The effect of eight weeks of TRX and CRX exercising on body composition and lipid profile indices in overweight young women

Nasim Alimoradi[1], Hanieh Nourollahi[2], Fatemeh Hosseini[3*]

[1] MSc of Sports Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.

[2] MSc of Sports Management, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Azad University of Central Tehran, Tehran, Iran.

[3] PhD in Sports Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.

Received: 05 June 2022; Accepted: 11 July 2022

Abstract

Introduction: The aim of this study was to evaluate the effectiveness of TRX and CRX exercises on body composition indices and lipid profile in overweight young women.

Methods: 59 subjects were randomly divided into three training groups: TRX (n = 20), CRX (n = 19) and CG (n = 20). The program of both training groups included 10 minutes of warm-up with stretching and flexibility movements and then 10 circular stationary movements for 30 to 40 minutes, which ended with 10 minutes of stretching movements to cool down. The TRX group trained with resistance bands and the CRX group with weight training. Research variables were measured before and after exercises. One-way ANOVA and Bonferroni post hoc test were used to analyze the data at a significance level of 0.05.

Results: Comparison of BMI and WHR showed that these variables were significantly reduced in the TRX group compared to the CRX and CG groups. While the PBF variable in TRX and CRX groups showed a significant decrease compared to CG. Also, in lipid profile indices of TG, VLDL-C, HDL-C and TC/HDL-C, TRX group showed a significant improvement compared to CRX and CG groups. In TC, LDL-C and LDL-C/HDL-C indices, significant improvement was observed compared to CG in both training groups ($P \geq 0.05$).

Conclusion: The results of this study suggest that an eight-week of TRX and CRX exercises is effective in improving body composition indices and lipid profile of overweight young women; But TRX exercises are more effective than CRX.

Keywords: TRX, CRX, body composition, lipid profile, young overweight women.

***Corresponding author:** PhD in Sports Physiology of University of Guilan, Iran. **Email:** hosseiniff@gmail.com

تأثیر هشت هفته تمرینات TRX و CRX بر شاخص‌های ترکیب بدن و پروفایل لیپیدی زنان جوان دارای اضافه وزن

نسیم علیمرادی[۱]، هانیه نوراللهی[۲]، فاطمه حسینی[۳*]

[۱] .کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

[۲] .کارشناسی ارشد مدیریت ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد تهران مرکزی، تهران، ایران.

[۳] .دکترای فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۲۰

چکیده

مقدمه: هدف از این پژوهش، بررسی اثربخشی تمرینات TRX و CRX بر شاخص‌های ترکیب بدن و پروفایل لیپیدی زنان جوان دارای اضافه وزن بود.

روش‌ها: ۵۹ آزمودنی به روش تصادفی ساده به سه گروه تمرین TRX (۲۰ نفر)، CRX (۱۹ نفر) و CG (۲۰ نفر) تقسیم شدند. برنامه هر دو گروه تمرینی شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن با انواع حرکات کششی و نرمشی و سپس انجام ۱۰ حرکت ایستگاهی به صورت دایره‌ای به مدت ۳۰ تا ۴۰ دقیقه بود که در انتها با ۱۰ دقیقه حرکات کششی برای سرد کردن، به پایان می‌رسید؛ با این تفاوت که گروه TRX با کش مقاومتی و گروه CRX با وزنه تمرین کردند. متغیرهای پژوهش، قبل و بعد از تمرینات اندازه‌گیری شدند. برای آنالیز داده‌ها از آزمون ANOVA یک‌راهه و تست تعقیبی بونفرونی در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد.

یافته‌ها: مقایسه نتایج پس‌آزمون BMI و WHR به‌وسیله آزمون تعقیبی نشان داد که این متغیرها در گروه TRX نسبت به گروه‌های CRX و CG کاهش معنی‌داری داشته است. در حالی‌که متغیر PBF در گروه‌های TRX و CRX نسبت به CG کاهش معنی‌داری را نشان داد. هم‌چنین در شاخص‌های پروفایل لیپیدی TG، VLDL-C، HDL-C و TC/HDL-C گروه TRX نسبت به گروه‌های CRX و CG بهبود معنی‌داری را نشان داد. در شاخص‌های TC، LDL-C و LDL-C/HDL-C، در هر دو گروه تمرینی نسبت به CG بهبود معنی‌دار مشاهده شد (P≤۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش پیشنهاد می‌کند که یک دوره هشت هفته‌ای تمرینات TRX و CRX بر بهبود شاخص‌های ترکیب بدن و پروفایل لیپیدی زنان جوان دارای اضافه وزن، مؤثر می‌باشد؛ اما نکته حائز، اهمیت اثربخشی بیشتر تمرینات TRX در مقایسه با CRX می‌باشد.

کلید واژه: TRX، CRX، ترکیب بدن، پروفایل لیپیدی، زنان جوان دارای اضافه وزن.

Email:hosseiniff@gmail.com

[*]**نویسنده مسئول:** دکتری تخصصی فیزیولوژی ورزش دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

مقدمه

اضافه وزن و چاقی به عنوان یکی از عمده‌ترین معضلات قرن حاضر در حوزه سلامتی شناخته شده که طبق گزارش سازمان بهداشت جهانی، نرخ میزان چاقی از سال ۱۹۸۰ میلادی در سرتاسر جهان دو برابر شده است (۱). اضافه وزن به حالتی گفته می‌شود که فرد بیش از وزن مناسب و کمتر از حد چاقی وزن داشته باشد. این وضعیت، عارضه شایعی است؛ به ویژه اگر سبک زندگی فرد به سمت مصرف غذای زیاد و تحرک ناکافی گرایش داشته باشد. افراد دارای اضافه وزن و چاق همیشه در معرض خطرات ابتلا به بسیاری از بیماری‌های زمینه‌ای به ویژه افزایش توده چربی بدنی، بدعملکردی متابولیکی ناشی از آن و افزایش چربی خون (هایپر لیپیدمیا) هستند (۱). هم‌چنین مشخص شده است که به ترتیب ۲۱ و ۲۸ درصد مرگ و میر ناشی از بیماری‌های قلبی- عروقی در مردان و زنان به اضافه وزن و چاقی نسبت داده شده است. با این حال زمینه ژنتیکی نیز می‌تواند سهم مهمی در پیشرفت اضافه وزن و چاقی در افراد مختلف داشته باشد (۲).

افزایش توده چربی بدنی یکی از علل عمده بر هم خوردن ترکیب بدنی است. ترکیب بدن یعنی نسبت توده چربی به توده بدون چربی بدن که شامل عضله، استخوان و ارگان‌های دیگر است. میزان مطلوب چربی در بدن زنان جوان ۲۱ تا ۲۴ درصد وزن بدن بوده که میزان بالاتر از آن نشان‌دهنده اضافه وزن یا چاقی است (۳). این وضعیت، معمولاً پیامدهایی چون افزایش سطوح چربی‌های خون شامل تری‌گلیسرید [۱](TG)، کلسترول تام [۲](TC)، لیپوپروتئین کم‌چگال [۳](LDL-C)، لیپوپروتئین بسیار کم-چگال [۴](VLDL-C) و کاهش سطح لیپوپروتئین پرچگال [۵](HDL-C) را نیز در پی دارد. مشخص شده است که افزایش سطوح این فاکتورها، ریسک‌فاکتورهایی برای بیماری‌های عروقی قلب و مغز، نظیر آترواسکلروز، بیماری‌های عروق کرونر قلب، سکته‌های ایسکمیک مغزی و بیماری‌های مزمن کلیه هستند. تقریباً نیمی از موارد سکته‌های قلبی و یک‌چهارم سکته‌های مغزی با افزایش میزان LDL-C و TC خون همراه هستند (۴).

معمولاً در موارد بروز افزایش چربی خون ناشی از اضافه وزن، راهکارهای فارماکولوژیک از قبیل استفاده از داروهای مانند آتورواستاتین و سیماتواستاتین به کار گرفته می‌شود و این در حالی است که عوارض استفاده طولانی‌مدت این داروها، حتی در مجامع علمی نیز تأیید شده است (۵).

از راهکارهای غیرفارماکولوژیک کنترل و درمان این وضعیت می‌توان به انجام فعالیت ورزشی و کاهش وزن ناشی از آن اشاره کرد. طبق تحقیقات علمی، از دست دادن مقدار محدودی از وزن اضافی می‌تواند کمک بسیاری به بهبود این وضعیت نماید (۴). هم‌چنین مطالعات نشان می‌دهد که علاوه بر نوع، حجم و شدت فعالیت ورزشی، سطح فعال بودن افراد نیز در میزان تغییرات چربی خون در پاسخ به فعالیت ورزشی اثرگذار است؛ به طوری که صرف‌نظر از از سن و جنسیت، افراد فعال LDL-C کمتر و HDL-C بیشتری در مقایسه با افراد غیرفعال دارند (۶). سادوسکا و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه خود نشان دادند که سطح فعالیت بدنی بیشتر با TG کمتر و HDL-C و نسبت HDL-C/TC بیشتر در ارتباط است (۷). شواهد نشان می‌دهد که چربی‌ها و لیپوپروتئین‌های خون افراد فعال به دلیل داشتن VO_2max پایه بالاتر در مقایسه با افراد غیرفعال که دارای VO_2max پایین‌تری هستند، در اثر تمرین، کمتر تغییر می‌یابد (۸). هم‌چنین، مطالعاتی وجود دارند که نشان می‌دهند عوامل مشخص‌کننده ترکیب بدن نیز در میزان سطوح چربی‌های خون نقش دارند (۹).

[1]- Triglyceride
[2]- Total Cholesterol
[3]- Low-Density Lipoprotein- Cholesterol
[4]- Very Low-Density Lipoprotein- Cholesterol
[5] - High-Density Lipoprotein- Cholesterol

به طور کلی، مطالعات متعدد با نتایج متفاوتی در زمینه اجرای انواع پروتکل‌های تمرینی اعم از هوازی و مقاومتی بر متغیرهای مورد نظر صورت گرفته است (۶-۹) که البته در این میان جای خالی تمرینات مقاومتی کل بدن (TRX)[1] کاملاً مشهود است. این مدل تمرینی، که از دسته تمرینات ناپایداری است، اخیراً مورد توجه بسیاری قرار گرفته است. به طور کلی، تمرینات TRX با استفاده از طناب یا بند که از دو دستگیره و بدنه تشکیل شده است، انجام می‌شود و در آن، انقباض عضلات از طریق فاصله بین محور مرکزی طناب رخ می‌دهد. به علاوه، TRX در مقایسه با تمرینات مقاومتی سنتی (CRX)[2] که با دمبل، هالتر یا دستگاه‌های بدنسازی صورت می‌گیرد، انجام حرکات را از طریق زوایا و تحرک بیشتر، با چالش بیشتری مواجه می‌سازد. هم‌چنین، این ابزار و روش تمرینی برای اهداف مختلفی از آمادگی ورزشکاران تا آمادگی عمومی، سلامتی و توانبخشی مورد استفاده قرار می‌گیرد. به طور کلی به نظر می‌رسد که تمرین با ابزار ورزشی معلق، عملکرد گیرنده‌های حسی عمقی و فشار به عضلات مرکزی را افزایش می‌دهند (۱۰).

امروزه، استقبال عمومی برای استفاده از تمرینات TRX رو به افزایش است و همین امر، لزوم ارزیابی علمی این شیوه تمرینی را ایجاب می‌نماید. هم‌چنین، با توجه به اثرات مفید ورزش و به طور خاص، تمرینات مقاومتی اعم از TRX و CRX بر ترکیب بدن و پروفایل لیپیدی و نیز درگیری بیشتر عضلات در آن، ضرورت بررسی این دو شیوه تمرینی، بیشتر احساس می‌گردد. از این رو در شرایطی که مطالعات محدودی در این حیطه وجود دارد، تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر هشت هفته تمرین TRX بر ترکیب بدن و پروفایل لیپیدی زنان جوان دارای اضافه وزن و مقایسه آن با نتایج تمرین CRX، انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

روش کار و آزمودنی‌ها

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی با طرح پیش‌آزمون- پس‌آزمون بود که جامعه آماری آن را زنان جوان شهر گرگان تشکیل می‌دادند. معیارهای ورود به پژوهش، عبارت بودند از: قرار داشتن در دامنه سنی ۲۰ تا ۳۵ سال، BMI بین ۲۵ تا ۲۹/۹، درصد چربی بین ۲۰ تا ۳۰، نداشتن سابقه تمرینی طی ۶ ماه گذشته، عدم استفاده از داروهای خاص، عدم استعمال مواد دخانی، نداشتن محدودیت حرکتی، برخورداری از سلامت عمومی.

در ابتدا از طریق اعلام فراخوان پژوهشی، زنان غیرفعال داوطلب، پرسشنامه حاوی مشخصات فردی، تاریخچه سلامتی، مصرف دخانیات و فعالیت بدنی را تکمیل نمودند. از میان ۱۰۶ داوطلبی که شرایط شرکت در پژوهش را داشتند،۶۲ شرکت‌کننده به روش تصادفی ساده انتخاب شدند. بر اساس مطالعات اکلاند و همکاران (۲۰۱۶) و مورو و همکاران (۲۰۱۷) در مورد تغییرات واریانس ترکیب بدن و سطوح سرمی پروفایل لیپیدی، تعداد نمونه با در نظر گرفتن فاصله اطمینان ۹۵ درصد و توان آزمون ۸۵ درصد برای هر گروه با استفاده از فرمول زیر، معادل ۱۵ نفر تعیین گردید. هم‌چنین با احتساب احتمال ۲۰ درصدی افت آزمودنی، تعداد نمونه در هر گروه، با تقریب، ۲۰ نفر در نظر گرفته شد.

$$n = \frac{\left(z1-\frac{\alpha}{2}+z1-\beta\right)^2\left(\sigma_1^2+\sigma_2^2\right)}{(\mu_1-\mu_2)^2}$$

در ادامه، ۶۲ آزمودنی به روش تصادفی ساده به سه گروه تمرین TRX (۲۱ نفر)، CRX (۲۱ نفر) و گروه کنترل (۲۰ نفر) تقسیم شدند. در پایان پروتکل پژوهش، با افت سه شرکت‌کننده (یک نفر از گروه TRX و دو نفر از گروه CRX) اطلاعات ۵۹ نفر مورد تجزیه‌وتحلیل آماری قرار گرفت.

[1]- Total Resistance Exercise
[2] - Custom Resistance Exercise

یک هفته قبل از آغاز پژوهش و پس از دریافت رضایت‌نامه کتبی، جلسه آشنایی با تمرینات، برگزار شد. طی جلسات آموزشی، به منظور کنترل هر چه بیشتر اثر تمرین، از شرکت‌کننده‌ها خواسته شد که برنامه زندگی خود از قبیل چرخه خواب و بیداری، میزان فعالیت روزانه و رژیم غذایی را تغییر ندهند.

ابزارهای اندازه‌گیری تحقیق

قبل از شروع پروتکل، قد آزمودنی‌ها توسط قدسنج SECA مدل ۲۰۶ ساخت کشور آلمان با دقت ۰/۱ سانتی‌متر در وضعیت ایستاده، بدون کفش و در حالی که کتف‌ها در شرایط عادی قرار داشتند، سنجیده شد. وزن آنها توسط ترازوی SECA ساخت کشور آلمان با دقت ۵۰ گرم، با حداقل پوشش و بدون کفش اندازه‌گیری گردید. شاخص‌های توده بدن (BMI)[1] با استفاده از فرمول وزن (کیلوگرم) تقسیم بر مجذور قد (متر)، نسبت دور کمر به لگن (WHR)[2] از طریق فرمول دور کمر (سانتی‌متر) تقسیم بر دور لگن (سانتی‌متر) محاسبه گردید. دور کمر در باریک‌ترین ناحیه آن در حالتی ارزیابی شد که فرد در انتهای بازدم طبیعی خود قرار داشت. جهت اندازه‌گیری دور باسن و کمر از یک متر نواری غیرقابل ارتجاع با دقت ۰/۱ سانتی‌متر، بدون تحمیل هر گونه فشار بر بدن استفاده شد (۱۲). چگالی و احتساب درصد چربی بدن (PBF)[3]، طبق دستورالعمل (ACSM)[4] توسط کالیپر Harpenden ساخت کمپانی Baty کشور انگلستان و با استفاده از معادله هفت نقطه‌ای جکسون-پولاک (JP3)[5] و فرمول سیری[6] ارزیابی و ثبت گردید (۱۳).

$$PBF = (495/\text{Body Density}) - 450$$

به منظور حذف خطاهای فردی، همه اندازه‌گیری‌ها توسط یک نفر انجام شد.

از آزمودنی‌ها در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون، در شرایط آزمایشگاهی و ۱۲ ساعت ناشتایی مقدار ۵ تا ۷ سی‌سی خون، پس از ۵ دقیقه استراحت کامل، با استفاده از سرنگ‌های لوله استریل با ماده ضد انعقاد EDTA از دست چپ گرفته و در ظرف یخ قرار داده شد. سپس پلاسما با استفاده از سانتریفیوژ ۱۸۰۰ rpm به مدت ۱۵ دقیقه به دست آمده و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد ذخیره شد. در این پژوهش، سطوح TG، TC و HDL به روش فتومتری و با استفاده از کیت شرکت پارس آزمون اندازه‌گیری شد. هم‌چنین، سطح LDL-C با استفاده از فرمول فریدوالد محاسبه شد (۱۴):

$$LDL\text{-}C = TC-(HDL\text{-}C+TG/5)$$

روش محاسبه سطح VLDL-C نیز بدین‌گونه بود (۱۵):

$$VLDL\text{-}C = TG/5$$

برنامه تمرینی

آزمودنی‌های هر دو گروه، به مدت هشت هفته و هر هفته سه جلسه به تمرین پرداختند.

پروتکل CRX: برنامه تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن با انواع حرکات کششی و نرمشی و سپس انجام ۱۰ حرکت ایستگاهی به صورت دایره‌ای به مدت ۳۰ تا ۴۰ دقیقه بود که در انتها با ۱۰ دقیقه حرکات کششی برای سرد کردن، به پایان می‌رسید. ایستگاه‌ها شامل ده نوع تمرین مقاومتی از قبیل پرس پا، پرس سینه، پرس شانه، جلو بازو، پشت بازو، لت‌پول، اکستنشن زانو، خم کردن زانو، بلند شدن روی پاشنه و دراز و نشست بود.

[1] - Body Mass Index
[2] - Waste-Hip Ratio
[3] - Percent Body Fat
[4] - American College of Sports Medicine
[5] - Jackson and Pollock 3-site
[6] - Siri Equation

برنامه تمرین در هر جلسه، سه دور با دوازده تکرار و با شدت ۴۰ تا ۶۵ درصد یک تکرار بیشینه بود. زمان استراحت بین ایستگاه‌ها، ۴۵ تا ۶۰ ثانیه و زمان استراحت بین هر دور، ۹۰ ثانیه بود. با توجه به ایجاد سازگاری عصبی عضلانی و افزایش قدرت عضلانی، اصل اضافه بار به گونه‌ای طراحی شده بود که بعد از هر ۶ جلسه تمرین، یک آزمون تکرار بیشینه برای هر فرد در هر ایستگاه، انجام و مقدار ۵ درصد بدان اضافه می‌گردید (۱۶). برای تعیین یک تکرار بیشینه از فرمول زیر استفاده گردید (۱۷):

$$\textbf{\textit{1RM}} = \text{Weight} \div (1.0278 - (0.0278 \times \text{Number of repetitions}))$$

پروتکل TRX: برنامه تمرین این گروه نیز شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن با انواع حرکات کششی و نرمشی و سپس انجام ۱۰ حرکت ایستگاهی به صورت دایره‌ای به مدت ۳۰ تا ۴۰ دقیقه بود که در انتها با ۱۰ دقیقه حرکات کششی برای سرد کردن، به پایان می‌رسید. ایستگاه‌ها شامل ده نوع تمرین مقاومتی با کش از قبیل قایقی زیربغل، جلو بازو، پشت بازو، لانج، پرس ران، بالانس تعادلی، حلقه همسترینگ، استارت دونده، کوهنورد و اسکات بود.

برنامه تمرین در هر جلسه، سه دور با دوازده تکرار با شدتی معادل ۴۰ تا ۶۵ درصد یک تکرار بیشینه در مقیاس بورگ ۲۰ رتبه‌ای یعنی در دامنه درک فشار ۹ تا ۱۳ بود که هر دو هفته، یک واحد افزایش برای اعمال اضافه بار لحاظ شد. جهت کنترل شدت تمرین در این دو پروتکل تمرینی، همانطور که بیان گردید از مقیاس بورگ استفاده شد؛ به نحوی که آزمودنی‌های گروه مقاومتی سنتی وقتی با شدت ۴۰ تا ۶۵ درصد یک تکرار بیشینه، حرکتی را انجام می‌دادند، میزان فشار وارده بر اساس، شاخص بورگ اندازه‌گیری و در گروه TRX نیز همان میزان فشار با توجه به مقیاس بورگ اعمال گردید (۱۸).

روش آماری

در این پژوهش، از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف برای اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. مقادیر کمی به صورت میانگین و انحراف معیار نشان داده شده است. از آزمون ANOVA یک راهه به منظور همگنی مقادیر اولیه استفاده گردید. معنی‌دار بودن تفاوت بین میانگین متغیرها در پیش و پس آزمون نیز به وسیله آزمون ANOVA یک راهه و تست تعقیبی بونفرونی سنجیده شد. هم‌چنین، کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری به وسیله نرم‌افزارSPSS 23 با سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام گرفت.

یافته‌ها

شاخص‌های توصیفی آزمودنی‌ها شامل سن، وزن، قد، شاخص توده بدنی و نسبت دور کمر به لگن، به تفکیک گروه‌ها در جدول شماره ۱ ارائه شده است. نتایج آزمون کلموگروف- اسمیرنوف نشان داد که توزیع متغیرها طبیعی بوده است ($P\leq ۰/۰۵$). نتایج آزمون آنوای یک راهه نیز نشان داد که تفاوت معنی‌داری در مقادیر اولیه متغیرها در سه گروه وجود ندارد ($P\leq ۰/۰۵$).

در شاخص‌های ترکیب بدن، نتایج آزمون آنوای یک‌راهه در متغیر BMI نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین گروه TRX با گروه‌های CRX ($F_{۲،۵۶}=۵/۵۹$، $P=۰/۰۰۳$) و CG ($F_{۲،۵۶}=۵/۵۹$، $P=۰/۰۰۳$) وجود دارد؛ هم‌چنین در متغیر WHR نیز تفاوت معنی‌داری بین گروه TRX با گروه‌های CRX ($F_{۲،۵۶}=۴/۴۰$، $P=۰/۰۰۱$) و CG ($F_{۲،۵۶}=۴/۷۳$، $P=۰/۰۰۱$) وجود داشت. نتایج آزمون آنوای یک‌راهه در متغیر PBF نیز نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های TRX ($P=۰/۰۲۴$، $F_{۲،۵۶}=۳/۹۸$) و CRX ($F_{۲،۵۶}=۴/۰۵$، $P=۰/۰۲۰$) با گروه CG وجود دارد (جدول شماره ۲).

در شاخص‌های پروفایل لیپیدی، نتایج آزمون آنوای یک‌راهه در متغیر TG نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین گروه TRX با گروه‌های CRX ($F_{۲، ۵۶}$=۵/۸۷، P=۰/۰۰۱) و CG ($F_{۲، ۵۶}$=۴/۱۹، P=۰/۰۰۳) وجود دارد؛ هم‌چنین در متغیر TC نیز تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های TRX ($F_{۲، ۵۶}$=۶/۱۴، P=۰/۰۰۱) و CRX ($F_{۲، ۵۶}$=۴/۴۱، P=۰/۰۱۰) با گروه CG وجود داشت (جدول شماره ۲).

نتایج آزمون آنوای یک‌راهه در متغیر LDL-C نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های TRX ($F_{۲، ۵۶}$=۵/۷۲، P=۰/۰۰۱) و CRX ($F_{۲، ۵۶}$=۳/۹۴، P=۰/۰۱۲) با گروه CG وجود دارد؛ هم‌چنین در متغیر VLDL-C نیز تفاوت معنی‌داری بین گروه TRX با گروه‌های CRX ($F_{۲، ۵۶}$=۴/۰۷، P=۰/۰۱۳) و CG ($F_{۲، ۵۶}$=۳/۸۰، P=۰/۰۰۱) مشاهده شد. در متغیر HDL-C نیز تفاوت معنی‌داری بین گروه TRX با گروه‌های CRX ($F_{۲، ۵۶}$=۵/۱۷، P=۰/۰۰۳) و CG ($F_{۲، ۵۶}$=۴/۶۸، P=۰/۰۰۱) وجود داشت (جدول شماره ۲).

نتایج آزمون آنوای یک‌راهه در متغیر LDL-C/HDL-C نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های TRX (P=۰/۰۱۱، $F_{۲، ۵۶}$=۴/۶۱) و CRX ($F_{۲، ۵۶}$=۳/۸۲، P=۰/۰۳۱) با گروه CG وجود دارد؛ هم‌چنین در متغیر TC/HDL-C نیز تفاوت معنی‌داری بین گروه TRX با گروه‌های CRX ($F_{۲، ۵۶}$=۲/۷۴، P=۰/۰۳۸) و CG ($F_{۲، ۵۶}$=۳/۲۹، P=۰/۰۱۹) وجود داشت. این در حالی بود که در متغیرهای دیگر بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (P≤۰/۰۵) (جدول شماره ۲).

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها

گروه / متغیر	مقاومتی کل بدن (n=20)	مقاومتی سنتی (n=19)	گروه کنترل (n=20)
سن (سال)	۲۸/۰۵±۴۰/۴۵	۳۱/۰۴±۳۸/۷۵	۳۰/۰۴±۸۲/۱۱
قد (سانتی‌متر)	۱۶۵/۰۸±۰۹/۲۴	۱۶۳/۱۰±۱۰/۴۵	۱۶۵/۱۲±۱۲/۷۱
وزن (کیلوگرم)	۸۰/۰۹±۱۱/۱۵	۷۷/۱۱±۴۰/۴۵	۷۸/۱۰±۶۶/۲۲
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۹/۰۲±۸۰/۴۰	۲۸/۰۳±۹۸/۳۵	۲۸/۰۳±۶۵/۵۰
نسبت دور کمر به لگن (درصد)	۸۸/۰±۱۰/۰۶	۸۹/۰±۲۲/۰۳	۸۹/۰±۳۱/۰۹

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار متغیرها در پیش آزمون و پس آزمون

متغیر	آزمون	مقاومتی کل بدن (n=20)	مقاومتی سنتی (n=19)	گروه کنترل (n=20)
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	پیش‌آزمون	۲۹/۸۰±۰۲/۴۰	۲۸۷/۹۸±۰۳/۳۵	۲۸/۶۵±۰۳/۵۰
	پس‌آزمون	۲۷/۹۰±۰۳/۰۳ *	۲۷/۸۲±۲/۲۸	۲۸/۶۴±۲/۰۲
نسبت دور کمر به لگن (درصد)	پیش‌آزمون	۸۸/۱۰±۰/۰۶	۸۹/۲۲±۰/۰۳	۸۹/۳۱±۰/۰۹
	پس‌آزمون	۸۵/۲۴±۰/۰۹ *#	۸۸/۰۱±۰/۰۳	۸۹/۰۵±۰/۰۷
درصد چربی بدن (درصد)	پیش‌آزمون	۲۶/۹۱±۰/۸۷	۲۷/۵۸±۰/۹۷	۲۷/۸۷±۰/۶۶
	پس‌آزمون	۲۲/۱۲±۰/۳۱ *	۲۳/۲۵±۰/۷۴ *	۲۷/۶۸±۰/۶۰
تری گلیسیرید (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	پیش‌آزمون	۲۰۰/۴۵±۳۹/۱۲	۲۰۳/۲۱±۴۲/۲۱	۲۱۰/۰۸±۵۰/۳۷
	پس‌آزمون	۱۷۷/۵۴±۳۰/۶۲ *#	۱۹۷/۴۹±۴۱/۷۰	۲۰۹/۳۷±۴۰/۸۴
کلسترول تام (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	پیش‌آزمون	۲۵۱/۵۵±۵۷/۴۰	۲۳۱/۶۲±۵۱/۶۰	۱۹۹/۸۲±۶۱/۳۳
	پس‌آزمون	۱۸۹/۴۱±۵۹/۱۰ *	۲۰۱/۱۸±۴۵/ ۶۶ *	۲۴۴/۴۹±۴۹/۶۲
لیپوپروتئین کم‌چگال (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	پیش‌آزمون	۱۷۷/۴۵±۴۵/۲۴	۱۵۴/۱۰±۳۶/۲۸	۱۲۳/۴۹±۵۳/۱۴
	پس‌آزمون	۱۱۰/۱۰±۴۷/۵۵ *	۱۲۴/۳۰±۱۶/۳۴ *	۱۵۰/۳۶±۳۷/۱۰
لیپوپروتئین بسیار کم‌چگال (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	پیش‌آزمون	۴۰/۸۰	۴۱/۹۰	۴۲/۱۰
	پس‌آزمون	۳۵/۶۰ *#	۳۹/۸۲	۴۲/۸۰
لیپوپروتئین پرچگال (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	پیش‌آزمون	۳۴/۹۱±۴/۱۴	۳۶/۶۲±۶/۱۳	۳۴/۳۳±۴/۵۱
	پس‌آزمون	۴۴/۲۰±۶/۴۴ *#	۳۸/۱۴±۷/۱۸	۳۲/۷۸±۴/۳۵
نسبت لیپوپروتئین کم‌چگال به پرچگال (درصد)	پیش‌آزمون	۵/۱۱	۴/۰۶	۷/۱۳
	پس‌آزمون	۳/۰۷*	۳/۳۰ *	۶/۹۰
نسبت کلسترول‌تام به لیپوپروتئین کم‌چگال (درصد)	پیش‌آزمون	۶/۱۴	۴/۱۰	۶/۱۵
	پس‌آزمون	۴/۹۰ *#	۵/۶۴	۷/۱۲

سطح معنی‌داری P≤۰/۰۵

* تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های تمرینات TRX و CRX با گروه CG.

تفاوت معنی‌دار بین گروه تمرین TRX با گروه تمرین CRX.

بحث و نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که یک دوره تمرین هشت هفته‌ای TRX نسبت به گروه‌های CRX و CG بر کاهش شاخص‌های BMI و WHR اثر معنی‌داری داشته است. سازمان بهداشت جهانی مقدار ۰/۸ را به عنوان حد مرزی WHR برای زنان

توصیه کرده است (۱۹). این در حالی است که برخی تحقیقات WHR≥۰/۹ را به عنوان شاخص افزایش خطر بیماری‌های قلبی عروقی در زنان چاق و دارای اضافه وزن پیشنهاد کرده‌اند (۲۰). مطالعه‌ای نشان داد که شانس داشتن کلسترول بالا در افرادی که دارای WHR≥۰/۸۴ هستند، افزایش می‌یابد (۲۱) . برخی مطالعات دیگر نیز این نتیجه را تائید کرده‌اند (۲۳ ،۲۲). با توجه به کاهش درصد چربی بدن در گروه‌های تمرینی، می‌توان آن را یکی از دلایل اصلی کاهش معنادار این دو متغیر دانست.

از دیگر نتایج این تحقیق، کاهش معنادار درصد چربی بدن در گروه‌های TRX و CRX نسبت به گروه کنترل می‌باشد. محققان کسب این نتیجه را به افزایش لیپولیز پس از فعالیت مقاومتی نسبت داده‌اند. با این‌که مکانیسم‌هایی که درگیر این فرآیند هستند، هنوز به درستی شناخته نشده‌اند؛ اما حداقل سه توضیح در مورد وضعیت هورمون‌های مختلف وجود دارد که عمل لیپولیز (آزاد شدن اسیدهای چرب از لایه‌های زیرپوستی) را تبیین می‌کند: ۱) هورمون انسولین از عمل لیپولیز جلوگیری می‌کند. گزارش شده که انواع فعالیت بدنی، منجر به کاهش غلظت انسولین خواهد شد. ۲) تمرین مقاومتی منجر به فعالیت سریع دستگاه عصبی سمپاتیک و آزادسازی هورمون‌های اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین می‌گردد. نتیجه این عمل، افزایش لیپولیز می‌باشد. ۳) فعالیت بدنی مقاومتی، نوعی محرک برای افزایش هورمون رشد بوده و از این طریق بر افزایش لیپولیز تأثیر دارد (۲۴). افزایش مصرف انرژی و ایجاد تعادل انرژی منفی از مهم‌ترین دلائل اثربخشی این فعالیت‌ها در بهبود پروفایل لیپیدی است (۲۵). اگر چه در مطالعه حاضر، میزان کالری مصرفی آزمودنی‌ها هنگام اجرای تمرینات، اندازه‌گیری نشد، اما از دیدگاه کاربردی، هزینه انرژی ۶۰ دقیقه تمرین TRX به طور میانگین ۴۰۰ کیلوکالری برآورد شده است (۲۶). در حالی‌که انرژی مصرفی ۶۰ دقیقه تمرین CRX با شدت ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه ۳۴۰ کیلوکالری برآورد شده است (۲۷).

از آنجا که یکی از اولین و بارزترین تغییرات مشاهده‌شده طی فعالیت‌های ورزشی، کاهش انسولین پلاسماست، از این رو، احتمالاً یکی از عواملی که کلسترول پلاسما را دستخوش تغییر می‌کند، میزان انسولین پلاسماست و شاید به این دلیل باشد که کاهش انسولین پلاسما موجب فعال شدن لیپولیز از بافت چربی، افزایش غلظت اسیدهای چرب آزاد پلاسما و افزایش اسید چرب کبد می‌شود و همزمان با کاهش انسولین، گلوکاگون نیز افزایش می‌یابد که هر دو هورمون به هنگام ورزش، طی فعل و انفعالات شیمیایی، تغییراتی در پیش‌سازهای کلسترول ایجاد می‌کنند (۲۸). اما احتمالاً علت تغییر در میزان TG، مربوط به افزایش فعالیت آنزیم لیپوپروتئین‌لیپاز می‌باشد. یکی دیگر از دلایل این فرآیند را انتقال و استفاده از TG توسط عضله، حین فعالیت مقاومتی برشمرده‌اند (۲۹).

با توجه به عللی که در مورد تغییرات حاصل در لیپیدهای سرم ذکر شد، بافت‌های چربی، دارای مویرگ‌های متعدد و اعصاب خودمختارند. از این‌رو، کلیه اعمال متابولیک آنها توسط عوامل هورمونی و عصبی کنترل می‌شود و فقط یک علت را نمی‌توان جهت افزایش یا کاهش یک متغیر ذکر کرد. برای مثال یکی از علت‌های مهم افزایش لیپولیز، تحریک گیرنده‌های بتاآدرنرژیک بافت چربی است. به طوری‌که فعالیت بدنی، دستگاه عصبی سمپاتیک و آزادسازی کاتکولامین‌ها را تحریک می‌کند و در ضمن، غلظت انسولین در طی فعالیت بدنی کاهش می‌یابد که تحریک لیپولیز و گیرنده‌های بتاآدرنرژیک را کاهش می‌دهد (۳۰). اجرای فعالیت ورزشی مقدار لیپوپروتئین نوع A را افزایش می‌دهد که آن نیز موجب افزایش آنزیم LPL و کاتالیز بخش لیپیدی LDL-C می‌شود. از این‌رو انتظار می‌رود که سطح آن در خون کاهش یابد (۳۱). به طور کلی، در اجرای تمرین TRX که به صورت بلندمدت و مقاومتی انجام می‌شود، تولید انرژی بیشتر از طریق مسیر هوازی و گلیکولیزی تأمین می‌شود. در واقع این شیوه تمرینی بیشتر دستگاه‌های ترکیبی (هوازی، گیلولیزی، فسفاژنی) با انرژی مصرفی بالا را به کار می‌گیرد که می‌تواند بر میزان فعالیت‌های آنزیمی حتی بعد از فعالیت ورزشی و افزایش میزان سوخت‌وساز استراحت نیز اثرگذار باشد (۱۰).

با توجه به یافته‌های تحقیق، آشکار می‌شود که یک دوره هشت هفته‌ای تمرینات TRX و CRX بر بهبود شاخص‌های ترکیب بدن و پروفایل لیپیدی زنان جوان دارای اضافه وزن، مؤثر می‌باشد؛ اما نکته حائز اهمیت اثربخشی بیشتر تمرینات TRX در مقایسه با CRX می‌باشد. از این رو با توجه به میزان بالای مصرف انرژی و مزایای دیگری همچون سادگی اجرا، تنوع حرکتی، امکانات کم و کاهش احتمال آسیب‌دیدگی نسبت به تمرین با وزنه، TRX می‌تواند جایگزین مناسبی برای برخی روش‌های تمرین سنتی در بهبود پروفایل لیپیدی، کاهش بافت چربی و بهبود ترکیب بدن افراد چاق و دارای اضافه وزن باشد.

برخی از محدودیت‌های این پژوهش، ناآشنایی تعدادی از آزمودنی‌های گروه تمرینی TRX با تمرینات بود که تلاش گردید با کنترل و آموزش بیشتر مربی، به حداقل برسد. هم‌چنین عدم کنترل چرخه خواب و بیداری، میزان فعالیت و کالری دریافتی روزانه و کنترل حالات هیجانی آزمودنی‌ها از دیگر محدودیت‌های این پژوهش بود.

تقدیر و تشکر

بدین‌وسیله از تمامی عزیزانی که در انجام هر چه بهتر این پژوهش، ما را همراهی نمودند اعم از زنان جوان، مسئولین سالن‌های ورزشی و پرسنل آزمایشگاه قدردانی به عمل می‌آید.

حامی مالی

این مقاله حامی مالی ندارد.

تعارض منافع

در این مقاله، تعارض منافع برای نویسندگان وجود ندارد.

منابع

1. Phan HD, Nguyen TN, Bui PL, Pham TT, Doan TV, Nguyen DT, Van Minh H. Overweight and obesity among Vietnamese school-aged children: National prevalence estimates based on the World Health Organization and International Obesity Task Force definition. PloS one. 2020 Oct 12;15(10):e0240459. SS MA. A review of prevalence of obesity in Saudi Arabia. *J Obes Eat Disord*. 2016 Oct;2(2):1-6.
2. Hung SP, Chen CY, Guo FR, Chang CI, Jan CF. Combine body mass index and body fat percentage measures to improve the accuracy of obesity screening in young adults. *Obesity Research & Clinical Practice*. 2017 Jan 1;11(1):11-8. [doi: 10.1016/j.orcp.2016.02.005]
3. Gao M, Cao S, Li N, Liu J, Lyu Y, Li J, Yang X. Risks of overweight in the offspring of women with gestational diabetes at different developmental stages: A meta-analysis with more than half a million offspring. *Obesity Reviews*. 2021 Nov 24;23(3):e13395. [doi: 10.1111/obr.13395]
4. Mancini MC, Halpern A. Pharmacological treatment of obesity. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*. 2006 Apr;50(2):377-89. [/doi: 10.1590/S0004-27302006000200024]
5. Khaw KT, Sharp SJ, Finikarides L, Afzal I, Lentjes M, Luben R, Forouhi NG. Randomised trial of coconut oil, olive oil or butter on blood lipids and other cardiovascular risk factors in healthy men and women. *BMJ Open*. 2018 Mar 1;8(3):e020167. [doi: 10.1136/bmjopen-2017-020167]

6. Sadowska-Krępa E, Gdańska A, Rozpara M, Pilch W, Přidalová M, Bańkowski S. Effect of 12-week interventions involving Nordic walking exercise and a modified diet on the anthropometric parameters and blood lipid profiles in overweight and obese Ex-Coal miners. *Obesity Facts.* 2020;2(2):201-12. [doi: 10.1159/000506403]
7. Muscella A, Stefano E, Marsigliante S. The effects of exercise training on lipid metabolism and coronary heart disease. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology.* 2020 May 22;319(1):H76-H88. [doi: 10.1152/ajpheart.00708.2019]
8. Eklund D, Häkkinen A, Laukkanen JA, Balandzic M, Nyman K, Häkkinen K. Fitness, body composition and blood lipids following 3 concurrent strength and endurance training modes. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism.* 2016 Mar 14;41(7):767-74. [doi: 10.1139/apnm-2015-0621]
9. Gaedtke A, Morat T. TRX suspension training: A new functional training approach for older adults–development, training control and feasibility. *International Journal of Exercise Science.* 2015;8(3):224-33. [PMCID: PMC4833470] [PMID: 27182415]
10. Moro T, Tinsley G, Bianco A, Gottardi A, Gottardi GB, Faggian D, Plebani M, Marcolin G, Paoli A. High intensity interval resistance training (HIIRT) in older adults: Effects on body composition, strength, anabolic hormones and blood lipids. *Exp Gerontol.* 2017 Aug 15;98:91-8. [doi: 10.1016/j.exger.2017.08.015]
11. Wiltink J, Michal M, Wild PS, Zwiener I, Blettner M, Münzel T, Schulz A, Kirschner Y, Beutel ME. Associations between depression and different measures of obesity (BMI, WC, WHtR, WHR). BMC psychiatry. 2013 Dec;13(1):1-7. [doi: 10.1186/1471-244X-13-223]
12. Lawrence JH, Gofman JW, editors. Advances in Biological and Medical Physics: Volume 9. *Academic Press*; 2013 Oct 22.
13. Knopfholz J, Disserol CC, Pierin AJ, Schirr FL, Streisky L, Takito LL, Ledesma PM, Faria-Neto JR, Olandoski M, Da Cunha CL, Bandeira AM. Validation of the friedewald formula in patients with metabolic syndrome. *Cholesterol.* 2014;2014:261878. [doi: 10.1155/2014/261878]
14. Tremblay AJ, Morrissette H, Gagné JM, Bergeron J, Gagné C, Couture P. Validation of the Friedewald formula for the determination of low-density lipoprotein cholesterol compared with β-quantification in a large population. *Clinical Biochemistry.* 2004 Sep 01;37(9):785-90. [doi: 10.1016/j.clinbiochem.2004.03.008]
15. Sharifi GR, Bani Hashemi Emam Gheysi M, Rahnama N, Babai Mazrae No AR. Comparison of the Effect of 8 Weeks Aerobic Exercise With Resistance Exercise on Brain-Derived Neurotrophic Factor in Elderly Men. *Iranian Journal of Ageing.* 2015 Oct 15;10(3):148-55. Available from: http://salmandj.uswr.ac.ir/article-1-814-en.html
16. Brzycki M. Strength testing-predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance.* 1993 Jan 1;64(1):88-90. [doi: 10.1080/07303084.1993.10606684]
17. Akbarpour Beni M, Aghajani Z. Comparison of the effect of TRX and traditional resistance training on serum levels of some liver enzymes in inactive women. *Journal of Sport and Exercise Physiology.* 2022 Summer;15(2):20-28. [doi: 10.52547/joeppa.15.2.20]

18. World Health Organization. The world health report 2006: working together for health. *World Health Organization*; 2006 Mar 23.
19. Chung GK, Ruby HY, Woo J, Lai FT, Chung RY, Yeoh EK, Ho SC. Accelerated progression of waist-to-hip ratio but not body mass index associated with lower socioeconomic position: a cohort study of nonobese early postmenopausal Chinese women. *Menopause*. 2020 May 01;27(5):550-8. [doi: 10.1097/GME.0000000000001503]
20. Eun Y, Lee SN, Jung J, Kim MS, Moon KW, Yoo KD. Association between waist-hip ratio and coronary artery calcification in postmenopausal women. *Menopause* (New York, NY). 2020 Sep;27(9):1010-1014. [doi: 10.1097/GME.0000000000001581]
21. Ladwig KH, Schriever SC, Atasoy S, Bidlingmaier M, Kruse J, Johar H. Association of generalized and central obesity with serum and salivary cortisol secretion patterns in the elderly: findings from the cross sectional KORA-Age study. *Scientific Reports*. 2020 Aug 31;10(1):1-10. [doi: 10.1038/s41598-020-71204-6]
22. Schäfer S, Aydin MA, Appelbaum S, Kuulasmaa K, Palosaari T, Ojeda F, Blankenberg S, Jousilahti P, Salomaa V, Karakas M. Low testosterone concentrations and prediction of future heart failure in men and in women: evidence from the large FINRISK97 study. *ESC Heart Failure.* 2021 Aug;8(4):2485-91. [doi: 10.1002/ehf2.13384]
23. Wewege MA, Desai I, Honey C, Coorie B, Jones MD, Clifford BK, Leake HB, Hagstrom AD. The Effect of Resistance Training in Healthy Adults on Body Fat Percentage, Fat Mass and Visceral Fat: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*. 2021 Sep 18;52:287-300. [doi: 10.1007/s40279-021-01562-2]
24. Ducháček J, Stádník L, Ptáček M, Beran J, Okrouhlá M, Gašparík M. Negative energy balance influences nutritional quality of milk from Czech Fleckvieh cows due changes in proportion of fatty acids. *Animals.* 2020 Mar 27;10(4):563. [doi: 10.3390/ani10040563]
25. Smith LE, Snow J, Fargo JS, Buchanan CA, Dalleck LC. The acute and chronic health benefits of TRX Suspension Training® in healthy adults. *Int J Res Ex Phys.* 2016;11(2):1-5.
26. João GA, Rodriguez D, Tavares LD, Rica RL, Júnior NC, Reis VM, Pontes Junior FL, Baker JS, Bocalini DS, Júnior AF. Energy expenditure estimation of a moderate-intensity strength training session. *Cogent Medicine.* 2020 Jan 01;7(1):1794500. [doi: 10.1080/2331205X.2020.1794500]
27. Jaworski K, Sarkadi-Nagy E, Duncan RE, Ahmadian M, Sul HS. Regulation of triglyceride metabolism. IV. Hormonal regulation of lipolysis in adipose tissue. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*. 2007 Jul 01;293(1):G1-G4. [doi: 10.1152/ajpgi.00554.2006]
28. Bosy-Westphal A, Braun W, Albrecht V, Müller MJ. Determinants of ectopic liver fat in metabolic disease. *European Journal of Clinical Nutrition.* 2019 Feb;73(2):209-14. [doi: 10.1038/s41430-018-0323-7]
29. Burguete-García AI, Martínez-Nava GA, Valladares-Salgado A, Bermúdez VH, Estrada-Velasco B, Wacher N, Peralta-Romero J, Garcia-Mena J, Parra E, Cruz M. Association of b1 and b3 adrenergic receptors gene polymorphisms with insulin

30. resistance and high lipid profiles related to type 2 diabetes and metabolic syndrome. *Nutricion Hospitalaria*. 2014;29(6):1327-34. [doi: 10.3305/nh.2014.29.6.7367]
31. Sasaki T, Nakata R, Inoue H, Shimizu M, Inoue J, Sato R. Role of AMPK and PPARγ1 in exercise-induced lipoprotein lipase in skeletal muscle. *American Journal.*

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی