University of Birjand

Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport Research Paper

Spring 2021, 9(17), 68-79

Received: Dec 4, 2019 Accepted: Apr 6, 2020

Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport

Effect of resistance training intensity on serum Irisin levels and lipid profile in sedentary elderly women

Hossein TaheriChadorneshin[1]*, Meysam Alipour-Raz[2], Mahsa Kalantari3, Mahsa Nikdel[3], Zahra Saberi[3], Zeinab Fattahi[3], Atie Mansoori-Ajol[3]

1. Assistant Professor, Department of Sport Sciences, Faculty of Human Sciences, University of Bojnord, Bojnord, Iran.
2. PhD Student in Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
3. MSc Student in Exercise Physiology, Department of Sport Sciences, Faculty of Human Sciences, University of Bojnord, Bojnord, Iran.

Abstract

Background and Aim: Skeletal muscles as an Irisin producing tissue can affect fat metabolism and energy expenditure. The purpose of the present study was to investigate the effect of resistance training intensity on serum levels of Irisin and lipid profile in sedentary elderly women. **Materials and Methods:** Twenty eight sedentary elderly women in the current study were randomly divided into three groups as control, high (80% one-repetition maximum) and low (40% one-repetition maximum) intensity resistance training groups. Resistance trainings were performed 3 sessions per week for 8 weeks. Blood samples were taken before and after the study following 12 hour fasting to measure serum levels of Irisin and lipid profile. Dependent variables were measured by sandwich ELISA and photometric methods. Data were analyzed using analysis of covariance at the significant level of $p<0.05$. **Results:** The results showed significantly increase in serum Irisin in both high ($p=0.02$) and low-intensity ($p=0.02$) resistance training groups than control group. In addition, body fat percent ($p=0.002$ & $p=0.001$ respectively) and serum total cholesterol ($p=0.01$ & $p=0.03$ respectively) were significantly reduced after high or low-intensity resistance trainings than control group. **Conclusions:** Totally, the performing of low- and high-intensity resistance trainings can suggested for older women because of their positive effects on improving Irisin, body fat percent and lipid profile.

Keywords: Resistance training, Irisin, Lipid profile, Elderly women.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Cite this article:

TaheriChadorneshin, H., Alipour-Raz, M., Kalantari, M., Nikdel, M., Saberi, Z., Fattahi, Z., ... & Mansoori-Ajol, A. (2021). Effect of resistance training intensity on serum Irisin levels and lipid profile in sedentary elderly women. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport, 9***(17), 68-79.**

***Corresponding Author, Address: Department of Sport Sciences, Faculty of Human Sciences, University of Bojnord, Bojnord, North Khorasanm, Iran;**

Email: h.taheri@ub.ac.ir

https://doi.org/10.22077/jpsbs.2020.2986.1529

نشریه مطالعات کاربردی علوم زیستی در ورزش مقاله پژوهشی
بهار ۱۴۰۰، دوره ۹، شماره ۱۷، ص ۷۹-۶۸
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۱۸
نشریه مطالعات کاربردی علوم زیستی در ورزش
دانشگاه بیرجند

اثر شدت تمرین مقاومتی بر سطوح سرمی آیریزین و نیمرخ لیپیدی زنان سالمند غیرفعال

حسین طاهری چادرنشین[1*]، میثم علی‌پور راز[2]، مهسا کلانتری[3]، مهسا نیکدل[3]، زهراصابری[3]، زینب فتاحی[3]، عطیه منصوری عجول[3]

۱. استادیار گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه بجنورد، بجنورد، ایران.
۲. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزش، گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزش، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه بجنورد، بجنورد، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: عضلات اسکلتی به عنوان یکی از جایگاه‌های تولید کننده آیریزین می‌توانند بر متابولیسم چربی و هزینه انرژی تاثیرگذار باشند. هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر شدت تمرین مقاومتی بر سطوح سرمی آیریزین و نیمرخ لیپیدی در زنان سالمند غیرفعال بود. **روش تحقیق:** در مطالعه حاضر ۲۸ زن سالمند غیرفعال به طور تصادفی در سه گروه کنترل، تمرین مقاومتی با شدت بالا (۸۰ درصد یک تکرار بیشینه) و تمرین مقاومتی با شدت پایین (۴۰ درصد یک تکرار بیشینه) تقسیم شدند. تمرینات مقاومتی ۳ جلسه در هفته در طول ۸ هفته به اجرا در آمدند. قبل و بعد از مداخله، نمونه‌های خونی پس از ۱۲ ساعت ناشتایی جهت اندازه‌گیری سطوح سرمی آیریزین و نیمرخ لیپیدی گرفته شد. متغیرهای وابسته به روش ساندویچ الایزا و فتومتریک اندازه‌گیری شدند. برای تحلیل داده‌ها از آزمون‌های آماری تحلیل کوواریانس در سطح معنی داری $p<0/05$ استفاده گردید. **یافته‌ها:** نتایج نشان داد که سطوح سرمی آیریزین در هر دو گروه تمرین مقاومتی با شدت بالا ($p=0/02$) و پایین ($p=0/02$) نسبت به گروه کنترل به طور معنی‌داری بالا رفت. از طرف دیگر، درصد چربی بدن (به ترتیب با $p=0/002$ و $p=0/001$) و سطوح سرمی کلسترول تام (به ترتیب با $p=0/01$ و $p=0/03$) پس از تمرین مقاومتی با شدت بالا و پایین، نسبت به گروه کنترل، به طور معنی‌داری پایین آمد. **نتیجه‌گیری:** به طور کلی اجرای هر دو نوع تمرین مقاومتی با شدت بالا و پایین، به دلیل تاثیر مثبت بر بهبود سطوح سرمی آیریزین، درصد چربی و نیمرخ لیپیدی؛ برای زنان سالمند مفید هستند.

واژه‌های کلیدی: تمرین مقاومتی، آیریزین، نیمرخ لیپیدی، زنان سالمند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

*نویسنده مسئول، آدرس: استان خراسان شمالی، بجنورد، دانشگاه بجنورد، دانشکده علوم انسانی، گروه علوم ورزشی؛
پست الکترونیک: h.taheri@ub.ac.ir
https://doi.org/10.22077/jpsbs.2020.2986.1529

مقدمه

از نظر فیزیولوژیکی تغییر در طول چرخه قاعدگی و پایان دوره قاعدگی به عنوان یائسگی تعریف می‌شود (جونز[1] و دیگران، ۲۰۱۲). تغییرات هورمونی ناشی از یائسگی، منجر به تسریع در از بین رفتن استخوان، آتروفی[2] عضلانی و افزایش فشار اکسایشی می‌گردد (ردنارک ـ تیوپکوسکا[3] و دیگران، ۲۰۰۴؛ ولدرز و دیل[4] ، ۲۰۱۳). استروژن کاهش یافته در دوران یائسگی با افزایش وزن و چربی احشایی رابطه داشته و باعث کاهش کیفیت زندگی و افزایش احتمال خطر ابتلا به بیماری‌هایی مانند سندرم متابولیک، بیماری‌های قلبی ـ عروقی ، اختلالات لیپیدی، افزایش فشار خون، افزایش مقاومت به انسولین و التهاب می‌گردد (جونز و دیگران، ۲۰۱۲). تغییر در ترکیب بدن به شکل کاهش توده بدون چربی و تجمع چربی، کم تحرکی و کاهش آمادگی جسمانی ناشی از افزایش سن، با تغییر هورمون‌های جنسی در یائسگی همراه می‌شود و می‌تواند باعث بروز اختلال عملکرد انسولین و سندرم متابولیک در افراد یائسه گردد (زویو و شائو[5] ، ۲۰۰۸).از طرف دیگر، فعالیت بدنی نقش مهمی در جلوگیری از افت عملکرد فیزیولوژیکی مرتبط با یائسگی و افزایش سن دارد. عضلات به واسطه هورمون‌هایی تحت عنوان مایوکاین[6] با بافت‌های دیگری مانند بافت چربی، کبد و لوزالمعده در تعامل می‌باشند و متابولیسم را تغییر می‌دهند (هیوه[7] و دیگران، ۲۰۱۲). در این راستا نشان داده شده که آیریزین[8] مایوکاینی است که اثرات مفید ورزش بر متابولیسم را میانجیگری می‌کند (بوستروم[9] و دیگران، ۲۰۱۲).

آیریزین بر اثر شکافته شدن پروتئین غشایی فیبرونکتین نوع ۳ دامنه حاوی پروتئین نوع ۵[10] (5-FNDC) موجود در عضله اسکلتی به داخل گردش خون می‌ریزد (مورونو ـ ناواراته[11] و دیگران، ۲۰۱۳). نشان داده شده است که بیان 5-FNDC، به وسیله فعال شدن هم فعال کننده گیرنده گاما فعال شده توسط عامل تکثیر پراکسی‌زومی آلفا[12] (PCG1α) پس از ورزش افزایش می‌یابد (بوستروم و دیگران، ۲۰۱۲؛ لیکر[13] و دیگران، ۲۰۱۲؛ مورونو ـ ناواراته و دیگران، ۲۰۱۳). آیریزین با افزایش بیان ژن پروتئین جفت نشده نـوع ۱[14](UCP-1)، باعث قهـوه‌ای شـدن بافـت چربی زیرپوستی و افزایش ژن‌های گرمازا می‌شود. بافت چربی قهوه‌ای بافتی فعال از نظر متابولیکی است که منجر به افزایش انرژی مصرفی و در نهایت، کاهش وزن می‌گردد. نشان داده شده است که سطوح بالای آیریزین هزینه انرژی را افزایش می‌دهد و اثرات ضدچاقی و ضددیابتی دارد (بوستروم و دیگران، ۲۰۱۲). در ارتباط با تاثیر تمرینات ورزشی بر آیریزین نشان داده شده است که ۱۲ هفته تمرین مقاومتی با شدت فزآینده که شدت تمرین در شروع پروتکل ۴۰ درصد یک تکرار بیشینه[15] (1RM) بوده و به ۸۰ درصد 1RM در طول دوره تمرین رسیده بود، سطوح سرمی آیریزین در مردان (با میانگین سنی ۶۲ سال) را افزایش می‌یابد (زاهو[16] و دیگران، ۲۰۱۷). همچنین افزایش سطوح آیریزین در بزرگسالان جوان دارای اضافه وزن (با دامنه سنی ۱۹ تا ۳۵ سال) پس از ۸ هفته تمرین مقاومتی با شدت ۶۵ تا ۸۰ درصد 1RM (کیم[17] و دیگران، ۲۰۱۶) و در افراد با شاخص توده بدن بیشتر از ۳۰ کیلوگرم بر متر مربع (۱۸ تا ۴۰ سال) به دنبال ۸ هفته تمرین مقاومتی با شدت ۴۰ تا ۵۰ درصد 1RM همراه با کنترل تغذیه؛ نشان داده شده است (هیوآنگ[18] و دیگران، ۲۰۱۷) .افزایش در سطوح آیریزین در زنان یائسه (با میانگین سنی ۵۵ سال) بعد از ۸ هفته تمرین مقاومتی با شدت ۵۵ درصد 1RM نیز دیده شده است (قنبری نیاکی و دیگران، ۲۰۱۸). در زنان تمرین نکرده با میانگین سنی ۲۶ سال، ۱۲ هفته تمرین مقاومتی که در هفته اول و دوم با 10RM، در هفته سوم تا پنجم با 8RM و در هفته ششم تا دوازدهم با 7RM انجام شد، عدم تغییر سطوح آیریزین گزارش گردید (الفسن[19] و دیگران، ۲۱۰۴). همچنین پس از ۲۶ هفته تمرین مقاومتی در افراد کم تحرک (دامنه سنی ۳۰ تا ۶۰ سال) که ۳ بار در هفته با انجام ۲ نوبت با ۱۵ تکرار با وزنه ای معادل 20RM اجرا شد، عدم تغییر سطوح آیریزین نشان داده شده است (هکستدن[20] و دیگران، ۲۰۱۳). حتی در مطالعه دیگری در زنان جوان غیرفعال، ۸ هفته تمرین مقاومتی با شدت ۷۰ تا ۹۰ درصد 1RM، موجب کاهش سطوح آیریزین شده است (معینی نیا و حسینی، ۲۰۱۶). با توجه به مطالعات، شدت‌های مختلف تمرینات مقاومتی اثرات متفاوتی داشته و شدت مناسب تمرینات مقاومتی بر سطوح آیریزین مشخص نیست و نتایج مطالعات، ناهمسو و بعضاً مبهم می‌باشد؛ به ویژه آن که گزارش شده سطوح آیریزین بر اثر تمرینـات ورزشی، به شدت و مدت تمرینات بستگی دارد (آندراده[21] و دیگران، ۲۰۱۸).

مطالعات نشان داده‌اند که آیریزین در فرآیندهایی که منجر به تغییر وزن انسان می‌شوند، نقش دارد (پولیزس[22] و دیگران، ۲۰۱۳). گزارش شده است که سطوح آیریزین گردش خون با افزایش سن کاهش می‌یابد (تاناسیوا[23] و دیگران، ۲۰۱۴) و بیان FNDC-5 در عضلات افراد مسن با آمادگی بدنی بالا؛ بیشتر از افراد مسن با آمادگی بدنی پایین است (تایمونز و دیگران، ۲۰۱۲). به علاوه، در زنان یائسه سطوح لیپوپروتئین با چگالی پایین[24] (LDL-C)، کلسترول تام[25] (TC) و تری‌گلیسرید[26] (TG) بالا و سطوح لیپوپروتئین با چگالی بالا[27] (HDL-C) پایین‌تر از زنان در سنین قبل یائسگی می‌باشد؛

1. Jones
2. Atrophy
3. Bednarek-Tupikowska
4. Velders & Diel
5. Zou & Shao
6. Myokine
7. Huh
8. Irisin
9. Boström
10. Fibronectin type III domain containing 5
11. Moreno-Navarrete
12. Peroxisome proliferator-activated receptor gamma coactivator 1-alpha
13. Lecker
14. Uncoupling protein 1
15. One- repetition maximum
16. Zhao
17. Kim
18. Huang
19. Ellefsen
20. Hecksteden
21. Andrade
22. Polyzos
23. Tanisawa
24. Low-density lipoprotein cholesterol
25. Total cholesterol
26. Triglycerides
27. High-density lipoprotein cholesterol

وضعیتی که دال بر خطر بالا برای بیماری‌های قلبی ـ عروقی می‌باشد (سومینو[1] و دیگران، ۲۰۰۳). آیریزین ممکن است با افزایش هزینه انرژی و استفاده از لیپیدها، ضمن بهبودی متابولیسم انرژی بدن؛ اثرات مفید ورزش بر روی گلوکز، متابولیسم چربی و التهاب را میانجی‌گری کند (چوی[2]، ۲۰۱۶).از طرفی، در زمینه ارتقا سلامتی، تمرینات مقاومتی طی سال‌های گذشته اهمیت فزآینده‌ای پیداکرده است (وست کوت[3]، ۲۰۱۲) و اعتقاد بر آن است که این تمرینات در افراد مسن با بهبود قدرت و توده عضلانی، حفظ تراکم استخوان، جلوگیری از کاهش تحرک پذیری مرتبط با افزایش سن، و نهایتا ارتقا کیفیت زندگی؛ همراه است (هارت و باک[4]، ۲۰۱۹؛ گزلینی[5] و دیگران، ۲۰۱۸؛ ارتولاهتی[6] و دیگران، ۲۰۲۰) و همچنین می‌تواند باعث کاهش عوامل التهابی، کنترل پیشرفت بیماری‌های متابولیکی (تواملری[7] و دیگران، ۲۰۱۸) و کاهش عوامل خطرزای بیماری‌های قلبی ـ عروقی (شو[8] و دیگران، ۲۰۱۶) در افراد مسن شود. از آنجایی که در باره اثرات شدت مناسب تمرینات مقاومتی بر سطوح آیریزین در زنان یائسه اطلاعات کافی و جامعی وجود ندارد، هدف مطالعه حاضر بررسی اثرتمرینات مقاومتی با شدت بالا و پایین بر روی سطوح سرمی آیریزین و نیمرخ لیپیدی زنان یائسه بود.

روش تحقیق

نحوه نمونه‌گیری: در این مطالعه نیمه تجربی، ۲۸ زن سالمند غیرفعال به صورت داوطلبانه شرکت کردند. معیارهای ورود آزمودنی‌ها به تحقیق گذشت حداقل یک سال از آخرین قاعدگی، عدم اعتیاد به الکل، سیگار و سایر مواد مخدر؛ عدم استفاده از هر نوع دارو، عدم هورمون درمانی و عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی- عروقی به ویژه فشار خون بودند. معیار خروج مطالعه حاضر غیبت بیش از ۳ جلسه شرکت کنندگان در برنامه‌های تمرینی و همچنین غیبت در زمان خونگیری بود. تمامی افراد در کل دوره تمرین و خونگیری شرکت کردند و هیچ فردی از مطالعه حذف نشد. برای مشخص کردن سطح فعالیت شرکت کنندگان از پرسشنامه فعالیت بدنی عادتی بک استفاده گردید (بک[9] و دیگران، ۱۹۸۲). عدم مصرف سیگار و سایر مواد مخدر، عدم استفاده از دارو و هورمون درمانی و عدم ابتلا به بیماری‌ها نیز از طریق پرسشنامه محقق ساخته و خود گزارشی آزمودنی‌ها مشخص شد. وضعیت بالینی شرکت کنندگان توسط یک پزشک عمومی مورد بررسی و تایید قرار گرفت. تمامی شرکت کنندگان بعد از آگاهی از نحوه اجرای پروتکل‌ها، و فوائد و خطرات احتمالی شرکت در مطالعه؛ فرم رضایت برای شرکت در مطالعه حاضر را امضا کردند. در پایان شرکت کنندگان به طور تصادفی به سه گروه کنترل (۸ نفر)، تمرین مقاومتی با شدت پایین (۱۰ نفر) و تمرین مقاومتی با شدت بالا (۱۰ نفر) تقسیم شدند.

ارزیابی تن سنجی: برای اندازه‌گیری قد و وزن شرکت کنندگان از دستگاه دیجیتال سکا[10] (ساخت آلمان) به ترتیب با حساسیت ۰/۱ سانتی متر (برای قد) و ۰/۱ کیلوگرم (برای وزن) استفاده شد. برای اندازه‌گیری نمایه توده بدن از نسبت وزن بر حسب کیلوگرم به مجذور قد بر حسب متر استفاده گردید. برای ارزیابی چگالی بدن، از روش سه نقطه‌ای جکسون و پولاک[11] (۱۹۸۵) استفاده شد. در این روش ضخامت چربی زیرپوستی سه نقطه‌ای سه سر بازویی، ران و فوق خاصره شرکت کنندگان با استفاده از کالیپر مدل یاگامی[12] ژاپن اندازه‌گیری شد و در پایان، برای محاسبه درصد چربی بدن از معادله سیری[13] (۱۹۶۱) بهره برداری گردید.

نحوه تعیین یک تکرار بیشینه و اجرا پروتکل مقاومتی: ابتدا شرکت کنندگان با هدف و نحوه اجرای حرکات آشنا شدند. قبل از شروع پروتکل تمرین مقاومتی، شرکت کنندگان با رکاب زدن روی چرخ ثابت و انتخاب وزنه‌های سبک، گرم کردن عمومی و ویژه عضلانی را انجام دادند. سپس 1RM برای تمامی حرکات تعیین شد؛ بدین صورت که بر اساس برآورد قدرت آزمودنی‌ها به صورت تجربی، وزنه‌ای انتخاب شد که آزمودنی بتواند حداقل یکبار و حداکثر ۱۰ مرتبه آن را به صورت کامل و صحیح بلند کند. با جایگزینی مقدار وزنه و تعداد تکرارها در معادله برزیسکی[14] (۱۹۸۹)؛ میزان 1RM عضلات آگونسیت و آنتاگونیست[15] در دو روز مجزا تعیین شد.

پروتکل تمرین مقاومتی برای ۸ هفته، ۳ روز در هفته، با دو شدت پایین (۴۰ درصد 1RM) و بالا (۸۰ درصد 1RM) اجرا شد. حرکات به اجرا درآمده شامل ۴ حرکت بالا تنه (بازکردن بازو[16]، خم کردن بازو[17]، پرس سینه[18]، و لت پول[19])، ۴ حرکت پایین تنه (بلند شدن روی پاشنه[20]، پرس پا نشسته[21] ، باز کردن زانو[22]، و خم کردن زانو[23])، و حرکت کرانچ شکمی[24] همراه با حرکت باز کردن تنه[25] بود. گروه تمرین مقاومتی شدت بالا، تمرینات را ۲ تا ۳ نوبت ۶ تا ۸ تکراری و گروه تمرین مقاومتی شدت پایین، تمرینات را با ۲ تا ۳ نوبت۱۲ تا ۱۶ تکراری با رعایت اصل اضافه بار انجام دادند (بمبن و دیگران، ۲۰۰۰). زمان اجرای هر حرکت ۶ تا ۹ ثانیه (۲ تا ۳ ثانیه بالا آوردن، ۲ تا ۳ ثانیه مکث، ۲ تا ۳ ثانیه پایین آوردن) و فاصله بین هر تکرار، ۲ تا ۳ ثانیه بود (فاتوروس[26] و دیگران، ۲۰۰۵). همچنین

1. Sumino
2. Choi
3. Westcott
4. Hart & Buck
5. Guizelini
6. Aartolahti
7. Tomeleri
8. Shaw
9. Baecke habitual physical activity questionnaire
10. Seca
11. Jackson & Pollock
12. Yagami
13. Siri
14. Brzycki
15. Agonist & Antagonis
16. Triceps extension
17. Biceps curl
18. Bench press
19. Latissimus pull down
20. Calf raises
21. Seated leg press
22. Quadriceps extension
23. Hamstring flexion
24. Abdominal crunches
25. Low back extensions
26. Fatouros

استراحت بین نوبت‌ها ۶ دقیقه در نظر گرفته شد. در هر جلسه فعالیت مقاومتی، ۱۰ دقیقه برای گرم کردن و ۵ دقیقه برای سرد کردن در نظر گرفته شد (بمبن و دیگران، ۲۰۰۰).

خونگیری و ارزیابی‌های بیوشیمیایی: قبل و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی، نمونه خونی از ورید آنتی کوبیتال[1] پس از ۱۲ ساعت ناشتایی گرفته شد. ابتدا نمونه‌های خونی به منظور لخته شدن به مدت ۳۰ دقیقه در دمای محیط نگه داشته شدند. سپس نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه، با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شدند. ارزیابی بیوشیمیایی محتوای سرمی آیریزین توسط کیت تجاری ۹۸ تایی آیریزین انسانی (هانگ‌ژو استبیوفارم[2] ، ساخت کشور چین، با شماره کاتالوگ: CK - 90905E) با حساسیت ۰/۰۲۳ میکروگرم بر میلی‌لیتر و دامنه تشخیص ۰/۰۵ تا ۱۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر؛ به روش ساندویچ الایزا[3] و بر مبنای واکنش آنتی‌بادی ـ آنتی‌ژن صورت گرفت. غلظت سرمی آیریزین در طول موج ۴۵۰ نانومتر توسط میکرو پلیت ریدر بایوتک[4] (مدل 2EpocH، ساخت کشور ایالات متحده آمریکا) قرائت شد. نیمرخ لیپیدی آزمودنی‌ها توسط کیت‌های آزمایشگاهی شرکت پارس آزمون ارزیابی شد. سطوح سرمی HDL-C، TG و TC با روش فتومتریک[5] و با حساسیت ۱ میلی گرم در دسی لیتر؛ و سطوح سرمی LDL-C با بکارگیری معادله فریدوالد[6] (ونگ[7] و دیگران، ۲۰۱۸) مشخص گردید.

روش‌های آماری: برای تجزیه و تحلیل متغیرهای وابسته و استخراج نتایج، از بسته آماری برای علوم اجتماعی[8] (SPSS) نسخه ۱۶ استفاده شد. ابتدا با آزمون شاپیرو ـ ویلک[9] توزیع طبیعی متغیرها بررسی گردید. سپس از روش تحلیل کوواریانس[10] و آزمون تعقیبی حداقل تفاوت معنی‌دار[11] (LSD) برای ارزیابی تفاوت بین گروهی استفاده شد. در کلیه موارد سطح معنی‌داری $p<0/05$ منظور گردید.

یافته‌ها

آزمون تحلیل کوواریانس در مورد مقایسه بین گروهی آیریزین نشان داد که تمرین مقاومتی با شدت بالا ($p=0/02$) و با شدت پایین ($p=0/02$) در مقایسه با گروه کنترل، موجب افزیش سطوح آیریزین سرمی می‌شود؛ اما آیریزین بین دو گروه تمرین مقاومتی با شدت بالا و پایین، تفاوت معنی داری ($p=0/99$) نداشت (جدول ۱). در مورد درصد چربی بدن، آزمون تحلیل کوواریانس نشان داد که درصد چربی در گروه تمرین مقاومتی با شدت بالا ($p=0/001$) و تمرین مقاومتی با شدت پایین ($p=0/002$) نسبت به گروه کنترل، به طور معنی‌دار کاهش یافته است؛ اما درصد چربی بدن بین دو گروه تمرین مقاومتی با شدت بالا و پایین، تفاوت معنی‌داری ($p=0/75$) نداشت (جدول ۱).

جدول ۱. مقایسه آیریزین و درصد چربی در گروه‌های مختلف تحقیق

متغیر	گروه	قبل (انحراف معیار± میانگین)	بعد (انحراف معیار± میانگین)	مقادیر p و F
آیریزین میکروگرم/میلی لیتر)	کنترل	۱/۱۴±۰/۲۵	۱/۱۳±۰/۲۳	F= ۳/۶۲, p=۰/۰۴
	تمرین با شدت پایین	۱/۴۹±۰/۴۵	۱/۶۳±۰/۴۸ *#	
	تمرین با شدت بالا	۱/۴۴±۰/۲۴	۱/۵۸±۰/۳۴ *#	
چربی بدن (درصد)	کنترل	۲۶/۱۲±۱/۵۵	۲۶/۳۷±۱/۷۶	F=۸/۹۸, p=۰/۰۰۱
	تمرین با شدت پایین	۲۵/۵۰±۳/۱۷	۲۳/۰۱±۳/۳۳ *#	
	تمرین با شدت بالا	۲۸/۳۰±۳/۴۶	۲۵/۶۰±۳/۱۳ *#	

* نشانه تفاوت معنی دار نسبت به قبل از مداخله؛ #نشانه تفاوت معنی‌دار با گروه کنترل، کلیه مقایسه ها در سطح معنی داری $p<0/05$ انجام شده است.

1. Antecubital
2. Hangzhou Eastbiopharm
3. Sandwich elisa
4. BioTek microplate reader
5. Fetometry
6. Friedewald equation
7. Weng
8. Statistical package for social sciences (SPSS)
9. Shapiro-Wilk test
10. Analysis of covariance
11. Least significant difference

در زمینه نیمرخ لیپیدی، آزمون تحلیل کوواریانس در مورد مقایسه بین گروهی TG نشان داد که تفاوت معنی داری در سطوح TG بین گروه تمرین مقاومتی با شدت بالا (p=۰/۸۰) و تمرین مقاومتی شدت پایین (p=۰/۵۷) با گروه کنترل وجود ندارد. همچنین، تفاوت معنی داری بین سطوح TG گروه تمرین مقاومتی با شدت بالا و پایین وجود نداشت (p=۰/۷۳). آزمون تحلیل کوواریانس در مورد مقایسه بین گروهی TC نشان داد که سطوح TC در گروه تمرین مقاومتی با شدت بالا (p=۰/۰۱) و تمرین با شدت پایین (p=۰/۰۳) نسبت به گروه کنترل به طور معنی‌دار پایین‌تر است؛ اما تفاوت معنی داری بین سطوح TC دو گروه تمرین مقاومتی با شدت بالا و پایین بدست نیامد (p=۰/۴۶). آزمون تحلیل کوواریانس در مورد مقایسه بین گروهی HDL-C نشان داد که تفاوت معنی‌داری در سطوح HDL-C بین گروه تمرین مقاومتی با شدت بالا (p=۰/۲۸) و تمرین با شدت پایین (p=۰/۱۹) با گروه کنترل وجود ندارد. همچنین، تفاوت معنی داری بین سطوح HDL-C دو گروه تمرین مقاومتی با شدت بالا و پایین مشاهده نشد (p=۰/۸۶). در نهایت، آزمون تحلیل کوواریانس در مورد مقایسه بین گروهی LDL-C تفاوت معنی‌داری را در سطوح LDL-C بین گروه تمرین مقاومتی با شدت بالا (p=۰/۳۵) و تمرین با شدت پایین (p=۰/۷۱) با گروه کنترل آشکار نساخت. همچنین، تفاوت معنی‌داری (p=۰/۵۵) بین سطوح LDL-C دو گروه تمرین مقاومتی با شدت بالا و پایین وجود نداشت (جدول ۲).

جدول ۲. مقایسه نیمرخ لیپیدی در گروه‌های مختلف تحقیق

متغیر	گروه	قبل (انحراف معیار± میانگین)	بعد (انحراف معیار± میانگین)	مقادیر p و F
TC (میلی‌گرم/دسی لیتر)	کنترل	۱۹۵/۵۰±۲۶/۱۰	۱۹۴/۷۵±۲۴/۸۳	F= ۴/۸۶, p=۰/۰۱
	تمرین با شدت پایین	۲۰۴±۵۲/۸۷	۱۷۳/۱۱±۲۶/۱۷#	
	تمرین با شدت بالا	۱۹۶/۱۰±۲۸/۲۵	۱۶۲/۳۰±۲۷/۸۰*#	
TG (میلی‌گرم/دسی لیتر)	کنترل	۱۵۹/۵۰±۳۱/۰۵	۱۵۹/۲۵±۳۲/۴۵	F=۰/۱۶۵, p=۰/۸۴
	تمرین با شدت پایین	۱۵۳/۳۰±۲۶/۶۳	۱۵۵/۶۰±۲۳/۷۰	
	تمرین با شدت بالا	۱۵۴/۱±۲۴/۹۸	۱۵۵/۲۰±۲۲/۲۸	
HDL (میلی‌گرم/دسی لیتر)	کنترل	۳۳/۶۳±۴/۹۵	۳۳/۸۷±۵/۱۸	F= ۱/۰۱, p=۰/۳۷
	تمرین با شدت پایین	۳۳/۲۳±۶/۸۹	۳۶/۲۶±۷/۱۶	
	تمرین با شدت بالا	۲۸/۵۲±۵/۲۷	۳۲/۳۶±۵/۴۴*	
LDL (میلی‌گرم/دسی لیتر)	کنترل	۹۵/۹۸±۲۲/۴۷	۹۶/۵۷±۲۲/۴۰	F= ۰/۴۶, p=۰/۶۳
	تمرین با شدت پایین	۹۳/۰۵±۲۲/۸۶	۹۲/۱۶±۱۸/۴۳	
	تمرین با شدت بالا	۹۱/۲۲±۱۶/۹۶	۸۶/۵۷±۱۸/۱۱	

*** نشانه تفاوت معنی دار نسبت به قبل از مداخله؛ # نشانه تفاوت معنی‌دار با گروه کنترل، کلیه مقایسه ها در سطح معنی داری p<۰/۰۵ انجام شده است.**

بحث

نتایج نشان داد که هر دو نوع تمرین مقاومتی با شدت بالا و شدت پایین منجر به افزایش معنی‌دار سطوح سرمی آیریزین می‌شوند؛ اما تاثیر این دو نوع تمرین بر این شاخص، تفاوت معنی‌داری نداشت. در مورد نیمرخ لیپیدی تمرین با شدت بالا و تمرین با شدت پایین موجب کاهش معنی‌دار متغیر TC شدند؛ اما تفاوت معنی‌داری بین تاثیر این دو مداخله بر TC وجود نداشت. از طرف دیگر، تغییرات معنی‌داری در سایر متغیرهای لیپیدی (LDL-C،HDL-C و TG) مشاهده نشد. درصد چربی بدن متعاقب هر دو تمرین مقاومتی با شدت بالا و شدت پایین (صرف نظر از شدت تمرین به اجرا درآمده)، کاهش معنی‌داری پیدا کرد.

تمرین مقاومتی با شدت بالا و شدت پایین در مطالعه حاضر منجر به افزایش معنی‌دار سطوح سرمی آیریزین شد. نتایج مطالعه حاضر با مطالعه قنبری نیاکی و دیگران (۲۰۱۸)، کیم و دیگران (۲۰۱۶)، زاهو و دیگران (۲۰۱۷) و هیوانگ و دیگران (۲۰۱۷) همسو است؛ اما با نتایج مطالعه اسچارهاگ ـ روزنبرگر[1] و دیگران (۲۰۱۴)، الفسن و دیگران (۲۰۱۴)، هکستدن و دیگران (۲۰۱۳) و معینی نیا و حسینی (۲۰۱۶) همسویی ندارد. مطالعاتی از قبیل ۸ هفته تمرین مقاومتی با شدت ۵۵ درصد 1RM در زنان یائسه با میانگین سنی ۵۵ سال (قنبری نیاکی و دیگران، ۲۰۱۸) و ۱۲ هفته تمرین مقاومتی با شدت فزآینده ۴۰ تا ۸۰ درصد 1RM در طول دوره تمرین در مردان با میانگین سنی ۶۲ سال (زاهو و دیگران، ۲۰۱۷)؛ باعث افزایش سطوح سرمی آیریزین شده است. نشان داده شده است که تمرینات مقاومتی با استفاده از کش تمرینی[2] با شدت ۱۲ تا ۱۳ مقیاس بورگ[3] باعث افزایش سطوح سرمی آیریزین شده و از کاهش قدرت و توده عضلانی در افراد مسن جلوگیری نموده و سطوح آیریزین با بهبود در قدرت عضلانی افراد مسن رابطه مثبت داشته است (کیم و دیگران، ۲۰۱۵). همچنین گزارش شده است که در زنان یائسه، فشار اکسایشی بالاتر از زمان قبل از یائسگی می‌باشد که به کمبود استروژن در زمان یائسگی مربوط می‌شود و منجر به کاهش توان سیستم‌های دفاعی آنزیمی و غیر آنزیمی می‌گردد (رامیرز ـ اکسپوسیتو[4] و دیگران، ۲۰۱۴). از آنجا که تمرین مقاومتی می‌تواند باعث اثر محافظتی در برابر فشار اکسایشی شود و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آنزیمی و غیر آنزیمی را افزایش دهد (کاکیر ـ اتابک[5] و دیگران، ۲۰۱۰)؛ و با توجه به اینکه آیریزین با مالون‌دی‌آلدئید که از شاخص‌های فشار اکسایشی است، رابطه منفی دارد (بلویرانلی[6] و دیگران، ۲۰۱۶)؛ و نشان داده شده که افزایش سطوح آیریزین بعد از تمرینات مقاومتی در زنان یائسه با کاهش سطوح مالون‌دی‌آلدئید و افزایش گلوتاتیون همراه است (قنبری نیاکی و دیگران، ۲۰۱۸)؛ احتمالا کاهش فشار اکسایشی و افزایش ظرفیت ضد اکسایشی در زنان مطالعه حاضر بعد از تمرینات مقاومتی، باعث افزایش سطوح آیریزین شده است. البته باید اشاره کرد که سطح مولکول‌های اکسایشی و ضد اکسایشی در این مطالعه اندازه‌گیری نشده است و این مطلب نیاز به بررسی بیشتری دارد. در مطالعات دیگری نیز بعد از ۸ هفته تمرینات ترکیبی شامل تمرینات هوازی و مقاومتی با شدت ۴۰ تا ۵۰ درصد 1RM در افراد با نمایه توده بدنی بیشتر از ۳۰ کیلوگرم بر متر مربع (هیوانگ و دیگران، ۲۰۱۷)؛ و یا تمرین مقاومتی با شدت ۶۵ تا ۸۰ درصد 1RM در بزرگسالان جوان دارای اضافه وزن و چاق (کیم و دیگران، ۲۰۱۶)؛ افزایش سطوح آیریزین گزارش شده است. فعالیت ورزشی از طریق انقباضات عضلانی باعث تولید آیریزین می‌شود و می‌تواند به عنوان وسیله‌ای برای بهینه‌سازی کنترل وزن و متابولیسم بدن در نظر گرفته شود. در این رابطه، مسیر عامل رشد فیبروبلاست ـ آیریزین می‌تواند از مکانیسم‌های افزایش آیریزین پس از فعالیت بدنی در نظر گرفته شود (سانچیز ـ گومار[7] و دیگران، ۲۰۱۲).

در مطالعه حاضر درصد چربی بدن پس از تمرین مقاومتی با شدت بالا و تمرین مقاومتی با شدت پایین؛ کاهش یافت. تمرین مقاومتی می‌تواند باعث کاهش وزن چربی بدن و درصد چربی بدن شود (سردلی و دیگران، ۲۰۱۸) و نشان داده شده است که سطوح آیریزین با درصد چربی بدن، وزن چربی بدن و چربی احشایی رابطه منفی دارد (میاموتو ـ میکامی[8] و دیگران، ۲۰۱۵). از این رو تغییرات ترکیب بدن بعد از تمرینات مقاومتی را می‌توان از دلایل احتمالی افزایش سطوح آیریزین دانست. در این راستا، مطالعات دیگری نیز افزایش سطوح آیریزین همراه با کاهش درصد چربی بدن را نشان داده‌اند (کیم و دیگران، ۲۰۱۶؛ هیوانگ و دیگران، ۲۰۱۷). برخی از مطالعات از جمله ۸ هفته تمرین مقاومتی با شدت ۴۰ تا ۶۰ درصد 1RM در زنان غیر فعال با دامنه سنی ۲۰ تا ۳۰ سال (معینی نیا و حسینی، ۲۰۱۶)؛ و ۶ ماه تمرین مقاومتی با شدت ۶۴ تا ۷۱ درصد 1RM در افراد سالم (اسچارهاگ ـ روزنبرگر و دیگران، ۲۰۱۴)؛ عدم تغییر معنی‌داری را در سطوح آیریزین گزارش کرده‌اند که با نتایج مطالعه حاضر ناهمسو است. در مطالعه معینی‌نیا و حسینی (۲۰۱۶) آزمودنی‌ها زنان جوان بودند، اما در مطالعه حاضر زنان سالمند شرکت داشتند. چون مقادیر پایه قدرت و توده عضلانی در افراد سالمند کمتر از افراد جوان است و تمرینات مقاومتی از کاهش توده عضلانی و قدرت مرتبط با سن جلوگیری می‌کند (کیم و دیگران، ۲۰۱۵)، احتمالاً در بهبود توده عضلانی و قدرت تاثیر بیشتری داشته است. در این راستا نشان داده شده است که آیریزین محصول بیان FNDC-5 در عضلات اسکلتی است و در این رابطه گزارش شدهکه بیان FNDC-5 (به عنوان پیش‌ساز آیریزین) در افراد جوان با عدم افزایش و در افراد مسن‌تر، با افزایش معنی‌دار همراه بوده است (تایمونز و دیگران، ۲۰۱۲)؛ بنابراین تفاوت سنی

1. Scharhag-Rosenberger
2. Elastic band
3. Borg scale
4. Ramírez-Expósito
5. Çakir-Atabek
6. Belviranli
7. Sanchis-Gomar
8. Miyamoto-Mikami

شرکت‌کنندگان در مطالعات مختلف را می‌توان دلیل ناهمسویی در نتایج دانست. مطالعه دیگری نیز عدم تغییر در سطوح آیریزین بعد از ۲۶ هفته تمرین مقاومتی با شدت بالا (۱۵ تکرار با حداکثر وزنه‌ای که از روش ۲۰ تکرار بیشینه بدست آمده) را گزارش کرده است (هکستدن و دیگران، ۲۰۱۳) که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی ندارد. گرچه دلیل ناهمسو بودن نتایج بطور کامل مشخص نیست، اما به دلیل اینکه در مطالعه حاضر تفاوت معنی‌داری در سطوح سرمی آیریزین بین گروه تمرین با شدت بالا و تمرین با شدت پایین دیده نشد؛ این ناهمسویی در نتایج را می‌توان به دلایلی غیر از شدت تمرین، مانند اختلافات فردی، ژنتیک، رژیم غذایی، تفاوت در نوع حرکات و مدت ورزش، وضعیت آمادگی بدنی افراد و میزان و نوع عضلات افراد مرتبط دانست.

در مورد نیمرخ لیپیدی در مطالعه حاضر، متغیر TC پس از تمرین مقاومتی با شدت بالا و تمرین مقاومتی با شدت پایین، کاهش پیدا کرد و بقیه متغیرها تغییر معنی‌داری نداشتند. عدم تغییر HDL-C در مطالعه حاضر با مطالعه ووتن[1] و دیگران (۲۰۱۱) همسو است؛ در حالیکه نتایج مطالعه فهلمن[2] و دیگران (۲۰۰۲) یافته‌های ناهمسویی را گزارش کرده است. کاهش سطوح TC در گروه تمرین با شدت بالا و گروه تمرین با شدت پایین در مطالعه حاضر با یافته‌های مطالعه ووتن و دیگران (۲۰۱۱) همسو و با نتایج مطالعه الیوت[3] و دیگران (۲۰۰۲) ناهمسو است. مطالعات بعد از ۱۲ هفته تمرین مقاومتی با شدت ۷۰ درصد 1RM (فهلمن و دیگران، ۲۰۰۲) افزایش در سطوح HDL-C و بعد از ۱۲ هفته تمرین مقاومتی با شدت ۵۰ درصد 1RM (ووتن و دیگران، ۲۰۱۱) کاهش سطوح TC را در زنان یائسه نشان داده‌اند.تمرین مقاومتی منجر به هزینه کمتر انرژی نسبت به تمرین هوازی می‌شود، اما ممکن است از طریق مکانیسم‌هایی مانند حفظ توده عضلانی، افزایش متابولیسم پایه، کنترل بهتر انسولین و افزایش متابولیسم چربی؛ در بهبود نیمرخ لیپیدی و لیپوپروتئین‌ها موثر باشد (گوردون[4] و دیگران، ۲۰۱۴). فعالیت ورزشی از طریق فعال کردن آنزیم لیپوپروتئین لیپاز[5] و لستین‌کلسترول‌آسیل‌ترانسفراز[6] ، لیپولیز را افزایش داده و به نوبه خود باعث افزایش توانایی فیبرهای عضلانی در اکسایش اسیدهای چرب پلاسما، TG، LDL-C و کلسترول می‌گردد (شاو[7] و دیگران، ۲۰۰۹). همچنین نشان داده شده است که آیریزین ترشح شده در پاسخ به فعالیت‌های ورزشی، موجب افزایش UCP-1 در بافت چربی سفید و متعاقب آن، تبدیل بافت چربی سفید به چربی قهوه‌ای می‌شود؛ روندی که تولید انرژی به صورت حرارت و افزایش متابولیسم چربی را به همراه دارد. بنابراین انتظار می‌رود مقدار چربی‌ها در خون کاهش یابد (لوپاسچیوک[8]، ۲۰۱۶). عدم تغییر HDL-C بعد از ۱۲ هفته تمرین مقاومتی با شدت ۵۰ درصد 1RM در زنان یائسه نشان داده شده است (ووتنو دیگران، ۲۰۱۱) که با نتایج مطالعه حاضر همسو می‌باشد. بعد از ۸ هفته تمرین مقاومتی با شدت ۸۰ درصد 1RM در زنان یائسه دارای اضافه وزن، عدم تغییر TC گزارش گردیده است (الیوت[9] و دیگران، ۲۰۰۲) که با نتایج مطالعه حاضر ناهمسو است. نشان داده شده است که افزایش فعالیت آنزیمی لیپولیز به هزینه انرژی فعالیت ورزشی بستگی دارد (مانن[10] و دیگران، ۲۰۱۴)؛ بنابراین نتایج ناهمسو در مورد اثر فعالیت ورزشی بر نیمرخ لیپیدی را می‌توان به دلیل تفاوت در هزینه انرژی تمرینات دانست. در مطالعه حاضر سطوح متغیرهای نیمرخ لیپیدی به غیر از TC بعد از تمرین مقاومتی با شدت پایین و تمرین مقاومتی با شدت بالا، تغییر معنی‌داری نکرد. با وجود بهبود متغیر TC در گروه تمرین مقاومتی با شدت بالا و شدت پایین، سطوح این متغیر بین گروه‌های با شدت بالا و شدت پایین در مطالعه حاضر تفاوت معنی‌داری نداشت که می‌تواند نشان دهنده این موضوع باشد که عواملی به غیر از شدت تمرین؛ مانند تفاوت‌های فردی، تفاوت در رژیم غذایی و ژنتیک؛ می‌تواند در تغییر سطوح نیمرخ لیپیدی تاثیرگذار باشند. این که در مطالعه‌ای نشان داده شده است برنامه‌های ورزشی به مدت ۱۲ هفته و بیشتر، منجر به بهبود نیمرخ لیپیدی و لیپوپروتئین‌ها می‌شوند (گوردن و دیگران، ۲۰۱۴)؛ می‌تواند دال بر این باشد که احتمالاً ۸ هفته تمرین در مطالعه حاضر نمی‌تواند برای تغییر معنی‌دار متغیرهای نیمرخ لیپیدی (به غیر از TCدر مطالعه حاضر) کافی باشد.

عدم کنترل رژیم غذایی آزمودنی‌ها از محدودیت‌های این مطالعه بود. در مطالعه حاضر پیش‌سازهای مربوط به میوکاین آیریزین و بیان آنها در عضلات اسکلتی هم اندازه‌گیری نشدند. همچنین سطوح هورمون‌های درگیر در یائسگی مانند استروژن که می‌توانند بر آیریزین و عملکرد آن تاثیر گذار باشند؛ ارزیابی نشدند. بنابراین پیشنهاد می‌گردد در مطالعات آتی، موضوع به طور دقیق‌تر و گسترده‌تر و با رفع این محدودیت‌ها؛ مورد مطالعه قرار گیرد.

نتیجه‌گیری: به طور کلی چنین به نظر می‌رسد که هر دو نوع تمرین مقاومتی با شدت بالا و پایین، از طریق افزایش سطوح سرمی آیریزین، موجب کاهش درصد چربی بدن و بهبود نیمرخ لیپیدی زنان سالمند می‌شوند. لذا، زنان سالمند می‌توانند از هر دو نوع این تمرینات برای کاهش درصد چربی بدن و کسب سلامتی بیشتراستفاده نمایند.

تضاد منافع

در این مقاله هیچ‌گونه تضاد منافعی بین نویسندگان وجود ندارد.

قدردانی و تشکر

از تمامی شرکت کنندگان و همچنین تمام افرادی که در تمامی مراحل انجام این مطالعه به ما یاری رساندند؛ تقدیر و تشکر می‌گردد.

1. Wooten
2. Fahlman
3. Elliott
4. Gordon
5. Lipoprotein lipase
6. Lecithin cholesterol acyltransferase
7. Shaw
8. Lopaschuk
9. Eliuot
10. Manen

منابع

Aartolahti, E., Lönnroos, E., Hartikainen, S., & Häkkinen, A. (2020). Long-term strength and balance training in prevention of decline in muscle strength and mobility in older adults. *Aging Clinical and Experimental Research, 32***(1), 59-66.**

Andrade, P. A., Silveira, B. S., Rodrigues, A. C., da Silva, F. O., Rosa, C. B., & Alfenas, R. G. (2018). Effect of exercise on concentrations of irisin in overweight individuals: a systematic review. *Science & Sports, 33***(2), 80-89.**

Baecke, J. A., Burema, J., & Frijters, J. E. (1982). A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *The American Journal of Clinical Nutrition, 36***(5), 936-942.**

Bednarek-Tupikowska, G., Tupikowski, K., Bidzińska, B., Bohdanowicz-Pawlak, A., Antonowicz-Juchniewicz, J., Kosowska, B., & Milewicz, A. (2004). Serum lipid peroxides and total antioxidant status in postmenopausal women on hormone replacement therapy. *Gynecological Endocrinology, 19***(2), 57-63.**

Belviranli, M., Okudan, N., & Çelik, F. (2016). Association of circulating irisin with insulin resistance and oxidative stress in obese women. *Hormone and Metabolic Research, 48***(10), 653-657.**

Bemben, D. A., Fetters, N. L., BEMBEN, M. G., Nabavi, N., & Koh, E. T. (2000). Musculoskeletal responses to high-and low-intensity resistance training in early postmenopausal women. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 32***(11), 1949-1957.**

Boström, P., Wu, J., Jedrychowski, M. P., Korde, A., Ye, L., Lo, J. C., ... & Kajimura, S. (2012). A PGC1-α-dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis. *Nature, 481***(7382), 463.**

Brzycki, M. (1989). *A practical approach to strength training.* **Grand Rapids, MI: Masters Press.**

Çakir-Atabek, H., Demir, S., PinarbaSili, R. D., & Gündüz, N. (2010). Effects of different resistance training intensity on indices of oxidative stress. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 24***(9), 2491-2497.**

Choi, K. M. (2016). The impact of organokines on insulin resistance, inflammation, and atherosclerosis. *Endocrinology and Metabolism, 31***(1), 1-6.**

Ellefsen, S., Vikmoen, O., Slettaløkken, G., Whist, J. E., Nygård, H., Hollan, I., ... & Rønnestad, B. R. (2014). Irisin and FNDC5: effects of 12-week strength training, and relations to muscle phenotype and body mass composition in untrained women. *European Journal of Applied Physiology, 114***(9), 1875-1888.**

Elliott, K. J., Sale, C., & Cable, N. T. (2002). Effects of resistance training and detraining on muscle strength and blood lipid profiles in postmenopausal women. *British Journal of Sports Medicine, 36***(5), 340-344.**

Fahlman, M. M., Boardley, D., Lambert, C. P., & Flynn, M. G. (2002). Effects of endurance training and resistance training on plasma lipoprotein profiles in elderly women. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 57***(2), B54-B60.**

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.**

Ghanbari-Niaki, A., Saeidi, A., Ahmadian, M., Gharahcholo, L., Naghavi, N., Fazelzadeh, M., ... & Williams, A. (2018). The combination of exercise training and Zataria multiflora supplementation increase serum irisin levels in postmenopausal women. *Integrative Medicine Research, 7*(1), 44-52.

Gordon, B., Chen, S., & Durstine, J. L. (2014). The effects of exercise training on the traditional lipid profile and beyond. *Current Sports Medicine Reports, 13*(4), 253-259.

Guizelini, P. C., de Aguiar, R. A., Denadai, B. S., Caputo, F., & Greco, C. C. (2018). Effect of resistance training on muscle strength and rate of force development in healthy older adults: a systematic review and meta-analysis. *Experimental Gerontology, 102*, 51-58.

Hart, P. D., & Buck, D. J. (2019). The effect of resistance training on health-related quality of life in older adults: Systematic review and meta-analysis. *Health Promotion Perspectives, 9*(1), 1.

Hecksteden, A., Wegmann, M., Steffen, A., Kraushaar, J., Morsch, A., Ruppenthal, S., ... & Meyer, T. (2013). Irisin and exercise training in humans–results from a randomized controlled training trial. *BMC Medicine, 11*(1), 1-8.

Huang, J., Wang, S., Xu, F., Wang, D., Yin, H., Lai, Q., ... & Hu, M. (2017). Exercise training with dietary restriction enhances circulating irisin level associated with increasing endothelial progenitor cell number in obese adults: an intervention study. *PeerJ-Life & Environment, 5*, e3669.

Huh, J. Y., Panagiotou, G., Mougios, V., Brinkoetter, M., Vamvini, M. T., Schneider, B. E., & Mantzoros, C. S. (2012). FNDC5 and irisin in humans: I. Predictors of circulating concentrations in serum and plasma and II. mRNA expression and circulating concentrations in response to weight loss and exercise. *Metabolism, 61*(12), 1725-1738.

Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (1985). Practical assessment of body composition. *The Physician and Sports Medicine, 13*(5), 76-90.

Jones, E. K., Jurgenson, J. R., Katzenellenbogen, J. M., & Thompson, S. C. (2012). Menopause and the influence of culture: another gap for Indigenous Australian women?, *BMC Women's Health, 12*(1), 43.

Kim, H. J., Lee, H. J., So, B., Son, J. S., Yoon, D., & Song, W. (2016). Effect of aerobic training and resistance training on circulating irisin level and their association with change of body composition in overweight/obese adults: a pilot study. *Physiological Research, 65*(2), 271.

Kim, H. J., So, B., Choi, M., Kang, D., & Song, W. (2015). Resistance exercise training increases the expression of irisin concomitant with improvement of muscle function in aging mice and humans. *Experimental Gerontology, 70,* 11-17.

Lecker, S. H., Zavin, A., Cao, P., Arena, R., Allsup, K., Daniels, K. M., ... & Forman, D. E. (2012). Expression of the irisin precursor FNDC5 in skeletal muscle correlates with aerobic exercise performance in patients with heart failure. *Circulation: Heart Failure, 5*(6), 812-818.

Lopaschuk, G. D. (2016). Uncoupling proteins as mediators of mitochondrial metabolic rates. *Heart Metabolism, 69*, 34-7.

Mann, S., Beedie, C., & Jimenez, A. (2014). Differential effects of aerobic exercise, resistance training and combined exercise modalities on cholesterol and the lipid profile: review, synthesis and recommendations. *Sports Medicine, 44***(2), 211-221.**

Miyamoto-Mikami, E., Sato, K., Kurihara, T., Hasegawa, N., Fujie, S., Fujita, S., ... & Iemitsu, M. (2015). Endurance training-induced increase in circulating irisin levels is associated with reduction of abdominal visceral fat in middle-aged and older adults. *PLoS One, 10***(3), e0120354.**

Moienneia, N., & Hosseini, S. R. A. (2016). Acute and chronic responses of metabolic myokine to different intensities of exercise in sedentary young women. *Obesity Medicine, 1,* **15-20.**

Moreno-Navarrete, J. M., Ortega, F., Serrano, M., Guerra, E., Pardo, G., Tinahones, F., ... & Fernández-Real, J. M. (2013). Irisin is expressed and produced by human muscle and adipose tissue in association with obesity and insulin resistance. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 98***(4), E769-E778.**

Polyzos, S. A., Kountouras, J., Shields, K., & Mantzoros, C. S. (2013). Irisin: a renaissance in metabolism? *Metabolism-Clinical and Experimental, 62***(8), 1037-1044.**

Ramírez-Expósito, M. J., Sánchez-López, E., Cueto-Ureña, C., Dueñas, B., Carrera-González, P., Navarro-Cecilia, J., ... & Martinez-Martos, J. M. (2014). Circulating oxidative stress parameters in pre-and post-menopausal healthy women and in women suffering from breast cancer treated or not with neoadjuvant chemotherapy. *Experimental Gerontology, 58, 34-42.*

Sanchis-Gomar, F., Lippi, G., Mayero, S., Perez-Quilis, C., & García-Giménez, J. L. (2012). Irisin: a new potential hormonal target for the treatment of obesity and type 2 diabetes. *Journal of Diabetes, 4***(3), 196-196.**

Sardeli, A. V., Tomeleri, C. M., Cyrino, E. S., Fernhall, B., Cavaglieri, C. R., & Chacon-Mikahil, M. P. T. (2018). Effect of resistance training on inflammatory markers of older adults: A meta-analysis. *Experimental gerontology, 111***, 188-196.**

Scharhag-Rosenberger, F., Meyer, T., Wegmann, M., Ruppenthal, S., Kaestner, L., Morsch, A., & Hecksteden, A. (2014). Irisin does not mediate resistance training-induced alterations in resting metabolic rate. *Medicine and science in sports and exercise, 46***(9), 1736-1743.**

Shaw, B. S., Gouveia, M., McIntyre, S., & Shaw, I. (2016). Anthropometric and cardiovascular responses to hypertrophic resistance training in postmenopausal women. *Menopause, 23***(11), 1176-1181.**

Shaw, I. N. A., Shaw, B. S., & Krasilshchikov, O. (2009). Comparison of aerobic and combined aerobic and resistance training on low-density lipoprotein cholesterol concentrations in men. *Cardiovascular Journal of Africa, 20***(5), 290.**

Siri, W. E. (1961). Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. *Techniques for Measuring body composition, 61***, 223-244.**

Sumino, H., Ichikawa, S., Yoshida, A., Murakami, M., Kanda, T., Mizunuma, H., ... & Kurabayashi, M. (2003). Effects of hormone replacement therapy on weight, abdominal fat distribution, and lipid levels in Japanese postmenopausal women. *International Journal of Obesity, 27***(9), 1044.**

Tanisawa, K., Taniguchi, H., Sun, X., Ito, T., Cao, Z. B., Sakamoto, S., & Higuchi, M. (2014). Common single nucleotide polymorphisms in the FNDC5 gene are associated with glucose metabolism but do not affect serum irisin levels in Japanese men with low fitness levels. *Metabolism, 63***(4), 574-583.**

Timmons, J. A., Baar, K., Davidsen, P. K., & Atherton, P. J. (2012). Is irisin a human exercise gene?. Nature, 488(7413), E9.

Tomeleri, C. M., Souza, M. F., Burini, R. C., Cavaglieri, C. R., Ribeiro, A. S., Antunes, M., ... & Cyrino, E. S. (2018). Resistance training reduces metabolic syndrome and inflammatory markers in older women: A randomized controlled trial. *Journal of Diabetes, 10***(4), 328-337.**

Velders, M., & Diel, P. (2013). How sex hormones promote skeletal muscle regeneration. *Sports Medicine, 43***(11), 1089-1100.**

Weng, L. C., Roetker, N. S., Lutsey, P. L., Alonso, A., Guan, W., Pankow, J. S., ... & Tang, W. (2018). Evaluation of the relationship between plasma lipids and abdominal aortic aneurysm: A Mendelian randomization study. *PLoS One, 13***(4), e0195719.**

Westcott, W. L. (2012). Resistance training is medicine: effects of strength training on health. *Current Sports Medicine Reports, 11***(4), 209-216.**

Wooten, J. S., Phillips, M. D., Mitchell, J. B., Patrizi, R., Pleasant, R. N., Hein, R. M., ... & Barbee, J. J. (2011). Resistance exercise and lipoproteins in postmenopausal women. *International Journal of Sports Medicine, 32***(01), 7-13.**

Zhao, J., Su, Z., Qu, C., & Dong, Y. (2017). Effects of 12 weeks resistance training on serum irisin in older male adults. *Frontiers in Physiology, 8***, 171.**

Zou, C., & Shao, J. (2008). Role of adipocytokines in obesity-associated insulin resistance. *The Journal of Nutritional Biochemistry, 19***(5), 277-286.**

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی