

مقاله اصلی

بررسی اثر انواع تمرینات مقاومتی، استقامتی پیوسته و تناوبی بر سطوح DPP4 و NRG1 در زنان دارای اضافه وزن

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۱۱ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۱۳

خلاصه

مقدمه: اضافه وزن و چاقی از مشکلات عمده بهداشتی در جهان ماشینی و کم تحرک امروزی به حساب می آید که سلامت قشر وسیعی از جوامع را تهدید می کند. هدف از این پژوهش بررسی تاثیر هشت هفته تمرینات مقاومتی، استقامتی پیوسته و اینتروال بر شاخص های DPP4 و NRG1 در زنان دارای اضافه وزن می باشد.

روش کار: جامعه آماری تحقیق حاضر شامل کلیه زنان دارای اضافه وزن منطقه ۹ تهران بود که از بین آنها ۴۰ نفر از زنان با دامنه ی سنی (۳۵-۲۵ سال) و با شاخص توده بدن بین ۲۵ تا ۳۰ به طور داوطلبانه و در دسترس در تحقیق حاضر شرکت کردند. در این تحقیق آزمودنی ها بصورت تصادفی به چهار گروه تقسیم شدند: گروه تمرین مقاومتی (۱۰ نفر)، گروه تمرین استقامتی پیوسته (۱۰ نفر)، گروه تمرین استقامتی اینتروال (۱۰ نفر) و گروه کنترل (۱۰ نفر). گروه های تمرینی به مدت هشت هفته و هر هفته سه جلسه تمرین طبق پروتکل مورد نظر انجام دادند. اطلاعات متغیرهای وابسته از طریق آزمایش ۴۸ ساعت قبل از شروع دوره و ۴۸ ساعت پس از ۸ هفته نمونه های خونی شامل ۱۰ سی سی از ورید بازویی در شرایط ناشتایی اندازه گیری شد. برای مقایسه ی داده ها از آزمون تحلیل کواریانس در سطح اطمینان ۹۵ درصد و با استفاده از نرم افزار spss27 استفاده شد.

نتایج: تحقیق حاضر نشان داد که سه شیوه تمرین مقاومتی، استقامتی پیوسته و هوازی تناوبی بر شاخص های DPP4، NRG1 در زنان دارای اضافه وزن اثر معناداری دارد ($P < 0.05$). تمرین استقامتی پیوسته نسبت به دیگر گروه ها بیشترین اثر کاهشی بر DPP4 دارد و سپس تمرین تناوبی و در نهایت تمرین مقاومتی اثرات کاهشی داشتند که این اثر بین تمرینات مقاومتی و تناوبی معنادار نبود. تمرین مقاومتی نسبت به دیگر گروه ها بیشترین اثر افزایشی بر NRG1 دارد و سپس تمرین تناوبی و در نهایت تمرین استقامتی پیوسته اثرات افزایشی بیشتری داشتند که این اثر بین تمرینات مقاومتی و تناوبی معنادار نبود.

نتیجه گیری: در مجموع یافته های تحقیق نشان می دهد که هر سه شیوه تمرین مقاومتی، استقامتی پیوسته و هوازی تناوبی باعث بهبود در شاخص های مورد مطالعه شدند هرچند که در بعضی شاخص ها این اثرات بیشتر تحت تاثیر شدت تمرین بودند.

کلمات کلیدی: تمرین استقامتی اینتروال، تمرین استقامتی پیوسته، تمرین مقاومتی، DPP4، NRG1

لیلا نوری آئین^۱

ولی اله شاهی^{۲*}

یاسر کاظم زاده^۳

ساناز میرزاییان شانجانی^۳

سجاد ارشدی^۵

^۱ دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی

ورزشی، واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی تهران، ایران

^۲ استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم

ورزشی، واحد پرند، دانشگاه آزاد اسلامی تهران، ایران

^۳ استادیار فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد

اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^۴ دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی،

واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

Email: Dr.shahedi@iau.ac.ir

مقدمه

اضافه وزن و چاقی به عنوان وضعیت‌هایی تعریف می‌شوند که در آن‌ها تجمع غیرطبیعی یا بیش از حد چربی بدن، خطر بروز پیامدهای نامطلوب سلامتی را افزایش می‌دهد. بسته به میزان، مدت و الگوی توزیع بافت چربی، این عوارض می‌توانند شامل دیابت نوع دوم، پرفشاری خون، بیماری‌های قلبی عروقی، اختلالات چربی خون، بیماری کبد چرب غیرالکلی، بیماری مزمن کلیوی، آپنه انسدادی خواب و همچنین اختلالات خلقی و عملکردی باشند (۱).

شیوع چاقی در سطح جهانی روندی فزاینده دارد و به یکی از چالش‌های عمده سلامت عمومی تبدیل شده است؛ به گونه‌ای که امروزه از آن به عنوان یک اپیدمی جهانی و شاخصی از اختلال در الگوهای بهداشت و سبک زندگی یاد می‌شود. چاقی و اضافه وزن به دلیل افزایش توده چربی معمولاً با افزایش میزان گلوکز پلاسما و افزایش مقاومت به انسولین همراه است (۱). در پژوهش‌ها بیان شده است که کنترل سطوح گلوکز و تعادل گلیسمیک می‌تواند نقش مؤثری در کاهش پیامدهای مخرب ناشی از چاقی و اضافه وزن ایفا کند. یکی از عوامل کلیدی در تنظیم متابولیسم گلوکز و حفظ هموستاز انرژی، آنزیم دی‌پپتیدیل پپتیداز نوع ۴ (DPP-4) است. DPP-4 یک آنزیم غشایی وابسته به سرین پروتئازهاست که در بسیاری از بافت‌های بدن از جمله کبد، کلیه، ریه و سلول‌های اپی‌تلیال روده بیان می‌شود و با تجزیه سریع اینکرتین‌هایی مانند GLP-1 و GIP، بر ترشح انسولین و در نتیجه کنترل گلوکز خون اثرگذار است (۲). مهار فعالیت DPP-4 با هدف افزایش طول عمر و اثرات فیزیولوژیکی GLP-1، به یکی از راهبردهای درمانی مؤثر در کنترل دیابت نوع دو، چاقی و اختلالات متابولیک مرتبط تبدیل شده است. مطالعات نشان داده‌اند که مهارکننده‌های DPP-4 با افزایش سطوح فعال GLP-1، موجب بهبود کنترل گلیسمیک، کاهش وزن بدن و بهبود عملکرد متابولیک در بیماران مبتلا به دیابت نوع دو می‌شوند (۳).

علاوه بر این، شواهد حاکی از آن است که DPP-4 نه تنها در تنظیم متابولیسم گلوکز، بلکه در فرآیندهای التهابی و آسیب‌های بافتی نیز نقش دارد. افزایش بیان DPP-4 در بافت چربی و کبد بیماران چاق با افزایش التهاب، مقاومت به انسولین و اختلال عملکرد کبدی همراه است (۴). بر این اساس، به نظر می‌رسد مهار

فعالیت DPP-4 می‌تواند از طریق کاهش استرس اکسیداتیو، بهبود حساسیت انسولینی و مهار مسیرهای التهابی، در کاهش عوارض ناشی از چاقی و اضافه وزن مؤثر باشد. سطوح و بیان بالاتر DPP4 در افراد چاق و اضافه وزن نسبت به افراد لاغر گزارش شده است. همچنین مقادیر و غلظتهای بالای DPP4 در افراد چاق و اضافه وزن و بیماران مبتلا به دیابت نشان داده شده است. از سوی دیگر نشان داده شده است که فعالیت بدنی و تمرینات ورزشی منظم، نقش بسزایی در تحریک علامت دهی انسولین، برداشت گلوکز خون و کاهش میزان DPP4 دارد برای مثال مالین استیون و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی اثر تمرینات ورزشی با شدت زیر بیشینه همراه با کاهش وزن بر میزان DPP4 و حساسیت به انسولین در افراد مبتلا به سندرم متابولیک پرداختند. یافته‌های آنها نشان داد که تمرین ورزشی باعث بهبود مقاومت به انسولین و کاهش مقادیر DPP4 می‌شود. آنها گزارش کردند که کاهش مقادیر DPP4 با کاهش بافت چربی و افزایش حساسیت به انسولین همراه است.

NRG-1 یک ملکول چسبنده سلولی است که در انسان با ژن NRG-1 کدگذاری شده است. NRG1 (۴) یکی از چهار پروتئین خانواده نروگولین است که بر خانواده گیرنده‌های عامل رشد اپیدرمی (EGF) عمل می‌کند. نروگولین توسط پیوندهای متغیر در شکلهای متنوعی تولید می‌شود که به آن اجازه می‌دهد در دامنه وسیعی عمل کند که این امر برای توسعه و رشد معمولی سیستم عصبی و قلب ضروری است NRG-1 (۵)

از سلولهای اندوتلیال رها می‌شود و برای رشد قلبی، حفظ ساختار و یکپارچگی عملکرد قلبی - عروقی ضروری است (۶) NRG از عواملی است که از تخریبات کاردیومیوپاتی ناشی از چاقی، اضافه وزن و دیابت ممانعت می‌کند. لی و همکاران به بررسی تأثیرات NRG-1 بر رتھای دیابتی پرداختند و بیان کردند که ۱- NRG بهطور معناداری سبب بهبود عملکرد قلبی می‌شود و بازسازی قلبی ناشی از کاردیومیوپاتی را در رتھا با نارسایی قلبی معکوس می‌کند. نتایج پژوهش آنها از تأثیرات درمانی NRG-1 در کاردیومیوپاتی حمایت می‌کند. همچنین، در مطالعات متعددی به بررسی ۱- NRG و اعضای خانواده ErbB (که به عنوان گیرنده NRG-1 هستند)، به منظور فهم مسیرهای سیگنالینگ فیزیولوژیک و پاتوفیزیولوژیک آنها پرداخته شده است. نشان داده شده است که مسیر سیگنالی ErbB/1-NRG سبب تنظیم،

۳۵۰۰ تا ۳۸۰۰ دور در دقیقه سانتیفریوژ شدند و تا زمان آنالیز نهایی در دمای ۸۰- درجه سانتی گراد قرار گرفتند

پروتکل تمرینی

تمرین استقامتی پیوسته

نحوه انجام تمرینات استقامتی بدین صورت بود که تمرینات به شکل تعدیل شده از پروتکل تمرینی سیولاک و همکاران ۲۰۱۰ و همچنین رابرت و همکاران ۲۰۰۲ اقتباس گردیده که در هفته اول و دوم با ۵۵ درصد ضربان قلب بیشینه آغاز و هر دو هفته در درصد بر شدت تمرینات هوازی افزوده میشود تا در نهایت در هفته هشتم به ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه برسد. تمرینات هفته ای سه جلسه و هر جلسه به مدت ۲۵ تا ۴۵ دقیقه از هفته اول تا هفته هشتم انجام شد به اینگونه که در دو هفته اول کل مدت زمان فعالیت آزمودنی‌ها ۲۵ تا ۳۰ دقیقه خواهد بود و هر دو هفته ۵ دقیقه به این مدت زمان اضافه می شد که در نهایت به ۴۰ تا ۴۵ دقیقه در هفته هشتم خواهد رسید (۱۰).

$$MHR=208-(0.7 \times \text{age})$$

تمرین استقامتی تناوبی

برای انجام ۸ هفته تمرینات استقامتی تناوبی، آزمودنی‌ها ابتدا ۱۰ دقیقه برنامه گرم کردن که شامل دویدن آهسته همراه با حرکات کششی بود انجام دادند و در ادامه برنامه تمرینی که شامل ۶ وهله تکرار دویدن در مدت زمان مجموع ۲۵ تا ۴۵ دقیقه از هفته اول تا هشتم و شدت این تمرینات در طی ۸ هفته پروتکل از ۶۰ تا ۷۵ درصد بیشینه ضربان قلب به صورت افزایشی از هفته اول تا هشتم اعمال گردید. میزان استراحت بین هر وهله فعالیت ۱ تا ۳ دقیقه به شکل پیاده روی و حرکات کششی لحاظ شد. (لازم به ذکر می‌باشد مدت زمان تمرین اینتروال مشابه با تمرین هوازی تداومی بوده که تمرینات ایزو کالریک باشند ولی به دلیل اینکه تمرینات اینتروال با استراحت بین ست همراه بود میزان شدت در هر هفته ۵ درصد همراه با افزایش تعداد اینتروال‌ها اعمال گردید).

تمرین مقاومتی

برای انجام تمرینات مقاومتی ابتدا یک تکرار بیشینه آزمودنی‌ها 1 RM) با استفاده از فرمول برزیکی ارزیابی شد) سپس پروتکل تمرین مقاومتی تعدیل شده توسط آزمودنی‌ها به روش زیر انجام شد (۱۱-۱۲) ابتدا آزمودنی‌ها با استفاده از دستگاه‌ها ۱۰ دقیقه گرم کردند و در پایان جلسه تمرین نیز ۱۰ دقیقه سرد کردن را

رشد سلولی، سازماندهی و ساختار تارهای عضلانی، حیات، جفت شدن مایوسیت-ماتریکس، مصرف گلوکز و رگزایی میشود (۷) صرفنظر از تأثیرات مثبت ۱- NRG بر بافت قلبی، این فاکتور تحمل گلوکز را نیز بهبود میبخشد که از بروز بسیاری از بیماریهای ناشی از چاقی و اضافه وزن میتواند جلوگیری کند (۸).

روش کار

مطالعه حاضر از نوع روش شناسی تحقیق نیمه تجربی و از نوع هدف کاربردی است. جامعه آماری این تحقیق شامل کلیه زنان دارای اضافه وزن منطقه ۹ تهران بود که از بین آنها ۴۰ نفر واجد شرایط ورود به روش داوطلبانه انتخاب و به صورت تصادفی، در قالب چهار گروه که شامل گروه تمرین مقاومتی (۱۰ نفر)، گروه تمرین استقامتی پیوسته (۱۰ نفر)، گروه تمرین استقامتی اینتروال (۱۰ نفر) و گروه کنترل (۱۰ نفر) تقسیم شدند. همچنین این مطالعه دارای کد اخلاق از دانشگاه آزاد اسلامی واحد پرند به شماره ثبتی IR.IAU.PIAU.REC.1403.032 است. در این پژوهش ابتدا فرم رضایت نامه کتبی از آزمودنی مبنی بر رضایت کامل در انجام پژوهش حاضر اخذ شد. و سپس توسط پزشک متخصص معاینات لازم مبنی بر عدم وجود مشکل خاص در آزمودنی‌ها جهت شرکت در پژوهش انجام گرفت. و در ادامه ویژگی‌های آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها توسط دستگاه سنجش ترکیب بدن ارزیابی گردید. در طی یک جلسه همه آزمودنی‌ها با شیوه‌های پروتکل تمرینی و نحوه اجرای در طی ۸ هفته آشنا شدند. ۲۴ ساعت قبل از شروع پروتکل و همچنین ۲۴ تا ۴۸ ساعت پس از اتمام ۸ هفته پروتکل نمونه‌های خونی جهت ارزیابی شاخص‌های مورد بررسی به آزمایشگاه پاتولوژی برده شد و با روش الیزا و کیت‌های مخصوص سنجش هر شاخص، همه ارزیابی‌ها انجام شد (۹). لازم به ذکر است معیارهای ورود و خروج آزمودنی‌ها بدین شرح می باشد که حتما دارای اضافه وزن باشند یعنی شاخص توده بدنی ۲۵ تا ۳۰ داشته باشند، بیماری خاصی که آزمودنی را ناتوان در اجرای آزمون کند وجود نداشته باشد، مشکلات ارتوپدی که مانعی در انجام پروتکل باشد وجود نداشته باشد، مصرف دارو یا مکملی که اثرات احتمالی بر نتایج داشته باشد مصرف نکرده باشند، همه آزمودنی‌ها زن و در دامنه ۳۰ تا ۴۰ سال بودند، مصرف دخانیات و یا مشروبات الکلی نداشتند. پس از اتمام ۸ هفته تمرین نمونه‌های خونی شامل ۱۰ سی سی از ورید بازویی در شرایط ناشتایی و ۴۸ ساعت پس از اتمام پروتکل گرفته شد. نمونه‌های خونی اخذ شده با سرعت

انجام دادند. هفته اول تا چهارم سه ست ۱۵ الی ۲۰ تکرار با ۶۵ درصد 1RM و هفته پنجم تا هشتم ۸ الی ۱۲ تکرار با ۷۵ درصد 1RM. (لازم به ذکر می باشد مدت زمان تمرین مقاومتی مشابه با تمرین هوازی تداومی و اینتروال بوده که تمرینات ایزوکالریک باشند ولی به دلیل اینکه تمرینات مقاومتی به مانند تمرینات اینتروال با استراحت بین ست همراه بود میزان افزایش شدت در هر هفته ۵ درصد اعمال گردید).

آنالیز بیوشیمیایی متغیرها

برای اندازه گیری میزان DPP4 سرم از کیت مخصوص اندازه گیری DPP4 با حساسیت ۱۰ pg/ml دامنه اندازه گیری ۲۰۰۰۰-۳۱۲ pg/ml ساخت کشور آمریکا و با روش الایزا استفاده شد.

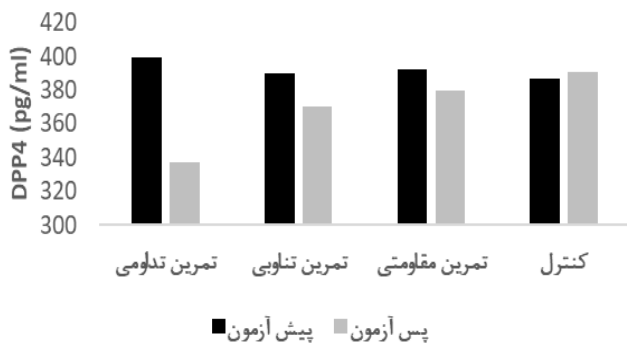
هدف	شرح
مدت تمرین	۸ هفته
مدت تمرین هر جلسه	۲۵ تا ۴۵ دقیقه
تکرار تمرین در هفته	سه جلسه
شدت تمرین	از ۶۰ تا ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه
تعداد تکرار	از ۵ تا ۲۰ تکرار
تعداد ست	سه ست
مدت استراحت بین ست و هر حرکت	۱-۳ دقیقه
حرکات تمرین	اسکوات دستگاه، پرس پا دستگاه، جلوبران دستگاه، ساق پا دستگاه، پشت پا، پرس سینه دستگاه، سیم کش قایقی، جلو بازو دستگاه، پشت بازو دستگاه و پرس شانه دستگاه

مقادیر سرمی NGR-1 با استفاده از روش آزمایشگاهی ELISA و کیت (Bioassay Technology Laboratory) ساخت کشور چین (Hu1317E:No.Cat) (و حساسیت ۰.۰۲۷ ng/ml اندازه گیری شد).

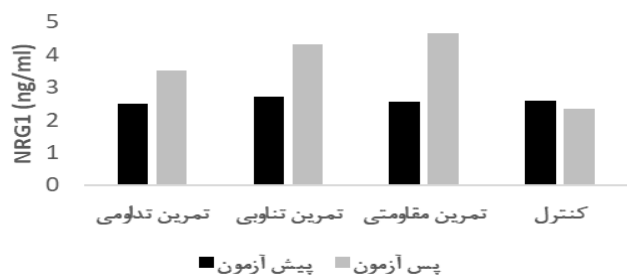
اطلاعات مورد نیاز پس از جمع آوری، توسط نرم افزار آماری SPSS ۲۷ در سطح معناداری $p < 0.05$ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. از آزمون تحلیل کواریانس جهت مقایسه میانگین ها و آزمون تعقیبی توکی در گروه ها استفاده شد.

هفته های تمرینی	ست ها	تکرارها	استراحت بعد از ست	شدت (درصد 1RM)
اول	۳	۱۵-۲۰	۱-۳ دقیقه	۶۰
دوم	۳	۱۵-۲۰	۱-۳ دقیقه	۶۰
سوم	۳	۱۲-۱۵	۱-۳ دقیقه	۶۵
چهارم	۳	۱۲-۱۵	۱-۳ دقیقه	۶۵
پنجم	۳	۸-۱۲	۱-۳ دقیقه	۷۰
ششم	۳	۸-۱۲	۱-۳ دقیقه	۷۰
هفتم	۳	۵-۸	۱-۳ دقیقه	۷۵
هشتم	۳	۵-۸	۱-۳ دقیقه	۷۵

نتایج



شکل ۱. مقادیر DPP4 در چهار گروه مختلف پژوهش



شکل ۲. مقادیر NRG1 در چهار گروه مختلف پژوهش

بحث

در رابطه با تغییرات DPP4، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تمرینات استقامتی پیوسته بیشترین کاهش را در سطوح DPP4 ایجاد کرده است و پس از آن تمرینات تناوبی و در نهایت تمرینات مقاومتی قرار داشتند، هرچند تفاوت بین دو گروه تمرینی مقاومتی و تناوبی از نظر آماری معنادار نبود. کاهش سطح DPP4 در پاسخ به تمرینات هوازی و استقامتی می‌تواند نشان‌دهنده بهبود عملکرد متابولیکی و افزایش حساسیت انسولینی باشد. یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج پژوهش Choi et al (۲۰۱۳) همسو است که نشان دادند تمرینات استقامتی منظم باعث کاهش معنادار DPP4 و بهبود کنترل گلوکز در افراد دارای اضافه وزن می‌شود. همچنین، Karstoft et al (۲۰۱۶) گزارش کردند که تمرینات تناوبی با شدت بالا نیز قادر به کاهش فعالیت DPP4 آنزیمی است که با تجزیه‌ی اینکرتین‌ها مانند GLP-1 موجب کاهش اثرات آنها بر ترشح انسولین می‌شود، کاهش سطح یا فعالیت این آنزیم در نتیجه‌ی تمرین ورزشی می‌تواند نقش مهمی در بهبود تنظیم قند خون و عملکرد متابولیکی داشته باشد. مطالعات Meneilly et al (۲۰۱۹) نیز نشان داده‌اند که تمرینات هوازی با شدت متوسط تا زیاد از طریق بهبود ترکیب بدن و کاهش التهاب سیستمیک، منجر به کاهش بیان DPP4 در بافت چربی می‌شود (۱۲). با این حال، برخی پژوهش‌ها نظیر مطالعه‌ی کابالرو

ویژگی‌های آنترپومتریکی آزمودنی‌ها در جدول ۱ آورده شده است. به منظور بررسی تاثیر تمرینات مقاومتی، استقامتی پیوسته و ایتروال بر شاخص‌های DPP4 و در زنان دارای اضافه وزن یک تحلیل کواریانس انجام شد. نتایج به‌دست‌آمده از آزمون تحلیل کواریانس با سطح معنی‌داری کوچکتر از ۰/۰۵ نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین متغیر DPP4 در چهار گروه پژوهش وجود دارد ($P=0/001$)؛ در نتیجه سه شیوه تمرین مقاومتی، هوازی تداومی و هوازی تناوبی بر شاخص DPP4 در زنان دارای اضافه وزن تاثیر معناداری دارد و باعث کاهش آن می‌شود (شکل ۱). نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد که مقادیر DPP4 در گروه‌های تمرین مقاومتی، هوازی تداومی و هوازی تناوبی نسبت به گروه کنترل افزایش معنی‌دار در پس آزمون داشته است. و این افزایش در گروه تداومی نسبت به بقیه گروه‌ها بیشتر بوده است.

به منظور بررسی تاثیر تمرینات مقاومتی، استقامتی پیوسته و ایتروال بر شاخص‌های NRG1 در زنان دارای اضافه وزن یک تحلیل کواریانس انجام شد. نتایج به‌دست‌آمده از آزمون تحلیل کواریانس با سطح معنی‌داری کوچکتر از ۰/۰۵ نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین متغیر NRG1 در چهار گروه پژوهش وجود دارد ($P=0/000$)؛ در نتیجه سه شیوه تمرین مقاومتی، هوازی تداومی و هوازی تناوبی بر شاخص NRG1 در زنان دارای اضافه وزن تاثیر معناداری دارد و باعث افزایش آن می‌شود (شکل ۲). نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد که مقادیر NRG1 در گروه‌های تمرین مقاومتی، هوازی تداومی و هوازی تناوبی نسبت به گروه کنترل افزایش معنی‌دار در پس آزمون داشته است. و این افزایش در گروه مقاومتی نسبت به بقیه گروه‌ها بیشتر بوده است.

جدول ۱. ویژگی‌های آنترپومتریکی آزمودنی‌ها

گروه	سن (سال)	وزن (kg)	قد (cm)	BMI
تمرین تداومی	۵/۷۸ ±	۸۶/۵ ± ۵/۴	۱۶۵ ± ۴/۷	۲۹/۰۳
تمرین تناوبی	۶/۲۱ ±	۸۷/۸ ± ۵/۲	۱۶۴ ± ۵/۲	۲۹/۷۶
تمرین مقاومتی	۵/۹ ± ۲۵/۴	۸۷/۹ ± ۶/۱	۱۶۸ ± ۴/۹	۲۸/۱۷
گروه کنترل	۵/۴ ± ۲۶/۲	۸۸/۶ ± ۵/۶	۱۶۲ ± ۵/۶	۲۹/۸۱

بنابراین، نتایج حاضر مبنی بر افزایش NRG1 پس از تمرینات مقاومتی، می‌تواند نشانه‌ای از سازگاری‌های مفید این نوع تمرین بر متابولیسم و ترمیم بافتی باشد.

به‌طور کلی، یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که هر سه نوع تمرین مقاومتی، استقامتی پیوسته و تناوبی منجر به بهبود شاخص‌های DPP4 و NRG1 در زنان دارای اضافه وزن شدند، اما نوع و شدت تمرین در میزان این تغییرات نقش تعیین‌کننده‌ای داشته است. احتمالاً تمرینات استقامتی پیوسته از طریق بهبود کنترل گلوکز و کاهش التهاب، بیشترین اثر را بر کاهش DPP4 دارند، در حالی که تمرینات مقاومتی از طریق تحریک مسیرهای آنابولیک و بازسازی عضلانی، بیشترین اثر افزایشی را بر NRG1 نشان می‌دهند.

نتیجه‌گیری

با توجه به تفاوت‌های مشاهده‌شده میان گروه‌ها، می‌توان نتیجه گرفت که ترکیب مناسب از تمرینات استقامتی و مقاومتی ممکن است اثربخشی بیشتری در تنظیم شاخص‌های متابولیکی و فاکتورهای مولکولی مرتبط با سلامت عضله در افراد دارای اضافه وزن داشته باشد. انجام پژوهش‌های آینده با بررسی مسیرهای مولکولی دقیق‌تر نظیر SIRT1-PGC-1 α و NRG1 و GLP-1-DPP4 می‌تواند در روشن‌تر شدن سازوکارهای اثر تمرین بر این شاخص‌ها مؤثر باشد.

تشکر و قدردانی

تحقیق حاضر حاصل یافته‌های رساله دکتری، مصوب دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر می‌باشد. همچنین پژوهشگرها مراتب قدردانی و تشکر خود را از مسئولان محترم آزمایشگاه که در این طرح ما را یاری فرمودند، اعلام می‌دارند.

Reference

1. Riyahi Malayeri, S., Azadnia, A., & Rasaei, M. J. (2019). Effect of eight-week high intensity interval training and resveratrol intake on serum adiponectin and resistin in type 2 diabetic rats. *Iranian Journal of Diabetes and Lipid Disorders*, 18(1), 1–8.
2. Gupta, S., & Sen, U. (2019). More than just an enzyme: Dipeptidyl peptidase-4 (DPP-4) and its association with diabetic kidney remodelling. *Pharmacological Research*, 147, 104391. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2019.104391>
3. Brunton, S. (2014). GLP-1 receptor agonists vs. DPP-4 inhibitors for type 2 diabetes: Is one approach more successful or preferable than the other? *International Journal of Clinical Practice*, 68(5), 557–567. <https://doi.org/10.1111/ijcp.12361>
- Al Madhoun, A., Kochumon, S., Al-Rashed, F., Sindhu, S., Thomas, R., Miranda, L., ... Ahmad, R. (2022). Dectin-1 as a potential inflammatory biomarker for metabolic inflammation in adipose tissue of individuals with obesity. *Cells*, 11(18), 2879. <https://doi.org/10.3390/cells11182879>

و همکاران تفاوت معناداری در سطوح DPP4 پس از تمرینات کوتاه‌مدت گزارش نکرده‌اند که احتمالاً ناشی از تفاوت در طول مدت مداخله، شدت تمرین و ویژگی‌های جمعیت مورد مطالعه (سن، وضعیت متابولیک و سطح فعالیت بدنی پایه) است. در مجموع، به نظر می‌رسد تمرینات استقامتی پیوسته به‌ویژه در شدت‌های متوسط تا بالا، از طریق بهبود حساسیت انسولینی و کاهش التهاب، اثرات کاهشی قابل توجهی بر DPP4 دارند (۱۳).

در ارتباط با NRG1 (نورگولین-۱) نیز یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که تمرین مقاومتی بیشترین افزایش را در سطح این شاخص ایجاد کرده است و سپس تمرینات تناوبی و در نهایت تمرینات استقامتی پیوسته در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. افزایش NRG1 در پاسخ به تمرینات مقاومتی می‌تواند به نقش این فاکتور در رشد، ترمیم و بازسازی عضلات اسکلتی مرتبط باشد. مطالعات Ennequin et al (۲۰۱۵) و Canto et al (۲۰۱۶) نیز بیان کرده‌اند که تمرینات مقاومتی از طریق افزایش مسیرهای پیام‌رسانی مانند ErbB4-PI3K-Akt موجب تحریک بیان NRG1 در عضلات می‌شوند که در بهبود ارتباط عصبی-عضلانی و سازگاری‌های متابولیکی نقش دارد (۱۴).

از سوی دیگر، پژوهش پارک و همکاران نشان داد که تمرینات هوازی نیز می‌توانند از طریق فعال‌سازی مسیر AMPK-PGC-1 α منجر به افزایش بیان NRG1 در بافت عضله شوند، اگرچه میزان این افزایش معمولاً کمتر از تمرینات مقاومتی است. تفاوت در پاسخ NRG1 میان انواع تمرین‌ها احتمالاً به تفاوت در نوع فیبرهای عضلانی درگیر، شدت فشار مکانیکی و میزان تحریک مسیرهای مولکولی مرتبط با هیپرتروفی برمی‌گردد. افزایش NRG1 ممکن است علاوه بر نقش عضلانی، در بهبود عملکرد متابولیکی و حساسیت انسولینی نیز مؤثر باشد. طبق گزارش Pillon et al. (2020)، NRG1 می‌تواند از طریق اثر بر سلول‌های ماهواره‌ای و تحریک میتوکندریوژنز، سازگاری‌های مفیدی در بافت عضله اسکلتی ایجاد کند.

4. Atakan, M. M., Li, Y., Koşar, Ş. N., Turnagöl, H. H., & Yan, X. (2021). Evidence-based effects of high-intensity interval training on exercise capacity and health: A review with historical perspective. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(13), 7201. <https://doi.org/10.3390/ijerph18137201>
5. Caballero-García, A., Villalba, J. M., & López-Belmonte, J. (2020). Effects of exercise training on DPP-4 activity and glucose homeostasis in obese adults: A randomized controlled trial. *Metabolism*, 107, 154234. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2020.154234>
6. Cantó, C., Pich, S., & Nogueiras, R. (2016). Neuregulin signaling and skeletal muscle adaptation to exercise. *Exercise Immunology Review*, 22, 94–104.
7. Caruso, L., Zauli, E., & Vaccarezza, M. (2023). Physical exercise and appetite regulation: New insights. *Biomolecules*, 13(8), 1170. <https://doi.org/10.3390/biom13081170>
8. Castoldi, A., Andrade-Oliveira, V., Aguiar, C. F., Amano, M. T., Lee, J., Miyagi, M. T., ... Câmara, N. O. S. (2017). Dectin-1 activation exacerbates obesity and insulin resistance in the absence of MyD88. *Cell Reports*, 19(11), 2272–2288. <https://doi.org/10.1016/j.celrep.2017.05.059>
9. Chanoine, J. P., Mackelvie, K. J., Barr, S. I., Wong, A. C., Meneilly, G. S., & Elahi, D. H. (2008). GLP-1 and appetite responses to a meal in lean and overweight adolescents following exercise. *Obesity*, 16(1), 202–204. <https://doi.org/10.1038/oby.2007.39>
10. Choi, K., Kim, Y., & Kim, S. (2013). The effect of aerobic exercise training on DPP-4 activity and insulin resistance in overweight women. *Journal of Endocrinology and Metabolism*, 8(3), 112–119. <https://doi.org/10.4021/jem195w>
11. Cortez-Espinosa, N., García-Hernández, M. H., Reynaga-Hernández, E., Cortés-García, J. D., Corral-Fernández, N. E., Rodríguez-Rivera, J. G., ... Portales-Pérez, D. P. (2012). Abnormal expression and function of Dectin-1 receptor in type 2 diabetes mellitus patients with poor glycemic control. *Metabolism*, 61(11), 1538–1546. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2012.03.020>
12. Ennequin, G., Sirvent, P., & Whitham, M. (2015). Exercise training induces NRG1 expression and ErbB receptor activation in skeletal muscle. *European Journal of Applied Physiology*, 115(6), 1207–1216. <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3110-1>
13. Ghoochani, S., Riyahi Malayeri, S., & Daneshjo, A. (2022). Short-term effect of Citrulline Malate supplement on LDH and lactate levels and resistance exercise performance. *Journal of Military Medicine*, 22(4), 154–162.
14. Karstoft, K., Pedersen, B. K., & Solomon, T. P. (2016). The impact of interval versus continuous exercise training on DPP-4 activity in type 2 diabetes. *Diabetologia*, 59(3), 575–583. <https://doi.org/10.1007/s00125-015-3823-6>
15. Kumar, A., Wang, J., Esterly, A., Radcliffe, C., Zhou, H., Wyk, B. V., ... Zapata, H. J. (2023). Dectin-1 stimulation promotes a distinct inflammatory signature in the setting of HIV infection and aging. *Aging*, 15(16), 7866–7908. <https://doi.org/10.18632/aging.204927>

*Original Article***Effects of Different Types of Resistance Training, Continuous Endurance Training, and Interval Training on DPP4 and NRG1 Levels in Overweight Women**

Received: 03/10/2025 - Accepted: 03/01/2026

Leila Nooriaein¹
Valiollah Shahedi^{2*}
Yaser Kazemzadeh³
Sanaz Mirzayan shanjani⁴
Sajad Arshadi⁵

¹ PhD student in exercise physiology, Department of Exercise Physiology, Islamshahr Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

² Assistant Professor of Exercise Physiology, Department of Physical Education and Sport Sciences, Parand Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

³ Department of Sport Physiology, Faculty of Physical Education, Islamic Azad University, Islamshahr Branch, Tehran, Iran.

⁴ Assistant Professor of Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Islamshahr Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

⁵ Associate Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Email: Dr.shahedi@iau.ac.ir

Abstract

Introduction: Overweight and obesity are among the major public health challenges in today's mechanized and sedentary world, threatening the health of large segments of society. The present study aimed to examine the effects of eight weeks of resistance training, continuous endurance training, and interval endurance training on dipeptidyl peptidase-4 (DPP4) and neuregulin-1 (NRG1) levels in overweight women.

Methods: The statistical population of this study included all overweight women residing in District 9 of Tehran. From this population, 40 women aged 25–35 years with a body mass index (BMI) between 25 and 30 kg/m² were voluntarily and conveniently recruited to participate in the study. Participants were randomly assigned to four groups: resistance training (n = 10), continuous endurance training (n = 10), interval endurance training (n = 10), and control (n = 10). The training groups followed their respective exercise protocols for eight weeks, three sessions per week. Data related to the dependent variables were collected through blood sampling conducted 48 hours before the onset of the intervention and 48 hours after completion of the 8-week training period. Fasting blood samples (10 mL) were obtained from the antecubital vein. Data were analyzed using analysis of covariance (ANCOVA) at a 95% confidence level with SPSS version 27.

Results: The results indicated that resistance training, continuous endurance training, and interval aerobic training had significant effects on DPP4 and NRG1 levels in overweight women ($p < 0.05$). Continuous endurance training elicited the greatest reduction in DPP4 levels compared with the other groups, followed by interval training and resistance training; however, the difference between resistance and interval training was not statistically significant. In contrast, resistance training produced the greatest increase in NRG1 levels compared with the other groups, followed by interval training and continuous endurance training, with no significant difference observed between the resistance and interval training groups.

Conclusion: Overall, the findings demonstrate that resistance training, continuous endurance training, and interval aerobic training all lead to improvements in the studied biomarkers. Nevertheless, for certain indices, these effects appear to be more strongly influenced by exercise intensity.

Keywords: Interval endurance training; Continuous endurance training; Resistance training; DPP4; NRG1