارش نکردند (۱۹). همچنین در مطالعه مروری الویرا و همکاران (۲۰۱۲) متغیرهای تمرینی شامل نوع تمرینات ورزشی، زمان مداخله تمرین، شدت و حجم تمرین را از عوامل موثر بر کنترل دیابت عنوان کردند (۱۸).

چاقی و دیابت نوع ۲، دو اختلال پیچیده با زمینه ژنتیکی قوی هستند. از طرفی افراد چاق با زندگی کم تحرک، بیشتر مستعد ابتلا به دیابت هستند و هر دو اختلال موجب مقاومت به انسولین و افزایش سطح سرمی Hsp70 می شود (۵، ۶، ۸). با توجه به نقش برجسته تمرینات ورزشی و سبک زندگی فعل بر کنترل قند خون، شدت ورزش نیز یک عامل موثر بر تغییرات سطح Hsp70 سرمی می باشد (۲۰). با توجه به گزارش های علمی متفاوت در مورد اثر تمرینات ورزشی بر سطح Hsp70 سرمی و نیز نقش شدت تمرین بر Hsp70 سرمی مطالعه حاضر با هدف مقایسه اثر تمرینات ترکیبی با دو شدت بالا و متوسط بر Hsp70 طراحی شد.

روش بررسی

در این تحقیق نیمه تجربی، ۲۴ زن مبتلا به دیابت نوع دوم، به روش نمونه گیری هدفمند از بین بیماران مراجعه کننده به کلینیک دیابت شهرستان سبزواری انتخاب شده و به صورت تصادفی در سه گروه تمرین ترکیبی با شدت های بالا و متوسط و گروه کنترل قرار گرفتند. حجم نمونه با توجه به فرمول برآورد حجم نمونه و مطالعات پیشین ۲۴ نفر برآورد شد.

$$n = \frac{(z_{1-\frac{\alpha}{2}} + z_{1-\beta})^2 (s_1^2 + s_2^2)}{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^2}$$

($0.27 \times$ تعداد تکرار بیشینه تا خستگی) -
 $1/0.278$ / اندازه جابجایی وزنه (کیلوگرم) = یک تکرار
 بیشینه (کیلوگرم)

برنامه تمرینی تحقیق حاضر برنامه تمرین ترکیبی (مقاومتی- تناوبی هوازی) محقق ساخته بود که شدت و حجم تمرین با توجه به توصیه های ورزشی بیماران مبتلا به دیابت نوع دوم طراحی شد (۱، ۱۱، ۱۸، ۲۱). برنامه ترکیبی شدت بالا، شامل ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی (مقاومتی- تناوبی هوازی) با شدت بالا (مقاومتی ۸۵-۷۵ درصد یک تکرار بیشینه و تناوبی هوازی ۸۵-۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه) و تمرینات ترکیبی با شدت متوسط (مقاومتی ۷۴-۵۰ درصد یک تکرار بیشینه و تناوبی هوازی ۷۰-۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه) بود که در ۳ جلسه غیرمتوالی در هفته و هر جلسه تمرین به مدت ۷۰-۵۵ دقیقه انجام شد. برنامه گرم کردن گروه های ورزش کرده قبل از شروع برنامه تمرین اصلی شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن به شکل نرم دویدن، حرکات ترکیبی دست و پا و حرکات کششی بود. در بازگشت به حالت اولیه، پس از انجام تمرینات ورزشی نیز ۱۰ دقیقه سرد کردن اختصاص یافت.

برنامه تمرینی در تحقیق حاضر برنامه ترکیبی (مقاومتی + تناوبی هوازی) بود که به مدت هشت هفته، سه جلسه در هفته و هر جلسه تمرین به مدت ۹۰-۶۰ دقیقه و با توجه به شدت های مورد نظر در گروه های مداخله انجام شد. تمرینات مقاومتی برنامه تمرین گروه ترکیبی با شدت بالا شامل تمرینات مقاومتی حرکات پرس سینه، جلو بازو، پشت بازو، خم کردن و باز کردن زانو، قفسه سینه و حرکت زیربغل سیم کش بود. تمرینات با ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه در هفته اول و دوم با ۲ ست ۹-۷ تکراری با فواصل استراحتی ۶۰ ثانیه- ای بین هر ست و فاصله استراحت ۱۲۰ ثانیه ای بین هر ایستگاه شروع شد و در هفته های سوم و چهارم به بعد تعداد ست ها به ۳ ست افزایش یافت. هر ۴ هفته ۵٪ به بار اضافه شد تا اینکه در هفته دوازدهم به ۳ ست با ۵-۳

شد. تمامی خونگیری ها و آزمایش های بیماران در آزمایشگاه دکتر فغانی در شهر سبزوار انجام شد. از آزمودنی ها خواسته شد که ۴۸ ساعت قبل از خونگیری هیچ گونه فعالیت ورزشی انجام ندهند. نمونه های خونی به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه بوسیله دستگاه سانتریفیوژ پارس آزما ساخت کشور ایران سانتریفیوژ شد. سپس سرم بدست آمده در دمای ۸۰- درجه سانتی گراد نگهداری و پس از جمع آوری همه نمونه های خون از مودنی ها، برای آنالیز آزمایشگاهی متغیرهای (قند خون ناشتا، انسولین سرم، مقاومت به انسولین، هموگلوبین گلیکوزیله، و Hsp70 سرمی) مورد استفاده قرار گرفت. جهت سنجش هموگلوبین گلیکوزیله ۳ سی سی خون به ظرف CBC منتقل شد.

سنجش میزان گلوکز خون ناشتا، با استفاده از کیت پارس آزمون ساخت کشور ایران و حساسیت ۱ میلی گرم بر دسی لیتر و به روش آنزیمی، سطح انسولین سرم با کیت مونوبند ساخت کشور آمریکا و حساسیت ۰/۷۵ میکرو واحد بر میلی لیتر، مقاومت به انسولین به روش ارزیابی مدل هموستازی و بوسیله رابطه ماتیوس (۱۳) به دست آمد. برای ارزیابی هموگلوبین گلیکوزیله شده (HbA1c) با استفاده از کیت بیوسیستم ساخت کشور اسپانیا و روش رنگ سنجی آنزیمی مورد سنجش قرار گرفت. برای سنجش Hsp70 از کیت ZellBio GmbH ساخت کشور آلمان با حساسیت ۰/۱۵ نانوگرم بر دسی لیتر و بادستگاه اتوآنالایزر استفاده شد.

در مرحله بعد، برای آشنایی با شرایط برنامه ورزش، آزمودنی ها ۲-۳ جلسه در سالن سرپوشیده ورزشی شرکت کردند. در جلسه ای دیگر، اندازه قدرت پویای یک تکرار بیشینه آزمودنی ها با توجه به وضعیت بیماری، در حرکات پرس سینه، جلو بازو، پشت بازو، پرس پا، خم کردن و باز کردن زانو، قفسه سینه و حرکت زیربغل سیم کش بروش آزمون یک تکرار بیشینه برزیسکی (۱) مطابق رابطه زیر بدست آمد:

همچنین هر ۲ هفته معادل ۵ درصد به بارکار اضافه شد تا در هفته دوازدهم به ۳-۵ تکرار برابر ۷۴ درصد یک تکرار بیشینه رسید. تمرینات تناوبی نیز به شکل ۱۳-۱۰ تکرار ۱ دقیقه ای و با شدت ۷۰-۵۰ درصد ضربان قلب بیشینه و ۱ دقیقه استراحت فعال بین هر تکرار با شدت ۴۰-۳۰ درصد ضربان قلب بیشینه انجام شد. هر ۲ هفته نیز معادل ۵ درصد به بار تمرین ورزشی اضافه شد تا در ۴ هفته پایانی، شدت و تکرار نهایی اعمال گردید.

برای مقایسه تغییرات درون گروهی از آزمون تی وابسته و مقایسه بین گروهی از تحیل واریانس دو طرفه و در صورت امکان اختلاف بین گروهی، از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری بوسیله نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ در سطح معنی داری $P \leq 0/05$ انجام شد.

تکرار با ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه رسید. پس از ۲۰-۱۵ دقیقه استراحت، ۲۰ دقیقه تمرینات اینتروال هوازی، به صورت ۱۰-۱۲ تناوب ۱ دقیقه ای با شدت ۷۰-۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه و ۱ دقیقه استراحت فعال بین تکرارها با شدت ۷۰-۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه انجام شد. ضربان قلب بیشینه با توجه به سن و فرمول (سن) - ۲۲۰ = ضربان قلب بیشینه) برآورد شد و ضربان قلب آزمودنی‌ها حین تمرین با استفاده از آموزش ضربان‌گیری از ناحیه کاروتید گردن، کنترل شد.

برنامه تمرین ورزشی در گروه ترکیبی با شدت متوسط همانند گروه تمرین با شدت بالا بود. در این مطالعه، تمرینات ورزشی با ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه در هفته اول با ۲ ست و ۱۳-۱۵ تکرار با فواصل استراحتی ۶۰ ثانیه ای بین هر ست و فاصله استراحت ۱۲۰ ثانیه ای بین هر ایستگاه حرکت ورزشی شروع شد. در هفته دوم، تعداد ست‌ها به ۳ نوبت افزایش یافت.

جدول ۱: مشخصات اطلاعات فیزیکی و فیزیولوژیک زنان دیابتی چاق

گروه‌ها متغیرها	تمرین ترکیبی شدت بالا	تمرین ترکیبی شدت متوسط	کنترل
سن (سال)	۸/۱۶±۴۸/۲۵	۳/۲۷±۵۰/۱۲	۳/۳۰±۴۹/۱۲
وزن (کیلوگرم)	۷/۲۶±۷۴/۱۳	۱۱/۵۰±۷۹/۶۲	۱۰/۸۶±۷۷/۱۳
چربی بدن (درصد)	۱/۶۸±۳۴/۸۱	۱/۶۹±۳۵/۸۱	۱/۹۳±۳۶/۱۲
نسبت دور کمر به دور لگن (سانتیمتر)	۰/۰۲±۰/۹۷	۰/۰۹±۰/۹۵	۰/۰۶±۰/۹۶
شاخص توده بدن (متر مربع / کیلوگرم)	۱/۹۰±۳۰/۵۴	۳/۶۸±۳۱/۷۱	۳/۴۲±۳۰/۶۹
ظرفیت هوازی (ml/kg/min)	۵/۲۲±۲۷/۹۴	۴/۴۰±۲۶/۰۵	۴/۷۴±۲۶/۴۴
دوره دیابت (سال)	۴/۲۶±۸/۱۲	۵/۱۵±۸/۳۳	۳/۱۲±۹/۱۵
کالری مصرفی (کیلوکالری) در پیش آزمون	۲۶۳۱/۸۸ ± ۳۰۰/۹۹	۲۷۷۲/۵۰ ± ۲۲۵/۱۲	۲۷۰۵/۶۳ ± ۴۶۴/۴۷
کالری مصرفی (کیلوکالری) در پس آزمون	۲۸۵۸/۷۵ ± ۳۰۰/۴۹	۲۹۲۱/۸۹ ± ۲۲۳/۲۹	۲۷۸۴/۰۰ ± ۳۳۳/۵۲

یافته ها

تفاوت معنی داری ($P < 0/05$) در سطوح Hsp70 سرمی، HbA1C و مقاومت به انسولین بین گروهی بدست آمد (جدول ۲).

برای مقایسه زوجی گروه های تحقیق در دو مرحله پیش و پس از آزمون از آزمون تعقیبی توکی استفاده شد که خلاصه نتایج آن در جدول ۳ ارایه شده است. طبق نتایج آزمون تعقیبی توکی سطح Hsp70 سرمی، HbA1C و مقاومت به انسولین در گروه های تمرینات ترکیبی شدت بالا و متوسط نسبت به گروه کنترل به صورت معنی داری پایینتر بود ($P < 0/05$). اما تفاوتی بین گروه های مداخله تمرینی شدت بالا و متوسط وجود نداشت ($P > 0/05$).

نتایج آزمون تحلیل واریانس دو طرفه نشان داد که تفاوت معنی داری در متغیرهای تحت مطالعه در مرحله پیش آزمون بین گروه های تحقیق وجود نداشت ($P > 0/05$). پس از دوازده هفته تمرین ترکیبی با شدت متوسط کاهش معنی داری در مقادیر Hsp70 سرمی، HbA1C و مقاومت به انسولین مشاهده شد ($P < 0/05$). در گروه تمرین ترکیبی با شدت بالا نیز کاهش معنی داری در سطوح HbA1C و مقاومت به انسولین مشاهده شد ($P < 0/05$). اما تفاوت معنی داری در سطح Hsp70 سرمی مشاهده نشد ($P > 0/05$). در گروه کنترل نیز افزایش معنی داری در Hsp70، HbA1C و کاهش معنی داری در مقاومت به انسولین مشاهده شد ($P < 0/05$). بعلاوه،

جدول ۲: مقایسه میانگین متغیرهای وابسته در مراحل پیش و پس از آزمون

متغیرها	گروه ها	P پیش آزمون	M±SD پیش از آزمون	M±SD پس از آزمون	P درون گروهی	P پس آزمون
Hsp70 (ng/dl)	شدت متوسط	۰/۹۳۳	۰/۳۵±۷/۰۱	۱/۱۹±۶/۳۱	۰/۰۴۸	۰/۰۰۱
	شدت بالا		۱/۶۲±۷/۱۸	۰/۸۶±۶/۹۳	۰/۷۱۱	
	کنترل		۱/۱۷±۶/۹۶	۱/۰۲±۸/۲۸	۰/۰۴۴	
HbA1C %	شدت متوسط	۰/۲۲۳	۰/۶۰±۷/۸۱	۰/۴۵±۶/۸۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۳
	شدت بالا		۰/۵۹±۷/۶۹	۰/۶۰±۶/۹۳	۰/۰۰۱	
	کنترل		۰/۳۸±۷/۳۵	۰/۶۱±۷/۸۰	۰/۰۴۸	
HOMA-IR	شدت متوسط	۰/۶۱۹	۰/۶۱±۳/۱۰	۰/۴۳±۲/۵۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۸
	شدت بالا		۱/۱۶±۳/۳۸	۰/۶۵±۲/۷۴	۰/۰۱۵	
	کنترل		۰/۹۱±۳/۶۷	۱/۰۶±۳/۷۵	۰/۸۱۳	

Hsp70 = پروتئین شوک حرارتی ۷۰؛ HbA1C = هموگلوبین گلیکوزیله؛ HOMA-IR = شاخص هموستاز مقاومت به انسولین.

جدول ۳: مقایسه تغییرات میان گروهی در متغیرهای منتخب برای بیماران تحت مطالعه (آزمون تعقیبی توکی)

متغیرها	گروه i	گروه j	P پیش آزمون	P پس آزمون
Hsp70 (ng/dl)	شدت بالا	کنترل	۰/۹۲۲	۰/۰۴۱
	شدت متوسط	کنترل	۰/۹۹۶	۰/۰۰۱
	شدت بالا	شدت متوسط	۰/۹۵۲	۰/۲۳۸
HbA1C %	شدت بالا	کنترل	۰/۴۲۹	۰/۰۱۳
	شدت متوسط	کنترل	۰/۲۱۵	۰/۰۰۵
	شدت بالا	شدت متوسط	۰/۸۸۶	۰/۹۱۴
HOMA-IR	شدت بالا	کنترل	۰/۸۱۳	۰/۰۳۷
	شدت پایین	کنترل	۰/۴۵۱	۰/۰۱۰
	شدت بالا	شدت پایین	۰/۸۱۶	۰/۸۲۶

Hsp70 = پروتئین شوک حرارتی ۷۰؛ HbA1C = هموگلوبین گلیکوزیله؛ HOMA-IR = شاخص هموستاز مقاومت به انسولین.

بحث و نتیجه گیری

(۲۱-۱۸) نیز نشان داده است که تمرینات ورزشی موجب بهبود ترکیب بدن، کنترل قند خون، افزایش حساسیت به انسولین و بهبود سیستم ایمنی در بیماران مبتلا به دیابت نوع دوم می‌شود.

در مطالعه ما، نقش شدت تمرینات ترکیبی بر تغییرات سطح Hsp70 سرمی بیماران چاق دیابتی از ایجاد تفاوت معنی‌داری بین دو روش تمرینی حکایت نداشت، که با نتایج میلن و همکاران (۲۰۰۲) ناهمسو بود. در تحقیق آنها رت‌های نر در گروه‌های مختلف با سرعت ۱۵ تا ۳۳ متر در دقیقه روی تردمیل دوده بودند و ۲۴ ساعت پس از دویدن نمونه برداری از بافت عضله آنها انجام شد که نتایج مطالعه آنها نشان داد که شدت ورزش بر افزایش Hsp70 سرمی موثر می‌باشد (۲۰). علت این ناهمخوانی احتمالاً به دلیل تفاوت در پروتکل‌های تمرینی و همچنین تفاوت در ویژگی‌های آزمودنی‌ها در دو تحقیق باشد. با توجه به ارتباط Hsp70 سرمی با مقاومت به انسولین در بیماران مبتلا به دیابت نوع دوم (۸)، احتمالاً یکی از دلایل تفاوت در نتایج تحقیق حاضر با تحقیق میلن (۱۶)، به این دلیل بود که پس از دوره تمرین تفاوت معنی‌داری در مقاومت به انسولین و هموگلوبین گلیکوزیله بین دو گروه تمرین ایجاد نشد. به بیان دیگر، هر دو الگوی برنامه ورزش به یک اندازه بر این متغیرها اثر دارند.

همچنین، نتایج این مطالعه نشان داد که تمرینات ترکیبی با دو شدت بالا و متوسط موجب کاهش سطح مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به دیابت نوع دوم شد. یوسفی‌پور و همکاران (۲۳)، زمان‌پور و همکاران (۲۴)، بازیار و همکاران (۲۵) و کاف و همکاران (۲۶) نیز پس از تمرینات ترکیبی کاهش معنی‌دار مقاومت به انسولین را گزارش کردند، که با یافته‌های تحقیق حاضر همخوان می‌باشند. شایان و همکاران (۲۷) پس از ۲ هفته تمرین

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تمرینات ترکیبی با شدت‌های بالا و متوسط، موجب کاهش سطح Hsp70 سرمی در زنان چاق مبتلا به دیابت نوع دوم گردید، اما تفاوت معنی‌داری بین دو پروتکل تمرینی مشاهده نشد. کاهش معنی‌دار بیماران دیابتی Hsp70 سرمی نسبت به گروه کنترل با یافته‌های اوگاوا و همکاران (۱۲) و دما‌توس و همکاران (۱۳) همسو و با یافته‌های عیسی‌نژاد و همکاران (۱۵) که افزایش سطح سرمی Hsp70 سرمی در رت‌ها را پس از هشت هفته تمرین استقامتی گزارش کرده بودند، ناهمسو بود. همچنین با نتایج تحقیق پائولسن و همکاران (۱۴) که پس از یازده هفته تمرین مقاومتی، افزایش معنادار Hsp70 سرمی در مردان جوان (6 ± 27 سال؛ 13 ± 82 کیلوگرم) گزارش کردند، ناهمسو بود. دلیل تفاوت در نتایج تحقیق حاضر با نتایج عیسی‌نژاد (۱۵) و پائولسن (۱۴) ممکن است به خاطر تفاوت در پروتکل‌های تمرینی یا تفاوت در ویژگی‌های آزمودنی‌ها باشد. زیرا در تحقیق حاضر از بیماران مبتلا به دیابت نوع دوم استفاده شده بود که سطح Hsp70 سرمی به عنوان یک فاکتور پیش‌التهابی بالاتر می‌باشد و با توجه به اینکه افزایش Hsp70 سرمی در بیماران مبتلا به دیابت نوع دوم به عنوان یک فاکتور پیش‌التهابی در ارتباط با مقاومت به انسولین است (۸)، بنابراین احتمالاً تمرینات ترکیبی با کاهش مقاومت به انسولین و کنترل گلیسمیک موجب کاهش Hsp70 سرمی شده است (۸، ۲۲). دیابت موجب ایجاد حالت التهابی مزمن می‌شود و ترشح سایتوکین‌های پیش‌التهابی را افزایش می‌دهد (۲۲). تحقیقات نشان می‌دهد که افزایش سایتوکین‌های پیش‌التهابی سبب افزایش Hsp70 سرمی می‌شود (۸). بنابراین در افراد دیابتی، سطح Hsp70 سرمی بالا رفته و احتمالاً کاهش التهاب موجب کاهش سایتوکین‌های پیش‌التهابی و افزایش حساسیت به انسولین می‌شود. تحقیقات قبلی

مکانیسم تأثیر تمرینات مقاومتی بر هموستاز گلوکز با اثر تمرینات استقامتی مشابهت دارد (۳۲). از میان این مکانیسم‌ها به افزایش سرعت برداشت گلوکز (۳۳)، پروتئین انتقال دهنده گلوکز (۳۳)، چگالی مویرگی (۳۴) همچنین افزایش بیان ژن یا فعالیت پروتئین‌های مختلف درگیر در پیام‌رسانی انسولین (۱۹، ۳۵)، افزایش فعالیت گلیکوکژن سنتاز و در نهایت افزایش ذخیره سازی گلیکوکژن (۱۹، ۳۶) اشاره کرد.

یکی از محدودیت‌های تحقیق حاضر حجم نمونه پایین بود که پژوهشگر به دلیل محدودیت مکانی و شرایط کنترل تمرین بر آزمودنی‌ها امکان استفاده از افراد بیشتر در این تحقیق را نداشت. همچنین عدم کنترل دقیق میزان فعالیت آزمودنی‌ها و سبک زندگی آنها بود که ممکن است بر نتایج تحقیق اثر گذاشته باشند.

نتایج نشان داد که برنامه تمرین ترکیبی (مقاومتی- هوازی) با دو شدت متوسط و بالا در زنان چاق دیابتی، نقش مثبتی در بهبود مقاومت به انسولین و کاهش هموگلوبین گلیکوزیله به عنوانی شاخص‌های کنترل قند خون بلند مدت و کاهش Hsp70 سرمی داشت. با توجه به اینکه تفاوت معنی داری در مقاومت به انسولین بین دو گروه تمرین ترکیبی با دو شدت متوسط و بالا مشاهده نشد، عدم تفاوت معنی دار HbA1c بین دو گروه توجیه پذیر می‌باشد. به هر حال، برنامه تمرینات ترکیبی (مقاومتی- هوازی) با دو شدت متوسط و بالا، موجب کاهش‌هایی در Hsp70 سرمی، مقاومت به انسولین و HbA1c شد. بنابراین می‌توان گفت که اجرای این نوع برنامه ورزش در کنار تجویز و مصرف داروهای کنترل کننده قند خون، برای زنان بیماران مبتلا به دیابت نوع دوم با ترکیب بدنی چاق، احتمالاً سودمند باشد.

قدردانی

بدین وسیله نویسندگان از زنان بیمار دیابتی شرکت کننده در پژوهش، پرسنل انجمن دیابت شهرستان سبزوار و دکتر صفیه سبزواری و دکتر غلامرضا نوری که در

هوازی- تناوبی با شدت بالا تفاوت معنی‌داری در شاخص مقاومت به انسولین بیماران دیابتی گزارش نکردند. که با نتایج یافته‌های تحقیق حاضر ناهمخوان می‌باشد؛ دلیل احتمالی این اختلاف در نتایج شاید به خاطر امکان تفاوت در پروتکل‌های تمرینی یا ویژگی‌های آزمودنی‌ها و یا مدت اجرای برنامه ورزش باشد.

مقاومت به انسولین به عنوان یک پاسخ ناکافی در بافت‌های حساس به انسولین (کبد، عضلات اسکلتی و بافت چربی) به سطوح در گردش انسولین تعریف می‌شود. کاهش تعداد پروتئین گیرنده انسولین منجر به مقاومت به انسولین شود. واسطه‌های التهابی به واسطه افزایش تولید سایتوکاین‌ها و اسیدهای چرب یا لیپوتوکسین، مسیرهای التهابی را در سلول‌های ایمنی و متابولیک فعال می‌کنند. با فعال‌سازی مسیرهای التهابی، مسیر پیام‌رسانی انسولین تداخل کرده و مقاومت به انسولین را در پی خواهد داشت (۲۸). با توجه به اینکه تمرینات ورزشی موجب افزایش عملکرد انسولین، سیگنالینگ انسولین و همچنین افزایش انتقال دهنده‌های گلوکز از درون سلول به غشای سلول می‌شوند، موجب افزایش حساسیت به انسولین نیز می‌شود (۲۹). با کنترل قند خون مناسب، سطح HbA1c به عنوان یک شاخص متوسط قند خون سه ماه اخیر کاهش پیدا می‌کند. در تحقیق حاضر، تمرینات ترکیبی با دو شدت بالا و متوسط موجب کاهش HbA1c در زنان چاق مبتلا به دیابت نوع دوم گردید. این کاهش در HbA1c همسو با یافته‌های سیگال و همکاران (۱۶)، مارکوس و همکاران (۱۷)، چارچ و همکاران (۳۰) و تان و همکاران (۳۱) بود، که کاهش HbA1c پس از دوره‌های برنامه تمرینات ورزشی را گزارش کردند. به طور کلی با انجام فعالیت ورزشی میزان انتقال دهنده‌های گلوکز در عضلات تمرین کرده افزایش می‌یابد که موجب بهبود عمل انسولین و متابولیسم گلوکز می‌شود و می‌تواند میزان هموگلوبین گلیکوزیله را کاهش دهد (۱، ۲۹).

معرفی بیماران و مراحل تحقیق بخصوص پیگیری
 این تحقیق همکاری کردند، کمال تشکر و قدردانی را به
 سلامت بیماران همکاری کردند و کلیه کسانی که درانجام
 عمل می آورند.

منابع

- 1-Ghalavand A, Delaramnasab M, Afshounpour M, Zare A. Effects of continuous aerobic exercise and circuit resistance training on fasting blood glucose control and plasma lipid profile in male patients with type II diabetes mellitus. *Journal of diabetes and nursing*. 2016;4(1):8-19.
- 2-Tavakolizadeh J, Moghadas M, Ashraf H. Effect of Self-regulation Training on Management of Type 2 Diabetes. *Iranian Red Crescent Medical Journal*. 2014;16(4).
- 3-Krause M, Heck TG, Bittencourt A, Scomazzon SP, Newsholme P, Curi R, et al. The chaperone balance hypothesis: the importance of the extracellular to intracellular HSP70 ratio to inflammation-driven type 2 diabetes, the effect of exercise, and the implications for clinical management. *Mediators of inflammation*. 2015;2015.
- 4-Molvarec A, Rigó J, Nagy B, Walentin S, Szalay J, Füst G, et al. Serum heat shock protein 70 levels are decreased in normal human pregnancy. *Journal of reproductive immunology*. 2007;74(1):163-9.
- 5-Özcan U, Yilmaz E, Özcan L, Furuhashi M, Vaillancourt E, Smith RO, et al. Chemical chaperones reduce ER stress and restore glucose homeostasis in a mouse model of type 2 diabetes. *Science*. 2006;313(5790):1137-40.
- 6-Chung J, Nguyen A-K, Henstridge DC, Holmes AG, Chan MS, Mesa JL, et al. HSP72 protects against obesity-induced insulin resistance. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2008;105(5):1739-44.
- 7-Yabunaka N, Ohtsuka Y, Watanabe I, Noro H, Fujisawa H, Agishi Y. Elevated levels of heat-shock protein 70 (HSP70) in the mononuclear cells of patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Diabetes research and clinical practice*. 1995;30(2):143-7.
- 8-Nakhjavani M, Morteza A, Khajeali L, Esteghamati A, Khalilzadeh O, Asgarani F, et al. Increased serum HSP70 levels are associated with the duration of diabetes. *Cell Stress and Chaperones*. 2010;15(6):959-64.
- 9-Mathur N, Pedersen BK. Exercise as a mean to control low-grade systemic inflammation. *Mediators of inflammation*. 2009;2008.
- 10-Gurley JM, Griesel BA, Olson AL. Increased Skeletal Muscle Glut4 Expression in Obese Mice after Voluntary Wheel Running Exercise is Post-Transcriptional. *Diabetes*. 2016;db160305.
- 11-Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, Riddell MC, Dunstan DW, Dempsey PC, et al. Physical activity/exercise and diabetes: a Position Statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*. 2016;39(11):2065-79.
- 12-Ogawa K, Sanada K, Machida S, Okutsu M, Suzuki K. Resistance exercise training-induced muscle hypertrophy was associated with reduction of inflammatory markers in elderly women. *Mediators of inflammation*. 2010;2010.
- 13-De Matos MA, de Oliveira Ottone V, Duarte TC, da Matta Sampaio PF, Costa KB, Fonseca CA, et al. Exercise reduces cellular stress related to skeletal muscle insulin resistance. *Cell Stress and Chaperones*. 2014;19(2):263-70.
- 14-Paulsen G, Hanssen K, Rønnestad B, Kvamme N, Ugelstad I, Kadi F, et al. Strength training elevates HSP27, HSP70 and α B-crystallin levels in musculli vastus lateralis and trapezius. *European journal of applied physiology*. 2012;112(5):1773-82.
- 15-Isanejad A, HasanSarraf z, Mahdavi M, Gharakhanlou R. The Effect of Aerobic Exercise Training on Serum Levels of TNF- α , IL - 1 β , IL-6 and Hsp70 in Rats. *Journal of sport biosciences*. 2013;4(15):91-106.
- 16-Sigal RJ, Kenny GP, Boulé NG, Wells GA, Prud'homme D, Fortier M, et al. Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetesa randomized trial. *Annals of internal medicine*. 2007;147(6):357-69.
- 17-Marcus RL, Smith S, Morrell G, Addison O, Dibble LE, Wahoff-Stice D, et al. Comparison of combined aerobic and high-force eccentric resistance exercise with aerobic exercise only for people with type 2 diabetes mellitus. *Physical therapy*. 2008;88(11):1345.
- 18-Oliveira C, Simões M, Carvalho J, Ribeiro J. Combined exercise for people with type 2 diabetes mellitus: a systematic review. *Diabetes research and clinical practice*. 2012;98(2):187-98.
- 19-Banaei P, Tadibi V, Rahimi M. 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. *exercise physiology*. 2014(25):99-108.

- 20-Milne KJ, Noble EG. Exercise-induced elevation of HSP70 is intensity dependent. *Journal of Applied Physiology*. 2002;93(2):561-8.
- 21-American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes—2012. *Diabetes care*. 2012;35(Supplement 1):S11-S63.
- 22-Reinehr T, Karges B, Meissner T, Wiegand S, Stoffel-Wagner B, Holl RW, et al. Inflammatory markers in obese adolescents with type 2 diabetes and their relationship to hepatokines and adipokines. *The Journal of pediatrics*. 2016;173:131-5.
- 23-Yousefipoor P, Tadibi V, Behpoor N, Parnow A, Delbari E, Rashidi S. The Effect of 8-week Aerobic and Concurrent (aerobic- resistance) Exercise Training on Serum IL-6 Levels and Insulin Resistance in Type 2 Diabetic Patients. *JSSU*. 2013;21(5):619-31.
- 24-Zamanpour L, Banitalebi E, Amirhosseini S. The effect of sprint training and combined aerobic and strength training on some inflammatory markers and insulin resistance in women with type 2 diabetes mellitus (T2DM). *Iranian journal of Diabetes and Metabolism*. 2016;15(5):300-11.
- 25-Bazyar F, Banitalebi E, Amirhosseini S. The Comparison of Two Methods of Exercise (intense interval training and concurrent resistance- endurance training) on Fasting Sugar, Insulin and Insulin Resistance in Women with Mellitus Diabetes. *Armaghane danesh*. 2016;21(2):123-34.
- 26-Cuff DJ, Meneilly GS, Martin A, Ignaszewski A, Tildesley HD, Frohlich JJ. Effective exercise modality to reduce insulin resistance in women with type 2 diabetes. *Diabetes care*. 2003;26(11):2977-82.
- 27-Shaban N, Kenno K, Milne K. The effects of a 2 week modified high intensity interval training program on the homeostatic model of insulin resistance (HOMA-IR) in adults with type 2 diabetes. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 2014;54(2):203-9.
- 28-Cheraghpoor M, Ehrampoush E, Homayounfar R, Davoodi H, Zand H, Mimmiran P. The relationship between the immune system and the inflammatory mechanisms in obesity with insulin resistance. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*. 2013;7(5):723-35.
- 29-Conn VS, Koopman RJ, Ruppert TM, Phillips LJ, Mehr DR, Hafdahl AR. Insulin sensitivity following exercise interventions: systematic review and meta-analysis of outcomes among healthy adults. *Journal of primary care & community health*. 2014;5(3):211-22.
- 30-Church TS, Blair SN, 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: a randomized controlled trial. *Jama*. 2010;304(20):2253-62.
- 31-Tan S, Li W, Wang J. Effects of six months of combined aerobic and resistance training for elderly patients with a long history of type 2 diabetes. *J Sports Sci Med*. 2012;11(3):495-501.
- 32-Holten MK, Zacho M, Gaster M, Juel C, Wojtaszewski JF, Dela F. Strength training increases insulin-mediated glucose uptake, GLUT4 content, and insulin signaling in skeletal muscle in patients with type 2 diabetes. *Diabetes*. 2004;53(2):294-305.
- 33-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;22(5):684-91.
- 34-Eriksson J, Taimela S, Eriksson K, Parviainen S, Peltonen J, Kujala U. Resistance training in the treatment of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *International journal of sports medicine*. 1997;18(04):242-6.
- 35-Kjøbsted R, Pedersen AJ, Hingst JR, Sabaratnam R, Birk JB, Kristensen JM, et al. Intact Regulation of the AMPK Signaling Network in Response to Exercise and Insulin in Skeletal Muscle of Male Patients With Type 2 Diabetes: Illumination of AMPK Activation in Recovery From Exercise. *Diabetes*. 2016;65(5):1219-30.
- 36-Greenberg AS, Obin MS. Obesity and the role of adipose tissue in inflammation and metabolism. *The American journal of clinical nutrition*. 2006;83(2):461S-5S.

Comparison the Effects of High and Average Intensity Combined Training on Levels of Serum Heat Shock Proteins 70 and Glycemic Control in Obese Women with Type 2 Diabetes

Ensieh Sharifi^{1*}, Roya Askari², Amir Hossein Haghghi³

1-MSc in Exercise Physiology.

2-Assistant Professor of Sport Science.

3-Associate Professor of Sport Science.

1,2,3-Department of Sport Science, School of Sport Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran.

*Corresponding author:

Ensieh Sharifi; Department of Sport Science, School of Sport Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran.

Tel: +989370785852

Email: ensiehsh.sharifi@yahoo.com

Abstract

Background and Objectives: In addition to medical and nutritional interventions, exercise is one component in the treatment of type II diabetes. The aim of this study was to compare the effects of high and average intensity combined training on levels of serum heat shock proteins 70 and glycemic control in obese women with type 2 diabetes.

Subjects and Methods: In quasi-experimental study, 24 women with type II diabetes and time duration less than 10 years, were selected by purposive sampling method and randomly divided into three groups: high intensity combined training, moderate-intensity combined training and control group. Moderate intensity combined training (resistance training by 50-74 1RM + aerobic interval by 50-70 HRR) and high intensity combined training (resistance training by 70-85 1RM + aerobic interval by 70-85 HRR) were conducted for 12 weeks. t-tests and 2-way ANOVA were used for data analysis ($P \leq 0.05$).

Results: The results showed a significant decrease in the levels of Hsp70, HbA1c and insulin resistance in moderate and high intensity combined training groups compared to the control group ($P < 0.05$), but no significant difference was observed between the two exercise intervention groups ($P > 0.05$).

Conclusion: The findings of this research demonstrated that combined trainings (resistance-aerobic interval), irrespective of their intensities, are effective on glycemic control and Hsp70 in women with type II diabetes, But the intensity of exercise, is not effective.

Keywords: Type II diabetes, Combined training, Exercise intensity, Hsp70, Glycemic control.

► Please cite this paper as:

Sharifi E, Askari R, Haghghi AH. Comparison the Effects of High and Average Intensity Combined Training on Levels of Serum Heat Shock Proteins 70 and Glycemic Control in Obese Women with Type 2 Diabetes. *Jundishapur Sci Med J* 2017;16(2):255-265.

Received: May 6, 2017

Revised: May 15, 2017

Accepted: May 28, 2017

Archive of SID