مقاله مروری

مقایسهٔ اثر رژیم غذایی کم‌کالری و تمرین ورزشی بر لپتین و آدیپونکتین در افراد میانسال و سالمند دارای اضافه وزن و چاق: یک مرور نظام‌مند و فراتحلیل

فاطمه کاظمی نسب*[۱]، نفیسه حسن پور[۱]

چکیده

مقدمه: لپتین و آدیپونکتین، آدیپوکین‌هایی هستند که توسط سلول‌های چربی تولید می‌شوند و در بیماری چاقی نقش مهمی دارند. هدف مطالعهٔ حاضر بررسی مقایسه اثر رژیم غذایی کم‌کالری (LCD) و تمرین ورزشی (Exe) بر لپتین و آدیپونکتین در میانسالان و سالمندان دارای اضافه وزن و چاق بود.

روش‌ها: جستجوی سیستماتیک در پایگاه‌های اطلاعاتی PubMed، Web of Science، SID، Magiran و Google scholar برای مقالات انگلیسی و فارسی منتشر شده تا مرداد ماه سال ۱۴۰۲ انجام شد. اندازه اثر و فاصله اطمینان ۹۵ درصد با استفاده از مدل اثر تصادفی محاسبه شد.

یافته‌ها: نتایج ۲۵ مطالعه با ۲۰۶۳ میانسال و سالمند دارای اضافه وزن و چاق نشان داد که ترکیب تمرین ورزشی و رژیم غذایی نسبت به Exe سبب کاهش معنادار لپتین [SMD= −۰/۴، P=۰/۰۰۱] و افزایش معنادار آدیپونکتین [SMD=۰/۱۷، P=۰/۰۲] در میانسالان و سالمندان دارای اضافه‌وزن و چاق شد. در مقابل LCD نسبت به Exe سبب تغییر معنادار لپتین سرمی [SMD=−۰/۱۶، P=۰/۱] و آدیپونکتین [P=۰/۷ ، SMD=۰/۰۵] در میانسالان و سالمندان دارای اضافه‌وزن و چاق نشد. همچنین ترکیب تمرین ورزشی و رژیم غذایی نسبت به LCD سبب تغییر معنادار لپتین [P=۰/۲، SMD= −۰/۱۱] و آدیپونکتین [P=۰/۸، SMD=۰/۰۲] در میانسالان و سالمندان دارای اضافه‌وزن و چاق نشد.

نتیجه‌گیری: پیشنهاد می‌شود میانسالان و سالمندان برای دستیابی هیپولپتینمی و هایپرآدیپونکتینمی، ترکیبی از مداخلات تمرین ورزشی و رژیم غذایی کم‌کالری را در سبک زندگی خود قرار دهند.

واژگان کلیدی: رژیم غذایی کم‌کالری، لپتین، آدیپونکتین، تمرین ورزشی، سالمندی

۱- گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکدهٔ علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

* ***نشانی***: کاشان، قطب راوندی، دانشگاه کاشان، دانشکدهٔ علوم انسانی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، تلفن:۰۳۱-۵۵۹۱۳۷۰۶، پست الکترونیک: fkazeminasab@kashanu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۰۵ **تاریخ درخواست اصلاح: ۱۴۰۲/۰۸/۱۶** **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۰۵**

مقدمه

چاقی یک بیماری مزمن پیچیده است که در آن چربی غیرطبیعی یا اضافی بدن سلامتی را مختل می‌کند [۱]. مطالعات اپیدمیولوژیک، چاقی را با استفاده از نمایهٔ تودهٔ بدنی یا BMI تعریف می‌کند که می‌تواند خطرات تهدید کنندهٔ سلامتی را در سطح جمعیت طبقه‌بندی کند [۱]. چاقی از نظر عملیاتی به‌عنوان BMI بیش از ۳۰ کیلوگرم بر متر مربع تعریف می‌شود و در چاقی نوع ۱ (۹–۳٤/۳۰)، نوع ۲ (۳۹/۹–۳۵) و نوع ۳ (≤ ٤۰) طبقه‌بندی می‌شود [۱]. با افزایش BMI، عوارض ناشی از چربی اضافی بدن افزایش می‌یابد. در سطح فردی، عوارض ناشی از چاقی بیش از حد، محل و توزیع چاقی و بسیاری از عوامل دیگر از جمله عوامل محیطی، ژنتیکی، بیولوژیکی و اجتماعی–اقتصادی رخ می‌دهد [۱]. چاقی در افراد سالمند، کاهش عملکرد بدنی مرتبط با سن را بدتر می‌کند و منجر به ضعف و از دست دادن استقلال شده و سیستم‌های ارائه مراقبت‌های بهداشتی موجود را به چالش می‌کشد. با این حال، درمان مناسب برای افراد سالمند چاق بحث برانگیز است. یکی از نگرانی‌های اصلی این است که القای کاهش وزن در افراد سالمند چاق، می‌تواند منجر به کاهش بیشتر تودهٔ استخوانی و افزایش خطر شکستگی‌های پوکی استخوان شود [۲]. به علاوه با توجه به اینکه شیوع چاقی در زنان بیشتر از مردان است، احتمال ابتلا به بیماری‌های متأثر از آن، اعم از دیابت نوع دو، بیماری قلبی عروقی (CVD) و ناتوانی جسمی نیز افزایش می‌یابد [٤، ۳].

از طرف دیگر، چاقی می‌تواند در غدد درون ریز بافت چربی که به‌عنوان آدیپوزوپاتی شناخته می‌شود، اختلال ایجاد کند که با مشاهده تغییرات در آدیپوکاین‌ها از جمله لپتین و آدیپونکتین مشخص می‌شود [٤]. لپتین و آدیپونکتین، آدیپوکین‌هایی هستند که به‌نظر می‌رسد منحصراً توسط سلول‌های چربی تولید می‌شوند [۵]. اساساً، لپتین یک هورمون التهابی است که جذب گلوکز را در افراد چاق کاهش می‌دهد و آدیپونکتین یک هورمون ضدالتهابی است که اکسیداسیون چربی و حساسیت به انسولین را تقویت می‌کند [٤]. همچنین، اصلاح سبک زندگی از جمله رژیم‌غذایی و فعالیت بدنی باعث افزایش تعادل منفی انرژی مشخص می‌شود. این دو نوع مداخله معمولاً یک رویکرد اصلی و اولیه برای درمان چاقی است [۸–٦].

علاوه‌براین، نتایج مطالعات پیشین در خصوص اثرات تمرین ورزشی و رژیم غذایی بر میزان آدیپوکاین‌های کلیدی از جمله لپتین و آدیپونکتین، در تناقض است؛ از جمله آنکه Rostás و همکاران (۲۰۱۷) در یک مطالعهٔ نظام‌مند، تأثیر تمرین ورزشی بر سطوح لپتین در بیماران چاق میانسال و سالمند را بررسی کردند و به این یافته رسیدند که تمرین ورزشی منجر به کاهش سطوح لپتین می‌شود [۹]. همچنین نتایج یک مطالعهٔ فراتحلیل دیگر که اثر تمرین ورزشی و مداخلات غذایی بر میزان لپتین و آدیپونکتین سرمی در افراد دارای اضافه وزن و چاق را مورد بررسی قرار دادند، نشان داد که رژیم غذایی نقش مهمی در تغییرات سودمند غلظت لپتین و آدیپونکتین ایفا می‌کند [۷]. در مقابل پژوهشی دیگر که تأثیر رژیم‌غذایی کم کربوهیدرات (LCD)، بر سطوح لپتین و آدیپونکتین سرمی را در بزرگسالان بررسی کرد، شواهدی را برای اثرات مثبت LCD بر سطوح لپتین و آدیپونکتین سرم تأیید نکرد [۱۰]. همچنین، نتایج یک مرور سیستماتیک و فراتحلیل دیگر، حاکی از آن بود که تمرین هوازی سبب افزایش آدیپونکتین و کاهش سطح لپتین در بزرگسالان پیش دیابتی و دیابتی شد [۱۱]. علاوه بر این، جستجوی ادبیات تحقیق حاکی از عدم یک مطالعهٔ مرور سیستماتیک و فراتحلیل برای بررسی اثر تمرین ورزشی و رژیم غذایی بر میزان لپتین و آدیپونکتین سرمی در افراد میانسال و سالمند دارای اضافه وزن و چاق است. بررسی‌های بیشتر نیز نشان داد که تأثیر یا عدم تأثیر تمرین ورزشی و رژیم‌غذایی بر سطوح لپتین و آدیپونکتین سرمی به‌طور خاص در افراد سالمند، کماکان در انبوهی از ابهامات باقیست. با وجود توضیحات اشاره شده، عدم اطلاعات کافی در خصوص مقایسهٔ تأثیر رژیم غذایی و تمرین ورزشی بر آدیپوسایتوکاین‌ها در بزرگسالان و سالمندان به‌صورت نظام‌مند و وجود تناقض در نتایج دیگر تحقیقات اصیل، بر الزام تبیین واقعیت اصرار می‌ورزد. از این‌رو هدف مطالعهٔ فراتحلیل حاضر مقایسهٔ اثر رژیم غذایی کم‌کالری و تمرین ورزشی بر میزان لپتین و آدیپونکتین در افراد میانسال و سالمند دارای اضافه وزن و چاق است.

روش‌ها

پژوهش حاضر به‌صورت سیستماتیک و فراتحلیل براساس دستورالعمل کاکرین[1] و پریزما[2] به انجام رسید.

روش بررسی مطالعات

به جهت استخراج مقالات پژوهشی، جست‌وجو در پایگاه‌های اطلاعاتی به انجام رسید. برای این منظور، جست‌وجو در پایگاه‌های اطلاعاتی Scopus، PubMed و Web of science تا آگوست سال ۲۰۲۳ برای مقالات انگلیسی انجام گرفت. برای کلیدواژه رژیم غذایی از کلمات کلیدی "caloric restriction"، "weight loss"، "diet"، "dietary"، "low calorie diet"، "energy" "restricted diet"، "calorie restricted diet"، "very low-calorie diet"، "ketogenic diet"، "very-low carbohydrate diet"، "VLCD"[3] و "low-carbohydrate diet"؛ برای کلیدواژهٔ آدیپوکین از کلمات کلیدی "adipokine"، "adipocytokine"، "adiponectin"، "leptin"؛ برای کلیدواژهٔ تمرین ورزشی از کلمات کلیدی، "exercise"، "training"، "exercise training" و "physical Activity" و برای کلیدواژهٔ سن از کلمات کلیدی "middle-aged"، "middle-age"، "elderly"، "elder"، "old"، "Adult"، "ageing" و "aging" استفاده شد. همچنین جست وجو در پایگاه‌های اطلاعاتی SID و Magiran تا مرداد سال ۱۴۰۲ برای مقالات فارسی، توسط کلیدواژه‌های «محدودیت کالری»، «کاهش وزن»، «رژیم غذایی»، «رژیم غذایی»، «رژیم غذایی کم کالری»، «رژیم غذایی با محدودیت انرژی»، «رژیم غذایی با کالری محدود»، «رژیم غذایی بسیار کم کالری»، «رژیم غذایی کتوژنیک»، «رژیم غذایی با کربوهیدرات بسیار کم»، «رژیم کم کربوهیدرات»، «آدیپوکین»، «آدیپوسیتوکین»، «آدیپونکتین»، «لپتین»، «ورزش»، «تمرین»، «تمرین ورزشی»، «فعالیت بدنی»، «میانسال»، «بزرگسال» و «سالمندی»؛ انجام گرفت. فهرست منابع مقالات استخراج شده و همچنین مقالات استناد شده، به روش دستی در Google scholar مورد بررسی قرارگرفت. جست‌وجو در پایگاه‌های اطلاعاتی به‌صورت مستقل و توسط دو محقق انجام شد.

معیارهای ورود به تحقیق و خروج از تحقیق

معیارهای ورود مقالات برای انجام مطالعهٔ فراتحلیل حاضر شامل: ۱) مطالعات منتشر شده به زبان انگلیسی و فارسی، ۲) مطالعات انجام شده بر روی افراد میانسال (ردهٔ سنی ٥٤–٤٠) و سالمند (≤ ٥٥)، ۳) مطالعات بررسی کنندهٔ مقایسهٔ میان مداخلهٔ تمرین ورزشی با رژیم غذایی به تنهایی بر سطوح لپتین، آدیپونکتین یا هردو، ٤) مطالعات بررسی کنندهٔ مقایسهٔ میان مداخلهٔ تمرین ورزشی با رژیم‌غذایی+ تمرین ورزشی بر سطوح لپتین، آدیپونکتین یا هردو، ٥) مطالعات بررسی کنندهٔ مقایسهٔ میان مداخلهٔ رژیم‌غذایی با تمرین‌ورزشی+ رژیم غذایی بر سطوح لپتین، آدیپونکتین یا هردو، ٦) مطالعات بررسی کنندهٔ مقایسهٔ بین مداخلهٔ تمرین ورزشی با رژیم غذایی بر سطوح لپتین، آدیپونکتین یا هر دو، ۷) مطالعاتی که داده پیش‌آزمون و پس‌آزمون لپتین و آدیپونکتین سرمی را گزارش نمودند، ۸۸ مطالعاتی که بر روی افراد دارای اضافه وزن (۳۰ > BMI ≥ ۲۵) و یا چاق (BMI ≥ ۳۰) به انجام رسیده بود.

معیارهای خروج مقالات برای انجام مطالعه فراتحلیل

۱) مطالعات انجام گرفته بر روی حیوانات، ۲) مطالعات ارئه شده در همایش، ۳) پایان‌نامه‌ها، ٤) مطالعاتی که به‌صورت نظام‌مند و فراتحلیل به انجام رسیده بود؛ ٥) مطالعاتی که به‌صورت مروری انجام شده بود، ٦) مطالعات بررسی کنندهٔ ردهٔ سنی کمتر از ٤٠ سال، ۷) مطالعاتی که دارای شرکت کنندگانی با نمایهٔ تودهٔ بدنی کمتر از ۲٥ بودند، ۸) مطالعاتی که داده پس آزمون را برای لپتین، آدیپونکتین یا هردو پس از ایمیل به نویسنده گزارش ندادند. بررسی مقالات به‌صورت مستقل توسط دو محقق انجام شد و هرگونه اختلاف نظر با راهنمایی محقق اول حل شد.

[1] Cochrane
[2] PRISMA
[3] very-low carbohydrate diet

استخراج داده‌ها

پس از بررسی جامع متن تمام مقالات، اطلاعات کامل مقالات توسط دو محقق به‌طور مستقل استخراج شد و هرگونه اختلاف نظر توسط محقق اول مجدداً مورد بررسی قرار گرفت تا تصمیم نهایی اتخاذ گردد. اطلاعات مربوط به نویسندهٔ اول، سال انتشار، نوع مطالعه، کشور، تعداد نمونه، متغیرها (لپتین یا آدیپونکتین)، ویژگی آزمونی‌ها (شامل سن، جنس، میانسال یا سالمند بودن و نمایهٔ تودهٔ بدنی)، مدت مداخله، نوع تمرین ورزشی، پروتکل تمرین ورزشی (طول مدت تمرین در هر جلسه، تعداد جلسات در هفته و شدت تمرین) و ویژگی رژیم‌غذایی (درصد کربوهیدرات، پروتئین و چربی مصرفی در به همراه کل کالری مصرفی در روز) استخراج شد. داده‌های مربوط به متغیرهای پژوهش حاضر اعم از نمایهٔ تودهٔ بدنی و سن شرکت‌کنندگان، در حالت پایه گزارش شد و مقادیر لپتین و آدیپونکتین به‌صورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه‌های تمرینی که پیش‌تر بدان اشاره شد، ارائه گشت. در صورت عدم وجود داده‌های کافی برای انجام فراتحلیل، از طریق ایمیل با نویسندهٔ مسئول مکاتبه صورت گرفت. همچنین، استخراج داده‌ها از نمودار مقاله با استفاده از نرم‌افزار getdata و یا تخمین انحراف استاندارد (SD[1]) از خطای استاندارد میانگین (SEM[2]) صورت گرفت [۱۲].

بررسی کیفیت مقالات

بررسی کیفیت مقالات توسط دو محقق به‌طور مستقل انجام شد. ارزیابی کیفیت مطالعات با استفاده از چک لیست ۱۱ موردی ابزار Pedro انجام شد [۱۳، ۱۲]. معیارهای ارزیابی Pedro شامل موارد زیر بود: ۱) ضوابط واجد شرایط بودن شرکت‌کنندگان مشخص باشد، ۲) اختصاص شرکت‌کنندگان گروه‌های مختلف به‌صورت تصادفی انجام شده باشد، ۳) شرکت‌کنندگان نسبت به گروه‌بندی‌هایشان آشنایی نداشته باشند، ٤) گروه‌ها در ابتدا از نظر وزن بدن یکسان باشند، ٥) ارزیابی یکسو کور برای متغیر اصلی وجود داشته باشد (blinding of all assessors)، ٦) تعداد افراد خارج شده از پژوهش کمتر از ۱۵ درصد شرکت‌کنندگان باشد، ۷) تجزیه‌وتحلیل به‌صورت intention to treat (ITT) انجام شده باشد، ۸) تفاوت آماری بین گروهی برای متغیر اصلی گزارش شده باشد، ۹) میانگین، انحراف معیار و میزان معناداری (p value) گزارش شده باشد. به تمام سؤالات چک لیست Pedro، با دو گزینهٔ بله ✓ و یا خیر × پاسخ داده شد. امتیاز حداقل صفر و حداکثر نه بود که در آن ارزش عددی بالاتر، نمایانگر کیفیت بالاتر پژوهش بود (جدول ۱).

فراتحلیل

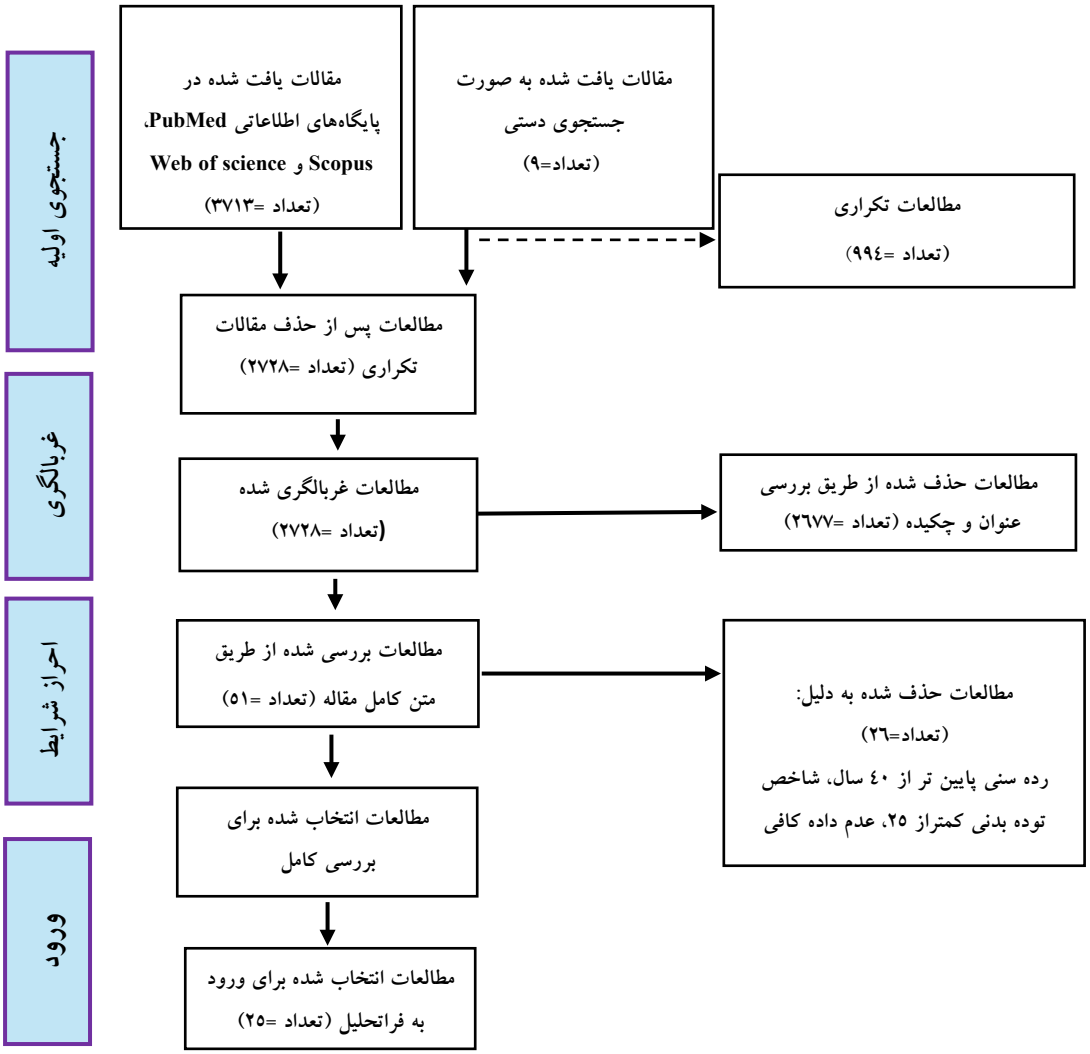
فراتحلیل حاضر برای تعیین مقایسهٔ اثر رژیم غذایی کم‌کالری و تمرین ورزشی بر میزان لپتین و آدیپونکتین در افراد میانسال و سالمند دارای اضافه وزن و چاق انجام شد. برای این منظور، SMD[3] و فاصله اطمینان ۹۵ درصد (CI) با استفاده از مدل اثر تصادفی Random محاسبه شد. برای تعیین ناهمگونی (عدم تجانس) مطالعات، از آزمون I^2 استفاده شد که مقدار ناهمگونی طبق دستورالعمل کوکران به شرح زیر کمتر از ۲۵٪ =ناهمگونی خفیف، ۲۵–۵۰٪ =ناهمگونی کم، ۵۰–۷۵٪ =ناهمگونی متوسط و بیشتر از ۷۵٪ =ناهمگونی بالا تفسیر شد. در صورت وجود ناهمگونی، تحلیل حساسیت[4] از طریق روش خارج کردن یک به یک مطالعات[5] با لحاظ کردن I^2 کمتر از ۵۰ به‌عنوان ملاک انجام شد [١٤]. همچنین با استفاده از تفسیر بصری فونل پلات، سوگیری انتشار بررسی شد و در صورت مشاهده سوگیری، تست Egger به‌عنوان یک تست تعیین کنندهٔ ثانویه استفاده شد که در آن p= ۰/۱ به‌عنوان وجود سوگیری انتشار معنی‌دار در نظر گرفته شد. تحلیل زیرگروه براساس سن آزمودنی‌ها، میانسال (۴۰–۵۵ سال) و سالمند (≤۵۵ سال) و BMI آزمودنی‌ها، اضافه وزن (۲۵–۲۹/۹) و چاق (≤۳۰) انجام شد. آزمون‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار CMA نسخهٔ سه انجام شد.

[1] Standard deviation
[2] Standard Error of the Mean
[3] Standardized mean differences
[4] Sensitivity analysis
[5] Leave one-out method

براساس جستجو در پایگاه‌های اطلاعات علمی تا آگوست ۲۰۲۳، به تعداد ۳۷۲۲ مقاله یافت شد. پس از حذف مقالات تکراری (۹۹٤ مقاله)، ۲۷۲۸ مقاله برای غربالگری اولیه باقی ماند. پس از بررسی عناوین و چکیده مقالات و حذف مقالات (۲٦۷۷ مقاله)، در نهایت ۵۱ مقاله برای ارزیابی متن کامل انتخاب شد که پس از بررسی متن کامل مقالات، ۲٦ مقاله از مطالعهٔ حاضر به دلایل ۱) ردهٔ سنی پایین‌تر از ٤۰ سال (۱۵ مقاله)، ۲) نمایهٔ تودهٔ بدنی کمتر از ۲۵ (۱ مقاله)، ۳) تعداد روز کمتر از ۱۲ (۱ مقاله)، ٤) عدم داده کافی (۸ مقاله) و ۵) رژیم غذایی با کربوهیدرات بالا (۱ مقاله) خارج شد. در نهایت، ۲۵ مطالعه وارد فراتحلیل حاضر شدند (شکل ۱). ۲۳ مداخله برای متغیر لپتین و ١٤ مداخله برای متغیر آدیپونکتین وجود داشت.

جدول ۱- بررسی کیفیت مطالعات

مطالعه -سال	۱	۲	۳	٤	۵	٦	۷	۸	۹	امتیاز کل
گیلبرتسون، ۲۰۱۹ [۲۹]	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	٦
آبنهارت، ۲۰۱۳ [۱۵]	✓	✓	×	✓	×	✓	✓	✓	✓	۷
بیورز، ۲۰۱۳ [۳]	✓	✓	✓	✓	×	✓	×	✓	✓	۷
جیانوپولو، ۲۰۰۵ [۱٦]	✓	✓	×	×	×	✓	×	✓	✓	۵
ویارئال، ۲۰۰٦ [۳۱]	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	٦
روکلینگ-آندرسن، ۲۰۰۷ [۱۷]	×	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	۵
تانگ، ۲۰۰۰ [۱۸]	✓	✓	×	×	×	✓	×	✓	✓	۵
فیض، ۲۰۲۳ [٦]	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	٦
خو، ۲۰۱۵ [۳۲]	✓	✓	×	✓	×	✓	✓	✓	✓	۷
ایبانز، ۲۰۱۰ [۲۵]	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	٦
کریستنسن، ۱۹۹۸ [۳۳]	×	✓	×	×	×	✓	×	✓	✓	٤
دسوزا، ۲۰۱۹ [۳۰]	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	٦
فیگوئروآ، ۲۰۱۳ [۲٦]	✓	✓	×	×	×	✓	×	✓	✓	۵
مک نیل، ۲۰۱۵ [۲۷]	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	٦
میلر، ۲۰۰٤ [۳٤]	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	٦
شاه، ۲۰۱۱ [۲]	✓	✓	×	✓	×	✓	✓	✓	✓	۷
استرازنیکی، ۲۰۱۰ [۱۹]	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	٦
ریزلند، ۲۰۰۱ [۲۰]	×	✓	×	×	×	✓	×	✓	✓	٤
یوشیمورا، ۲۰۱٤ [۲۱]	✓	×	×	✓	×	✓	×	✓	✓	۵
ویس، ۲۰۱۷ [۲۲]	✓	✓	✓	✓	×	✓	×	✓	✓	۷
وانگ، ۲۰۱۵ [۲۳]	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	٦
گالبریث، ۲۰۱۸ [۲۸]	✓	✓	×	✓	×	×	×	✓	✓	۵
بوشونویل، ۲۰۱٤ [۳۵]	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	٦
اسکات، ۲۰۱۳ [۳٦]	✓	✓	✓	✓	×	×	×	✓	✓	٦
مهتابی، ۲۰۱۹ [۲٤]	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	٦



شکل ۱- فلوچارت انتخاب مطالعات

ویژگی آزمودنی‌ها

۲۰٦۳ شرکت‌کننده وارد مطالعهٔ فراتحلیل حاضر شد که همهٔ شرکت‌کنندگان، افراد میانسال یا سالمند دارای اضافه وزن یا چاقی و به لحاظ جسمانی سالم یا مبتلا به آرتروز زانو یا دیابت نوع دو یا مبتلا به چندین عامل خطر برای دیابت و بیماری‌های قلبی عروقی یا مبتلا به سندرم متابولیک یا مبتلا به آسم بودند. ۷۳۱ شرکت کننده با میانگین سنی ۷۰-٤۱/۸ و میانگین نمایهٔ تودهٔ بدنی ٤۲/٦-۲۵ در گروه رژیم غذایی، ۵۹۳ شرکت‌کننده با میانگین سنی ۷۰-٤۲/۲ و میانگین نمایهٔ تودهٔ بدنی ۳٦/۹-۲۷ در گروه تمرین ورزشی و ۷٤۸ شرکت کننده با میانگین سنی ۷۰-٤٤/۹ و میانگین نمایهٔ تودهٔ بدنی ٤۲-۲۵ در گروه رژیم غذایی به همراه تمرین ورزشی بودند (جدول ۲). تعداد شرکت‌کننده‌های هر مطالعه در محدوده ۲۳ [٦] و ۳۵۱ [۱۵] بود.

ویژگی پروتکل‌های تمرین

۲۵ مطالعه (مداخله) وارد فراتحلیل حاضر شد که براساس نوع تمرین به ۱۱ مداخلهٔ تمرین هوازی [۲٤-۱۵، ۳]، ٤ مداخلهٔ تمرین مقاومتی [۲۸-۲۵]، ۳ مداخلهٔ تمرین تناوبی [۳۰، ۲۹، ٦]، ۱ مداخلهٔ تمرین ورزشی (به نوع تمرین ورزشی اشاره نشده است) [۳۱] و ٦ مداخلهٔ تمرین ترکیبی [۳٦-۳۲، ٦] طبقه‌بندی شد. شدت تمرین هوازی از ٦۵ تا ۷۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی [۳۳، ۱٦] بود. شدت تمرین مقاومتی از ۵۰ تا ۸۲ درصد یک تکرار بیشینه [۲۸، ۲۵] بود. شدت تمرین تناوبی از ۵۰ تا ۹۰ درصد حداکثر ضربان قلب [۲۹، ٦] بود. شدت مداخلهٔ تمرین ورزشی شامل ۹±۷۲ درصد MHR [۳۱] بود. شدت تمرین ترکیبی ۷۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی [۳۳] و ٦۵ تا ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه [۳۵، ۳۳، ۲] بود. به‌علاوه حداقل مدت

مداخلهٔ تمرین هوازی ۱۲ هفته [۲٤، ۲۱، ۱۹، ۱۸] و و حداکثر ۸۷ هفته [۳] بود. حداقل مدت مداخلهٔ تمرین مقاومتی ۱۲ هفته [۲٦] و حداکثر ۲٦ هفته [۲۷] بود. حداقل مدت مداخلهٔ تمرین تناوبی ۲ هفته [۲۹] و حداکثر ۱۲ هفته [۳۰، ۲۹] بود. مدت مداخله تمرین ورزشی ۵۲ هفته [۳۱] بود. مدت مداخله تمرین ترکیبی ۱۰ هفته [۳٦] و حداکثر ۷۸ هفته [۳٤] بود.

ویژگی رژیم غذایی

رژیم غذایی در گروه‌های دریافت کننده رژیم شامل کربوهیدرات (حداقل ۱۰ درصد انرژی از کربوهیدرات [۲٤] و حداکثر ٦۰ درصد انرژی از کربوهیدرات [۳۰، ۲٦، ۱۸] و یا کاهش حداقل ۱۱/۱ گرم و کاهش حداکثر ٤۲/۳ گرم کربوهیدرات [۲۰]، یا تأمین ۱۹ گرم کربوهیدرات به‌صورت روزانه [۲۹، ٦]، پروتئین (حداقل ۱۵ درصد انرژی از پروتئین روزانه [۳۰، ۲۷، ۲۵، ۱۸]، حداکثر ۲۵ درصد انرژی از پروتئین [۲٦] و یا کاهش حداقل ٤/۲ گرم و حداکثر ۱۳/٤ [۲۰]، یا تامین ۱٦ گرم پروتئین به‌صورت روزانه [٦۲۹، ٦]) و چربی (حداقل ۲۰ درصد انرژی از چربی [۳۰، ۲٦، ۱۸] و حداکثر ۷۰ درصد انرژی از چربی [۲٤] و یا ۱/۲۲ و یا کاهش حداقل ۷/٤ و کاهش حداکثر ۳۲/۵ گرم چربی [۲۰] و یا تأمین ۲ گرم چربی به‌صورت روزانه [٦, ۲۹] بود. میزان انرژی دریافتی در گروه‌های دریافت کنندهٔ رژیم شامل ۲۱۰۰-۸۸۵ کیلوکالری در روز [۳٦، ۱۸] بود.

نتایج فراتحلیل

لپتین

مقایسهٔ اثر رژیم غذایی و تمرین ورزشی بر میزان لپتین

تجزیه‌وتحلیل داده‌های ۱۳ مطالعه نشان داد که رژیم غذایی نسبت به تمرین ورزشی سبب تغییر معنادار لپتین سرمی [P= ۰/۱ ،(۰/۳۵- الی ۰/۰۳) SMD= -۰/۱٦] در افراد میانسال و سالمند دارای اضافه‌وزن و چاق نشد (شکل ۲). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی بالایی وجود دارد (P= ۰/۰٤، I^2= ٤٤/۱۸).

نتایج تحلیل زیرگروه براساس سن نشان داد که رژیم غذایی نسبت به تمرین ورزشی سبب کاهش معنادار لپتین سرمی در افراد سالمند دارای اضافه وزن و چاق (سن≤۵۵ سال) [P= ۰/۰۲ ،(۰/٤۷- الی ۰/۰٤-) SMD= -۰/۲۵] شد، اما تمرین ورزشی سبب تغییر معنادار لپتین سرمی [P= ۰/۳ ،(۰/۵۰- الی ۰/۱۹) SMD= -۰/۱۵] نسبت به تمرین ورزشی در افراد میانسال دارای اضافه وزن و چاق (سن ٤۰-۵۵ سال) نشد.

نتایج تحلیل زیرگروه براساس BMI نشان داد که رژیم غذایی نسبت به تمرین ورزشی سبب تغییر معنادار لپتین سرمی در هیچ یک از گروه‌های چاق (BMI≥۳۰) [P= ۰/۰٦ ،(۰/۵۰- الی ۰/۰۱) SMD= -۰/۲٤ ،(۰/۲٦- الی ۰/۲۳) SMD= -۰/۰۱] و افراد دارای اضافه وزن (BMI= ۲۹/۹-۲۵) [P= ۰/۹] نشد. نتیجهٔ تست آزمون Egger نشان‌دهندهٔ عدم سوگیری انتشار معنادار برای مقایسهٔ رژیم غذایی و تمرین ورزشی برای لپتین سرمی (P= ۰/۲) بود.

مقایسهٔ اثر ترکیبی (تمرین ورزشی و رژیم غذایی) و رژیم غذایی به تنهایی بر میزان لپتین

تجزیه‌وتحلیل داده‌های ۱۷ مطالعه نشان داد که ترکیب تمرین ورزشی و رژیم غذایی نسبت به رژیم غذایی به تنهایی سبب تغییر معنادار لپتین سرمی [P=۰/۲، (۰/۲۸- الی ۰/۰٦) SMD=-۰/۱۱] در افراد میانسال و سالمند دارای اضافه‌وزن و چاق نشد (شکل ۳). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی وجود ندارد (P= ۰/۰۳، I^2= ٤۳/۰٦).

نتایج تحلیل زیرگروه براساس سن نشان داد که ترکیب تمرین ورزشی و رژیم غذایی نسبت به رژیم غذایی به تنهایی سبب تغییر معنادار لپتین سرمی در هیچ یک از گروه‌های سالمند (سن≤۵۵ سال) [P= ۰/٦، (۰/۲۸- الی ۰/۱۸) SMD= -۰/۰۵] و میانسال (سن ٤۰-۵۵ سال) [P= ۰/۲، (۰/٤۸- الی ۰/۱۱) SMD=-۰/۱۸] چاق نشد.

نتایج تحلیل زیرگروه براساس BMI نشان داد که ترکیب تمرین ورزشی و رژیم غذایی نسبت به رژیم غذایی به تنهایی سبب تغییر معنادار لپتین سرمی در افراد چاق (BMI≥۳۰) [P= ۰/۸، (۰/۲٤- الی ۰/۲) SMD = -۰/۰۲] نشد، اما ترکیب تمرین ورزشی و رژیم غذایی نسبت به رژیم غذایی به تنهایی سبب تغییر معنادار لپتین در افراد دارای اضافه وزن (BMI ۲۹/۹-۲۵) [P= ۰/۰۰٤، (۰/۵۹- الی ۰/۱۱-) SMD= -۰/۳۵] شد. نتیجه تست آزمون Egger نشان‌دهندهٔ عدم سوگیری انتشار معنادار برای مقایسهٔ ترکیب و رژیم غذایی برای لپتین سرمی (P= ۰/۵) بود.

جدول ۲- ویژگی آزمودنی‌ها و پروتکل ورزشی و رژیم غذایی

مطالعه - سال	ویژگی آزمودنی‌ها	نوع مطالعه کشور	نمونه (جنسیت)	متغیرها	سن (سال)	میانسال/ سالمند	نمایهٔ تودهٔ بدنی (Kg/m^2)	مدت مداخله (هفته)	نوع تمرین ورزشی	پروتکل تمرین ورزشی	ویژگی رژیم کم‌کالری
گیلبرتسون[1]، ۲۰۱۹ [۲۶]	چاق	RCT- ویرجینیا	۲۴ زن	آدیپونکتین لپتین	گروه رژیم غذایی (۱۲ نفر): ۴۵/۷±۳/۵ گروه ترکیبی (۱۲ نفر): ۵۰/۸±۳/۳	میانسال	گروه رژیم غذایی: ۳۷/۸±۱/۶ گروه ترکیبی: ۳۷/۸±۲/۱	۲ هفته	HIT	۵ تا ۱۰ ست از ۹۰٪ MHR با بازیابی ۳ دقیقه از ۵۰٪ MHR، ۶ روز در هفته	کاهش ۱۶۰ کیلوکالری در روز شامل ۱۶ گرم پروتئین، ۲ گرم چربی و ۱۹ گرم کربوهیدرات
آبنهارت[2]، ۲۰۱۳ [۱۵]	چاق	RCT- آلمان	۳۵۱ زن	آدیپونکتین لپتین	گروه رژیم غذایی (۱۱۸ نفر): ۵/۱±۵/۹ گروه تمرین ورزشی (۱۱۷ نفر): ۵۸/۱±۵/۰ گروه ترکیبی (۱۱۶ نفر): ۵۸/۰±۴/۴	سالمند	گروه رژیم غذایی: ۳۱/۰±۳/۹ گروه تمرین ورزشی: ۳۰/۷±۳/۷ گروه ترکیبی: ۳۱/۰±۴/۳	۵۲ هفته	هوازی	۴۵ دقیقه در ۸۵-۷۰٪ MHR ، ۵ روز در هفته	کل انرژی دریافتی: ۲۰۰۰-۱۲۰۰ کیلوکالری در روز
بیورز[3]، ۲۰۱۳ [۳]	چاق	RCT- کارولینای شمالی	۱۹۵ مرد و زن	آدیپونکتین لپتین	گروه تمرین ورزشی (۹۷ نفر): ۶۷/۰±۴/۸ گروه ترکیبی (۹۸ نفر): ۶۷/۰±۴/۸	سالمند	گروه تمرین ورزشی: ۳۲/۸±۳/۹ گروه ترکیبی: ۳۳/۱±۴/۱	۷۸ هفته	هوازی	۳۰ دقیقه پیاده روی با امتیاز ۱۳ در BRPE، ۵ روز در هفته	کاهش کالری دریافتی تقریباً ۰/۳کیلوگرم در هفته
جیانوپولو[4]، ۲۰۰۵ [۱۶]	چاق دیابت نوع ۲	RCT- آمریکا	۳۳ زن	آدیپونکتین لپتین	گروه رژیم غذایی(۱۱ نفر): ۵۸/۵±۱/۷ گروه تمرین ورزشی (۱۱ نفر): ۵۵/۵±۱/۷ گروه ترکیبی (۱۱ نفر): ۵۷/۴±۱/۷	سالمند	گروه رژیم غذایی: ۳۴/۳±۱/۹ گروه تمرین ورزشی: ۳۵/۹±۱/۹ گروه ترکیبی: ۳۳/۷±۱/۹	۱۴ هفته	هوازی	۶۰ دقیقه پیاده روی در ۷۰-۶۵٪ VO2max، ۴-۳ روز در هفته	DI: مصرف انرژی را ۲۵۱۰ کیلوژول در روز کاهش داد ۴۰٪ چربی، ۴۰٪ کربوهیدرات و ۲۰٪ پروتئین EX: مصرف انرژی را ۱۲۵۰-۱۰۵۰کیلوژول در روز کاهش داد EX+DI: مصرف انرژی را ۱۴۶۰ کیلوژول در روز کاهش داد
ویارنال[5]، ۲۰۰۶ [۳۱]	اظافه وزن	RCT- واشنگتن	۳۸ زن و مرد	لپتین	گروه رژیم غذایی (۱۹ نفر): ۵۵/۶±۳/۶ گروه تمرین ورزشی(۱۹ نفر): ۵۸/۸±۲/۸	سالمند	گروه رژیم غذایی: ۲۷/۲±۲/۴ گروه تمرین ورزشی: ۲۷/۲±۱/۸	۵۲ هفته	فعالیت ورزشی	۵/۸±۲/۵ جلسه در هفته به مدت ۶۲/۵±۱۷/۸ دقیقه در هر جلسه، با شدت ۷۲±۹٪ MHR	۲۰-۱۶٪ کاهش مصرف انرژی EX: ۲۱۳±۹۶+ کیلو کالری در روز DI: ۳۸۲±۴۰۴- کیلو کالری در روز
روکلینگ-آندرسن[6]، ۲۰۰۷ [۱۷]	اظافه وزن- چندین عامل خطر برای دیابت و بیماری‌های قلبی عروقی	RCT- نروژ	۱۵۱ مرد	آدیپونکتین لپتین	گروه رژیم غذایی (۴۵ نفر): ۴۵/۱±۲/۵۱ گروه تمرین ورزشی (۴۸ نفر): ۴۵/۱±۲/۵۱ گروه ترکیبی (۵۸ نفر): ۴۵/۱±۲/۵۱	میانسال	گروه رژیم غذایی: ۲۹/۲±۳/۸ گروه تمرین ورزشی: ۲۸/۵±۳/۳ گروه ترکیبی: ۲۸/۴±۳/۴	۵۲ هفته	هوازی	۶۰ دقیقه تمرین دایره ای و پیاده روی سریع یا دویدن به طور متوسط ۱/۸ ساعت در هفته در طول سال، ۳ روز در هفته	کاهش وزن ۱-۰/۵ کیلوگرم در ماه
تانگ[7]، ۲۰۰۰ [۱۸]	چاق	RCT- کانادا	۳۰ مرد	لپتین	گروه رژیم غذایی (۱۴ نفر): ۴۲/۶±۲/۶ گروه ترکیبی (۱۶ نفر): ۴۵/۰±۱/۹	میانسال و سالمند	گروه رژیم غذایی: ۳۰/۷±۰/۵ گروه ترکیبی: ۳۲/۳±۰/۵	۱۲ هفته	هوازی	پیاده روی سریع و دویدن تا ۷۰۰ کیلوکالری با ۸۰٪ MHR، ۷ روز در هفته	۶۰-۵۵٪ کربوهیدرات، ۲۰-۱۵٪ پروتئین و ۲۵-۲۰٪ چربی و کاهش مصرف انرژی به میزان ۷۰۰ کیلوکالری در روز

[1] Gilbertsona
[2] Abbenhardt
[3] Beavers
[4] Giannopoulou
[5] Villareal
[6] Rokling-Andersen
[7] Tong

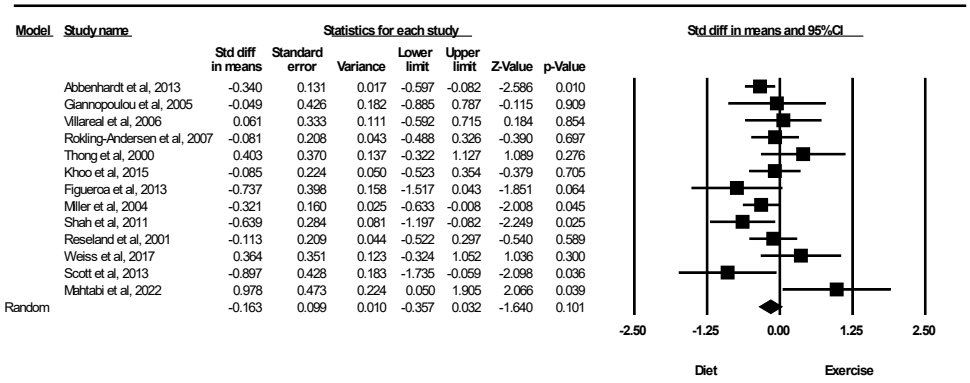
فیض[1]، ۲۰۲۳ [۶]	چاق	RCT-ایالات متحده	۲۳ زن	آدیپونکتین پلتین	گروه رژیم غذایی (۱۲ نفر): ۴۷/۶±۴/۳ گروه ترکیبی (۱۱ نفر): ۴۷/۶±۴/۳	میانسال	گروه رژیم غذایی: ۳۷/۸±۱/۵ گروه ترکیبی: ۳۷/۹±۲/۳	۲ هفته	HIT	۳۰ الی ۶۰ دقیقه -فواصل متناوب ۳ دقیقه در ۹۰٪ HRpeak و سپس ۵۰٪ HRpeak	کاهش مصرف انرژی به میزان ۱۲۰۰ کیلوکالری در روز (تامین ۱۶۰ کیلوکالری، ۱۶ گرم پروتئین، ۲ گرم چربی، ۱۹ گرم کربوهیدرات)
خو[2]، ۲۰۱۵ [۳۲]	چاق	RCT-سنگاپور	۸۰ مرد	آدیپونکتین پلتین	گروه رژیم غذایی (۴۰ نفر): ۴۳/۳±۹/۰ گروه تمرین ورزشی (۴۰ نفر): ۴۱/۸±۷/۲	میانسال	گروه رژیم غذایی: ۳۲/۱±۳/۰ گروه تمرین ورزشی: ۳۲/۱±۲/۶	۲۴ هفته	ترکیبی	تمرین هوازی: ۳۰ دقیقه با شدت متوسط، ۸۰–۶۰ ٪ MHR، ۳ روز در هفته تمرین مقاومتی: ۱۰ الی ۴۰۰ کربوهیدرات، ۲۰ ٪ پروتئین و ۳۰–۲۵ ٪ چربی	کاهش مصرف انرژی به میزان ۵۰۰ کیلوکالری در روز، شامل ۵۵–۵۰٪ دقیقه در هفته، ۶۰–۴۵ دقیقه، ۷–۵ جلسه
ایبانز[3]، ۲۰۱۰ [۲۵]	چاق	RCT-اسپانیا	۲۵ زن	آدیپونکتین پلتین	گروه رژیم غذایی (۱۲ نفر): ۵۱/۴±۵/۵ گروه تمرین ورزشی (۱۳ نفر): ۴۸/۶±۶/۴	میانسال	گروه رژیم غذایی: ۳۴/۶±۳/۴ گروه تمرین ورزشی: ۳۵±۳/۱	۱۶ هفته	مقاومتی	۶۰–۴۵ دقیقه تمرین، ۸۰–۵۰ درصد 1RM، ۲ جلسه در هفته	۵۰۰ کیلوکالری در روز، شامل ۵۵ ٪ کربوهیدرات، ۱۵ ٪ پروتئین و ۳۰ ٪ چربی
کریستنسن[4]، ۱۹۹۸ [۳۳]	اظافه وزن- چاق	RCT-دانمارک	۱۰۰ زن	پلتین	گروه رژیم غذایی (۵۱ نفر): ۴۹–۵۸ گروه ترکیبی (۴۹ نفر): ۴۹–۵۸	میانسال-سالمند	گروه رژیم غذایی: ۲۵–۴۲ گروه ترکیبی: ۲۵–۴۲	۱۲ هفته	ترکیبی	تمرین هوازی: دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی با حداکثر ۷۰ درصد VO2max، ۳ روز در هفته تمرین مقاومتی: تمرینات کل بدن؛ ۲–۳ ست با ۷–۱۵ تکرار در ۶۵٪ 1RM	کل انرژی دریافتی ۴/۲ مگاژول در روز
دسوزا[5]، ۲۰۱۹ [۳۰]	چاق دیابت نوع ۲	RCT-برزیل	۴۱ مرد و زن	پلتین	گروه رژیم غذایی (۲۲ نفر): ۶۱/۱±۶/۴ گروه ترکیبی (۱۹ نفر): ۶۱/۱±۶/۴	سالمند	گروه رژیم غذایی: ۳۲/۷±۱/۰ گروه ترکیبی: ۳۳/۰±۰/۹	۱۲ هفته	HIT	۲ ست ۱۲ دقیقه ای فوتبال با ۳ دقیقه استراحت، ۳ روز در هفته	کاهش انرژی دریافتی ۱۰۰۰–۵۰۰ کیلوکالری در روز شامل ۶۰–۴۵٪ کربوهیدرات، ۲۰–۱۵٪ پروتئین و ۳۰–۲۰٪ چربی بود.
فیگوئروآ[6]، ۲۰۱۳ [۲۶]	چاق	RCT-کالیفرنیا	۴۱ زن	آدیپونکتین پلتین	گروه رژیم غذایی (۱۳ نفر): ۵۴±۱ گروه تمرین ورزشی (۱۴ نفر): ۵۴±۱ گروه ترکیبی (۱۴ نفر): ۵۴±۱	میانسال	گروه رژیم غذایی: ۳۲/۶±۱/۰ گروه تمرین ورزشی: ۳۴/۸±۱/۲ گروه ترکیبی: ۳۲/۷±۱/۱	۱۲ هفته	مقاومتی	تمرینات پایین تنه؛ ۲–۳ ست با ۱۸–۲۲ تکرار با شدت کم، ۳ روز در هفته	۱۲۵۰ کیلوکالری در روز شامل کربوهیدرات (۶۰٪ – ۵۵٪)، چربی (۲۵٪ – ۲۰٪) و پروتئین (۲۵٪ – ۲۰٪)
مک نیل[7]، ۲۰۱۵ [۲۷]	چاق	RCT-کانادا	۹۳ زن	پلتین	گروه رژیم غذایی (۶۵ نفر): ۵۸/۱±۴/۸ گروه ترکیبی (۲۸ نفر): ۵۸/۱±۴/۸	سالمند	گروه رژیم غذایی: ۳۲/۱±۴/۳ گروه ترکیبی: ۳۲/۱±۴/۳	۲۶ هفته	مقاومتی	تمرینات کل بدن؛ ۲ تا ۴ ست با ۸ تا ۱۵ تکرار در ۷۵–۶۵٪ 1RM، ۳ روز در هفته	۱۷۹۰–۱۰۰۰ کیلو کالری دریافت انرژی شامل ۵۵٪ کربوهیدرات، ۳۰ ٪ لیپیدها، ۳۰ و ۱۵ ٪ پروتئین‌ها
میلر[8]، ۲۰۰۴ [۳۴]	چاق مبتلا به آرتروز زانو	RCT-ایالات متحده آمریکا	۲۳۳ زن	پلتین	گروه رژیم غذایی (۸۰ نفر): ۶۷/۸±۵/۵ گروه تمرین ورزشی (۷۹ نفر): ۶۹/۱±۶/۵ گروه ترکیبی (۷۴ نفر): ۶۷۷±۶۷	سالمند	گروه رژیم غذایی: ۳۴/۵±۴/۹ گروه تمرین ورزشی: ۳۴/۲±۴/۸ گروه ترکیبی: ۳۴/۲±۵/۶	۷۸ هفته	ترکیبی	تمرینات هوازی: ۳۰ دقیقه پیاده روی با ۸۵–۵۰٪ HRR، ۳ روز در هفته تمرینات مقاومتی: تمرینات پایین تنه؛ ۲ ست با ۱۲ تکرار با استفاده از وزنه های مچ پا و جلیقه وزن دار	کاهش مصرف انرژی به میزان ۵۰۰–۲۵۰ کالری در روز

[1] Faiz
[2] Khoo
[3] Ibáñez
[4] Christensen
[5] de Sousa
[6] Figueroa
[7] McNeil
[8] Miller

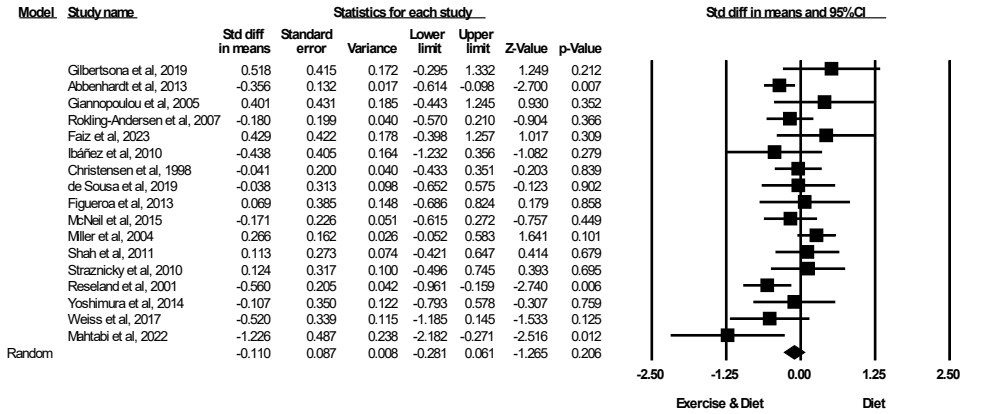
شاه[1]، ۲۰۱۱ [۲]	چاق	RCT-ایالات متحده آمریکا	۸۰ مرد و زن	لپتین	گروه رژیم غذایی (۳۶ نفر): ۷۰±۴ گروه تمرین ورزشی (۳۶ نفر): ۷۰±۴ گروه ترکیبی (۲۸ نفر): ۷۰±۴	سالمند	گروه رژیم غذایی: ۳۷/۲±۴/۵ گروه تمرین ورزشی: ۳۶/۹±۵/۴ گروه ترکیبی: ۳۷/۲±۵/۴	۵۲ هفته	ترکیبی	تمرینات هوازی: ۳۰ دقیقه در ۸۵-۶۵٪ MHR، ۳ روز در هفته تمرینات مقاومتی: تمرینات کل بدن؛ ۳-۱ ست با ۱۲-۶ تکرار در ۸۰-۶۵٪ 1RM	کاهش مصرف انرژی به میزان ۷۵۰-۵۰۰ کالری در روز
استرازنیکی[2]، ۲۰۱۰ [۱۹]	چاق سندرم متابولیک	RCT-استرالیا	۴۰ مرد وزن	لپتین	گروه رژیم غذایی (۲۰ نفر): ۵۵±۱ گروه ترکیبی (۲۰ نفر): ۵۵±۱	سالمند	گروه رژیم غذایی: ۳۲/۲±۰/۹ گروه ترکیبی: ۳۱/۸±۰/۸	۱۲ هفته	هوازی	۴۰ دقیقه دوچرخه سواری با حداکثر ۶۵ درصد MHR، ۳ روز در هفته	رویکردهای غذایی اصلاح شده برای توقف فشار خون (DASH)، کاهش مصرف انرژی تا ۶۰۰ کیلو کالری در روز شامل ۳۰٪ چربی، ۲۲٪ پروتئین و ۴۸٪ کربوهیدرات
ریزلند[3]، ۲۰۰۱ [۲۰]	اظافه وزن سندرم متابولیک	RCT-اسلو	۱۴۹ مرد	لپتین	گروه رژیم غذایی (۴۴ نفر): ۴۴/۹±۲/۵ گروه تمرین ورزشی (۴۸ نفر): ۴۴/۹±۲/۵ گروه ترکیبی (۵۷ نفر): ۴۴/۹±۲/۵	میانسال	گروه رژیم غذایی: ۲۷/۸±۳/۵ گروه تمرین ورزشی: ۲۸/۲±۳/۳ گروه ترکیبی: ۲۶/۲±۲/۶	۵۲ هفته	هوازی	۶۰ دقیقه تمرینات ایروبیک، دایره ای، پیاده روی سریع و دویدن-۳ روز در هفته	پروتئین: گروه رژیم غذایی: کاهش ۱۳/۴±۲۹/۹ گروه تمرین ورزشی: کاهش ۴/۲±۲۵/۶ گروه ترکیبی: کاهش ۷/۷±۲۵/۶ چربی: گروه رژیم غذایی: کاهش ۳۲/۵±۳۱/۴ گروه تمرین ورزشی: کاهش ۷/۴±۳۳/۸ گروه ترکیبی: کاهش ۲۶/۵±۲۸/۹ کربوهیدرات: گروه رژیم غذایی: کاهش ۴۲/۳±۷۱/۶ گروه تمرین ورزشی: کاهش ۱۱/۱±۷۸/۳ گروه ترکیبی: کاهش ۲۴/۶±۹۵/۴
یوشیمورا[4]، ۲۰۱۴ [۲۱]	اظافه وزن	NRS-ژاپن	۳۳ مرد و زن	لپتین	گروه رژیم غذایی (۱۸ نفر): ۵۲±۲ گروه ترکیبی (۱۵ نفر): ۶۱±۲	میانسال-سالمند	گروه رژیم غذایی: ۲۸/۴±۱/۰ گروه ترکیبی: ۲۷/۳±۱/۱	۱۲ هفته	هوازی	۶۰ دقیقه دویدن، پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری در آستانه لاکتات، ۵ روز در هفته	کل انرژی دریافتی ۲۵ کیلو کالری بر کیلوگرم وزن ایده آل بدن
ویس[5]، ۲۰۱۷ [۲۲]	اظافه وزن	RCT-سنت لوئیس	۵۲ مرد وزن	آدیپونکتین لپتین	گروه رژیم غذایی (۱۷ نفر): ۵۷±۵ گروه تمرین ورزشی (۱۶ نفر): ۵۶±۶ گروه ترکیبی (۱۹ نفر): ۵۷±۷	سالمند	گروه رژیم غذایی: ۲۷/۷±۱/۷ گروه تمرین ورزشی: ۲۷/۰±۱/۵ گروه ترکیبی: ۲۸/۳±۱/۸	۲۶ هفته	هوازی	ورزش قلبی عروقی و فعالیت های بدنی عملکردی تا ۲۰ درصد کل انرژی مصرفی روزانه، ۷ روز در هفته	کاهش مصرف انرژی تا ۲۰ درصد ازکل انرژی مصرفی روزانه
وانگ[6]، ۲۰۱۵ [۲۳]	چاق	RCT-بوستون	۷۰ زن	آدیپونکتین	گروه رژیم غذایی (۲۲ نفر): ۵۸/۵±۶/۱ گروه ترکیبی (۴۸ نفر): ۵۸/۴±۵/۲	سالمند	گروه رژیم غذایی: ۳۳/۵±۳/۸ گروه ترکیبی: ۳۲/۹±۳/۷	۲۰ هفته	هوازی	پیاده روی تا ۷۰۰ کیلو کالری در هفته با ۷۵٪ - ۴۵٪ HRR، ۳ روز در هفته	DI- مصرف انرژی را ۲۸۰۰ کیلوکالری در هفته کاهش داد EX+DI- کاهش مصرف انرژی تا ۲۱۰۰ کیلوکالری در هفته
گالبریث[7]، ۲۰۱۸ [۲۸]	اضافه وزن چاق	RCT-ایالات متحده آمریکا	۳۶ زن	آدیپونکتین لپتین	گروه تمرین ورزشی (۱۹ نفر): ۶۶±۴/۳ گروه ترکیبی (۱۷ نفر): ۶۵/۵±۵/۲	سالمند	گروه تمرین ورزشی: ۲۹/۹±۴/۱ گروه ترکیبی: ۳۱/۳±۴/۲	۱۴ هفته	مقاومتی	تمرینات مداری کل بدن؛ با ۳۰ ثانیه در ۸۲-۶۱٪ 1RM، ۳ روز در هفته	کل انرژی دریافتی ۲۱۰۰-۱۲۰۰ کیلوکالری در روز، با پروتئین بالا

[1] Shah
[2] Straznicky
[3] Reseland
[4] Yoshimura
[5] Weiss
[6] Wang
[7] Galbreath

بوشونویل [1]، ۲۰۱۴ [۳۵]	چاق	RCT-آبوکرکی	۸۰ مرد و زن	آدیپونکتین	سالمند	گروه رژیم غذایی (۲۶ نفر): ۷۰±۴ گروه تمرین ورزشی (۲۶ نفر): ۷۰±۴ گروه ترکیبی (۲۸ نفر): ۷۰±۴	گروه رژیم غذایی: ۳۷/۲±۴/۵ گروه تمرین ورزشی: ۳۶/۹±۵/۴ گروه ترکیبی: ۳۷/۲±۵/۴	۴۸ هفته	ترکیبی	تمرین هوازی: ۳۰ دقیقه در ۸۵-۶۵٪ MHR، ۳ روز در هفته تمرین مقاومتی: تمرینات کل بدن؛ ۲-۱ ست با ۱۲-۸ تکرار در ۸۵-۶۵٪ IRM	کاهش مصرف انرژی به میزان ۷۵۰-۵۰۰ کیلوکالری در روز
اسکات [2]، ۲۰۱۳ [۳۶]	چاق مبتلا به آسم	RCT-استرالیا	۳۵ مرد و زن	آدیپونکتین لپتین	میانسال	گروه رژیم غذایی (۱۵ نفر): ۴۴/۷±۱۴/۷ گروه تمرین ورزشی (۱۰ نفر): ۴۲/۲±۱۱/۵	گروه رژیم غذایی: ۳۴/۷±۴/۰ گروه تمرین ورزشی: ۳۲/۸±۲/۵	۱۰ هفته	ترکیبی	۱۰۰۰۰ قدم در روز تمرین هوازی و تمرین مقاومتی در سالن بدنسازی، ۳ روز در هفته	کل انرژی دریافتی ۱۱۷۰-۸۸۵ کیلوکالری در روز
مهتابی، ۱۴۰۱ [۲۴]	چاق ستدرم متابولیک	RCT-ایران	۳۰ مرد	لپتین	میانسال	گروه رژیم غذایی (۱۰ نفر): ۵۴/±۰/۷۸ گروه تمرین ورزشی (۱۰ نفر): ۵۳/۸۰±۱/۰۴ گروه ترکیبی (۱۰ نفر): ۵۴/۷۰±۰/۸۵	گروه رژیم غذایی: ۳۱/۰۱±۰/۲۷ گروه تمرین ورزشی: ۳۱/۳۲±۰/۳۵ گروه ترکیبی: ۳۱/۲۶±۰/۱۹	۱۲ هفته	هوازی	۴۵ دقیقه، ۷۵-۶۰٪ MHR، رژیم کتوژنیک شامل ۷۰٪ چربی، ۲۰٪ پروتئین و ۱۰٪ کربوهیدرات	۳ بار در هفته



شکل ۲- نمودار انباشت (Forest plot). مقایسه اثر رژیم غذایی و تمرین ورزشی بر میزان لپتین سرمی در افراد میانسال و سالمند دارای اضافه‌وزن و چاق



شکل ۳- نمودار انباشت (Forest plot). مقایسه اثر ترکیبی و رژیم غذایی به تنهایی بر میزان لپتین سرمی در افراد میانسال و سالمند دارای اضافه‌وزن و چاق

[1] Bouchonville
[2] Scott

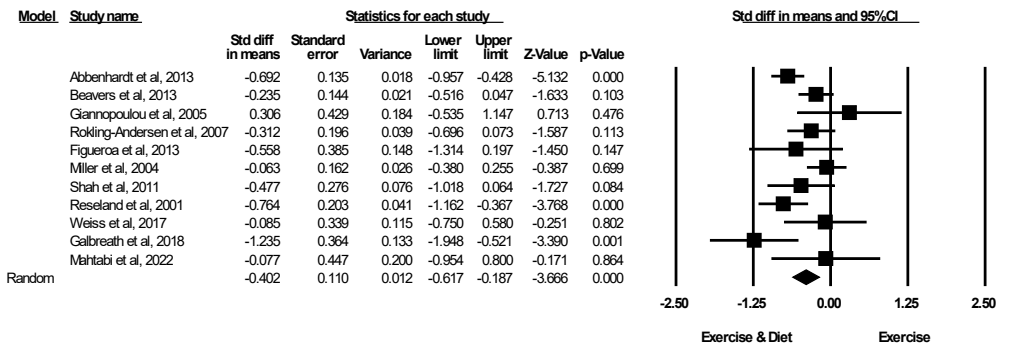
مقایسهٔ اثر ترکیبی (تمرین ورزشی و رژیم غذایی) و تمرین ورزشی به تنهایی بر میزان لپتین

تجزیه‌وتحلیل داده‌های ۱۱ مطالعه نشان داد که ترکیب تمرین ورزشی و رژیم غذایی نسبت به تمرین ورزشی به تنهایی سبب کاهش معنادار لپتین سرمی [P= ۰/۰۰۱، (۰/۶۱- الی ۰/۱۸-) SMD= -۰/٤] در افراد میانسال و سالمند دارای اضافه‌وزن و چاق شد (شکل ٤). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی بالایی وجود دارد (P= ۰/۰۰۹، I^2= ۵۷/۲).

نتایج تحلیل زیرگروه براساس سن نشان داد که ترکیب رژیم غذایی و تمرین ورزشی نسبت به تمرین ورزشی به تنهایی سبب کاهش معنادار لپتین سرمی در هر دو گروه افراد سالمند (سن≤۵۵ سال) [P= ۰/۰۱، (۰/٦٦- الی ۰/۰٦-) SMD= -۰/۳٦] و افراد میانسال (سن۴۰-۵۵ سال) [P= ۰/۰۰۱، (۰/۷۷- الی ۰/۲۱-) SMD= -۰/٤۹] شد.

نتایج تحلیل زیرگروه براساس BMI نشان داد که ترکیب تمرین ورزشی و رژیم غذایی نسبت به تمرین ورزشی به تنهایی سبب کاهش معنادار لپتین سرمی در هر دو گروه افراد چاق (BMI≥۳۰) [P= ۰/۰۱، (۰/۵٦- الی ۰/۰۵-) SMD= -۰/۳۱] و افراد دارای اضافه وزن (BMI= ۲۵-۲۹/۹) [P= ۰/۰۲، (۰/۸۱- الی ۰/۰۵-) SMD= -۰/٤۳] شد.

نتیجهٔ تست آزمون Egger نشان دهندهٔ عدم سوگیری انتشار معنادار برای مقایسهٔ ترکیب و رژیم غذایی برای لپتین سرمی (P= ۰/۸) بود.



شکل ۴- نمودار انباشت (Forest plot). مقایسه اثر ترکیبی و تمرین ورزشی به تنهایی بر میزان لپتین سرمی در افراد میانسال و سالمند دارای اضافه‌وزن و چاق

آدیپونکتین

مقایسهٔ اثر رژیم غذایی و تمرین ورزشی بر میزان آدیپونکتین

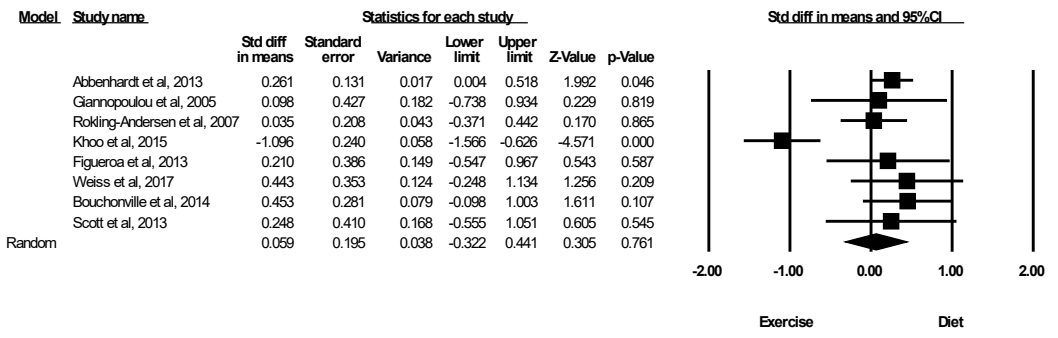
تجزیه‌وتحلیل داده‌های ۸ مطالعه نشان داد که رژیم غذایی نسبت به تمرین ورزشی سبب تغییر معنادار آدیپونکتین سرمی [P= ۰/۷، (۰/۳۲- الی ۰/٤٤) SMD= ۰/۰۵] در افراد میانسال و سالمند دارای اضافه‌وزن و چاق نشد (شکل ۵). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی بالایی وجود دارد (P= ۰/۰۰۱، I^2=۷۵/۹٤).

نتایج تحلیل زیرگروه براساس سن نشان داد که رژیم غذایی نسبت به تمرین ورزشی سبب افزایش معنادار آدیپونکتین سرمی در افراد سالمند دارای اضافه وزن و چاق (سن≤۵۵ سال) [P= ۰/۰۰٦، (۰/۰۸ الی ۰/۵۱) SMD= ۰/۲۹] شد، اما تمرین ورزشی سبب تغییر معنادار آدیپونکتین سرمی [P= ۰/٤، (۱/۱٤- الی ۰/۵۲) SMD= -۰/۳] نسبت به تمرین ورزشی در افراد میانسال دارای اضافه وزن و چاق (سن ۴۰-۵۵ سال) نشد.

نتایج تحلیل زیرگروه براساس BMI نشان داد که رژیم غذایی نسبت به تمرین ورزشی سبب تغییر معنادار آدیپونکتین سرمی

در هیچ یک از گروه‌های چاق (BMI≥۳۰) [SMD= -۰/۰۲ (-۰/۶۳ الی ۰/۵۷)، P= ۰/۹] و افراد دارای اضافه وزن (۲۵-BMI= ۲۹/۹) [SMD = ۰/۱٤ (-۰/۲۱ الی ۰/٤۹)، P=۰/٤] نشد.

نتیجهٔ تست آزمون Egger نشان دهندهٔ عدم سوگیری انتشار معنادار برای مقایسهٔ رژیم غذایی و تمرین ورزشی برای آدیپونکتین سرمی (P= ۰/۵) بود.



شکل ۵- نمودار انباشت (Forest plot). مقایسه اثر رژیم غذایی و تمرین ورزشی بر میزان آدیپونکتین سرمی در افراد میانسال و سالمند دارای اضافه‌وزن و چاق

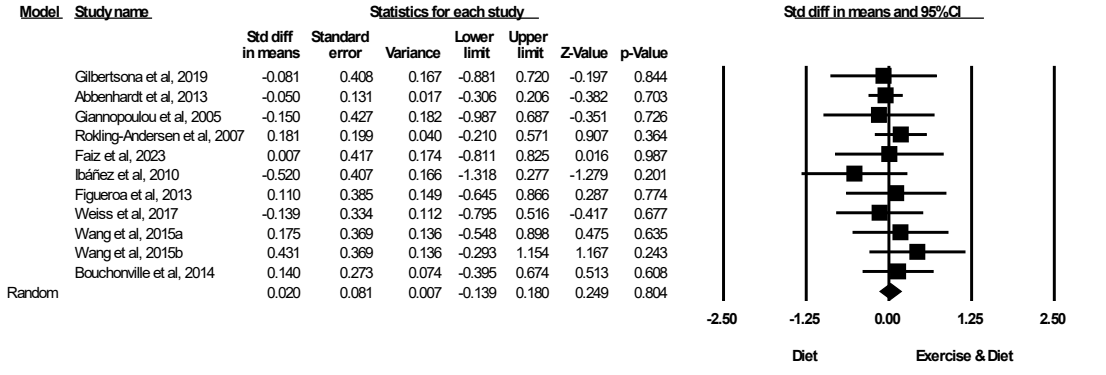
مقایسهٔ اثر ترکیبی (تمرین ورزشی و رژیم غذایی) و رژیم غذایی به تنهایی بر میزان آدیپونکتین

تجزیه و تحلیل داده‌های ۱۱ مطالعه نشان داد که ترکیب تمرین ورزشی و رژیم غذایی نسبت به رژیم غذایی به تنهایی سبب تغییر معنادار آدیپونکتین سرمی [SMD= ۰/۰۲ (-۰/۱۳ الی ۰/۱۸)، P= ۰/۸] در افراد میانسال و سالمند دارای اضافه‌وزن و چاق نشد (شکل ٦). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی وجود ندارد (P=۰/۹، I^2=۰۰/۰۰).

نتایج تحلیل زیرگروه براساس سن نشان داد که ترکیب تمرین ورزشی و رژیم غذایی نسبت به رژیم غذایی به تنهایی سبب تغییر معنادار آدیپونکتین سرمی در هیچ یک از گروه‌های سالمند (سن≤۵۵ سال) [SMD = ۰/۰۱ (-۰/۱۸ الی ۰/۲)، P= ۰/۸] و میانسال (سن٤۰-۵۵ سال) [SMD=۰/۰۳ (-۰/۲٤ الی ۰/۳۱)، P= ۰/۸] چاق نشد.

نتایج تحلیل زیرگروه براساس BMI نشان داد که ترکیب تمرین ورزشی و رژیم غذایی نسبت به رژیم غذایی به تنهایی سبب تغییر معنادار آدیپونکتین سرمی در هیچ یک از گروه‌های چاق (BMI≥۳۰) [SMD=-۰/۰۰۲ (-۰/۱۸ الی ۰/۱۷)، P=۰/۹] و افراد دارای اضافه وزن (۲۵-BMI ۲۹/۹) [SMD=۰/۰۹ (-۰/۲۳ الی ۰/٤۳)، P=۰/۵] چاق نشد.

نتیجهٔ تست آزمون Egger نشان دهندهٔ عدم سوگیری انتشار معنادار برای مقایسه ترکیب و رژیم غذایی برای آدیپونکتین سرمی (P= ۰/۹) بود.



شکل ۶- نمودار انباشت (Forest plot). مقایسه اثر ترکیبی و رژیم غذایی به تنهایی بر میزان آدیپونکتین سرمی در افراد میانسال و سالمند دارای اضافه‌وزن و چاق

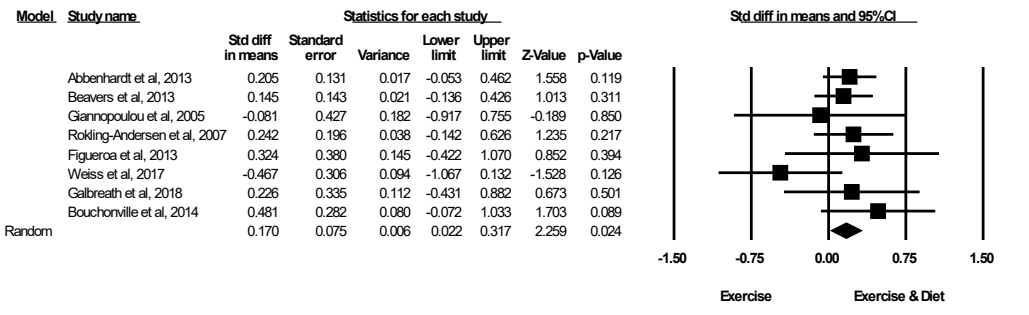
مقایسهٔ اثر ترکیبی (تمرین ورزشی و رژیم غذایی) و تمرین ورزشی به تنهایی بر میزان آدیپونکتین

تجزیه و تحلیل داده‌های ۸ مطالعه نشان داد که ترکیب تمرین ورزشی و رژیم غذایی نسبت به تمرین ورزشی به تنهایی سبب افزایش معنادار آدیپونکتین سرمی [SMD= ۰/۱۷ (۰/۰۲ الی ۰/۳۱)، P= ۰/۰۲] در افراد میانسال و سالمند دارای اضافه‌وزن و چاق شد (شکل ۷). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی وجود ندارد (I^2= ۰۰/۰۰ ،P= ۰/۵).

نتایج تحلیل زیرگروه براساس سن نشان داد که ترکیب رژیم غذایی و تمرین ورزشی نسبت به تمرین ورزشی به تنهایی سبب تغییر معنادار آدیپونکتین سرمی در هیچ یک از گروه افراد سالمند (سن≤۵۵ سال) [SMD= ۰/۱۴ (۰/۰۵- الی ۰/۳)، P= ۰/۰۱] و افراد میانسال (سن۴۰-۵۵ سال) [SMD= ۰/۲۵ (۰/۰۸- الی ۰/۶)، P= ۰/۱] نشد.

نتایج تحلیل زیرگروه براساس BMI نشان داد که ترکیب تمرین ورزشی و رژیم غذایی نسبت به تمرین ورزشی به تنهایی سبب افزایش معنادار آدیپونکتین سرمی در هر دو گروه افراد چاق (BMI≥۳۰) [SMD= ۰/۲ (۰/۰۳ الی ۰/۳۷)، P= ۰/۰۱] شد ولی سبب تغییر معنادار آدیپونکتین سرمی در افراد دارای اضافه وزن (BMI= ۲۹/۹-۲۵) [SMD= ۰/۰۷- (۰/۷۶- الی ۰/۶۱)، P= ۰/۸] نشد.

نتیجهٔ تست آزمون Egger نشان دهندهٔ عدم سوگیری انتشار معنادار برای مقایسهٔ ترکیب و رژیم غذایی برای آدیپونکتین سرمی (P= ۰/۶) بود.



شکل ۷- نمودار انباشت (Forest plot). مقایسهٔ اثر ترکیبی و تمرین ورزشی به تنهایی بر میزان آدیپونکتین سرمی در افراد میانسال و سالمند دارای اضافه‌وزن و چاق

کیفیت مطالعات

نتایج بررسی کیفیت مقالات با استفاده از Pedro نشان داد که حداقل امتیاز کیفیت مقالات چهار و حداکثر امتیاز هفت بود (جدول ۲).

بحث و نتیجه‌گیری

لپتین و آدیپونکتین از آدیپوکین‌های اصلی مرتبط با چاقی و جنبه‌های مختلف سلامتی انسان است [۱۰]. تأثیر پیری بر ترشح آدیپوکین‌های بافت چربی تحت تأثیر تغییرات مرتبط با سن در توزیع بافت چربی، ترکیب سلولی، التهاب بافت موضعی، هورمون‌های جنسی و تمایز سلولی است که تعادل سطح آدیپوکین‌های موضعی را تغییر می‌دهد [۳۷]. براساس بررسی ادبیات، تحقیق حاضر در زمرهٔ اولین مطالعاتی است که به مقایسهٔ اثر رژیم غذایی کم‌کالری با تمرین ورزشی بر سطوح سرمی لپتین و آدیپونکتین منحصراً در افراد میانسال و سالمند دارای اضافه وزن و چاقی، به‌صورت نظام‌مند و فراتحلیل می‌پردازد.

مطالعهٔ حاضر با هدف مقایسهٔ مداخلهٔ تمرین ورزشی (Ex[1]) و رژیم غذایی (Di[2]) بر سطوح لپتین و آدیپونکتین سرمی به‌عنوان شاخص‌های سلامت متابولیک در میانسالان یا افراد سالمند دارای اضافه وزن یا چاق بر اساس مرور ادبیات پیشین و همچنین با هدف ارائه رویکردهای جدید برای مطالعات بالینی آینده، به انجام رسید. تفسیر نتایج نشان داد که تمرین ورزشی و رژیم غذایی به‌صورت ترکیبی نسبت به Ex، سبب کاهش معنادار لپتین سرمی با اندازه اثر کم (SMD= −۰/٤) و افزایش معنادار آدیپونکتین سرمی با اندزه اثر خیلی کم (۰/۱۷ =SMD) در هر دو گروه افراد میانسال و سالمند دارای اضافه‌وزن و چاق گردید. به‌علاوه تجزیه‌وتحلیل زیرگروهی حاکی از این بود که ترکیب رژیم غذایی و تمرین ورزشی نسبت به Ex سبب کاهش سطوح لپتین با اندازه اثر اندک در هر دو گروه افراد میانسال (٤۰–۵۵ سال) و سالمند (بیشتر از ۵۵ سال) شد. همچنین ترکیب این دو مداخله نسبت به Ex سبب افزایش معنادار آدیپونکتین با اندازه اثر کم در افراد سالمند شد، اما در افراد میانسال تغییراتی مشاهده نشد.

شواهدی از مطالعات فراتحلیل پیشین وجود دارد که یافته‌های متناقضی را درخصوص ترکیب Ex و DI در بهبود غلظت نشانگرهای زیست التهابی نشان می‌دهند [۳۸، ۷]. به‌طوری‌که تحقیق Khalafi و همکاران (۲۰۲۰)، منتج به این گردید که ترکیبی از EX و DI در مقایسهٔ با Ex در کاهش لپین و افزایش آدیپونکتین تأثیر دارد [۷]. در مقابل نتایج تحقیق Bruinsma و همکاران (۲۰۲۱)، تأثیر قابل توجهی از ورزش ترکیبی و مداخلات محدود کنندهٔ کالری بر کاهش لپتین و افزایش آدیپونکتین در افراد مبتلا به سرطان پستان را نشان نداد [۳۸]. از آنجا که جامعهٔ آماری تحقیق حاضر، منحصراً افراد سالمند و میانسال مبتلا به چاقی یا اضافه وزن هستند، بنابراین شرایط سنی گوناگون شرکت‌کنندکان، تفاوت در نمایهٔ تودهٔ بدنی و جنسیت شرکت‌کنندکان در مطالعات Bruinsma و همکاران (۲۰۲۱)، در مقایسه با تحقیق یاد شده و تحقیق حاضر می‌تواند توجیهی برای ناهمسویی میان مطالعات در نظر گرفته شود. به لحاظ نظری، افزایش سطح لپتین در گردش در افراد سالمند در درجهٔ اول به‌دلیل افزایش تودهٔ چربی در مقایسه با بزرگسالان جوان است. علاوه بر این، این فرضیه وجود دارد که پاسخ‌دهی به لپتین ممکن است با افزایش سن به‌دلیل اختلال در سیگنال‌دهی گیرندهٔ لپتین هیپوتالاموس که در موش‌های سالمند نشان داده شده است، کاهش یابد [٤۰، ۳۹، ۳۷]. در حالی که سازکار مسئول مقاومت به لپتین مرتبط با سن در انسان نشان داده نشده است، کاهش بیان فرم کوتاه گیرنده لپتین[3]در مونوسیت‌های خون محیطی در سالمندان گزارش شده است [٤۱، ۳۷]. همچنین سطح آدیپونکتین سرم با افزایش سن افزایش می‌یابد [۳۷]. در مقابل، سطوح پایین آدیپونکتین با چاقی و استرس اکسیداتیو مرتبط است [٤۳، ٤۲، ۳۷]. درحالی‌که سطوح بالاتر آدیپونکتین ممکن است با بهبود وضعیت متابولیک در افراد سالمند همراه باشد [۳۷]. در مجموع می‌توان گفت ترکیب مداخلات سبک زندگی EX و CR توصیه‌ای برای غلبه بر چاقی با کاهش سطوح لپتین و افزایش سطوح آدیپونکتین به‌طور خاص در افراد سالمند تلقی می‌شوند، زیرا نه تنها تعادل انرژی را اصلاح می کنند، بلکه باعث ایجاد ایمنی و سازگاری‌های متابولیکی در بافت چربی (AT) و به‌ویژه انبارهای احشایی می‌شوند [٤٤].

[1] Exercise
[2] Diet
[3] LepRa

افزون بر این، تفسیر نتایج حاکی از مقایسهٔ اثر رژیم غذایی و تمرین ورزشی بر میزان لپتین و آدیپونکتین به‌صورت مستقل، مؤید عدم تأثیر رژیم غذایی نسبت به تمرین ورزشی بر کاهش سطوح لپتین و افزایش آدیپونکیتن سرمی است. مطابق با نتایج ما، مطالعات دیگر هیچ اثر قابل توجهی از LCD بر روی هر دو آدیپوکین را نشان نداد [۴۸–۴۵، ۱۰]. این مطالعات نشان دادند که ترکیب درشت مغذی‌ها تأثیر قابل‌توجهی بر افزایش آدیپونکتین یا کاهش لپتین ندارد و فقط اشاره کرد که کالری محدود همراه با از دست دادن تودهٔ چربی و وزن می‌تواند منجر به کاهش ترشح لپتین پس از غذا شود [۵۱–۴۹، ۱۰]. با این همه، نتایج تحلیل زیرگروه براساس سن نشان داد که رژیم غذایی نسبت به تمرین ورزشی منجر به افزایش معنادار آدیپونکتین سرمی با اندازه اثر اندک و کاهش معنادار لپتین سرمی با اندازه اثر اندک در افراد سالمند (بیشتر از ۵۵ سال) گردید، اما این تغییرات در افراد میانسال گزارش نشد. افزایش غلظت آدیپونکتین در نتایج زیر گروه، احتمالاً نتیجه تغییرات مفید در سایتوکین‌های التهابی از جمله IL-6 و TNF-α، متابولیسم آندروژن و همچنین بهبود حساسیت به انسولین در افراد سالمند است [۷]. همچنین نتایج تحلیل زیرگروه براساس سن آزمودنی‌ها از منظر بالینی را می‌توان چنین تفسیر نمود که رژیم غذایی به خودی خود، باید جزء بسیار مهم در مداخلات سبک زندگی در افراد سالمند مورد توجه قرار گیرد.

مقالهٔ حاضر براساس جستجوی جامع و سیستماتیک برای یافتن تمام مقالات مرتبط در این حوزه انجام شده است. از آنجا که لپتین و آدیپونکتین به‌ترتیب دارای اثرات التهابی و ضد التهابی هستند، نتایج این مطالعه به افراد میانسال و سالمند مبتلا به چاقی کمک خواهد کرد تا به‌منظور دستیابی به هیپولپتینمی و هایپرآدیپونکتینمی، ترکیبی از مداخلات (تمرین ورزشی و رژیم غذایی کم‌کالری) را در سبک زندگی خود قرار دهند. به‌علاوه موارد زیر را می‌توان محدودیت‌های مطالعهٔ حاضر در نظر گرفت، سن، BMI آزمودنی‌ها، مدت مداخله، کیفیت مطالعه و میزان محدودیت کالری ظاهراً می‌تواند مستقیماً به ناهمگونی میان مطالعات منجر شود و بر تفسیر نتایج تأثیر بگذارد. در مجموع اگرچه اندازه اثر در بررسی سیستماتیک و فراتحلیل فعلی کوچک بود، اما از آنجا که هیپرلپتینمی و هیپوآدیپونکتینمی هر دو از عوامل خطر مهم برای بیماری‌های قلبی–عروقی هستند، ظاهراً متغیرهای نام برده به لحاظ بالینی شایسته توجه و بررسی بیشتری است.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافعی در پژوهش حاضر وجود ندارد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از داوران محترم به خاطر ارائه نظرهای ساختاری و علمی سپاسگزاری می‌شود.

مآخذ

1. Wharton S, Lau DC, Vallis M, Sharma AM, Biertho L, Campbell-Scherer D, et al. Obesity in adults: a clinical practice guideline. *Cmaj*. 2020; 192(31):E875-E91.
2. Shah K, Armamento - Villareal R, Parimi N, Chode S, Sinacore DR, Hilton TN, et al. Exercise training in obese older adults prevents increase in bone turnover and attenuates decrease in hip bone mineral density induced by weight loss despite decline in bone - active hormones. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2011; 26(12):2851-9.
3. Beavers KM, Ambrosius WT, Nicklas BJ, Rejeski WJ. 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*. 2013; 61(7):1089-94.
4. Gilbertson NM, Eichner NZ, Heiston EM, Gaitán JM, Francois ME, Mehaffey JH, et al. A low-calorie diet with or without interval exercise training improves adiposopathy in obese women. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2019; 44(10):1057-64.
5. Yadav A, Kataria MA, Saini V, Yadav A. Role of leptin and adiponectin in insulin resistance. *Clinica* chimica acta. 2013; 417:80-4.
6. Faiz H, Malin SK. A low-calorie diet raises β-aminoisobutyric acid in relation to glucose regulation and leptin independent of exercise in

women with obesity. *Frontiers in Physiology*. 2023; 14:1210567.
7. Khalafi M, Sakhaei MH, Kheradmand S, Symonds ME, Rosenkranz SK. The impact of exercise and dietary interventions on circulating leptin and adiponectin in individuals with overweight and obesity: a systematic review and meta-analysis. *Advances in Nutrition*. 2022.
8. Rokling-Andersen MH, Reseland JE, Veierød MB, Anderssen SA, Jacobs Jr DR, Urdal P, et al. Effects of long-term exercise and diet intervention on plasma adipokine concentrations. *The American journal of clinical nutrition.* 2007; 86(5):1293-301.
9. Rostás I, Pótó L, Mátrai P, Hegyi P, Tenk J, Garami A, et al. In middle-aged and old obese patients, training intervention reduces leptin level: A meta-analysis. *PLoS One*. 2017; 12(8):e0182801.
10. Morshedzadeh N, Ahmadi AR, Tahmasebi R, Tavasolian R, Heshmati J, Rahimlou M. Impact of low-carbohydrate diet on serum levels of leptin and adiponectin levels: a systematic review and meta-analysis in adult. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*. 2022: 1-12.
11. Becic T, Studenik C, Hoffmann G. Exercise increases adiponectin and reduces leptin levels in prediabetic and diabetic individuals: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Medical sciences*. 2018; 6(4):97.
12. Kazeminasab F, Baharlooie M, Khalafi M. The Impact of Exercise on Serum Levels of Leptin and Adiponectin in Obese Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism*. 2022; 23(6):409-25.
13. Khalafi M, Sakhaei MH, Kazeminasab F, Symonds ME, Rosenkranz SK. The impact of high-intensity interval training on vascular function in adults: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*. 2022; 9:1046560.
14. Wen H, Wang L. Reducing effect of aerobic exercise on blood pressure of essential hypertensive patients: A meta-analysis. *Medicine*. 2017; 96(11).
15. Abbenhardt C, McTiernan A, Alfano CM, Wener MH, Campbell KL, Duggan C, et al. Effects of individual and combined dietary weight loss and exercise interventions in postmenopausal women on adiponectin and leptin levels. *J Intern Med*. 2013; 274(2):163-75.
16. Giannopoulou I, Fernhall B, Carhart R, Weinstock RS, Baynard T, Figueroa A, Kanaley JA. Effects of diet and/or exercise on the adipocytokine and inflammatory cytokine levels of postmenopausal women with type 2 diabetes. *Metabolism*. 2005; 54(7):866-75.
17. Rokling-Andersen MH, Reseland JE, Veierød MB, Anderssen SA, Jacobs DR, Jr., Urdal P, et al. Effects of long-term exercise and diet intervention on plasma adipokine concentrations. *Am J Clin Nutr*. 2007; 86(5):1293-301.
18. Thong FS, Hudson R, Ross R, Janssen I, Graham TE. Plasma leptin in moderately obese men: independent effects of weight loss and aerobic exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2000; 279(2):E307-13.
19. Straznicky NE, Lambert EA, Nestel PJ, McGrane MT, Dawood T, Schlaich MP, et al. Sympathetic neural adaptation to hypocaloric diet with or without exercise training in obese metabolic syndrome subjects. *Diabetes*. 2010; 59(1):71-9.
20. Reseland JE, Anderssen SA, Solvoll K, Hjermann I, Urdal P, Holme I, Drevon CA. Effect of long-term changes in diet and exercise on plasma leptin concentrations. *Am J Clin Nutr*. 2001; 73(2):240-5.
21. Yoshimura E, Kumahara H, Tobina T, Matsuda T, Ayabe M, Kiyonaga A, et al. Lifestyle intervention involving calorie restriction with or without aerobic exercise training improves liver fat in adults with visceral adiposity. *Journal of obesity*. 2014; 2014.
22. Weiss EP, Reeds DN, Ezekiel UR, Albert SG, Villareal DT. Circulating cytokines as determinants of weight loss-induced improvements in insulin sensitivity. *Endocrine*. 2017; 55(1):153-64.
23. Wang X, You T, Murphy K, Lyles MF, Nicklas BJ. Addition of Exercise Increases Plasma Adiponectin and Release from Adipose Tissue. *Med Sci Sports Exerc*. 2015; 47(11):2450-5.
24. Mehtabi N, Ghorbanian B, Iranpour A. The effect of aerobic exercise combined with ketogenic diet on serum levels of osteocalcin and leptin in middle-aged men with metabolic syndrome. *Journal of Sport and Biomotor Sciences.* 2019; 22(22):48-59.
25. Ibáñez J, Izquierdo M, Martínez-Labari C, Ortega F, Grijalba A, Forga L, et al. Resistance training improves cardiovascular risk factors in obese women despite a significative decrease in serum adiponectin levels. *Obesity (Silver Spring)*. 2010; 18(3):535-41.
26. Figueroa A, Vicil F, Sanchez-Gonzalez MA, Wong A, Ormsbee MJ, Hooshmand S, Daggy B. Effects of diet and/or low-intensity resistance exercise training on arterial stiffness, adiposity, and lean mass in obese postmenopausal women. *Am J Hypertens*. 2013; 26(3):416-23.
27. McNeil J, Schwartz A, Rabasa-Lhoret R, Lavoie JM, Brochu M, Doucet É. Changes in leptin and peptide YY do not explain the greater-than-predicted decreases in resting energy expenditure after weight loss. *J Clin Endocrinol Metab*. 2015; 100(3):E443-52.
28. Galbreath M, Campbell B, La Bounty P, Bunn J, Dove J, Harvey T, et al. Effects of adherence to a higher protein diet on weight loss, markers of health, and functional capacity in older women participating in a resistance-based exercise program. *Nutrients*. 2018; 10(8):1070.
29. Gilbertson NM, Eichner NZM, Heiston EM, Gaitán JM, Francois ME, Mehaffey JH, et al. A low-calorie diet with or without interval exercise training

improves adiposopathy in obese women. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2019; 44(10):1057-64.
30. de Sousa MV, Fukui R, Dagogo-Jack S, Krustrup P, Zouhal H, da Silva MER. Biomarkers of insulin action during single soccer sessions before and after a 12-week training period in type 2 diabetes patients on a caloric-restricted diet. *Physiology & behavior*. 2019; 209:112618.
31. Villareal DT, Fontana L, Weiss EP, Racette SB, Steger-May K, Schechtman KB, et al. Bone mineral density response to caloric restriction-induced weight loss or exercise-induced weight loss - A randomized controlled trial. *Archives of Internal Medicine*. 2006; 166(22):2502-10.
32. Khoo J, Dhamodaran S, Chen DD, Yap SY, Chen RYT, Tian RHH. Exercise-Induced weight loss is more effective than dieting for improving adipokine lle, Insulin resistance, And inflammation in obese men. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2015; 25(6):566-75.
33. Christensen JO, Svendsen OL, Hassager C, Christiansen C. Leptin in overweight postmenopausal women: no relationship with metabolic syndrome X or effect of exercise in addition to diet. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1998; 22(3):195-9.
34. Miller GD, Nicklas BJ, Davis CC, Ambrosius WT, Loeser RF, Messier SP. Is serum leptin related to physical function and is it modifiable through weight loss and exercise in older adults with knee osteoarthritis? *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2004; 28(11):1383-90.
35. Bouchonville M, Armamento-Villareal R, Shah K, Napoli N, Sinacore DR, Qualls C, Villareal DT. Weight loss, exercise or both and cardiometabolic risk factors in obese older adults: results of a randomized controlled trial. *Int J Obes (Lond)*. 2014; 38(3):423-31.
36. Scott H, Gibson P, Garg M, Pretto J, Morgan P, Callister R, Wood L. Dietary restriction and exercise improve airway inflammation and clinical outcomes in overweight and obese asthma: a randomized trial. *Clinical & Experimental Allergy*. 2013; 43(1):36-49.
37. Mancuso P, Bouchard B. The impact of aging on adipose function and adipokine synthesis. *Frontiers in endocrinology*. 2019; 10:137.
38. Bruinsma TJ, Dyer A-M, Rogers CJ, Schmitz KH, Sturgeon KM. Effects of diet and exercise-induced weight loss on biomarkers of inflammation in breast cancer survivors: a systematic review and meta-analysis. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*. 2021; 30(6):1048-62.
39. Scarpace PJ, Matheny M, Moore RL, Tümer N. Impaired leptin responsiveness in aged rats. *Diabetes*. 2000; 49(3):431-5.
40. Doherty GH. Obesity and the ageing brain: could leptin play a role in neurodegeneration? *Current gerontology and geriatrics research*. 2011; 2011.
41. Roszkowska - Gancarz M, Jonas M, Owczarz M, Kurylowicz A, Polosak J, Franek E, et al. Age - related changes of leptin and leptin receptor variants in healthy elderly and long - lived adults. *Geriatrics & gerontology international*. 2015; 15(3):365-71.
42. Hotta K, Funahashi T, Arita Y, Takahashi M, Matsuda M, Okamoto Y, et al. Plasma concentrations of a novel, adipose-specific protein, adiponectin, in type 2 diabetic patients. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*. 2000; 20(6):1595-9.
43. Sull JW, Kim HJ, Yun JE, Park EJ, Kim G, Jee SH. Serum adiponectin is associated with smoking status in healthy Korean men. *Endocrine journal*. 2009; 56(1):73-8.
44. Khalafi M, Symonds ME, Akbari A. The impact of exercise training versus caloric restriction on inflammation markers: a systemic review and meta-analysis. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2022; 62(15):4226-41.
45. Al-Sarraj T, Saadi H, Calle MC, Volek JS, Fernandez ML. Carbohydrate restriction, as a first-line dietary intervention, effectively reduces biomarkers of metabolic syndrome in Emirati adults. *The Journal of nutrition*. 2009; 139(9):1667-76.
46. Arvidsson E, Viguerie N, Andersson I, Verdich C, Langin D, Arner P. Effects of different hypocaloric diets on protein secretion from adipose tissue of obese women. *Diabetes*. 2004; 53(8):1966-71.
47. Boden G, Sargrad K, Homko C, Mozzoli M, Stein TP. Effect of a low-carbohydrate diet on appetite, blood glucose levels, and insulin resistance in obese patients with type 2 diabetes. *Annals of internal medicine*. 2005; 142(6):403-11.
48. Cardillo S, Seshadri P, Iqbal N. The effects of a low-carbohydrate versus low-fat diet on adipocytokines in severely obese adults: three-year follow-up of a randomized trial. *European review for medical and pharmacological sciences*. 2006; 10(3):99.
49. Park H-K, Ahima RS. Physiology of leptin: energy homeostasis, neuroendocrine function and metabolism. *Metabolism*. 2015;64(1):24-34.
50. Sáinz N, Barrenetxe J, Moreno-Aliaga MJ, Martínez JA. Leptin resistance and diet-induced obesity: central and peripheral actions of leptin. *Metabolism*. 2015; 64(1):35-46.
51. Amini P, Maghsoudi Z, Feizi A, Ghiasvand R, Askari G. Effects of high protein and balanced diets on lipid profiles and inflammation biomarkers in obese and overweight women at aerobic clubs: a randomized clinical trial. *International Journal of Preventive Medicine*. 2016; 7.

Comparison of the Effect of Low-Calorie Diet and Exercise on Leptin and Adiponectin in Middle-Aged and Elderly Adults with Overweight and Obesity: A Systematic Review and Meta-Analysis

Fatemeh Kazeminasab[*1], Nafiseh Hassanpour[1]

1. Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanities, University of Kashan, Kashan, Iran

ABSTRACT

Background: Leptin and adiponectin are adipokines produced by fat cells and play an important role in obesity. The purpose of this study was to compare the effect of low-calorie diet (LCD) and exercise (Exe) on leptin and adiponectin in middle-aged and elderly adults with overweight and obesity.
Methods: A systematic search was conducted in PubMed, Web of Science, SID, Magiran, and Google scholar databases for English and Persian articles published until August 2023. The effect size and 95% confidence interval (CI) were calculated using the random effect model.
Results: The results of 25 studies with 2063 middle-aged and elderly people with overweight and obesity showed that the combination of exercise and diet compared to exercise alone causes a significant decrease in serum leptin [SMD=-0.4, P=0.001], and a significant increase in serum adiponectin [SMD=0.17, P=0.02] in middle-aged and elderly adults with overweight and obesity. Also, findings showed that the diet compared to exercise alone causes a decrease in serum leptin [SMD=-0.16, P=0.1], and a significant increase in serum adiponectin [SMD=0.05, P=0.7] in middle-aged and elderly adults with overweight and obesity. Also, diet compared to exercise alone does not cause a significant change in serum leptin [SMD=-0.11, P=0.2], and serum adiponectin [SMD=0.02, P=0.8] in middle-aged and elderly adults with overweight and obesity.
Conclusion: It is suggested that middle-aged and elderly people to achieve hypoleptinemia and hyperadiponectinemia, use a combination Include exercise training and low-calorie diet in your lifestyle.

Keywords: low-calorie diet, leptin, Adiponectin, Exercise, Aging

* Kashan, km 6 of Qutb Ravandi Blvd, Department of Physical Education and Sport Sciences, Postal code: 8731735153, Tel: +9831-55913706, Email: fkazeminasab@kashanu.ac.ir

Copyright © 2024 Iranian Journal of Diabetes and Metabolism and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.