University of Birjand

Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport Research Paper

Fall 2021, 9(19), 102-112

Received: Sep 14, 2019 Accepted: Feb 22, 2020

Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport

Effects of 8 weeks resistance training with two different intensities on plasma levels of resistin and insulin resistance in obese elderly women

Tarlan Vafaei[1], Mandana Gholami[2]*

1. MSc of Physical Education and Sport Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Associate Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Abstract

Background and Aim: Resistin is an adipose tissue derived adipokines that play important role in obesity and insulin resistance. The aim of present study was to investigate the effects of 8 weeks resistance training with two different intensities on serum levels of resistin and insulin resistance in obese elderly women. **Materials and Methods**: Thirty obese elderly women (mean age of 64.5±3.64 years and body mass index of 31.8±1.02 kg/m^2) randomly divided into 3 groups including control, low intensity resistance training (LIRT), and high intensity resistance training (HIRT) groups and each group consisted of 10 subjects. The HIRT (80% of one repetition maximum) and LIRT (30% of one repetition maximum) performed for 8 weeks, 3 sessions per week while control group did not participate in any training program. Blood sampling collected in both pre and post-test stages and then resistin levels and insulin resistance were measured. The data analyzed by analysis of covariance and Tukey post hoc tests at the significant level of $p<0.05$. **Results**: Rresistin levels between different groups were not significant ($p=0.29$); however, decreased insulin resistnace and body fat percent were observed in the LIRT and HIRT groups compared to control group ($p=0.001$). **Conclusion**: Resistance training with low and high intensity independent of changes at the resistin levels is accompanied by the favorable changes in the metabolic condition in obese elderly women.

Keywords: Resistance training, Adipokines, Resistin, Aging.

Cite this article:

Vafaei, T., & Gholami, M. (2021). Effects of 8 weeks resistance training with two different intensities on plasma levels of resistin and insulin resistance in obese elderly women. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport, 9***(19), 102-112.**

***Coressponding Author, Address: Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Literature, Humanities and Social Sciences, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Daneshgah Blvd, Tehran, Iran;**

Email: m.gholami@srbiau.ac.ir

https://doi.org/10.22077/jpsbs.2020.2796.1512

نشریه مطالعات کاربردی علوم‌زیستی در ورزش
مقاله پژوهشی
پاییز ۱۴۰۰، دوره ۹، شماره ۱۹، ص ۱۱۲-۱۰۲
تاریخ دریافت: ۹۸/۰۶/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۲/۰۳
دانشگاه بیرجند
نشریه مطالعات کاربردی علوم زیستی در ورزش

تاثیر ۸ هفته تمرین مقاومتی با دو شدت مختلف بر سطوح پلاسمایی رزیستین و مقاومت به انسولین در زنان سالمند چاق

ترلان وفایی[۱]، ماندانا غلامی[۲*]

۱. کارشناس ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.
۲. دانشیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: رزیستین یکی از آدیپوکاین‌های مترشحه از بافت چربی است که نقش مهمی در چاقی و مقاومت به انسولین ایفا می‌کند. هدف از اجرای مطالعه حاضر، بررسی تاثیر ۸ هفته تمرین مقاومتی با دو شدت مختلف بر سطوح رزیستین و مقاومت به انسولین در زنان سالمند چاق بود. **روش تحقیق:** تعداد ۳۰ زن سالمند چاق (میانگین سنی ۶۴/۵±۳/۶۴ سال و شاخص توده بدن ۳۱/۸±۱/۰۲ کیلوگرم/مترمربع) به صورت تصادفی در سه گروه ۱۰ تایی شامل گروه کنترل، تمرین مقاومتی با شدت کم و تمرین مقاومتی شدید تقسیم‌بندی شدند. تمرین مقاومتی شدید (۸۰ درصد یک تکرار بیشینه) و تمرین مقاومتی با شدت کم (۳۰ درصد یک تکرار بیشینه) به مدت ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته اجرا شد و گروه کنترل در هیچ تمرین ورزشی شرکت نکرد. خونگیری در دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون صورت گرفت و در ادامه سطوح رزیستین و میزان مقاومت به انسولین اندازه‌گیری شد. سپس داده‌ها با آزمون تحلیل کوواریانس و آزمون توکی در سطح معنی داری p<۰/۰۵ تجزیه و تحلیل گردید. **یافته‌ها:** تغییرات رزیستین بین گروه‌های مختلف معنی دار نبود (p=۰/۲۹)؛ با وجود این، کاهش معنی دار مقاومت به انسولین و درصد چربی بدن در گروه تمرین مقاومتی با شدت کم و شدید در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد (p=۰/۰۰۱). **نتیجه‌گیری:** تمرین مقاومتی با شدت های کم و زیاد و مستقل از تغییرات در سطوح رزیستین، با تغییرات مطلوبی در وضعیت متابولیک زنان سالمند چاق همراه است.

واژه‌های کلیدی: تمرین مقاومتی، آدیپوکاین‌ها، رزیستین، سالمندی.

*نویسنده مسئول، آدرس: تهران، بلوار دانشگاه، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، دانشکده ادبیات، علوم انسانی و اجتماعی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی؛
پست الکترونیک: m.gholami@srbiau.ac.ir

https://doi.org/10.22077/jpsbs.2020.2796.1512

مقدمه

چاقی با پیامدهای سلامتی زیان باری همراه است که از آنها به عنوان بیماری‌های همراه چاقی یاد می‌شود. از جمله مهم ترین آنها می‌توان به بیماری پرفشار خونی، اختلال در چربی، مقاومت به انسولین، دیابت نوع ۲ و همچنین بیماری کبد چرب اشاره کرد؛ مواردی که در نهایت به افزایش خطر بروز بیماری‌های قلبی- عروقی منجر می‌گردند (اوپادهیای[1] و دیگران، ۲۰۱۸). امروزه اهمیت چاقی در سالمندی نیز توجه زیادی را به خود معطوف کرده است که شاید به دلیل تاثیرات متفاوت چاقی بر میزان مرگ و میر افراد سالمند در مقایسه با افراد جوان باشد (زامبونی[2] و دیگران، ۲۰۰۵). در رابطه با شیوع چاقی در سالمندان گزارش شده است که در برخی کشورها از جمله ایالات متحده، حدود یک سوم بزرگسالان ۶۰ سال و بالاتر، دچار چاقی هستند و این آمار بسیار نگران کننده‌ای است (استار و بالس[3]، ۲۰۱۵). یکی از پیامدهای عمده سالمندی، جایگزینی بافت چربی با توده خالص بدن است، به گونه ای که افراد سالمند در مقایسه با افراد جوان، بازاء هر میزان شاخص توده بدن[4] (BMI) معین، دارای درصد چربی به مراتب بیشتری هستند (الیا[5]، ۲۰۰۱). برخی محققان اثرات پاتولوژیک چاقی را به تغییرات در سطوح عوامل مترشحه از بافت چربی نسبت می‌دهند که به عنوان آدیپوکاین[6] نامگذاری شده‌اند (اوهاشی[7] و دیگران، ۲۰۱۴). بافت چربی انواع مختلفی از آدیپوکاین‌ها را ترشح می‌کند که می‌توانند به صورت پاراکرین، اتوکرین و اندوکرین[8] عمل کنند. به نظر می‌رسد که آدیپوکاین‌هایی از جمله آدیپونکتین[9]، رزیستین[10]، لپتین[11]، پروتئین جاذب شیمیایی مونوسیت-۱[12] (MCP1)، اینترلوکین- ۶[13] (IL-6) و IL-8 نقش تنظیمی مهمی را در فرآیندهای درگیر در پاتوفیزیولوژی چاقی و مقاومت انسولین بازی می‌کنند (نیلسن[14] و دیگران، ۲۰۰۹). در بین انواع مختلف آدیپوکاین‌ها، رزیستین بواسطه نقش حیاتی در متابولیسم انرژی و تعامل آن با اختلالات متابولیک مانند دیابت و چاقی، توجه زیادی را به خود معطوف کرده است (تان[15] و دیگران، ۲۰۱۱). برای نخستین بار رزیستین در سال ۲۰۰۱ به عنوان یک پروتئین ۱۲/۵ کیلودالتونی شناسایی شد، از ۱۰۸ اسید آمینه در انسان‌ها و ۱۱۴ اسید آمینه در موش‌ها تشکیل شده است و توسط ماکروفاژها، آدیپوسیت‌ها[16] و انواع دیگر سلول‌ها تولید و ترشح می‌شود (کوندی[17] و دیگران، ۲۰۱۱). بافت چربی احشایی، عمده‌ترین منبع تولید رزیستین در مقایسه با سایر منابع چربی است و برآورد شده است که تولید رزیستین بوسیله بافت چربی امنتال[18] شکمی انسان، ۲/۵ برابر بیشتر از رزیستین تولیدی بوسیله بافت چربی زیرپوستی است (ژانگ[19] و دیگران، ۲۰۱۷). سطوح پلاسمایی رزیستین در چاقی و دیابت افزایش می‌یابد و مطالعات صورت گرفته، همبستگی مثبتی بین سطوح رزیستین و BMI را نشان داده‌اند (بادوئر[20] و دیگران، ۲۰۱۵). در واقع، سطوح پلاسمایی رزیستین به صورت مثبتی با چاقی و سایر اختلالات مرتبط با سندرم متابولیک تنظیم می‌شود (کرسیاک[21] و دیگران، ۲۰۱۲). در مقابل، گزارش شده است کاهش وزن به کاهش سطوح رزیستین منجر می‌شود و با کاهش التهاب سیستمیک همراه است (چن[22] و دیگران، ۲۰۱۴). از آنجا که افزایش وزن از عدم تعادل انرژی دریافتی و انرژی مصرفی ناشی می‌شود، هدف قرار دادن هر دو بخش هموستاز انرژی برای رسیدن و حفظ کاهش وزن قابل توجه، ضروری به نظر می‌رسد (بوستانی کاری[23] و دیگران، ۲۰۱۱). در این راستا، نقش تمرین ورزشی به عنوان یک عامل تاثیرگذار در کاهش توده چربی تایید شده است (استانفورد و گودیر[24]، ۲۰۱۶).

با توجه به ارتباط بین توده چربی و سطوح رزیستین، پیدایش تغییرات در سطوح رزیستین متعاقب کاهش درصد چربی که پس از تمرینات ورزشی منظم دیده می شود؛ موضوعی بدیهی است. در این راستا، گزارش شده است که تمرین ورزشی منجر به کاهش معنی دار سطوح رزیستین گردش خون می‌شود، تغییراتی که با بهبود مقاومت به انسولین و ترکیب بدنی همراه است (کادوغلو[25] و دیگران، ۲۰۰۷). بررسی‌های صورت گرفته نشان داده اند که انواع مختلف تمرینات ورزشی (هوازی، مقاومتی، و ترکیبی) دارای تاثیرات متفاوتی بر سطوح رزیستین هستند. از جمله گزارش گردیده که بر خلاف تمرین هوازی و ترکیبی، تمرین مقاومتی تاثیری بر سطوح رزیستین در زنان دارای اضافه وزن و چاق ندارد (شفیعی و شریفی، ۲۰۱۷)؛ از طرفی هم شدت های مختلف تمرین (تداومی با شدت متوسط در برابر تناوبی شدید) بر سطوح رزیستین تاثیر متفاوتی نداشته است (سوری و دیگران، ۲۰۱۶). در این بین، هر چند تاثیر شدت‌های مختلف تمرین مقاومتی بر سطوح

1. Upadhyay
2. Zamboni
3. Starr & Bales
4. Body mass index
5. Elia
6. Adipokine
7. Ohashi
8. Paracrine, Autocrine and Endocrine
9. Adiponectin
10. Resistin
11. Leptin
12. Monocyte chemoattractant protein1-
13. Interleukin6-
14. Nielsen
15. Than
16. Adipocytes
17. Conde
18. Omental
19. Zhang
20. Badoer
21. Krysiak
22. Chen
23. Boustany-Kari
24. Stanford & Goodyear
25. Kadoglou

رزیستین کمتر مطالعه شده است؛ گزارش های موجود بر این نکته تاکید دارند که تاثیر مثبت تمرین مقاومتی در افراد سالمند، به شدت تمرین بستگی دارد، به گونه ای که تاثیر تمرین مقاومتی شدید نسبت به تمرین مقاومتی با شدت متوسط، بیشتر است (عزیز بیگی و دیگران، ۲۰۱۵). با توجه به این که تمرین مقاومتی شدید در مقایسه با تمرین مقاومتی کم شدت، با کاهش بیشتر و معنی دار وزن بدن و درصد چربی بدن همراه است (فاتوروس[1] و دیگران، ۲۰۰۵)؛ و این واقعیت که بافت چربی یکی از جایگاه‌های اصلی ترشح رزیستین است (ژانگ و دیگران، ۲۰۱۷)؛ به نظر می‌رسد شدت‌های مختلف تمرین مقاومتی دارای تاثیرات متفاوتی بر سطوح رزیستین باشند. در کل، شواهد موجود در این زمینه اندک و بعضا ناهمسو هستند و این وضعیت دال بر ضرورت انجام مطالعات بیشتر در این زمینه می باشد. بر همین اساس، مطالعه حاضر با هدف بررسی تاثیر ۸ هفته تمرین مقاومتی با شدت کم و زیاد، بر سطوح پلاسمایی رزیستین و مقاومت به انسولین در زنان سالمند چاق به اجرا درآمد.

روش تحقیق

جامعه آماری مطالعه حاضر را زنان سالمند چاق منطقه ۲ تهران با دامنه سنی بین ۶۰ تا ۷۵ سال تشکیل دادند. پس از انجام اطلاع رسانی، از بین افراد واجد شرایط تعداد ۳۰ زن سالمند چاق به عنوان آزمودنی انتخاب شدند. در مطالعه حاضر، نمونه‌گیری به صورت هدفمند از بین افراد در دسترس توسط محقق صورت گرفت و همه آزمودنی‌ها به صورت داوطلبانه در مطالعه حاضر شرکت کردند. به منظور فراخوان افراد داوطلب و واجد شرایط برای شرکت در مطالعه، نخست در چندین مکان عمومی و باشگاه ورزشی منطقه ۲ تهران اطلاع رسانی شد. از بین افراد داوطلب مراجعه کننده، نهایتاً ۳۰ نفر به عنوان نمونه آماری جهت شرکت در مطالعه پیش رو انتخاب شدند. تمامی آزمودنی‌ها قبل از آغاز برنامه تمرین ورزشی برای شرکت در یک جلسه توجیهی به باشگاه ورزشی فراخوانده شدند و در این جلسه، چگونگی اجرای برنامه تمرین مقاومتی، معایب و اثرات مثبت احتمالی آن بازگو گردید. در نهایت، با توجه به کلیه جوانب، از افرادی که با شرایط شرکت در مطالعه حاضر موافق بودند، خواسته شد که رضایت نامه کتبی آگاهانه را امضا کنند. در مرحله بعد، شرکت کنندگان به صورت تصادفی در سه گروه ۱۰ تایی شامل گروه کنترل، تمرین مقاومتی با شدت کم، و تمرین مقاومتی با شدت زیاد تقسیم‌بندی شدند.

معیارهای ورود و خروج از مطالعه: معیارهای در نظر گرفته شده برای ورود آزمودنی‌ها به مطالعه حاضر عبارت بودند از: شاخص توده بدن بیشتر از ۳۰ و کمتر از ۳۵ کیلوگرم بر مترمربع، شرکت نکردن در برنامه‌های تمرین ورزشی منظم در دو سال قبل از مطالعه، و عدم محدودیت جسمانی برای شرکت در تمرینات ورزشی (که از طریق ارزیابی جسمانی، بررسی سوابق پزشکی و مصاحبه تعیین شد)، امضا کردن فرم رضایت نامه آگاهانه، عدم ابتلا به بیماری‌های مختلف از قبیل پرفشار خونی، بیماری‌های قلبی - عروقی، دیابت نوع ۲ و بیماری‌های سیستمیک[2] و بدخیم از جمله سرطان (که با بررسی‌های پزشکی و سوابق پزشکی آزمودنی‌ها محرز شد)، عدم مصرف دخانیات، دارو یا مکمل غذایی طی دو ماه قبل از تحقیق، و دامنه سنی ۶۰ تا ۷۵ سال. با توجه به این که یکی از گروه‌های مطالعه باید در تمرین مقاومتی با شدت زیاد (۸۰ درصد 1RM) شرکت می‌کرد، از طریق مصاحبه اطمینان حاصل شد که آزمودنی‌ها به پوکی استخوان مبتلا نیستند و مشکلی برای اجرای حرکات ورزشی ندارند. لازم به ذکر است که بر اساس مطالعات قبلی، شرکت در تمرین مقاومتی شدید برای افراد سالمند سالم محدودیتی ندارد و تمرین مقاومتی شدید برای این افراد ایمن تشخیص داده شده است (سینگ[3] و دیگران، ۲۰۰۵). از طرف دیگر، به عنوان معیارهای خروج از مطالعه، در صورت عدم تمایل به ادامه کار، غیبت در جلسات تمرین ورزشی، مصرف هرگونه دارو یا مکمل در طول مطالعه، و بروز هرگونه بیماری به غیر از چاقی؛ داوطلبان از تحقیق کنار گذاشته شدند.

برنامه تمرین مقاومتی شدید و کم شدت: هر یک از آزمودنی‌های گروه تمرین در برنامه ورزشی ۸ هفته‌ای، ۳ جلسه در هفته شرکت کردند. هر جلسه برنامه تمرین مقاومتی شامل مرحله گرم کردن (به مدت ۱۵ دقیقه)، بدنه اصلی تمرین (تمرین مقاومتی حدود ۲۰ دقیقه) و مرحله سرد کردن (به مدت ۱۰ دقیقه) بود. تمرینات مقاومتی در یک گروه با شدت زیاد معادل ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه[4] (1RM) و در گروه دیگر با شدت کم معادل ۳۰ درصد 1RM به اجرا درآمدند. حرکات اجرا شده شامل حرکات پرس سینه، پرس سرشانه، کشش جانبی از پهلو، باز کردن زانو، خم کردن زانو، جلو بازو، پشت بازو، و دراز و نشست بود. هر دو گروه تمرینات را تا حد خستگی اجرا کردند. حداقل تعداد تکرار برای گروه با شدت کم ۲۰ تکرار و برای گروه با شدت زیاد ۸ تکرار در یک نوبت (ست) در

1. Fatouros
2. Systemic diseases
3. Singh
4. One repetition maximum

نظر گرفته شد (جدول ۱). برای رعایت اصل اضافه بار، پس از هر ۴ هفته تمرین، آزمون 1RM از آزمودنی‌ها گرفته شد تا در صورت پیشرفت، میزان بار اعمال شده افزایش یابد. گروه کنترل نیز پس از انجام پیش آزمون، هیچ‌گونه تمرین مقاومتی انجام نداد و برنامه معمول خود را دنبال کردند (رشیدی و دیگران، ۲۰۱۹؛ سینگ[1] و دیگران، ۲۰۰۵).

جدول ۱. جزئیات برنامه تمرین مقاومتی هشت هفته‌ای

گروه	تعداد تکرارها	تعداد نوبت ها	شدت تمرین
تمرین مقاومتی با شدت کم	>۲۰	۱	۳۰ درصد 1RM
تمرین مقاومتی با شدت زیاد	>۸	۱	۸۰ درصد 1RM

تجزیه و تحلیل بیوشیمیایی نمونه‌های خونی و سنجش متغیرها: از آزمودنی‌ها خواسته شد تا پس از ناشتایی شبانه (حداقل ۱۲ ساعت) برای خونگیری در مرحله پیش آزمون به آزمایشگاه مراجعه کنند. از تمامی آزمودنی ۵ میلی‌لیتر خون از ورید بازویی به منظور سنجش گلوکز، انسولین و رزیستین اخذ گردید. شاخص‌های قد و وزن با استفاده از ترازو و قدسنج سنجیده شدند و ۵ روز بعد از اندازه‌گیری‌های اولیه، برنامه تمرین مقاومتی آغاز شد. در انتهای برنامه تمرینی، آزمودنی‌ها ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین مقاومتی (برای از بین رفتن اثرات حاد جلسه آخر تمرین)، برای خونگیری در مرحله پس آزمون همانند مرحله پیش آزمون حاضر شدند. نمونه‌های خونی به درون لوله فالکون حاوی EDTA[2] ریخته و به منظور جداسازی پلاسما، سانتریفیوژ شدند. پلاسمای به دست آمده به منظور انجام آزمایشات بعدی در دمای ۸۰- نگهداری شد. برای اندازه‌گیری سطوح گلوکز خون از کیت شرکت پارس آزمون، ساخت ایران استفاده شد. سطوح رزیستین نیز با استفاده از کیت الایزا[3] ساخته شده توسط شرکت biovendor با شماره کاتالوگ RD191016100 و حساسیت ۰/۰۱۲ نانوگرم/ میلی‌لیتر سنجیده شد. سطوح انسولین نیز با کیت الایزا شرکت مرکودیا[4] با شماره کاتالوگ 10-1132-01 و حساسیت ۰/۱۵ میکرو واحد/ لیتر اندازه‌گیری شد. تمامی اندازه‌گیری‌های فوق مطابق با دستوالعمل شرکت سازنده کیت انجام گردید.

روش های آماری: تمامی یافته‌ها با نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ تجزیه و تحلیل شد. در مرحله نخست به منظور اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده‌ها، از آزمون شاپیرو - ویلک[5] و برای ارزیابی میزان همگنی واریانس‌ها، از آزمون لون[6] بهره برداری گردید. پس از تایید، مقایسه تغییرات بین گروهی (گروه‌های کنترل، تمرین مقاومتی با شدت کم، و تمرین مقاومتی شدید) با آزمون پارامتریک تحلیل کوواریانس[7] (ANCOVA) صورت گرفت. در صورت مشاهده اختلاف معنی دار بین گروه‌ها، از آزمون تعقیبی توکی[8] برای مقایسه‌های زوجی گروه ها استفاده شد. تغییرات درون گروهی متغیرها با آزمون t وابسته بررسی گردید. در تمام مراحل تجزیه و تحلیل داده‌ها، سطح معنی داری $p<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

یافته ها

در جدول ۲ ، مشخصات سن، سطوح گلوکز، انسولین، مقاومت به انسولین، و درصد چربی بدن آزمودنی‌ها در گروه‌های مختلف در دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون توصیف (میانگین± انحراف معیار) و مقایسه شده است.

نتایج آزمون تحلیل کوواریانس برای مقاومت به انسولین نشان داد که تفاوت معنی داری بین گروه‌های مختلف وجود دارد (p=۰/۰۰۱، F=۱۵/۸۴). نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد که میزان مقاومت به انسولین در گروه تمرین کم شدت (p=۰/۰۰۱، MD=-۰/۳۵) و تمرین شدید (p=۰/۰۰۱، MD=-۰/۴۵) در مقایسه با گروه کنترل به صورت معنی داری کاهش یافته است. بررسی تغییرات درون گروهی مقاومت به انسولین، کاهش معنی دار مقاومت به انسولین را در گروه تمرین مقاومتی کم شدت (p=۰/۰۰۲) و تمرین مقاومتی شدید (p=۰/۰۰۱) نشان داد. علاوه بر این، سطوح

1. Singh
2. Ethylenediaminetetraacetic acid
3. Elisa
4. Mercodia
5. Shapiro-Wilk
6. Levene
7. Analysis of covariance
8. Tukey

جدول ۲. توصیف (میانگین±انحراف معیار) و مقایسه متغیرهای وابسته تحقیق در گروه های مختلف

متغیرها	گروه‌ها	پیش آزمون	پس آزمون	p (t وابسته)	P (تحلیل کوواریانس)
سن (سال)	کنترل	۶۵/۵۸ ± ۴/۵۲		---	---
	تمرین مقاومتی کم شدت	۶۳/۷۲ ± ۲/۸۶			
	تمرین مقاومتی شدید	۶۴/۳۳ ± ۳/۴۹			
رزیستین (نانوگرم/میلی‌لیتر)	کنترل	۱۰/۶۷ ± ۲/۴۴	۱۰/۴۲ ± ۲/۵۹	۰/۵۵	۰/۲۹
	تمرین مقاومتی کم شدت	۹/۸۸ ± ۲/۲۶	۱۰/۲۴ ± ۲/۴۱	۰/۲۶	
	تمرین مقاومتی شدید	۱۱/۳۴ ± ۲/۷۵	۱۰/۷۲ ± ۲/۱۱	۰/۰۸	
گلوکز (میلی‌گرم/دسی‌لیتر)	کنترل	۱۰۶/۴۰ ± ۶/۳۹	۱۰۸/۳۰ ± ۷/۳۳	۰/۲۴	<۰/۰۰۱
	تمرین مقاومتی کم شدت	۱۱۴/۲۰ ± ۹/۹۳	۱۰۷/۸۰ ± ۸/۰۳	۰/۰۰۲	
	تمرین مقاومتی شدید	۱۱۱/۳۰ ± ۸/۸۸	۱۰۴/۲۰ ± ۸/۷۴	<۰/۰۰۱	
انسولین (میکرو واحد/میلی‌لیتر)	کنترل	۸/۶۲ ± ۱/۳۶	۸/۷۷ ± ۱/۷۹	۰/۵۷	۰/۰۰۸
	تمرین مقاومتی کم شدت	۸/۲۴ ± ۱/۳۶	۷/۵۶ ± ۱/۲۷	۰/۰۴	
	تمرین مقاومتی شدید	۷/۸۳ ± ۰/۹۱	۶/۹۶ ± ۰/۶۸	<۰/۰۰۱	
مقاومت به انسولین (HOMA-IR)	کنترل	۲/۲۶ ± ۰/۴۰	۲/۳۳ ± ۰/۴۹	۰/۳۵	<۰/۰۰۱
	تمرین مقاومتی کم شدت	۲/۳۳ ± ۰/۵۳	۲/۰۴ ± ۰/۴۳	۰/۰۰۲	
	تمرین مقاومتی شدید	۲/۱۵ ± ۰/۳۶	۱/۷۹ ± ۰/۲۷	<۰/۰۰۱	
چربی بدن (درصد)	کنترل	۳۷/۳۹ ± ۱/۴۴	۳۷/۵۴ ± ۱/۳۴	۰/۲۹	<۰/۰۰۱
	تمرین مقاومتی کم شدت	۳۹/۴۸ ± ۲/۰۷	۳۸/۳۳ ± ۱/۹۹	<۰/۰۰۱	
	تمرین مقاومتی شدید	۳۷/۹۱ ± ۳/۰۲	۳۷/۱۱ ± ۳/۰۳	<۰/۰۰۱	

گلوکز در گروه تمرین مقاومتی شدید (p=۰/۰۰۱) و کم شدت (p=۰/۰۰۲) کاهش معنی داری را نشان داد. کاهش معنی دار سطوح انسولین نیز در گروه تمرین مقاومتی شدید (p=۰/۰۰۱) و تمرین مقاومتی کم شدت (p=۰/۰۴) مشاهده شد. بررسی تغییرات بین گروهی سطوح رزیستین با آزمون تحلیل کوواریانس نشان داد که بین گروه‌های مختلف تفاوت معنی داری وجود ندارد (F=۱/۲۶ ،p=۰/۲۹) و ۸ هفته تمرین مقاومتی با شدت کم و زیاد تاثیر معنی‌داری بر سطوح رزیستین در زنان سالمند چاق ندارد. درصد تغییرات غیر معنی دار سطوح پلاسمایی رزیستین در گروه‌های کنترل، تمرین مقاومتی کم شدت و تمرین مقاومتی شدید به ترتیب برابر با ۲/۳۹-، ۳/۶۴ و ۵/۴۶- درصد بود (جدول ۲).

نتایج آزمون تحلیل کوواریانس برای درصد چربی بدن نیز تفاوت معنی داری را بین گروه‌های مطالعه نشان داد (F=۳۲/۰۸ ،p=۰/۰۰۱). نتایج آزمون تعقیبی توکی نشان داد که درصد چربی بدن در گروه تمرین کم شدت (p=۰/۰۰۱، MD=-۱/۲۳) و تمرین شدید (p=۰/۰۰۱، MD=-۰/۹۳) در مقایسه با گروه کنترل به صورت معنی داری کاهش یافته است. نتایج آزمون t وابسته برای بررسی تغییرات درون گروهی درصد چربی بدن نیز کاهش معنی دار درصد چربی بدن را در گروه تمرین مقاومتی کم شدت (p=۰/۰۰۱) و تمرین مقاومتی شدید (p=۰/۰۰۱) نشان داد (جدول ۲).

بحث

یافته اصلی مطالعه حاضر این بود که ۸ هفته تمرین مقاومتی با شدت کم یا زیاد با تغییر معنی داری در سطوح پلاسمایی رزیستین همراه نیست. با وجود این، میزان مقاومت به انسولین و درصد چربی بدن در هر دو گروه تمرینی نسبت به گروه کنترل، کاهش معنی داری پیدا کرد. همسو با یافته‌های حاضر، برخی مطالعات صورت گرفته نشان داده‌اند که سطوح رزیستین به دنبال تمرینات ورزشی بدون تغییر می‌ماند (بنائی‌فر و دیگران، ۲۰۱۷؛ اورزی[1] و دیگران، ۲۰۱۹). با وجود این، برخی محققان نیز برخلاف یافته‌های حاضر نشان داده‌اند که

1. Urzi

تمرین ورزشی منجر به کاهش (پرستس[1] و دیگران، ۲۰۰۹؛ ۲۰۱۸) و حتی افزایش (اعظمیان و قرهخانی، ۲۰۱۳) سطوح رزیستین می‌شود. ناهمسویی یافته‌ها در رابطه با تاثیر تمرینات ورزشی بر سطوح رزیستین را می‌توان به عوامل مختلفی بویژه تفاوت در مدت زمان دوره تمرین ورزشی، شدت و نوع برنامه تمرین ورزشی اجرا شده، وضعیت سلامتی آزمودنی‌ها (چاق، دارای اضافه وزن، سالم، دیابتی و ...)، تفاوت‌های فردی و حتی جنسیت آزمودنی‌ها نسبت داد.

در تایید یافته‌های حاضر، اورزی و دیگران (۲۰۱۹) گزارش کرده‌اند که ۱۲ هفته تمرین مقاومتی با باندهای کشی، تاثیر معنی داری بر سطوح پلاسمایی رزیستین در زنان سالمند دارای اضافه وزن و چاق ندارد و این محققان عنوان نموده‌اند که احتمالاً دوره‌های تمرین ورزشی طولانی‌تر از ۳ ماه برای مشاهده کاهش معنی دار در سطوح میانجی‌های التهابی از قبیل رزیستین نیاز است. همانند مطالعه حاضر، اورزی و دیگران (۲۰۱۹) گزارش کرده‌اند که به دلیل تعداد پایین آزمودنی‌ها در گروه‌های مورد مطالعه، یافته‌ها دارای توان آماری پایینی هستند و اجرای مطالعات مشابه با تعداد بیشتری از آزمودنی برای مطالعات آتی توصیه می‌شود. متاسفانه در مطالعه حاضر نیز به دلیل محدودیت‌های موجود از قبیل محدودیت امکانات و منابع مالی، امکان بررسی نمونه‌های بیشتر میسر نبود. در تایید فرضیه اورزی و دیگران (۲۰۱۹) مبنی بر تاثیرگذاری دوره‌های طولانی‌تر تمرین مقاومتی در کاهش سطوح رزیستین، برخی مطالعات صورت گرفته نشان داده‌اند که ۱۶ هفته تمرین ورزشی مقاومتی منجر به کاهش معنی دار سطوح پلاسمایی رزیستین در زنان سالمند می‌شود (پرستس و دیگران، ۲۰۰۹). در مطالعه‌ای دیگر، خانا[2] و دیگران (۲۰۱۷) نیز عدم تغییر معنی دار سطوح رزیستین را بعد از ۱۲ هفته تمرین مقاومتی دایره‌ای به همراه رژیم غذایی (روزانه ۱۲۰۰ کیلوکالری در هفته اول و روزانه ۱۵۰۰ کیلوکالری برای ۱۱ هفته بعد) در زنان میانسال چاق گزارش کرده اند، تغییراتی که خود با کاهش معنی دار درصد چربی بدن همراه بوده است. یافته‌های حاضر و مطالعات ارائه شده بیانگر آن است که ارتباطی بین سطوح رزیستین با درصد چربی بدن و مقاومت به انسولین وجود ندارد. در این رابطه، رینهر[3] و دیگران (۲۰۰۶) در مطالعه‌ای به بررسی تغییرات وزن بدن و سطوح رزیستین طی دوره‌ای یک ساله در کودکان چاق تحت مداخله تمرین ورزشی، رژیم‌های غذایی و درمان‌های رفتاری پرداخته‌اند. این محققان تغییرات معنی دار وزن بدن را بدون تغییر معنی‌دار در سطوح رزیستین نشان دادند. علاوه بر این، رینهر و دیگران (۲۰۰۶) عنوان کرده اند که همبستگی معنی داری بین تغییرات در سطوح رزیستین و تغییرات BMI، درصد چربی بدن، نسبت دور کمر به باسن (WHR) و همچنین شاخص مقاومت به انسولین وجود ندارد (رینهر و دیگران، ۲۰۰۶)؛ نتایجی که یافته‌های حاضر را تایید می‌کنند.

یافته اصلی مطالعه حاضر این بود که با وجود کاهش سطوح رزیستین در گروه تمرین مقاومتی با شدت زیاد (۵/۴۶-) و افزایش اندک آن در گروه تمرین مقاومتی با شدت کم (۳/۶۴)، تفاوت معنی داری بین سطوح پلاسمایی رزیستین این دو گروه وجود ندارد. اگرچه مطالعه مشابهی در رابطه با تاثیر شدت‌های مختلف تمرین مقاومتی بر سطوح رزیستین یافت نشد، برخی محققان عنوان کرده‌اند که تفاوتی بین تغییرات سطوح رزیستین به دنبال تمرین هوازی و تمرین تناوبی شدید وجود ندارد (سوری و دیگران، ۲۰۱۶). مطالعات صورت گرفته نشان داده اند که تمرین مقاومتی شدید طولانی مدت (۲۴ هفته) در مقایسه با تمرین مقاومتی کم شدت، می‌تواند تاثیرات معنی‌داری بر ترکیب بدن (درصد چربی بدن و توده خالص بدن) داشته باشد؛ تغییراتی که با بهبود بیشتر آمادگی اسکلتی-عضلانی و همچنین افزایش بیشتر قدرت عضلانی در آزمودنی‌های گروه تمرین مقاومتی شدید همراه هستند (فاتوروس و دیگران، ۲۰۰۵). با وجود این، در مطالعه حاضر درصد چربی بدن بین دو گروه تمرین مقاومتی تفاوت معنی داری نداشت. برخی محققان نیز عنوان کرده‌اند که کاهش بیشتر درصد چربی بدن و افزایش بیشتر توده عضلانی بعد از یک دوره ۱۲ هفته‌ای تمرین مقاومتی شدید در مقایسه با تمرین مقاومتی کم شدت، می‌تواند به بهبود بیشتر نیمرخ لیپیدی آزمودنی‌ها منجر شود و با توجه به یافته‌های فوق، این تاثیرات بیشتر تمرین مقاومتی شدید را می‌توان با کاهش بیشتر توده چربی و افزایش بیشتر توده عضلانی مرتبط دانست (پائولی[4] و دیگران، ۲۰۱۳).

سالمندی با افزایش درصد چربی بدن و کاهش همزمان در توده عضلانی همراه است که منجر به کاهش کیفیت عضلانی (نسبت قدرت به توده عضلانی) می‌شود؛ یعنی تغییراتی که حداقل تا حدودی ناشی از تجمع لیپیدها در درون سلول‌های عضلانی است (بکتاس[5] و دیگران، ۲۰۱۸). در مقابل، یافته‌های حاضر نشان داد که تمرین مقاومتی با شدت کم و زیاد موجب کاهش توده چربی بدن می‌شود که بر اهمیت نقش تمرینات مقاومتی در بهبود ترکیب

1. Prestes
2. Khanna
3. Reinehr
4. Paoli
5. Bektas

بدن و جلوگیری از جایگزینی بافت عضلانی با بافت چربی در افراد سالمند تاکید دارد. همسو با یافته‌های حاضر، در مطالعات قبلی نیز گزارش شده است که تمرین مقاومتی با شدت متوسط و زیاد در افراد سالمند، موجب کاهش میزان توده چربی بدن و افزایش توده خالص بدن می‌شود، ظرفیت عملکردی را بهبود می‌بخشد، و به صورت معنی داری قدرت بالا تنه و پایین تنه را افزایش می‌دهد (مارکوس- پادرو[1] و دیگران، ۲۰۱۹). علاوه بر این، افزایش قدرت و توده عضلانی متعاقب شرکت در تمرینات ورزشی مقاومتی می‌تواند به کاهش خطر افتادن‌ها در سنین بالا کمک کند (دوناث[2] و دیگران، ۲۰۱۶)؛ مواردی که همه بر اهمیت شرکت در تمرینات مقاومتی برای افراد سالمند تاکید دارند. در کل و بر اساس یافته‌های مطالعه حاضر، اجرای تمرین مقاومتی با شدت‌های مختف در افراد سالمند می‌تواند در بهبود ترکیب بدن تاثیرگذار باشد، هرچند تمرین مقاومتی شدید تا حدودی موثرتر است و نیاز به بررسی بیشتر دارد.

با وجود مطالعات اشاره شده، برخی مطالعات برخلاف یافته‌های حاضر نشان داده‌اند که تمرین ورزشی منجر به کاهش معنی دار سطوح رزیستین می‌شود. در یکی از این مطالعات، پرستس و دیگران (۲۰۱۸) گزارش کردند که ۱۶ هفته تمرین مقاومتی در زنان سالمند دارای اضافه وزن و چاق، منجر به کاهش معنی دار سطوح رزیستین می‌شود. دلیل اصلی ناهمسویی با یافته‌های حاضر را می‌توان به مدت زمان بیشتر مداخله ورزشی در مطالعه پرستس و دیگران (۲۰۱۸) در مقایسه با مطالعه حاضر نسبت داد؛ فرضیه ای که توسط مطالعات قبلی نیز مطرح شده است (اورزی و دیگران، ۲۰۱۹). با بررسی مطالعات پیشین می‌توان به این نتیجه رسید که نوع برنامه تمرین ورزشی اجرا شده نیز در تغییرات مشاهده شده در سطوح رزیستین تاثیرگذار است. به نحوی که گزارش شده است که حتی دوره‌های کوتاه مدت تمرین ورزشی هوازی نیز می‌تواند به کاهش معنی دار سطوح رزیستین منجر شود. در تایید این ادعا، عابدی و دیگران (۲۰۱۷) عنوان کرده اند که حتی ۸ هفته تمرین هوازی در زنان میانسال غیرفعال، منجر به کاهش معنی دار سطوح رزیستین می‌شود و کاهش سطوح رزیستین خود با کاهش معنی دار میزان مقاومت به انسولین و درصد چربی بدن همراه است. بر این اساس، نوع متفاوت برنامه تمرین ورزشی یکی از دلایل ناهمسویی یافته‌ها است که البته تایید این ادعا به صورت کامل نیازمند انجام مطالعات بیشتر و مقایسه تاثیر انواع مختلف تمرینات ورزشی بر سطوح رزیستین در زنان سالمند چاق می‌باشد. محققان دلیل اصلی کاهش سطوح رزیستین به دنبال تمرینات هوازی را به مسیرهای سوخت و سازی در طول تمرین ورزشی نسبت داده‌اند و با توجه به ماهیت تمرین هوازی و مصرف بیشتر چربی‌ها در طول این نوع تمرین، افزایش اکسیداسیون اسیدهای چرب و کاهش توده چربی به عنوان یکی از سازوکارهای عمده کاهش سطوح رزیستین بعد از تمرینات هوازی مطرح شده است (جعفری و دیگران، ۲۰۱۷). در تایید این فرضیه برخی محققان عنوان کرده‌اند که کاهش وزن و درصد چربی بدن برای کاهش سطوح رزیستین ضروری است (داوودی و دیگران، ۲۰۱۷). در مطالعه حاضر با وجود کاهش درصد چربی بدن به صورت معنی دار، میزان کاهش در دو گروه تمرین مقاومتی کم شدت (۲/۷۹-) و شدید (۲/۱۱-) قابل ملاحظه نبود و شاید یکی از دلایل معنی دار نبودن تغییرات سطوح رزیستین در گروه‌های تمرین کرده، با کاهش اندک درصد چربی بدن مرتبط باشد.

یافته دیگر مطالعه حاضر این بود که مقاومت به انسولین، انسولین و گلوکز در هر دو گروه تمرین مقاومتی (با شدت کم و زیاد) در مقایسه با گروه کنترل به صورت معنی‌داری کاهش یافت؛ تغییراتی که مستقل از تغییرات در سطوح رزیستین ایجاد شد. این موضع دال بر آن است که احتمالاً سازوکارهای دیگری بر آن تاثیرگذار هستند. بررسی‌های صورت گرفته نشان داده است که بهبود مقاومت به انسولین در نتیجه شرکت در برنامه تمرین ورزشی، با تغییرات در بیان و فعالیت پروتئین‌های درگیر در انتقال پیام انسولین در عضله اسکلتی از قبیل پروتئین کیناز B (Akt) و همچنین افزایش اکسیداسیون لیپیدها مرتبط است (هاولی و لیزارد[3]، ۲۰۰۸). علاوه بر این، برخی محققان بهبود مقاومت به انسولین با تمرین ورزشی را با کاهش توده چربی بدن مرتبط دانسته‌اند (عبدالقادر[4]، ۲۰۱۱) و بر این اساس، کاهش مقاومت به انسولین در مطالعه حاضر در گروه‌های تمرین مقاومتی با شدت کم و زیاد را می‌توان تا حدودی به کاهش توده چربی در این گروه‌ها مرتبط دانست، اما شناسایی سایر سازوکارهای موثر در این رابطه نیازمند مطالعه و بررسی بیشتر است که متاسفانه در مطالعه حاضر مشخص نشده است. در مجموع، باتوجه به حجم اندک نمونه‌های مورد بررسی، عدم کنترل دقیق عواملی از جمله وضعیت‌های تغذیه‌ای آزمودنی‌ها و همچنین عوامل انگیزشی و روانی شرکت کنندگان، توان آماری یافته‌های حاضر پایین است و اجرای مطالعات مشابه با سطوح کنترل

1. Marcos-Pardo
2. Donath
3. Hawley & Lessard
4. Abd El-Kader

بالاتر و روش‌های دقیق‌تر اندازه‌گیری توصیه می‌شود.

نتیجه‌گیری: نتایج حاضر نشان داد که هر چند ۸ هفته تمرین مقاومتی با شدت کم و زیاد می‌تواند منجر به بهبود مقاومت به انسولین و ترکیب بدنی شود، اما تاثیری بر سطوح پلاسمایی رزیستین ندارد. این یافته‌ها بیانگر آن است که تاثیرات مثبت شدت‌های مختلف تمرین مقاومتی می‌تواند مستقل از تغییرات در سطوح رزیستین برای زنان سالمند چاق اتفاق افتد و احتمالاً عوامل و مسیرهای پیام‌رسانی دیگری غیر از رزیستین، تاثیر مثبت تمرین مقاومتی بر وضعیت متابولیک زنان سالمند چاق را میانجی‌گری می‌کند.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ تعارض منافعی گزارش نکرده‌اند.

قدردانی و تشکر

مطالعه حاضر برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد رشته فیزیولوژی ورزشی است و محققان از آزمودنی‌های شرکت کننده نهایت تشکر را دارند. علاوه بر این، از مسؤلین محترم آزمایشگاه رازی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران و بویژه جناب آقای سلیمی، به خاطر کمک‌های بی‌دریغشان نهایت تشکر را داریم.

منابع

Abd El-Kader, S. M. (2011). Aerobic versus resistance exercise training in modulation of insulin resistance, adipocytokines and inflammatory cytokine levels in obese type 2 diabetic patients. *Journal of Advanced Research*, 2**(2), 179-183.**

Abedi, B. K. M., Mehranpour, A., & Sayyah, M. (2017). Effects of eight weeks of aerobic training on resistin levels and insulin resistance in sedentary middle-aged women. *Journal of Kermanshah University of Medical Sciences*, *21***(3), 91-5. [Persian]**

Azamian Jazi, A., Gharekhani, M. (2013). The effect of aerobic exercise training on serum resistin levels and its relation to insulin resistance in overweight older women. *Journal of Applied Exercise Physiology*, *8***(15), 41-52. [Persian]**

Azizbeigi, K., Azarbayjani, M. A., Atashak, S., & Stannard, S. R. (2015). Effect of moderate and high resistance training intensity on indices of inflammatory and oxidative stress. *Research in Sports Medicine*, *23***(1), 73-87.**

Badoer, E., Kosari, S., & Stebbing, M. J. (2015). Resistin, an adipokine with non-generalized actions on sympathetic nerve activity. *Frontiers in Physiology*, *10***(6), 321.**

Banaeifar, A., Taheri, S., Nora, M., & Izadi, M. (2017). The effect of three months of aerobic training on serum levels of adiponectin and resistin in obese men. *Report of Health Care*, *3***(1), 48-55.**

Bektas, A., Schurman, S. H., Sen, R., & Ferrucci, L. (2018). Aging, inflammation and the environment. *Experimental Gerontology*, *105*, **10-18.**

Boustany-Kari, C. M., Jackson, V. M., Gibbons, C. P., & Swick, A. G. (2011). Leptin potentiates the anti-obesity effects of rimonabant. *European Journal of Pharmacology*, *658***(2-3), 270-276.**

Chen, N., Zhou, L., Zhang, Z., Xu, J., Wan, Z., & Qin, L. (2014). Resistin induces lipolysis and suppresses adiponectin secretion in cultured human visceral adipose tissue. *Regulatory Peptides*, *194*, **49-54.**

Conde, J., Scotece, M., Gómez, R., López, V., Gómez-Reino, J. J., Lago, F., & Gualillo, O. (2011). Adipokines: biofactors from white adipose tissue. A complex hub among inflammation, metabolism, and immunity. *Biofactors*, *37***(6), 413-420.**

Davoudi, Z., Ghanbarzadeh, M., Shakeriyan, S., & Habbibi, A. (2016). The effect of different intensities of acute aerobic exercise on plasma resistin concentration and insulin resistance index in type 2 diabetic males. *Journal of Fasa University of Medical Sciences*, *6***(1), 79-86. [Persian]**

Donath, L., van Dieën, J., & Faude, O. (2016). Exercise-based fall prevention in the elderly: what about agility? *Sports Medicine*, *46***(2), 143-149.**

Elia, M. (2001). Obesity in the elderly. *Obesity Research*, *9***(11), 244S-248S.**

Fatouros, I. G., Kambas, A., Katrabasas, I., Nikolaidis, K., Chatzinikolaou, A., Leontsini, D., & Taxildaris, K. (2005). Strength training and detraining effects on muscular strength, anaerobic power, and mobility of inactive older men are intensity dependent. *British Journal of Sports Medicine*, *39***(10), 776-780.**

Jafari, S. A., Fathi, M., Hejazi, K., & Ziayi, M. (2017). The effects of eight weeks of aerobic interval exercise on omentin-1, resistin, and adiponectin in elderly men with type 2 diabetes. *Pathobiology Research*, *20***(3), 17-32. [Persian]**

Hawley, J. A., & Lessard, S. J. (2008). Exercise training-induced improvements in insulin action. *Acta Physiologica*, *192***(1), 127-135.**

Kadoglou, N. P., Perrea, D., Iliadis, F., Angelopoulou, N., Liapis, C., & Alevizos, M. (2007). Exercise reduces resistin and inflammatory cytokines in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, *30***(3), 719-721.**

Khanna, D., Baetge, C., Simbo, S., Lockard, B., & Galvan, E. (2017). Effects of diet and exercise-induced weight loss in sedentary obese women on inflammatory markers, resistin, and visfatin. *Journal of Nutrition and Obesity 1*: **102.**

Krysiak, R., Handzlik-Orlik, G., & Okopien, B. (2012). The role of adipokines in connective tissue diseases. *European Journal of Nutrition*, *51***(5), 513-528.**

Marcos-Pardo, P. J., Orquin-Castrillón, F. J., Gea-García, G. M., Menayo-Antúnez, R., González-Gálvez, N., de Souza Vale, R. G., & Martínez-Rodríguez, A. (2019). Effects of a moderate-to-high intensity resistance circuit training on fat mass, functional capacity, muscular strength, and quality of life in elderly: A randomized controlled trial. *Scientific Reports*, *9***(1), 7830.**

Nielsen, N. B., Højbjerre, L., Sonne, M. P., Alibegovic, A. C., Vaag, A., Dela, F., & Stallknecht, B. (2009). Interstitial concentrations of adipokines in subcutaneous abdominal and femoral adipose tissue. *Regulatory Peptides*, *155***(1-3), 39-45.**

Ohashi, K., Shibata, R., Murohara, T., & Ouchi, N. (2014). Role of anti-inflammatory adipokines in obesity-related diseases. *Trends in Endocrinology & Metabolism*, *25***(7), 348-355.**

Paoli, A., Pacelli, Q. F., Moro, T., Marcolin, G., Neri, M., Battaglia, G., ... & Bianco, A. (2013). Effects of high-intensity circuit training, low-intensity circuit training and endurance training on blood pressure and lipoproteins in middle-aged overweight men. *Lipids in Health and Disease*, *12***(1), 131.**

Prestes, J., da Cunha Nascimento, D., de Sousa Neto, I. V., Tibana, R. A., Shiguemoto, G. E., de Andrade Perez, S. E., ... & Pereira, G. B. (2018). The effects of muscle strength responsiveness to periodized resistance training on resistin, leptin, and cytokine in elderly postmenopausal women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *32***(1), 113-120.**

Prestes, J., Shiguemoto, G., Botero, J. P., Frollini, A., Dias, R., Leite, R., ... & Perez, S. (2009). Effects of resistance training on resistin, leptin, cytokines, and muscle force in elderly post-menopausal women. *Journal of Sports Sciences*, *27***(14), 1607-1615.**

Rashidi, E., Hosseini Kakhak , S. A. R., & Askari. R. (2019). The effect of eight weeks resistance training with low versus high load on testosterone, igf-1, igfbp-3 and functional adaptations in elderly women. *Salmand: Iranian Journal of Ageing*, *14***(3), 356-367. [Persian]**

Reinehr, T., Roth, C. L., Menke, T., & Andler, W. (2006). Resistin concentrations before and after weight loss in obese children. *International Journal of Obesity*, *30***(2), 297.**

Shafiee, Z., & Sharifi, G. (2017). Comparing the effect of resistance, aerobic, and concurrent exercise program on the level of resistin and high reactive protein C of overweight and obese women. *International Archives of Health Sciences*, *4***(1), 1-6.**

Singh, N. A., Stavrinos, T. M., Scarbek, Y., Galambos, G., Liber, C., Fiatarone Singh, M. A., & Morley, J. E. (2005). A randomized controlled trial of high versus low intensity weight training versus general practitioner care for clinical depression in older adults. *The Journals of Gerontology: Series A*, *60***(6), 768-776.**

Souri, R., Khosravi, N., Yazdandoost, H., Ayati, MH. (2016). A comparison of moderate intensity continuous training and high intensity interval training on serum levels of resistin and insulin resistance in type-2 diabetic obese women. *Sport Biosciences. 8***(3), 365-380.**

Stanford, K. I., & Goodyear, L. J. (2016). Exercise regulation of adipose tissue. *Adipocyte*, 5**(2), 153-162.**

Starr, K. N. P., & Bales, C. W. (2015). Excessive body weight in older adults. *Clinics in Geriatric Medicine*, *31***(3), 311-326.**

Than, A., Ye, F., Xue, R., Ong, J. W., Poh, C. L., & Chen, P. (2011). The crosstalks between adipokines and catecholamines. *Molecular and Cellular Endocrinology*, *332***(1-2), 261-270.**

Upadhyay, J., Farr, O., Perakakis, N., Ghaly, W., & Mantzoros, C. (2018). Obesity as a disease. *Medical Clinics*, *102***(1), 13-33.**

Urzi, F., Marusic, U., LiČen, S., & Buzan, E. (2019). Effects of elastic resistance training on functional performance and myokines in older women—a randomized controlled trial. *Journal of the American Medical Directors Association*, *20***(7), 830-834.**

Zamboni, M., Mazzali, G., Zoico, E., Harris, T. B., Meigs, J. B., Di Francesco, V., ... & Bosello, O. (2005). Health consequences of obesity in the elderly: a review of four unresolved questions. *International Journal of Obesity*, *29***(9), 1011-29.**

Zhang, Z., Shannon, J., & Zhang, H. (2017). *Resistin, obesity, and cancer. In Adipocytokines, energy balance, and cancer (pp. 187-233).* **Springer, Cham.**