مجله دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد
سال ۶۶، شماره ۶
بهمن-اسفند ۱۴۰۲، صفحه ۱۵۵۴-۱۵۴۳

www.mums.ac.ir
Medical Journal of Mashhad
University of Medical Sciences
Vol. 66, No.6, P: 1543-1554
Jan-Mar2024

مقاله اصلی

تاثیر تمرین مقاومت کل بدن (*TRX*) و مکمل دهی امگا-۳ بر مقادیر سرمی لپتین و درصد چربی بدن زنان دارای اضافه وزن و چاق

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۲۸- تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۰۲

مژگان اسکندری [۱]
مهدی مقرنسی [*۱]
سعید ایل بیگی [۱]

[۱] *گروه علوم ورزشی، دانشکده‌ی علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران*

نویسنده مسئول: دکتر مهدی مقرنسی، گروه علوم ورزشی، دانشکده‌ی علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

Email: Mogharnasi@birjand.ac.ir

خلاصه

مقدمه: سیتوکاین‌های پیش التهابی مانند لپتین نقش مهمی در پاتوژنز چاقی و سندروم متابولیک دارند. فعالیت‌های ورزشی و مکمل‌های غذایی دو رویکرد مناسب برای پیشگیری از پدیده اضافه وزن و چاقی هستند. هدف از پژوهش حاضر، بررسی تاثیر هشت هفته تمرین مقاومت کل بدن (TRX) و مکمل دهی امگا-۳ بر مقادیر سرمی لپتین و درصد چربی بدن در زنان دارای اضافه وزن و چاق بود.

روش کار: در این پژوهش نیمه تجربی، ۴۸ زن دارای اضافه وزن و چاق به شکل هدفمند به عنوان نمونه آماری انتخاب و به صورت تصادفی در چهار گروه ۱۲ نفره ۱) تمرین ۲) مکمل ۳) تمرین+ مکمل و ۴) کنترل تقسیم شدند. آزمودنی های گروه اول و سوم به مدت هشت هفته (سه جلسه در هفته) به اجرای پروتکل تمرین ورزشی (TRX) پرداختند. همچنین آزمودنی‌های گروه دوم و سوم روزانه دو عدد کپسول ۱۰۰۰ میلی گرمی مکمل امگا-۳ را در دو نوبت و گروه اول و چهارم به همان میزان دارونما (پارافین خوراکی) دریافت کردند. در ابتدا و انتهای پژوهش، سنجش درصد چربی بدن با استفاده از دستگاه سنجش ترکیب بدن و نمونه خون وریدی برای اندازه‌گیری مقادیر بیوشیمیایی جمع‌آوری شد. داده‌ها با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی توکی در سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ تجزیه و تحلیل شد.

نتایج: تحلیل آماری نشان داد پس از هشت هفته مداخله؛ اختلاف معناداری بین تغییرات مقادیر سرمی لپتین و درصد چربی درگروه تمرین+مکمل با گروه کنترل وجود دارد ($p<۰/۰۰۱$). همچنین پس از هشت هفته مداخله در سه گروه تمرین، مکمل و تمرین+مکمل مقادیر سرمی لپتین (به ترتیب $p=۰/۰۰۵$، $p=۰/۰۳۹$، $p<۰/۰۰۱$) و درصد چربی بدن (به ترتیب $p<۰/۰۰۱$، $p=۰/۰۰۱$، $p<۰/۰۰۱$) کاهش معناداری داشته است.

نتیجه‌گیری: به نظر می رسد تعامل تمرین ورزشی (TRX) و مکمل سازی امگا-۳ منجر به هم افزایی و تغییرات کاهشی بیشتری در مقادیر سرمی لپتین و درصد چربی بدن در مقایسه با اجرای تمرین ورزشی و مصرف مکمل امگا-۳ به‌تنهایی در زنان دارای اضافه وزن و چاق می‌شود.

کلمات کلیدی: تمرین TRX، مکمل امگا-۳، لپتین، اضافه وزن و چاق

پی نوشت: این مطالعه فاقد تضاد منافع می‌باشد.

Doi: 10.22038/MJMS.2024.75016.4418

مقدمه

در عصر حاضر چاقی و اضافه وزن از مشکلات عمده سلامتی و نشان دهنده تجمع بیش از حد چربی در بافت آدیپوز[1] است (۱). با توجه به ماهیت چند عاملی چاقی و اضافه وزن، تشخیص و مدیریت چاقی اغلب دشوار یا ناممکن است؛ در واقع چاقی ناشی از ترکیب عواملی از جمله عوامل ژنتیکی، اپی ژنتیکی و ... می-باشد که منجر بر هم خوردن معادله بالانس انرژی می‌شود (۲). انسان‌ها به دلیل تغییرات ترکیب بدن (کاهش توده عضلانی، افزایش توده بافت چربی)، عدم تعادل انرژی ورودی و خروجی و همچنین ضعف سیستم ایمنی که در طول زمان رخ می‌دهد مستعد ابتلا به التهاب هستند (۳،۴). افزایش مقادیر برخی آدیپوکاین‌ها و سیتوکاین‌های پیش التهابی مانند لپتین نقش مهمی در پاتوژنز چاقی و سندروم متابولیک دارند (۵). لپتین یک واژه یونانی و از کلمه لپتوس[2] به معنی لاغر و باریک اقتباس شده است که در سال ۱۹۹۴ با جداسازی ژن چاقی کشف و به نام های AdipoQ و ACRP30[3] معرفی شد و از آن به بعد به دلیل عملکرد اصلی و اساسی این ژن در تنظیم جذب غذا و مصرف انرژی به ژن گرسنگی شناخته شد (۶). سطح این هورمون با توده بافت چربی سفید ارتباط مستقیم دارد و از عملکرد آن می‌توان به کاهش دریافت غذا و افزایش مصرف انرژی به وسیله فاکتورهای آنورکسی ژنیک[4] اشاره کرد (۷). مطالعات اخیر نشان می‌دهد که لپتین اثرات پیش التهابی دارد که از آن جمله می‌توان به تنظیم سلول‌های T، تنظیم مثبت عملکرد فاگوسیتیک[5] ماکروفاژها، افزایش تولید سایتوکاین‌های پیش التهابی و تحریک گونه‌های اکسیژنی فعال اشاره کرد (۸). این هورمون از طریق گیرنده‌های ویژه در هیپوتالاموس، با مهار ترشح نروپپتید Y[6]، کاهش اشتها را به دنبال دارد؛ از سویی دیگر با افزایش میزان متابولیسم انرژی مورد نیاز چربی بدن را کنترل می‌کند (۹). تمرینات ورزشی و رژیم غذایی مناسب دو رویکرد کلی و مناسب برای پیشگیری از پدیده اضافه وزن و چاقی محسوب می‌شوند. بر اساس شواهد، فعالیت بدنی در پیشگیری، کنترل و مدیریت بسیاری از شرایط قلبی_متابولیکی، عصبی_عضلانی، روان‌شناختی و پوکی استخوان اثرگذار می‌باشد، اما تأثیر ذاتی آن بر چاقی و شاخص های التهابی همچنان بحث برانگیز است (۱۰). نتایج آزمایشات بالینی انسانی که تاثیر ورزش بر سطوح لپتین سرمی را ارزیابی کرده‌اند متناقض می‌باشند؛ به عنوان مثال برخی از مطالعات نشان داده‌اند که ورزش می‌تواند به طور قابل توجهی سطوح لپتین را تغییر دهد (۱۱، ۵). در حالی که پژوهش‌های دیگر در این زمینه نتایج متناقضی را گزارش کرده اند (۱۳،۱۲). تمرینات TRX تکنیک قدرتی جدیدی است که با استفاده از طناب یا بند انجام می‌شود و در آن انقباض عضلات بوسیله فاصله بین محور مرکزی طناب اتفاق می افتد و از دو گیره دستی و بدنه تشکیل شده است. تمرینات TRX حرکات را از طریق زوایا و دامنه حرکت بیشتر در مقایسه با تمرینات مقاومتی با وزنه آزاد و یا هالتر ممکن می‌سازد. تکنیک‌های انجام این نوع تمرین به شکلی طراحی شده است تا روی مرکز وزن بدن تمرکز کند و عضلات اصلی و جانبی بدن را همزمان درگیر نماید (۱۴). وسلی[7] و همکاران (۲۰۱۵)، در طی یک جلسه تمرین TRX برای تعیین اثرات این نوع تمرین بر شاخص‌های متابولیک و فیزیولوژیکی عملکرد بدن، نشان دادند که تمرینات TRX اثرات قابل توجهی بر برخی از عوامل فیزیولوژیکی دارد (۱۵). امروزه این شیوه تمرینی مورد استقبال گسترده عموم مردم قرار گرفته و بررسی اثرات علمی این شیوه تمرینی را طلب می کند. امگا-۳ یک اسید چرب اشباع نشده است که متشکل از ایکوزاپنتنوئیک اسید[8] (EPA) و دوکوزاهگزانوئیک اسید[9] (DHA) می‌باشد (۱۶). امگا-۳ یک اسید چرب ضروری است که توسط بدن سنتز نمی‌شود و یکی از

1. Adipose
2. Leptos
3. A strong correlation between plasma
4. Anorexigenic
5. Phagocytic
6. *Neuropeptide Y*
7. Wesley
8. Eicosapentaenoic Acid (EPA)
9. Docosahexaenoic Acid (DHA)

راه‌های تامین نیاز امگا-۳ مصرف آن به شکل مکمل است (۱۷). این اسید چرب افزایش اکسیداسیون چربی را به دنبال دارد؛ منجر به کاهش وزن می‌شود و همچنین تاثیر معناداری بر سوخت و ساز گلوکز و چربی دارد (۱۸). این فرضیه وجود دارد که مکمل امگا-۳ ممکن است منجر به تغییر سطوح لپتین از مسیر تعدیل التهاب سیستمیک شود، در حالیکه مکمل امگا-۳ با پیامدهای ضد التهابی شناخته شده است (۱۹،۲۰). اما مکانیسم اثر آن کاملا شناخته شده نیست و نتایج در زمینه اثربخشی این مکمل متناقض است (۲۲،۲۱). با وجود مطالعات متعددی که در این حیطه صورت گرفته است، اما به دلیل تفاوت در پروتکل تمرینی مورد استفاده، نوع خاص و میزان مکمل‌های اعمال شده توسط پژوهشگران نتایج موجود در این حوزه از الگوی مشخصی پیروی ننموده است و لزوم بررسی بیشتر را نمایان میکند. در پژوهش حاضر تمرینات TRX و مصرف مکمل امگا-۳ به تنهایی و به شکل همزمان بر مقادیر لپتین و درصد چربی بدن بررسی خواهد شد تا با فرض مثبت بودن نتایج بتوان راه‌کار مثبتی در جهت بهبود سلامت افراد دارای اضافه وزن و چاق ارائه نمود. لذا این مطالعه با هدف بررسی اثر مستقل و تعاملی تمرینات با مقاومت کل بدن (TRX) و مکمل دهی امگا-۳ بر مقادیر سرمی لپتین و درصد چربی بدن زنان دارای اضافه وزن و چاق انجام گرفت.

روش کار

پژوهش حاضر از نوع مطالعات کاربردی، به روش نیمه تجربی و با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود. جامعه‌ی آماری این پژوهش کلیه زنان دارای اضافه وزن و چاق شهر تربت جام بودند. پس از اعلام فراخوان جهت شرکت در این پژوهش، ابتدا افراد داوطلب ثبت‌نام و شناسایی شدند، سپس بر اساس معیارهای ورود به مطالعه ۴۸ زن دارای اضافه وزن و چاق به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند. این معیارها عبارت بودند از: دامنه سنی بین ۲۰ تا ۳۰ سال، مبتلا به اضافه وزن و چاقی (شاخص توده بدن بین ۲۵ تا ۳۵ کیلوگرم بر متر مربع)، کم تحرک و عدم سابقه تمرینی در یک سال منتهی به زمان انجام مطالعه، عدم ابتلا به هر نوع بیماری از جمله بیماری‌های قلبی_عروقی، تنفسی، کلیوی و متابولیکی، وجود مشکلات مربوط به استخوان، مفاصل و اختلالات حرکتی)، عدم استعمال دخانیات، نداشتن رژیم غذایی خاص و عدم مصرف مکمل‌های غذایی. لازم به ذکر است که برآورد حجم نمونه مناسب در این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار تجزیه و تحلیل G*Power (نسخه ۳،۱،۹) در سطح آلفا ۰/۰۵ و توان ۰/۸ بر اساس پیشینه پژوهش در افراد دارای اضافه وزن و چاق (۲۴،۲۳)، برای هر گروه ۱۲ نفر محاسبه شد. همچنین برای تصادفی سازی در این پژوهش از ابزار دیجیتالی موجود در www.randomizer.org استفاده شد.

در اولین جلسهٔ حضور آزمودنی ها توضیحاتی در مورد وهله‌های مختلف پژوهش به افراد شرکت‌کننده ارائه شد و سپس به تکمیل فرم رضایت‌نامه و پرسشنامه‌های مربوطه (اطلاعات شخصی، آمادگی برای انجام فعالیت بدنی[1] (PAR-Q)، سوابق پزشکی) (۲۵) اقدام کردند و در نهایت ترکیب بدنی شرکت کنندگان مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس آزمودنی ها به شکل تصادفی در چهار گروه ۱۲ نفره تمرین، مکمل، تمرین+ مکمل و کنترل قرار گرفتند. تمامی آزمودنی‌ها پروتکل‌های مرتبط به گروه خود را به مدت هشت هفته به شرح زیر انجام دادند: آزمودنی‌های گروه تمرین به مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته برنامه تمرینی منتخب را انجام داده و روزانه دو عدد کپسول حاوی پارافین خوراکی به عنوان دارونما مصرف کردند. آزمودنی‌های گروه مکمل روزانه دو کپسول ۱۰۰۰ میلی‌گرمی مکمل امگا-۳ را در دو نوبت (بعد از وعده ناهار و شام)، مصرف کردند. آزمودنی‌های گروه تمرین+ مکمل به مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته برنامه تمرینی منتخب را انجام داده و روزانه دو کپسول ۱۰۰۰ میلی‌گرمی مکمل امگا-۳ را در دو نوبت مصرف کردند. آزمودنی‌های گروه کنترل روزانه دو عدد کپسول حاوی پارافین خوراکی به عنوان دارونما مصرف کردند. لازم به ذکر است که تمام جنبه‌های این مطالعه مطابق با اصول اساسی بیانیه هلسینکی و پس از اخذ تأییدیه کمیته اخلاق (IR.SSRC.REC.1402.050)

1. Physical Activity Readiness Questionnaire

انجام شد. همچنین به‌منظور کنترل اثر رژیم غذایی دریافتی، میزان دریافت غذایی آزمودنی‌ها با استفاده از پرسش‌نامه ۲۴ ساعته رژیم غذایی سه روز پیش از شروع دوره و سه روز پایانی مطالعه ثبت شد و داده‌های دریافت غذایی با استفاده از نرم‌افزار Nutritionist4 مورد بررسی قرار گرفت (۲۶).

پروتکل تمرینی: برنامه تمرینی TRX به مدت هشت هفته (سه جلسه غیر متوالی در هر هفته) و ۶۰ دقیقه در هر جلسه اجرا شد (جزئیات برنامه تمرینی در جدول ۱ ارائه شده است). در ابتدا هر جلسه تمرین آزمودنی‌ها به مدت ۱۰ دقیقه گرم کردن عمومی و اختصاصی که با طناب TRX که شامل حرکات کششی سبک روی عضلات اصلی بدن بود را انجام دادند. سپس بدنه اصلی تمرین که شامل ۴۰ دقیقه تمرینات تخصصی TRX بود را اجرا کردند و در نهایت ۱۰ دقیقه پایانی به سرد کردن و انجام تمرینات کششی سبک اختصاص یافت (۲۷). قابل ذکر است که انجام تمامی تمرینات بطور آهسته و با کنترل دقیق در تمام دامنه حرکتی صورت پذیرفت و برای افزایش میزان فشار در طول دوره تمرین از افزایش تکرار حرکات، نوبت، تغییر موضع ایستادن از حالت پای باز به مدل ایستادن با پای بسته، استفاده از یک پا به جای دو پا در حین انجام حرکت استفاده شد. همچنین حرکات در دو دسته حرکات مبتدی و پیشرفته تقسیم شد که هفته‌های اول شروع برنامه تمرینی بیشتر از تمرینات مبتدی و ساده و در چهار هفته انتهایی تمرینات حرکات به صورت پیشرفته انجام شد. ذکر این نکته ضروری است که شدت پروتکل تمرین به وسیله مقیاس ادراک سختی[1] (RPE) سنجیده شد که شدت اجرای حرکات اصلی در آن بین ۱۶-۱۴ بود (۲۷). لازم به ذکر است که تمامی جلسات تمرینی بین ساعت ۱۶ تا ۱۸ انجام شد.

جدول ۱. برنامه تمرینی

تمرینات	هفته ۱ و ۲	هفته ۳ و ٤	هفته ٥ و ٦	هفته ۷ و ۸
پرس سینه	۲×۱۰	۲×۱۲	۲×۱۰	۲×۱۲
زیر بغل با دو دست	۲×۱۰	۲×۱۲	۲×۱۰	۲×۱۲
لانژ معلق	۲×۱۰	۲×۱۲	۲×۱۰	–
اسکات	۲×۱۰	۲×۱۲	۳×۱۲	۳×۱۲
اسکات تک پا	–	–	۲×۱۲	۳×۱۲
پروانه با بند	۲×۱۰	۲×۱۲	–	–
کوهنوردی وارونه	–	–	۲×۱۲	۳×۱۰
پشت بازو	۲×۱۰	۲×۱۲	–	–
همسترینگ کرال	۲×۵	۲×۸	۲×۱۰	۲×۱۲
پلانک	۸×۱۲ ثانیه	۸×۱۵ ثانیه	۸×۲۰ ثانیه	۸×۲۵ ثانیه
اسکات از جلو	–	–	۲×۱۲	۳×۱۰
کشش قدرتی	–	–	۲×۲۱	۳×۱۰

[1]. Rating Of Perceived Exertion

مصرف مکمل امگا-۳: در این مطالعه برای بالا بردن دقت و اطمینان، از میزان دوز مشخص شده براساس پیشینه پژوهشی استفاده شد (۱۸). افراد شرکت کننده در گروه مکمل و تمرین+ مکمل به مدت هشت هفته، روزانه در دو وعده (بعد از وعده ناهار و شام)، هر وعده یک کپسول ۱۰۰۰ میلی‌گرم مکمل امگا-۳ دریافت کردند. کپسول امگا-۳ از شرکت آدونیس کیش با کد مجوز بهداشتی ۶۸۹۷۵۱۵۴۴۱۱۷۷۸۶۷ تهیه شد. جهت اطمینان خاطر از مصرف کامل مکمل توسط آزمودنی‌ها جعبه‌های خالی کپسول امگا-۳ به صورت هفتگی جمع آوری شد. در طول مدت مداخله به شرکت کنندگان توصیه شد از مصرف غذاهای غنی از امگا-۳ مانند ماهی و غذاهای دریایی خودداری کنند. لازم به ذکر است که گروه تمرین و کنترل روزانه ۲ گرم پارافین خوراکی به صورت کپسول دریافت کردند که به لحاظ شکل ظاهری و رنگ کاملا مشابه کپسول امگا-۳ بود.

اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریک: سنجش برخی شاخص‌های آنتروپومتریکی وزن با استفاده از ترازوی دیجیتال هایتک مدل HI-DS84 (ساخت کشور کانادا، دقت ۰/۰۱ کیلوگرم) و قد با استفاده از متر نواری اندازه‌گیری و ثبت شد. سنجش شاخص توده بدنی نیز از تقسیم وزن بر حسب (کیلوگرم) بر مجذور قد (متر) محاسبه شد. همچنین سنجش درصد چربی بدن با استفاده از دستگاه Body Composition Analysis (مدل In Body 170، ساخت کشور کره جنوبی) انجام شد.

خون‌گیری و سنجش متغیرهای بیوشیمیایی: نمونه‌گیری خون در دو مرحله (۴۸ ساعت قبل و پس از آخرین جلسه تمرینی)، متعاقب ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه انجام شد. در هر مرحله نمونه‌گیری ۱۰ میلی‌لیتر خون از سیاهرگ بازویی هر آزمودنی در وضعیت نشسته و استراحت جمع‌آوری شد. بلافاصله نمونه‌های خونی با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد و سرم حاصله در دمای ۷۰- درجه سانتی‌گراد برای تحلیل‌ها بعدی فریز شد. سطح سرمی لپتین به روش الایزا و با استفاده از کیت تحقیقاتی مخصوص نمونه‌های انسانی (ساخت کمپانی کازابیو، کشور چین، حساسیت ۰/۰۶۰ نانوگرم بر میلی لیتر، ضریب تغییرات درون‌سنجشی کمتر از ۸٪ و بین سنجشی کمتر از ۱۰٪) سنجش و اندازه گیری شد.

روش تجزیه‌وتحلیل داده‌ها: پس از بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویک، برای بررسی تفاوت درون‌گروهی از روش آماری تی همبسته و به‌منظور مقایسه‌ی بین گروهی از روش آماری تحلیل واریانس یک‌طرفه (آنووا) و آزمون تعقیبی توکی برای تعیین اختلاف‌ها استفاده شد. برای تفسیر داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ استفاده و سطح معناداری برای انجام محاسبه‌ها $P\leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

نتایج

نتایج آزمون آماری مربوط به ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها در شروع پژوهش به تفکیک گروه در جدول ۲ ارائه‌شده است. این نتایج نشان می‌دهد در ابتدای مطالعه بین مقادیر سن، قد، وزن و نمایه‌ی توده‌ی بدن در چهار گروه اختلاف آماری معناداری وجود نداشت؛ که این نشان‌دهنده‌ی همگنی گروه‌ها ازنظر این ویژگی‌های قبل از شروع مداخلات بود.

جدول ۲. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها چهار گروه در ابتدای پژوهش (میانگین±انحراف استاندارد)

متغیر	گروه				بین گروهی P پیش‌آزمون
	تمرین (۱۲ نفر)	مکمل (۱۲ نفر)	تمرین + مکمل (۱۲ نفر)	کنترل (۱۲ نفر)	
سن (سال)	۲۴/۶۶±۲/۴۲	۲۳/۴۱±۲/۸۷	۲۴/۲۵±۳/۱۰	۲۵/۰۰±۲/۷۶	۰/۵۴۹
قد (سانتی‌متر)	۱۶۲/۲۵±۴/۷۳	۱۶۰/۰۸±۳/۱۱	۱۵۸/۸۳±۵/۱۸	۱۶۱/۰۸±۵/۰۵	۰/۳۲۱
وزن (کیلوگرم)	۷۹/۳۳±۳/۷۴	۸۰/۲۵±۳/۶۹	۸۰/۰۸±۴/۰۵	۷۹/۵۸±۳/۵۷	۰/۹۲۷
نمایه توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	۳۰/۲۲±۲/۵۲	۳۱/۳۳±۱/۵۶	۳۱/۸۱±۲/۲۸	۳۰/۶۹±۱/۱۹	۰/۲۲۶

نتایج آزمون تی همبسته (جدول ۳) نشان داد که پس از هشت هفته مداخله؛ در گروه تمرین، مکمل و تمرین+مکمل مقادیر درصد چربی بدن (به ترتیب $p<۰/۰۰۱$، $p=۰/۰۰۱$، $p<۰/۰۰۱$) و لپتین (به ترتیب $p=۰/۰۰۵$، $p=۰/۰۳۹$، $p<۰/۰۰۱$) نسبت به پیش آزمون کاهش معناداری داشته است. با این حال، هیچ‌کدام از این متغیرها در گروه کنترل اختلاف معناداری مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$). نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (جدول ۳) نشان داد که بین تأثیر مداخلات مختلف، اختلاف معناداری در مقادیر درصد چربی بدن ($p<۰/۰۰۱$) و لپتین ($p<۰/۰۰۱$) وجود دارد ($P\leq۰/۰۵$).

همچنین نتایج آزمون تعقیبی توکی (جدول ۴) مربوط به تفاوت‌های بین گروهی نشان داد که بین تغییرات مقادیر درصد چربی بدن اختلاف معناداری بین گروه تمرین+ مکمل با کنترل ($p=۰/۰۲۹$)، تمرین+ مکمل با تمرین ($p<۰/۰۰۱$) و تمرین+ مکمل با مکمل ($p<۰/۰۰۱$) وجود دارد. همچنین در مقادیر لپتین اختلاف معناداری بین گروه تمرین با کنترل ($p=۰/۰۱۷$)، تمرین+ مکمل با کنترل ($p<۰/۰۰۱$) و تمرین+ مکمل با مکمل ($p=۰/۰۳۶$) وجود دارد.

جدول ۳. مقایسه‌ی درون‌گروهی و بین گروهی متغیرهای پژوهش در چهار گروه (میانگین±انحراف استاندارد)

متغیر	گروه‌ها	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	P درون‌گروهی	بین گروهی P
چربی بدن (درصد)	تمرین	۳۰/۲۴±۱/۴۷	۲۹/۸۵±۱/۴۵	$<۰/۰۰۱^{*}$	$<۰/۰۰۱^{\dagger}$
	مکمل	۳۰/۳۰±۱/۵۰	۳۰/۱۶±۱/۴۸	$۰/۰۰۱^{*}$	
	تمرین+ مکمل	۳۰/۲۵±۱/۷۶	۲۹/۱۳±۱/۶۵	$<۰/۰۰۱^{*}$	
	کنترل	۳۰/۷۱±۲/۱۰	۳۰/۵۵±۲/۰۷	۰/۲۸۱	
لپتین (نانوگرم بر میلی‌لیتر)	تمرین	۳/۲۳±۰/۴۱	۲/۵۳±۰/۵۲	$۰/۰۰۵^{*}$	$<۰/۰۰۱^{\dagger}$
	مکمل	۳/۳۲±۰/۵۵	۲/۹۷±۰/۴۲	$۰/۰۳۹^{*}$	
	تمرین+ مکمل	۳/۱۷±۰/۵۸	۲/۱۹±۰/۵۰	$<۰/۰۰۱^{*}$	
	کنترل	۳/۴۶±۰/۵۱	۳/۴۷±۰/۳۷	۰/۹۶۰	

*تفاوت آماری معنادار درون‌گروهی، †تفاوت آماری معنادار بین گروهی

جدول ٤. نتایج آزمون تعقیبی توکی مربوط به تفاوت‌های بین گروهی در متغیرهای موردمطالعه

متغیر	گروه‌ها					
	تمرین با کنترل	مکمل با کنترل	تمرین+مکمل با کنترل	تمرین با مکمل	تمرین+مکمل با تمرین	تمرین+مکمل با مکمل
درصد چربی	۰/۳۵۳	۰/۹۹۸	<۰/۰۰۱*	۰/۲۶۳	<۰/۰۰۱*	<۰/۰۰۱*
لپتین	۰/۰۱۷*	۰/۳۹۴	<۰/۰۰۱*	۰/۴۳۶	۰/۵۷۳	۰/۰۳۶*

*وجود اختلاف معنادار در سطح ۰/۰۵ با استفاده از آزمون تعقیبی توکی

بحث

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد، هشت هفته تمرین TRX منجر به کاهش مقادیر سرمی لپتین نسبت به قبل از تمرین در زنان دارای اضافه وزن و چاق می‌شود. این در حالی بود که بین تغییرات مقادیر لپتین اختلاف معناداری بین گروه تمرین و گروه کنترل مشاهده شد. شایان‌ذکر است مطالعه‌ای که به‌طور مستقیم اثر تمرین TRX را بر تغییرات آدیپوکاین های لپتین بررسی کند یافت نشد. در این راستا و مبنی بر نقش تمرینات ورزشی مختلف در بهبود تغییرات آدیپوکاین‌ها، برخی پژوهش‌ها مانند صارمی[1] و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که ۱۲ هفته تمرین هوازی باعث تغییر قابل توجهی در سطوح سرمی لپتین می‌شود (۲۸). ناهمسو با پژوهش حاضر، ایراندوست[2] و همکاران (۲۰۰۸) در پژوهشی گزارش کردند که هشت هفته دویدن با شدت ۵۵-۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب، هیچ تغییر قابل توجهی در سطح لپتین در زنان با وزن طبیعی رخ نمی‌دهد (۲۹). همچنین در مطالعه ای بیژه[3] و همکاران (۲۰۱۱)، هیچ تغییری در سطح لپتین در زنان لاغر میانسال پس از ۶ ماه ورزش هوازی با شدت ۶۰-۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب مشاهده نکردند (۳۰). به همین ترتیب، آرا[4] و همکاران (۲۰۰۶) هیچ تغییری در سطح سرمی لپتین پس از شش هفته تمرین مقاومتی گزارش نکردند (۳۱). همسو با پژوهش فوق، خلیلی[5] و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که تمرین مقاومتی با شدت ۶۰-۷۰ درصد یک تکرار بیشینه باعث کاهش معنادار سطوح لپتین در دانش آموزان دختر چاق می‌شود (۳۲). از دلایل عدم تطابق نتایج برخی مطالعات قبلی با پژوهش حاضر می توان به تفاوت در پروتکل های تمرینی متفاوت و یا شدت تمرین و ویژگی‌های آزمودنی‌ها اشاره کرد (۳۳). مکانیسم‌های مسئول اثرات فعالیت بدنی بر سطوح لپتین سرم به طور کامل کشف نشده است. این احتمال وجود دارد که سطوح لپتین با برخی تغییرات آنتروپومتریک از جمله ترکیب بدن، کاهش وزن، شاخص توده بدن و درصد چربی بدن مرتبط باشد (۳۴). به طوری که در پژوهش حاضر تغییرات کاهشی لپتین را می توان به کاهش درصد چربی بدن مرتبط دانست. علاوه بر این، پاسخ کاتکول آمین ها به ورزش نیز ممکن است عامل مهمی در تغییرات ناشی از ورزش در سطوح لپتین سرم باشد (۳۵،۳۴). همچنین، فعالیت بدنی مهمترین عامل در مصرف انرژی است و از آنجایی که انرژی جذب شده می‌تواند بیان ژن لپتین را به طور مثبت یا منفی تنظیم کند، تغییرات در مصرف انرژی از طریق ورزش نیز ممکن است بر سطح لپتین تأثیر بگذارد (۳۶). علاوه بر این استرس ناشی از ورزش یک تنظیم کننده قوی و اختصاصی برای ترشح لپتین است. فعالیت بدنی یا تغییر در جریان سوخت غلظت هورمون های در گردش خون و مصرف انرژی می‌تواند منجر به تغییر در غلظت لپتین شود (۳۷). می‌توان اشاره کرد که کاهش غلظت لپتین ناشی از ورزش با تغییرات در تعادل انرژی، حساسیت به انسولین و تغییرات هورمونی مرتبط با متابولیسم کربوهیدرات و چربی همراه است (۳۸).

همچنین یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که مصرف هشت هفته مکمل امگا-۳ منجر به کاهش مقادیر سرمی لپتین نسبت به قبل از تمرین در زنان دارای اضافه وزن و چاق می‌شود. این در حالی بود که اختلاف معناداری بین گروه مکمل و کنترل در هیچ یک از این متغیر ها مشاهده نشد. فریمانی[6] و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که دریافت اسیدهای چرب امگا-۳ به طور قابل توجهی باعث کاهش سطح لپتین در بیماران دیابتی نوع دو می‌شود (۳۹). بعلاوه نتایج مطالعه مروری حریری[7] و

[1] Saremi
[2] Irandoost
[3] Bijeh
[4] Ara
[5] Khalili
[6] Farimani
[7] Hariri

همکاران (۲۰۱۵) نشان می‌دهد که مصرف اسیدهای چرب امگا-۳ به طور قابل توجهی سطوح لپتین را کاهش می‌دهد (۴۰). مورنو[1] و همکاران در بررسی خود به این نتیجه رسیدند که گنجاندن ماهی بدون چربی یا چرب یا کپسول های روغن ماهی در رژیم غذایی مانند رژیم غذایی دارای محدودیت انرژی ممکن است منجر به کاهش وزن شود که می تواند با کاهش سطح لپتین همراه باشد (۴۱). مصرف اسیدهای چرب غیر اشباع از جمله اسیدهای چرب امگا-۳، معمولاً با ایده رژیم های غذایی سالم همراه است زیرا به طور گسترده نشان داده شده است که این اسیدهای چرب دارای اثرات ضد دیس لیپیدمیک، ضد دیابت و ضد التهابی هستند (۴۲). علاوه بر این، چندین مطالعه نشان داده‌اند که اسیدهای چرب امگا-۳ (به ویژه DHA و EPA که عمدتاً در روغن ماهی وجود دارد) ممکن است سنتز اسیدهای چرب را سرکوب کرده و بتا اکسیداسیون را در چندین بافت انسانی القا کند و همچنین به تنظیم متابولیسم لیپید کمک می‌کند (۴۲). اسیدهای چرب امگا-۳ نیز با اثر ضد دیابتی خود شناخته می‌شوند که ممکن است به دلیل جلوگیری از مقاومت به انسولین مرتبط با کاهش بیان ناقل ماهیچه و گلوکز کبدی-۴ و تنظیم بیان و فعالیت گلوکز-۶-فسفاتاز کبدی باشد (۴۲). اثر ضد التهابی اسیدهای چرب امگا-۳ را می‌توان با نقش آنها به عنوان سوبسترا برای تولید محافظت کننده[2]ها و رزولوین[3]ها، ترکیبات لیپیدی و با کاهش تشکیل ایکوزانوئیدهای پیش التهابی، مشتق شده از اسید آراکنوئید (۴۴،۴۳) که در رفع التهاب دخیل هستند توضیح داد (۴۵). این فرضیه وجود دارد که EPA+DHA ممکن است سطوح لپتین را از نظر تعدیل التهاب از طریق: ۱) تغییر بیان ژن Lep (ژنی که لپتین را کد می‌کنند) تغییر دهد (۴۴،۴۶)، ۲) کاهش اندازه سلول های چربی (۴۷،۴۸)، ۳) کاهش وزن و چاقی (۴۷،۴۸)، و یا ۴) بهبود حساسیت به انسولین (۴۷،۴۸،۴۹). انسولین به عنوان یک عامل تعیین کننده اصلی تولید لپتین توصیف شده است و نشان داده شده است که مکمل امگا-۳ می تواند سطح انسولین را کاهش دهد که ممکن است به کاهش سطح لپتین منجر شود (۵۰). چندین مطالعه in vivo بر روی موش‌ها نیز گزارش داده‌اند که مصرف طولانی‌مدت رژیم‌های غذایی سرشار از اسیدهای چرب امگا-۳ منجر به کاهش قابل‌توجهی در سطح لپتین می‌شود که ممکن است کاهش توده چربی سفید را به دنبال داشته باشد (۵۱). ایکوزانوئیدهایی که از EPA و DHA سنتز می‌شوند در بیان ژن و کاهش توده چربی بسیار موثر هستند (۵۲). اکثر مطالعات از روغن ماهی به عنوان مکمل استفاده کرده بودند. روغن ماهی نه تنها منبع اسیدهای چرب امگا-۳ است، بلکه ویتامین های E و D را نیز تامین می‌کند. بنابراین، ممکن است این عوامل منجر به تأثیر قابل توجه امگا-۳ از منابع دریایی بر سطوح لپتین سرم شده باشد (۵۳،۵۴).

علاوه بر این یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد، تعامل تمرین TRX و مصرف مکمل امگا-۳ منجر به کاهش بیشتر مقادیر سرمی لپتین در مقایسه با اجرای تمرین TRX و مصرف مکمل امگا-۳ به‌تنهایی می‌شود. به‌طوری‌که اختلاف معناداری بین تغییرات مقادیر لپتین در گروه تمرین+مکمل در مقایسه با گروه گنترل، تمرین و مکمل مشاهده شد. شایان‌ذکر است تاکنون پژوهشی که به‌صورت هم‌زمان این مداخلات را بررسی کند یافت نشد. سازوکار اثر تعاملی تمرین و مصرف مکمل امگا-۳ برکاهش مقادیر سرمی لپتین واضح نیست؛ هرچند عوامل مختلفی می‌توانند در این موضوع دخیل باشد همانند آنچه در بالا در مورد تمرین و مکمل امگا-۳ به‌طور مستقل ذکر شد، اما به نظر می‌رسد ترکیب تمرین TRX و مصرف مکمل امگا-۳ اثر هم افزایی داشته و می تواند باعث کاهش بیشتر لپتین شود. با این حال، سازگاری با فعالیت ورزشی و مصرف مکمل امگا-۳ مانع از ایجاد التهاب شده و قادر است عوامل دخیل در فرایند التهابی را به طور موثری کاهش دهد و اثر محافظتی بر سلامت بدن داشته باشد. با توجه به اینکه مطالعه حاضر جزء اولین مطالعاتی است که به اثربخشی تمرین TRX و مصرف مکمل امگا-۳ بر آدیپوکاین لپتین در نمونه‌های انسانی پرداخته است، ضروری است که برای به دست آوردن بینش عمیق‌تر، در مطالعات آینده اثربخشی تمرین و مکمل امگا-۳ با دست‌کاری عوامل مختلف (شدت متفاوت تمرینات TRX، دوزهای مختلف مکمل امگا-۳ و ...) بیشتر موردتوجه قرار گیرد. از محدودیت‌های پژوهش فوق می‌توان به عدم کنترل کامل بعضی عوامل مانند عوامل روانی یا عوامل فشارزای خارجی (فشارهای شغلی، اجتماعی و...)، میزان خواب و استراحت آزمودنی‌ها، و عدم امکان کنترل دقیق تغذیه روزانه و ویژگی‌های وراثتی آزمودنی ها اشاره کرد که لازم است در تفسیر نتایج و نتیجه‌گیری جانب احتیاط رعایت شود.

[1] Moreno
[2] Protectins
[3] Resolvins

نتیجه گیری

به‌طور خلاصه، یافته‌های تحقیق حاضر حاکی از تأثیر مثبت اجرای تمرین TRX و مصرف مکمل امگا-۳ در کاهش مقادیر سرمی لپتین می‌باشد. افزون بر این، اجرای تمرین TRX همراه با مصرف مکمل امگا-۳ به شکل تعاملی آثار بهینه‌تری در کاهش مقادیر لپتین و درصد چربی بدن در زنان چاق و دارای اضافه وزن دارد. این نتایج می‌تواند بینش جدیدی را در زمینه ارائه دستورالعمل لازم و همچنین راهی برای توسعه درمان اختلالات متابولیکی ناشی از اضافه وزن و چاقی را ارمغان آورد.

تشکر و قدرانی

از زحمات و مساعدت کلیه آزمودنی‌های تحقیق حاضر که با صبوری، پژوهشگران را در طی فرایند تحقیق یاری نموده‌اند، قدردانی می‌شود

.

References

1. Lee, J. K. (2021). Effects of exercise type and intensity on visfatin and the metabolic syndrome in obesity. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, *27*, 170-173.
2. Izadmehr, M., Mogharnasi, M., Saghebjoo, M., & Zarban, A. (2023). The effect of resistance training combined with spirulina consumption on malondialdehyde and total antioxidant capacity in overweight and obese men. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*, *10*(1), 39-49.
3. Bektas, A., Schurman, S. H., Sen, R., & Ferrucci, L. (2018). Aging, inflammation and the environment. *Experimental gerontology*, *105*, 10-18.
4. Franceschi, Campisi. (2014). Chronic inflammation (inflammaging) and its potential contribution to ageassociated diseases. *Journal of the Gerontological Society*;69 Suppl 1:S4-9.
5. Jahandideh, A. A., Rohani, H., Rajabi, H., & Shariatzade Joneidi, M. (2021). Effect of 8-weeks of Combined Exercise Training on Plasma Leptin and Adiponectin levels in Obese Boys. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*, 8(2), 25-33.
6. Muskiet, F. A., Carrera-Bastos, P., Pruimboom, L., Lucia, A., & Furman, D. (2022). Obesity and Leptin Resistance in the Regulation of the Type I Interferon Early Response and the Increased Risk for Severe COVID-19. *Nutrients*, *14*(7), 1388.
7. Watson, R. R., Zibadi, S., & Preedy, V. R. (Eds.). (2010). Dietary components and immune function. *Springer Science & Business Media.*
8. Joo, Y. B., Lee, K. B., Sul, B., Lee, H. S., Lim, S. H., & Park, Y. J. (2022). Effect of resistance exercise on serum leptin levels in a prospective longitudinal study of women patients with rheumatoid arthritis. *Arthritis Research & Therapy*, 24(1), 1-9.
9. Mohiti-Ardakani J, Afkhami-Ardakani M, Sedghi H. (2004). Comparitive Study of Serum Leptin Levels in DiabeticObese Patients and Non-Diabetic Obese Individuals.*Shahid Sadoughi University of Medical Science***s**.12(2):9-14
10. Dorling, J., Broom, D. R., Burns, S. F., Clayton, D. J., Deighton, K., James, L. J.& Stensel, D. J. (2018). Acute and chronic effects of exercise on appetite, energy intake, and appetiterelated hormones: The modulating effect of adiposity, sex, and habitual physical activity. *Nutrients*, *10*(9), 1140.
11. Bahram, M. E., & Mogharnasi, M. (2015). The effect of twelve weeks high intensity training interval (HIIT) on leptin levels and obesity dependent factors among female students suffering overweight. *Journal of sport biosciences*, *6*(4), 451-465.
12. Bhutani S, Klempel MC, Kroeger CM, Trepanowski JF, Phillips SA, Norkeviciute E, Varady KA. (2013). Alternate day fasting with or without exercise: Effects on endothelial function and adipokines in obese humans. *Society for Clinical Nutrition and Metabolism*; 8: e205–e209.
13. Beavers KM, Ambrosius WT, Nicklas BJ, Rejeski WJ. (2013). Independent and combined effects of physical activity and weight loss on inflammatory biomarkers in overweight and obese older adults.*Journal* of the *American Geriatrics Society*; 61: 1089–1094.

14. Hemmati, S. (2021). The effect of 12 weeks of whole body resistance training (TRX) on testosterone and cortisol serum levels in elderly men. Feyz, *Journal of Kashan University of Medical Sciences*, 25(3), 917-925.
15. Wesley D. Dudgeon, Judith M. Herron, Johannas A. Aartun, David D. Thomas, Elizabeth P. Kelley, Timothy P. Scheett. (2015). "Physiologic and Metabolic Effects of a Suspension Training Workout".*International Journal of Sports Science*.5(2): 65-72.
16. Djuricic, I., & Calder, P. C. (2021). Beneficial outcomes of omega-6 and omega-3 polyunsaturated fatty acids on human health: an update for 2021. *Nutrients*, *13*(7), 2421.
17. Delpino, F. M., Figueiredo, L. M., & da Silva, B. G. C. (2021). Effects of omega-3 supplementation on body weight and body fat mass: A systematic review. *Clinical Nutrition ESPEN*, *44*, 122-129.
18. Ahmadzadeh, S., Gholami, M., Soheili, S., & Ghazalian, F. (2021). The Effect of Eight Weeks Aerobic Training and Omega3 Ingestion on the Levels of Adipsin and Insulin Resistance in Overweight and Obese Women. *Women's Health Bulletin*, *8*(3).
19. Miles EA, Calder PC. (2015).Fatty acids, lipid emulsions and the immune and inflammatory systems. *World review* of *nutrition*;112:17–30.
20. Calder PC. (2010) Omega-3 fatty acids and inflammatory processes. *Nutrients*;2:355–74.
21. Noreen, E.E., M.J., Crowe M.L., Pabon V.A., & Brandauer J. (2010). Effects of supplemental fish oil on resting metabolic rate, body composition, and salivary cortisol in healthy adults. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *7*, 31-47.
22. Defina, L.F., Marcoux, L.G., Devers, S.M., Cleaver, J.P., & Willis, B.L. (2011). Effects of omega-3 supplementation in combination with diet and exercise on weight loss and body composition. *American Journal of Clinical Nutrition*, 93, 455-462.
23. Guzel, Y., Atakan, M. M., Areta, J. L., Turnagol, H. H., & Kosar, S. N. (2022). Ten weeks of low-volume walking training improve cardiometabolic health and body composition in sedentary postmenopausal women with obesity without affecting markers of bone metabolism. *Research in Sports Medicine*, 1-13.
24. Hakimi, M., Abbaspoor, M., Mohammadi, M. A., & Ghaderi, Z. The Effects of Whey Protein Supplementation on Lipid Profile, Serum Leptin and Body Composition during 12 Week Resistance Training in Obese Men. *Lipids in Health and Disease*. 21;19(1):209.
25. Wylie, L. J., Kelly, J., Bailey, S. J., Blackwell, J. R., Skiba, P. F., Winyard, P. G., ... & Jones, A. M. (2013). Beetroot juice and exercise: pharmacodynamic and dose-response relationships. *Journal of applied physiology*, *115*(3), 325-336.
26. Ebrahimpour, S., & Irandoust, K. (2016). The Effects of aerobic exercise and omega-3 supplementation on plasma ghrelin and appetite levels in obese women. *Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport*, *4*(7), 33-42.
27. Rahimi, M., Nazarali, P., & Alizadeh, R. (2021). Pilates and TRX training methods can improve insulin resistance in overweight women by increasing an exercise-hormone, Irisin. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*, *20*(2), 1455-1460.
28. Abbas Saremi, A., Shavandi, N., & Bayat, N. (2012). The effect of aerobic training on ghrelin and leptin serum levels and sleep quality in obese and overweight men. *Journal of Arak University of Medical Sciences*, 15(1), 52-60.
29. Irandust, K. H., Rahmani Nia, F., & Mohebbi, H. (2011). The effect of aerobic exercise on plasma ghrelin and leptin concentrations in obese and normal weight women. *Olympic*, *50*, 87-100.
30. Bijeh, N., Moazami, M., AHMADI, A., Samadpour, F., & Zabihi, A. R. (2011). Effect of 6 months of aerobic exercise training on serum leptin, cortisol, insulin and glucose levels in thin middle-aged women.
31. Ara, I., Perez-Gomez, J., Vicente-Rodríguez, G., Chavarren, J., Dorado, C., & Calbet, J. A. L. (2006). Serum free testosterone, leptin and soluble leptin receptor changes in a 6-week strength-training programme. *British journal of nutrition*, *96*(6), 1053-1059.

32. Khalili, S., & Nouri, R. (2013). The effect of eight weeks resistance training on leptin and insulin resistance in obese female. *Avicenna Journal of Clinical Medicine*, *20*(1), 59-65.
33. Nikkar, H., Rshidlamir, A., Khajei, R., Barjaste, A., & Vazifedoost, M. (2023). Effects of 8 Weeks of Combined Rehabilitation Training on Plasma Levels of Leptin, Adiponectin, and Resistin in Middle-Aged Men after CABG. *Medical Laboratory Journal*, *17*(1), 20-26.
34. Bouassida, A., Chamari, K., Zaouali, M., Feki, Y., Zbidi, A., & Tabka, Z. (2010). Review on leptin and adiponectin responses and adaptations to acute and chronic exercise. *British journal of sports medicine*, *44*(9), 620-630.
35. Asad, M. R., Ferdosi, M. H., & Yoosefi, Z. (2012). The effects of three training methods endurance, resistance and concurrent on adiponectin resting levels in overweighed untrained men. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *46*, 440-444.
36. Lean, M. E. J., & Malkova, D. (2016). Altered gut and adipose tissue hormones in overweight and obese individuals: cause or consequence?. *International journal of obesity*, *40*(4), 622-632.
37. Kim, S., Kim, J., Lim, Y., Kim, Y. J., Kim, J. Y., & Kwon, O. (2015). A dietary cholesterol challenge study to assess Chlorella supplementation in maintaining healthy lipid levels in adults: a double-blinded, randomized, placebo-controlled study. *Nutrition journal*, *15*(1), 1-7.
38. Karbalamahdi, A., Abedi, B., Fatolahi, H., & Pazoki, A. (2019). Effect of aerobic training and C. vulgaris intake on lipid profile and leptin in obese women. *Hormozgan Medical Journal*, *23*(2), e91436-e91436.
39. Farimani, A. R., Hariri, M., Azimi-Nezhad, M., Borji, A., Zarei, S., & Hooshmand, E. (2018). The effect of n-3 PUFAs on circulating adiponectin and leptin in patients with type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Acta diabetologica*, *55*, 641-652.
40. Hariri, M., Ghiasvand, R., Shiranian, A., Askari, G., Iraj, B., & Salehi-Abargouei, A. (2015). Does omega-3 fatty acids supplementation affect circulating leptin levels? A systematic review and meta-analysis on randomized controlled clinical trials. *Clinical endocrinology*, *82*(2), 221-228.
41. Huerta, A. E., Prieto-Hontoria, P. L., Sáinz, N., Martínez, J. A., & Moreno-Aliaga, M. J. (2015). Supplementation with α-lipoic acid alone or in combination with eicosapentaenoic acid modulates the inflammatory status of healthy overweight or obese women consuming an energy-restricted diet. *The Journal of nutrition*, *146*(4), 889S-896S.
42. Moreno-Aliaga, M. J., Lorente-Cebrián, S., & Martínez, J. A. (2010). Regulation of adipokine secretion by n-3 fatty acids. *Proceedings of the Nutrition Society*, *69*(3), 324-332.
43. Kohli, P., & Levy, B. D. (2009). Resolvins and protectins: mediating solutions to inflammation. *British journal of pharmacology*, *158*(4), 960-971.
44. Serhan, C. N., & Levy, B. D. (2018). Resolvins in inflammation: emergence of the proresolving superfamily of mediators. *The Journal of clinical investigation*, *128*(7), 2657-2669.
45. Calder, P. C. (2006). n- 3 Polyunsaturated fatty acids, inflammation, and inflammatory diseases. *The American journal of clinical nutrition*, *83*(6), 1505S-1519S.
46. Drevon, C. A. (2005). Fatty acids and expression of adipokines. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease*, *1740*(2), 287-292.
47. Lombardo, Y. B., Hein, G., & Chicco, A. (2007). Metabolic syndrome: effects of n-3 PUFAs on a model of dyslipidemia, insulin resistance and adiposity. *Lipids*, *42*, 427-437.
48. Huang, C. W., Chien, Y. S., Chen, Y. J., Ajuwon, K. M., Mersmann, H. M., & Ding, S. T. (2016). Role of n-3 polyunsaturated fatty acids in ameliorating the obesity-induced metabolic syndrome in animal models and humans. *International journal of molecular sciences*, *17*(10), 1689.
49. Selenscig, D., Rossi, A., Chicco, A., & Lombardo, Y. B. (2010). Increased leptin storage with altered leptin secretion from adipocytes of rats with sucrose-induced dyslipidemia and insulin resistance: effect of dietary fish oil. *Metabolism*, *59*(6), 787-795.

50. Cintra, D. E., Ropelle, E. R., Moraes, J. C., Pauli, J. R., Morari, J., de Souza, C. T., ... & Velloso, L. A. (2012). Unsaturated fatty acids revert diet-induced hypothalamic inflammation in obesity. *PloS one*, *7*(1), e30571.
51. Bernardi, J. R., Ferreira, C. F., Senter, G., Krolow, R., de Aguiar, B. W., Portella, A. K., ... & Silveira, P. P. (2013). Early life stress interacts with the diet deficiency of omega-3 fatty acids during the life course increasing the metabolic vulnerability in adult rats. *PLoS One*, *8*(4), e62031.
52. Cedernaes, J., Alsiö, J., Västermark, Å., Risérus, U., & Schiöth, H. B. (2013). Adipose tissue stearoyl-CoA desaturase 1 index is increased and linoleic acid is decreased in obesity-prone rats fed a high-fat diet. *Lipids in health and disease*, *12*(1), 1-11.
53. Maggi, S., Siviero, P., Brocco, E., Albertin, M., Romanato, G., & Crepaldi, G. (2014). Vitamin D deficiency, serum leptin and osteoprotegerin levels in older diabetic patients: an input to new research avenues. *Acta diabetologica*, *51*(3), 461-469.
54. Shadman, Z., Taleban, F. A., Saadat, N., & Hedayati, M. (2013). Effect of conjugated linoleic acid and vitamin E on glycemic control, body composition, and inflammatory markers in overweight type2 diabetics. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*, *12*, 1-9.

Original Article

The effect of total body resistance training (TRX) and omega-3 supplementation on serum leptin levels and body fat percentage in overweight and obese women

Received: 19/09/2023 - Accepted: 08/12/2023

Mozhgan Eskandari[1]
Mehdi Mogharnasi[*1]
Saeed Ilbeigi[1]

[1] *Department of Exercise Physiology, Faculty of Sports Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran*

Corresponding author:

Dr. Mehdi Mogharnasi, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sports Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran

Email: Mogharnasi@birjand.ac.ir

Abstract

Introduction

Pro-inflammatory cytokines such as leptin play an important role in the pathogenesis of obesity and metabolic syndrome. Exercise and food supplements are two suitable approaches to prevent the phenomenon of overweight and obesity. This study aimed to investigate the effect of eight weeks of total body resistance training (TRX) and omega-3 supplementation on serum leptin levels and body fat percentage in overweight and obese women.

Material and Method

In this semi-experimental research, 48 overweight and obese women were purposefully selected as a statistical sample and randomly divided into four groups of 12 people: 1) training, 2) supplement, 3) training +supplement, and 4) control. The subjects of the first and third groups performed the exercise training protocol (TRX) for eight weeks (Three sessions per week). Also, the subjects of the second and third groups received two 1000 mg capsules of omega-3 supplement daily, and the first and fourth groups received the same amount of placebo (Oral paraffin). At the beginning and end of the study, measuring body fat percentage using a body composition measuring device and venous blood samples were collected to measure biochemical values. Data were analyzed using one-way analysis of variance, and Tukey's post hoc test at a significance level of less than 0.05.

Results

Statistical analysis showed that after eight weeks of intervention, There is a significant difference between the changes in leptin serum levels and body fat percentage in the training+supplement group and the control group ($p<0.001$). Also after eight weeks of intervention in three groups of training, supplement, and training+supplement serum levels of leptin ($p=0.005$, $p=0.039$, $p<0.001$ respectively) and body fat percentage ($p<0.001$, $p=0.001$, $p<0.001$ respectively) has had a significant decrease.

Conclusion

It seems that the interaction of total body resistance training (TRX) and omega-3 supplementation leads to synergy and more decreasing changes in serum leptin levels and body fat percentage compared to exercise training and omega-3 supplementation alone in overweight and obese women.

Key words: TRX training, omega-3 supplement, leptin, overweight and obese

Acknowledgement: There is no conflict of interest