پژوهش‌های فیزیولوژی و مدیریت در ورزش
دورهٔ ۱۶، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۴۰۳
ص ص : ۲۰۸ – ۱۹۱

اثر تمرین ورزشی بر مایونکتین و مقاومت به انسولین در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق: مرور نظام‌مند و فراتحلیل

امید ظفرمند[۱] – مهدی مقرنسی * [۲]

۱.کارشناسی‌ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران.۲. استاد فیزیولوژی ورزشی، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

(تاریخ دریافت : ۲۶/ ۰۹/ ۱۴۰۳ ، تاریخ تصویب : ۱۲/۲۰/ ۱۴۰۳)

چکیده

مایونکتین، مایوکاینی است که در پاسخ به فعالیت ورزشی، از عضله اسکلتی ترشح و با متابولیسم انرژی و وضعیت متابولیکی بدن ارتباط معکوس دارد. لذا هدف این مطالعه اثر تمرین ورزشی بر مایونکتین و مقاومت به انسولین در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق بود. جست‌وجوی سیستماتیک برای مطالعات مرتبط در پایگاه‌های اطلاعاتی PubMed، Web of Science، SID، Magiran، Scopus، Google scholarبرای مقالات انگلیسی و فارسی تا تاریخ ۷ تیر ۱۴۰۳ (۲۷ ژوئن ۲۰۲۴) برای مطالعات تمرین ورزشی بر مایونکتین و مقاومت به انسولین در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق صورت گرفت. اندازه اثر و فاصله اطمینان ۹۵ درصد (CI) با استفاده از مدل اثر تصادفی محاسبه شد. در مجموع ۹ مطالعه روی ۲۹۱ آزمودنی دارای اضافه‌وزن و چاق انتخاب و فراتحلیل شدند، نتایج نشان داد تمرینات ورزشی در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق سبب افزایش غیرمعنادار مایونکتین [P=۰/۱۴۲، (۱/۵۳۶- الی ۱۰/۶۸۰) ۴/۵۷۲ =WMD] و کاهش معنادار مقاومت به انسولین [P=۰/۰۰۱، (۰/۸۹۹- الی ۰/۵۵۳-) ۰/۷۲۶ -= WMD] نسبت به گروه کنترل در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق شد. علی‌رغم این‌که در اکثر تحقیقات دیده شده تمرینات ورزشی باعث افزایش مایونکتین و کاهش مقاومت به انسولین می‌شود به نظر می‌رسد مکانیسم تغییرات مایونکتین و مقاومت به انسولین در پی تمرینات ورزشی مختلف در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق ممکن است متفاوت باشد. بنابراین، تمرینات ورزشی با اثرگذاری مؤثر بر افزایش مایونکتین و کاهش مقاومت به انسولین می‌تواند روشی مناسب و کارآمد برای افزایش مایونکتین و کاهش مقاومت به انسولین در افراد چاق و دارای اضافه‌وزن باشد.

واژه‌های کلیدی

اضافه‌وزن، تمرین ورزشی، چاق، مایونکتین، مقاومت به انسولین.

* نویسندهٔ مسئول : پست الکترونیکی: mogharnasi@birjand.ac.ir

مقدمه

چاقی با عوامل زیادی که باعث مرگ و میر می‌شوند، از جمله فشار خون، مقاومت انسولینی و بیماری‌های قلبی-عروقی و دیابت در ارتباط است (۳-۱). چاقی ارتباط نزدیکی با مقاومت به انسولین دارد، اما سازوکارهایی که در ارتباط با مقاومت به انسولین حاصل از چاقی مطرح هستند، به خوبی مشخص نشده‌اند (۴). همچنین ممکن است آدیپوکاین و مایوکاین‌ها نقش مهمی در گسترش بیماری‌های مرتبط با چاقی و مقاومت به انسولین داشته باشند (۵). مقاومت به انسولین شرایطی است که غلظت‌های فیزیولوژیک انسولین، کمتر مؤثر است (۶). در این حالت سلول‌های بتای پانکراس برای حفظ قند خون و غلبه بر کاهش توانایی برخی بافت‌ها در پاسخ به انسولین، انسولین بیشتری ترشح می‌کنند. بیان و ترشح مایونکتین می‌تواند متأثر از مقاومت انسولین باشد و این موضوع شاید باعث شود که مایونکتین با تنظیم متابولیسم گلوکز و لیپید باعث پیشگیری از افزایش مقاومت انسولینی شود (۷).

اخیراً از عضله اسکلتی به‌عنوان بافت درون‌ریز نام برده می‌شود که نه‌تنها دربرگیرنده مولکول‌های متابولیکی مهم است و بیان هر کدام از این مولکول‌ها متابولیسم را تغییر می‌دهد، بلکه از طریق ترشح هورمون‌هایی با سایر بافت‌ها در ارتباط است (۸). مایونکتین، یکی از مایوکاین‌های تازه شناخته شده‌ای است که از عضله اسکلتی ترشح می‌شود (۹) و با وضعیت متابولیکی بدن ارتباط دارد به‌صورتی که در شرایط روزه‌داری سطوح مایونکتین کاهش یافته و پس از دریافت کالری افزایش می‌یابد (۱۰). مایونکتین باعث فسفوریلاسیون پروتئین کیناز فعال شده AMPK[1]، فراخوانی پروتئین حامل گلوکز GLUT4[2]، افزایش جذب گلوکز و تحریک اکسیداسیون اسیدهای چرب می‌گردد (۹).

علاوه بر تأثیر مایونکتین بر متابولیسم گلوکز، چربی و تعادل انرژی، باید گفت که در تنظیم سیستمیک حساسیت انسولینی نقش به سزایی دارد (۱۱). به نظر می‌رسد نقش حیاتی میان عضله و دیگر بافت‌ها مانند بافت چربی، کبد و پانکراس توسط مایوکاین‌هایی که با تنظیم انقباض عضله اسکلتی صورت می‌گیرد (۱۲) و تعدیل و هماهنگی سوخت و ساز کل بدن را فراهم می‌سازد (۱۳). مقادیر خونی مایونکتین نیز در وضعیت ناشتا، پایین و دو ساعت پس از مصرف گلوکز یا چربی با افزایش همراه است (۹، ۱۳).

مهم‌ترین راه کاهش وزن برای افراد دارای اضافه‌وزن و چاق ایجاد یک تعادل منفی در انرژی، به‌وسیله کاهش دریافت غذا و افزایش فعالیت ورزشی است (۱۴, ۱۵). مطالعات آزمایشگاهی نشان داد که افزایش سطوح درون سلولی کلسیم ناشی از فعالیت ورزشی، اغلب بیان مایونکتین را در عضلات اسکلتی را افزایش می‌دهد که نشان دهنده نقش بالقوه فعالیت ورزشی در فیزیولوژی ناشی از تمرین ورزشی است (۱۶). اثر فعالیت ورزشی و تمرین بر مقدار مایونکتین می‌تواند ناشی از اثرات ثانویه مرتبط با وهله‌های افزایش یافته نیاز تغذیه‌ای، به‌دنبال تمرینات اختیاری باشد (۱۶). با فعالیت بدنی PGC-1 α[3] که فعال کننده اصلی ترشح مایونکتین در داخل خون است، افزایش می‌یابد (۱۷). هنوز نکات مبهم زیادی در مورد مایونکتین و عملکرد آن در بدن و تغییر آن در شرایط مختلف مانند ورزش وجود دارد، همچنین از آنجا که ورزش یکی از عوامل مهم در بهبود وضعیت متابولیکی افراد است برخی پژوهشگران به بررسی تأثیر ورزش بر عملکرد مایونکتین و اثر آن در متابولیسم انرژی و وضعیت متابولیکی پرداختند که گاهاً نتایج آن‌ها متناقض است. به‌عنوان مثال نتایج مطالعات نادری‌پور و کاظمی (۱۸) و پوررنجبر و همکاران

1 . Mitogen-activated protein kinase
2 . Glucose transporter type 4
3 . Peroxisome proliferator-activated receptor gamma coactivator 1-alpha

(۱۹) نشان داد که تأثیر ۸ هفته تمرین هوازی منجر به افزایش مایونکتین و کاهش مقاومت به انسولین در زنان دارای اضافه‌وزن و چاق شد (۱۸, ۱۹). در مطالعه دیگر، معین فارسانی و همکاران گزارش دادند که تأثیر ۸ هفته تمرین مقاومتی منجر به کاهش مایونکتین و مقاومت به انسولین زنان چاق شد (۲۰).

با توجه به این‌که چاقی از عوامل مؤثر در تغییر مایوکاین‌هاست و نشان داده شده است که مقدار مایونکتین افراد چاق نسبت به افراد با وزن طبیعی بالاتر است، این احتمال وجود دارد که تأثیر ورزش در افراد چاق، متفاوت از افراد با وزن طبیعی باشد (۱۱). تمرین ورزشی یکی از مداخلات اصلی و مهم در مدیریت چاقی، بیماری‌های قلبی - عروقی و دیابت است، انتخاب بهترین پروتکل ورزشی برای درمان بیماری‌ها و عوارض آن‌ها بسیار حائز اهمیت است. با توجه به نقش مایونکتین در کنترل متابولیسم بدن و به‌عنوان رابطی بین عضلات اسکلتی، بافت چربی، کبد و قلب این مایونکتین می‌تواند باعث کاهش لیپید، متابولیسم گلوکز، چربی، تعادل انرژی، تنظیم حساسیت انسولینی و سبب بهبود عوامل خطرزای قلبی عروقی می‌شود. براساس بررسی‌های انجام شده توسط نویسندگان این مقاله تاکنون مطالعه فراتحلیلی که در زمینه تأثیر تمرینات ورزشی بر مایونکتین و مقاومت به انسولین در یک مطالعه مورد ارزیابی قرار داده باشد، وجود نداشت. لذا، این پژوهش برای روشن‌سازی نقش تمرینات ورزشی بر مایونکتین و مقاومت به انسولین طراحی شد. از این‌رو بررسی تأثیر ورزش بر مقدار مایونکتین در افراد چاق شاید بتواند در درک چگونگی سازوکارهای مؤثر در این زمینه، راهگشا باشد. بنابراین هدف مطالعه مرور نظام‌مند و فراتحلیل حاضر اثر تمرین ورزشی بر مایونکتین و مقاومت به انسولین در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق است.

روش شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نوع مطالعات مرور نظام‌مند و فراتحلیل است که براساس دستورالعمل کاکرین[1] و پریزما[2] انجام شده است.

منابع داده‌ها و روش جستجوی

به‌جهت استخراج مقالات پژوهشی، جست‌وجو در پایگاه‌های اطلاعاتی به انجام رسید. برای این منظور، جست‌وجو در پایگاه‌های اطلاعاتی اسکو پوس[3] پاب‌مد[4] و وب آو ساینس[5] تا ۲۷ ژوئن ۲۰۲۴ (بدون محدود کردن سال انتشار) برای مقالات انگلیسی و با استفاده از کلمات کلیدی

"Exercise", "Training", "Physical Activity", "Exercise Training", "Sport", "Strength Training", "Training", "Physical Activity", "Exercise Training", "Sport", "Strength Training", "Weight Training", "Resistance Training", "Progressive Training", "Progressive Resistance", "Weightlifting", "Aerobic Exercise", "Aerobic Training", "Endurance Exercise", "Endurance Training", "Cardio Training", "Physical Endurance", "Physical Exertion", "Myonectin", "Insulin Resistance", "IR", "HOMA-IR", "Homeostatic Model Assessment For Insulin Resistance", "Insulin Sensitivity", "Tolerance Test", "Oral Glucose Tolerance Test", "Ogtt", "Gtt", "Insulin Tolerance Test", "Itt", "Overweight"،

1 . Cochrane
2 . Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses, Prisma

3 . Scopus
4 . PubMed
5 . Web of science

"Extra Weight", "Excess Weight", "Fat", "Fattish", "Obese".

دستور جستجو در پایگاه‌های پاب مد و وب آو ساینس انجام گرفت. همچنین جست‌وجو در پایگاه‌های اطلاعاتی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی[1] و مگ ایران[2] برای مقالات فارسی تا ۷ تیرماه ۱۴۰۳ با استفاده از کلمات کلیدی "ورزش"، "تمرین"، "فعالیت بدنی"، "تمرین ورزشی"، "تمرینات قدرتی"، "تمرین با وزنه"، "تمرین مقاومتی"، "تمرین پیش‌رونده"، "مقاومتی پیش‌رونده"، "تمرین هوازی"، "تمرینات هوازی"، "تمرین استقامتی"، "تمرینات استقامتی"، "تمرینات قلبی"، "استقامت بدنی"، "تمرینات بدنی"، "مایونکتین"، "مقاومت به انسولین"، "حساسیت به انسولین"، "اضافه‌وزن" و "چاق" انجام شد. در ادامه، فهرست منابع مقالات استخراج شده و همچنین مقالات استناد کننده به آن‌ها به‌روش دستی در گوگل اسکالر[3] مورد بررسی قرار گرفت. جست‌وجو پایگاه‌های اطلاعاتی به‌صورت مستقل توسط دو محقق انجام شد.

معیارهای ورود به تحقیق و خروج از پژوهش

معیارهای ورود و خروج مقالات برای انجام مطالعه فراتحلیل، در (جدول ۱) نشان داده شد.

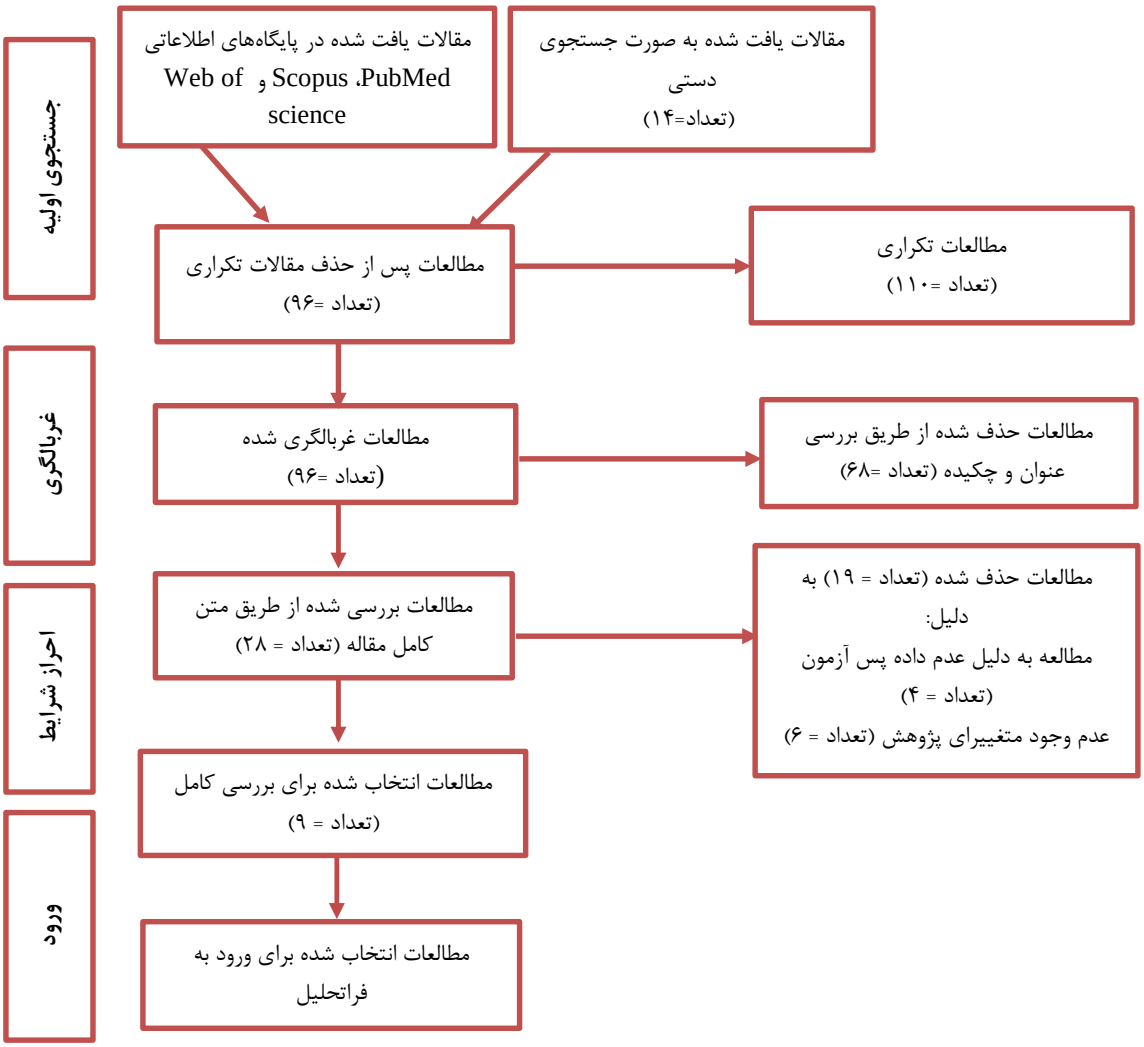
استخراج داده‌ها

پس از بررسی جامع تمام مقالات مرتبط با مایونکتین و مقاومت به انسولین اطلاعات ضروری استخراج شد. اطلاعات مربوط به نوع مطالعه، نویسنده‌ی اول، سال انتشار، تصادفی یا غیر تصادفی بودن، تعداد نمونه، کیفیت مطالعه، ویژگی‌های آزمودنی‌ها شامل سن، جنسیت و پروتکل تمرین (نوع مداخله، طول مداخله، تعداد جلسات در هفته و شدت تمرین) استخراج شد (۲۱-۲۳). همچنین استخراج داده‌ها از نمودار مقالات با استفاده از نرم‌افزار (GetData Graph Digitizer, Get data) صورت گرفت (۲۴, ۲۵).

بررسی کیفیت مقالات

بررسی کیفیت مقالات توسط دو محقق به‌طور مستقل انجام شد. ارزیابی کیفیت مطالعات با استفاده از چک لیست ۱۱ موردی ابزار پدرو[4] انجام شد (۲۸-۲۶). معیارهای ارزیابی پدرو شامل موارد زیر بود: ۱) ضوابط واجد شرایط بودن شرکت‌کنندگان مشخص باشد، ۲) اختصاص شرکت کنندگان گروه‌های مختلف به‌صورت تصادفی انجام شده باشد، ۳) شرکت‌کنندگان نسبت به گروه بندی‌هایشان آشنایی نداشته باشند، ۴) گروه‌ها در ابتدا از نظر وزن بدن یکسان باشند، ۵) ارزیابی یکسو کور برای متغیر اصلی وجود داشته باشد (blinding of all assessors)، ۶) تعداد افراد خارج شده از پژوهش کمتر از ۱۵ درصد شرکت‌کنندگان باشد، ۷) تجزیه و تحلیل به‌صورت (ITT)[5] انجام شده باشد، ۸) تفاوت آماری بین گروهی برای متغیر اصلی گزارش شده باشد، ۹) میانگین، انحراف‌معیار و میزان معناداری (p value) گزارش شده باشد. به تمام سؤالات چک لیست پدرو، با دو گزینه‌ی بله (نمره یک) و یا خیر (نمره صفر) پاسخ داده شد. در این مقیاس دامنه امتیاز بین صفر و حداکثر ۹ بود که در آن ارزش عددی بالاتر، نمایانگر کیفیت بالاتر پژوهش بود، در (جدول ۲) نشان داده شد.

1 . Scientific Information Database, SID
2 . Magiran
3 . Google Scholar
4 . Pedro
5 . intention to treat



شکل ۱. فلوچارت انتخاب مطالعات

جدول ۱. معیارهای ورود و خروج مطالعات

معیارهای ورود به مطالعه
۱) مطالعات کارآزمایی بالینی تصادفی شده(RCT) و غیر تصادفی شدهٔ (NRs) منتشر شده به زبان فارسی یا انگلیسی
۲) مطالعات انجام شده بر روی افراد چاق و اضافه‌وزن
۳) مطالعاتی که اطلاعات کافی در خصوص متغیر مایونکتین و مقاومت به انسولین را در پیش آزمون و پس آزمون در گروه تمرین ورزشی و گروه کنترل گزارش نمودند.
۴) مطالعات بررسی کننده‌ی اثر تمرین ورزشی در برابر گروه کنترل
معیارهای خروج از مطالعه
۱) مطالعات انجام گرفته بر روی حیوانات
۲) مطالعات ارائه شده در همایش
۳) پایان‌نامه‌ها
۴) مطالعاتی که به‌صورت مروری، نظام‌مند و فراتحلیل به انجام رسیده بود.
۵) مطالعات متقاطع (Crossover)

1 . Randomized control trial
2 . Non-randomized studies

۶) مطالعاتی که اثر تمرین ورزشی بدون گروه کنترل را مورد بررسی قرار دادند
۷) مطالعاتی که داده پس آزمون مایونکتین و مقاومت به انسولین را گزارش نکردند. * نویسندگان به نویسنده مسئول مقالاتی که داده ناقص داشتند، ایمیل ارسال کردند و در صورتی که داده پس آزمون ارسال نشد، مقاله را حذف کردند.

جدول ۲. بررسی کیفیت مطالعات

مطالعه – سال	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	امتیاز
جوزی و امیدی ۲۰۲۴ (۲۹)	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۷
چراغ بیرجندی و همکاران ۲۰۲۳(۳۰)	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۷
پور وقار و بهرام ۲۰۲۲ (۲۰)	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۷
نادری‌پور و کاظمی ۲۰۲۱ (۱۸)	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۷
الماسی زفره ئی و همکاران ۲۰۲۰ (۳۱)	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۷
معین فارسانی و همکاران ۲۰۲۰ (۲۰)	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۷
پوررنجبر و همکاران ۲۰۱۸ (۱۹)	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۷
صفرزاده و معظم وحید ۲۰۱۶ (۳۲)	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۷
کاظمی و میرزایی ۲۰۱۵ (۳۳)	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۶

جدول ۳. ویژگی آزمودنی‌ها و پروتکل ورزش

مطالعه – سال	نمونه (جنسیت)	ویژگی‌های آزمودنی‌ها	متغیر	سن (سال)	شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)	طول مداخله به هفته (تعداد جلسات هفته)	نوع تمرین	شدت تمرین	مدت تمرین (دقیقه)
جوزی و امیدی ۲۰۲۴ (۲۹)	۴۵ زن	اضافه‌وزن و چاق	مایونکتین مقاومت به انسولین	گروه تمرین ۱ (۱۵ نفر): ۳/۶۶ ±۴۱/۰۸ گروه تمرین ۲ (۱۵ نفر): ۳/۲۸ ±۴۱/۶۳ گروه کنترل (۱۵ نفر): ۲/۳۶ ±۴۰/۴۱	گروه تمرین ۱: ۱/۱۴ ± ۲۷/۷۹ گروه تمرین ۲: ۰/۶۸ ± ۲۶/۶۷ گروه کنترل: ۱/۲±۲۹/۱۴	۸ (۳)	هوازی ۱ مقاومتی ۲	۲۵ تا ۴۵ دقیقه	تمرین هوازی دویدن با شدت ۵۰ تا ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب و تمرین مقاومتی کار با وزنه با شدت ۶۰ تا ۶۵ درصد یک تکرار بیشینه

چراغ بیرجندی و همکاران ۲۰۲۳ (۳۰)	۲۰ زن	اضافه‌وزن و چاق	مایونکتین	گروه تمرین (۱۰ نفر): ۲۰-۲۵ سال گروه کنترل (۱۰ نفر): ۲۰ تا ۲۵ سال	گروه تمرین: ۲۶/۶۲± ۱/۶۴ گروه کنترل: ۲۶/۴۲± ۰/۹۵	۸ (۳)	هوازی در آب	۴۰ تا ۶۰ دقیق	تمرین در آب با شدت ۶۰ تا ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه
پور وقار و بهرام ۲۰۲۲ (۲۰)	۱۶ پسر نوجوان	چاق غیرفعال	مایونکتین	گروه تمرین (۸ نفر): ۱۸/۰۳± ۰/۶۹ گروه کنترل (۸ نفر): ۰/۵۴±۱۷/۸۶	گروه تمرین: ۳۲/۵۴± ۲/۲۷ گروه کنترل: ۲/۴۶±۳۲/۰۳	۸ (۳)	مقاومتی	۶۰ دقیقه	تمرین کار با وزنه با شدت ۴۰ تا ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه
نادری‌پور و کاظمی ۲۰۲۱ (۱۸)	۲۱ زن	اضافه‌وزن و چاق	مایونکتین مقاومت به انسولین	گروه تمرین (۱۱ نفر): ۲۵ تا ۴۵ سال گروه کنترل (۱۰ نفر): ۲۵ تا ۴۵ سال	گروه تمرین: ۳۱/۵۰ ± ۲/۰۰ گروه کنترل: ۳۲/۱۰ ± ۳/۰	۱۰ (۳)	هوازی	۳۰ دقیقه	تمرین دویدن با شدت ۵۰ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب
الماسی زفره ئی و همکاران ۲۰۲۰ (۳۱)	۲۰ زن	چاق	مایونکتین مقاومت به انسولین	گروه تمرین (۱۰ نفر): ۳۱/۶۰± ۷/۱۷ گروه کنترل (۱۰ نفر): ۳۲/۴۳ ± ۷/۰۳	گروه تمرین: ۳۲/۸۷± ۴/۶۲ گروه کنترل: ۳۲/۸۵± ۵/۵۲	۸ (۳)	تناوبی شدید	۳۰ تا ۴۵ دقیقه	تمرین دویدن با شدت ۶۵ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه
معین فارسانی و همکاران ۲۰۲۰ (۲۰)	۲۴ زن	چاق	مایونکتین مقاومت به انسولین	گروه تمرین (۱۲ نفر): ۳۱/۸۰± ۲/۱۶ گروه کنترل (۱۲ نفر): ۲/۲۰ ±۳۲/۰۵	گروه تمرین: ۳۰/۵۵± ۲/۲۱ گروه کنترل: ۳۱/۷۱± ۲/۰۱	۸ (۵)	مقاومتی	۸۰ دقیقه	تمرین کار با وزنه به صورت ایستگاه‌ی با شدت ۵۰ تا ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه
پوررنجبر و همکاران ۲۰۱۸	۸۲ زن	چاق و اضافه‌وزن	مایونکتین مقاومت به انسولین	گروه تمرین (۳۶ نفر): ۳۵ تا ۴۵ سال گروه کنترل (۴۶ نفر):	گروه تمرین: ۳۰/۰۷± ۲/۳۳ گروه کنترل: ۳۰/۰۱ ± ۲/۷۰	۸ (۳)	هوازی	۴۵ دقیقه	تمرین دویدن با شدت ۵۰ تا ۷۵

(۱۹)			۳۵ تا ۴۵ سال						درصد حداکثر ضربان قلب
صفرزاده و معظم وحید ۲۰۱۶ (۳۲)	۲۳ مرد	چاق	مایونکتین	گروه تمرین (۱۲ نفر): ۸/۵۰ ± ۳۷/۰۰ گروه کنترل (۱۱ نفر): ۸/۵۰±۳۷/۰۰	گروه تمرین: ۲/۰۰ ± ۳۱/۵۰ گروه کنترل: ۳/۰ ± ۳۲/۱۰	۸ (۳)	مقاومتی	۳۰ تا ۳۵ دقیقه	تمرین کار با وزنه به صورت دایره‌ای با شدت ۵۰ تا ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه
کاظمی و میرزایی ۲۰۱۵ (۳۳)	۴۰ زن	چاق غیرفعال	مایونکتین مقاومت به انسولین	گروه تمرین ۱ (۹ نفر): ۵۵ تا ۷۰ سال گروه تمرین ۲ (۱۰ نفر): ۵۵ تا ۷۰ سال گروه تمرین ۳ (۱۲ نفر): ۵۵ تا ۷۰ سال گروه کنترل (۹ نفر): ۵۵ تا ۷۰ سال	گروه تمرین: ۱/۲۰ ± ۲۹/۸۹ گروه تمرین: ۱/۷۱ ± ۲۹/۲۳ گروه تمرین: ۰/۹۲ ± ۲۵/۵۷ گروه کنترل: ۰/۹۱±۳۱/۷۵	۸ (۳)	موازی (مقاومتی – هوازی)	۱۶ تا ۳۰ دقیقه	تمرین هوازی کار با دوچرخه کارسنج با شدت ۶۰ تا ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب و تمرین مقاومتی کار با وزنه با شدت ۴۰ تا ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه

فراتحلیل

فراتحلیل حاضر برای تعیین اثر تمرین ورزشی بر مایونکتین و مقاومت به انسولین در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق انجام گرفت. برای این منظور، WMD[1] برای متغیرهای مایونکتین و مقاومت به انسولین ناشتا و فاصله اطمینان ۹۵ درصد (CI[2]) با استفاده از مدل اثر تصادفی Random محاسبه شد. برای تعیین ناهمگونی (عدم تجانس) مطالعات، از آزمون کای اسکوئر (I2) استفاده شد که مقدار ناهمگونی طبق دستورالعمل کوکران به‌ترتیب: ناهمگونی کم (کمتر از ۲۵ درصد)؛ ناهمگونی خفیف (۲۵ تا ۵۰ درصد)؛ ناهمگونی متوسط (۵۰ تا ۷۵ درصد) و ناهمگونی بالا (بیشتر از ۷۵ درصد) تفسیر شد. در صورت وجود ناهمگونی، تحلیل حساسیت[3] از طریق روش خارج

1 . Weighted mean differences
2 . Confidence interval
3 . Sensitivity analysis

کردن یک به یک مطالعات[1] با لحاظ کردن I2 کمتر از ۵۰ به‌عنوان ملاک انجام شد (۳۴). همچنین با استفاده از تفسیر بصری فونل پلات، سوگیری انتشار بررسی شد و در صورت مشاهده سوگیری، تست ایگر[2] به‌عنوان یک تست تعیین کننده ثانویه استفاده شد که در آن p=۰/۱ به‌عنوان وجود سوگیری انتشار معنادار در نظر گرفته شد. تحلیل زیرگروه براساس نوع تمرین و شاخص توده بدنی[3] اضافه‌وزن: ۲۵/۹-۲۹ و چاق: بیشتر از ۲۹/۹ انجام شد. آزمون‌های تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار CMA[4] نسخه دو انجام شد (۳۵).

یافته‌ها

براساس جست‌وجو در پایگاه‌های اطلاعات علمی تا ژوئن ۲۰۲۴، ۲۰۶ مقاله یافت شد و بعد از حذف مقالات تکراری (۱۱۰ مقاله)، ۹۶ مقاله برای غربالگری اولیه باقی ماند. پس از بررسی عناوین و چکیده مقالات، ۲۸ مقاله برای ارزیابی متن کامل انتخاب شدند. بعد از بررسی متن کامل مقالات، ۹ مطالعه وارد فراتحلیل حاضر شد. ۹ مطالعه با ۱۲ مداخله تمرینی برای متغیر مایونکتین و ۶ مطالعه با ۱۰ مداخله تمرینی برای مقاومت به انسولین وجود داشت (شکل ۱). همچنین اعلام می‌داریم که یک مقاله به‌دلیل دیتاهای اشتباه (۳۶) از فراتحلیل حاضر حذف گردید.

ویژگی آزمودنی‌ها

۲۹۱ شرکت کننده وارد مطالعه فراتحلیل حاضر شد که همه شرکت‌کنندگان، افراد دارای اضافه‌وزن و چاق بودند. ۱۶۰ شرکت کننده با میانگین سنی ۴/۹۵ ± ۳۶/۶۲ سال و شاخص توده بدنی ۱/۵۵ ± ۲۹/۰۱ کیلوگرم بر متر مربع در گروه تمرین ورزشی و ۱۳۱ شرکت کننده با میانگین سنی ۵/۰۲ ± ۳۵/۴۷ سال و شاخص توده بدنی ۱/۷۵ ± ۲۹/۸۸ کیلوگرم بر متر مربع در گروه کنترل بودند. در مطالعات وارد شده، گروه کنترل هیچ‌گونه تمرین ورزشی انجام ندادند. حداقل تعداد شرکت‌کنندگان در مطالعات ۱۶ نفر (۲۰) و حداکثر ۸۲ نفر (۱۹) بود، در (جدول ۳) نشان داده شد.

ویژگی پروتکل تمرین

در ۹ مطالعه‌ای با (۱۲ مداخله تمرینی) که به فراتحلیل حاضر وارد شد، حداقل شدت تمرین ورزشی ۶۰ تا ۶۵ درصد یک تکرار بیشینه (۲۹) و حداکثر شدت تمرین ورزشی ۶۰ تا ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب (۳۳) بود. همچنین، حداقل مدت مداخله تمرین ورزشی در هر جلسه حداقل ۱۶ تا ۳۰ دقیقه (۳۳) و حداکثر ۸۰ دقیقه (۲۰) بود. مدت مداخله تمرین ورزشی حداقل ۸ هفته (۱۸, ۱۹, ۲۹-۳۳, ۳۷) و حداکثر ۱۰ هفته (۲۰) بود که تعداد جلسات تمرین در هر هفته حداقل ۳ جلسه (۱۸-۲۰, ۲۹, ۳۰, ۳۲, ۳۳, ۳۸, ۳۹) و حداکثر ۵ جلسه (۳۱) بود، در (جدول ۳) نشان داده شد.

نتایج فراتحلیل

مایونکتین

تجزیه و تحلیل داده‌های ۱۲ مداخله نشان داد که تمرین ورزشی سبب افزایش غیرمعنادار میزان مایونکتین [WMD=۴/۵۷۲ (۱۰/۶۸۰ الی ۱/۵۳۶-)، P=۰/۱۴۲] نسبت به گروه کنترل در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق شد (شکل ۲). با استفاده از آزمون I2 ناهمگونی بررسی شد و

1 . Leave one-out method
2 . Egger
3 . Body mass index, BMI
4 . Comprehensive Meta-Analysis

نتایج نشان داد که ناهمگونی بالا و معنادار وجود دارد (I2=۹۸/۸۲۷ ،P=۰/۰۰۱).

نتایج تحلیل زیرگروه‌ی براساس BMI آزمودنی‌ها نشان داد که تمرین ورزشی سبب افزایش معنادار مایونکتین در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق[WMD=۲/۱۱۱ ،P=۰/۰۰۱] نسبت به گروه کنترل شد.

نتایج تحلیل زیرگروه‌ی براساس نوع تمرین نشان داد که تمرین ورزشی سبب افزایش غیرمعنادار مایونکتین در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق [WMD=۶/۰۱۳ ،P=۰/۱۲۳] نسبت به گروه کنترل شد. نتایج تست Eegger برای مایونکتین نشان دهنده عدم وجود سوگیری انتشار (P=۰/۶۳۱) است.

مقاومت به انسولین

تجزیه و تحلیل داده‌های ۱۰ مداخله تمرینی نشان داد که تمرین ورزشی سبب کاهش معنادار مقاومت به انسولین[P=۰/۰۰۱ ،(-۰/۸۹۹ الی -۰/۵۵۳) -۰/۷۲۶ = WMD] نسبت به گروه کنترل در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق شد (شکل ۳). با استفاده از آزمون I2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی بالا و معنادار وجود دارد (I2=۹۰/۵۲۸ ،P=۰/۰۰۱).

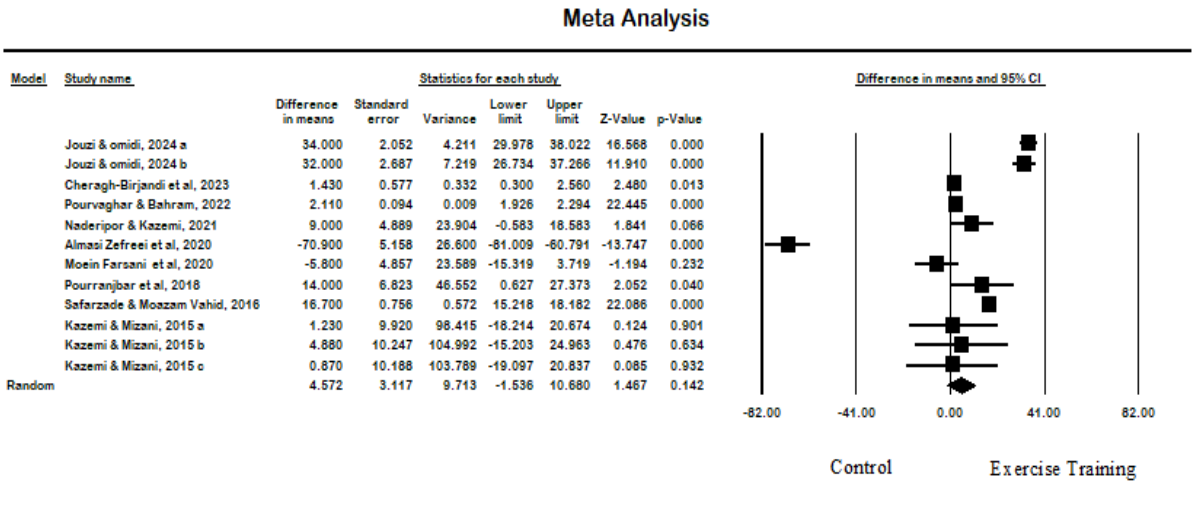
نتایج تحلیل زیرگروه‌ی براساس BMI آزمودنی‌ها نشان داد که تمرین ورزشی سبب کاهش معنادار مقاومت به انسولین در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق[P=۰/۰۰۱، WMD=-۰/۷۳۱] نسبت به گروه کنترل شد.

نتایج تحلیل زیرگروه‌ی براساس نوع تمرین نشان داد که تمرین ورزشی سبب کاهش معنادار مقاومت به انسولین در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق[P=۰/۰۰۱، -۰/۷۱۰ =WMD] نسبت به گروه کنترل شد.

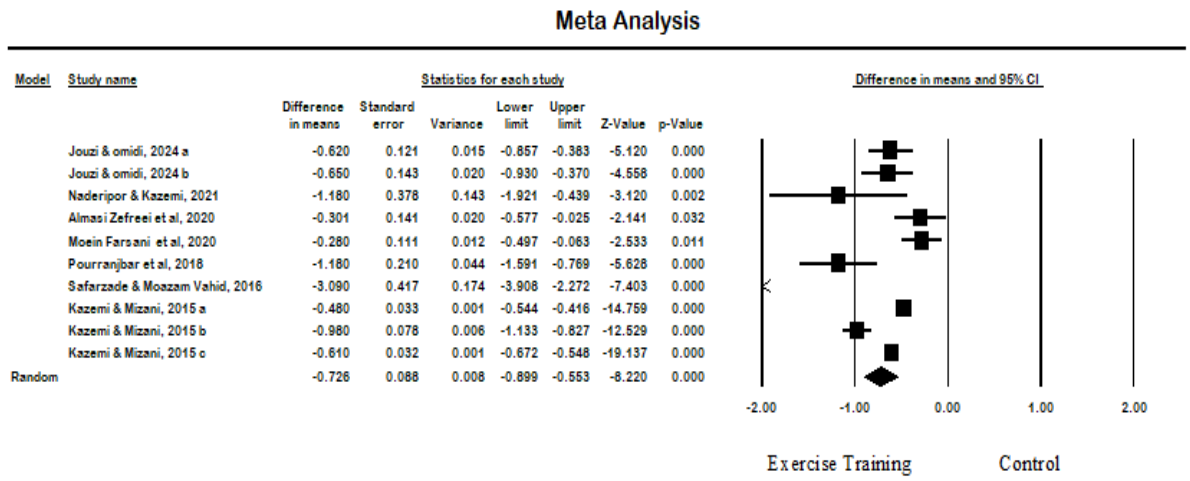
نتایج تست Egger برای مقاومت به انسولین نشان دهنده عدم وجود سوگیری انتشار (P=۰/۱۶۹) است.

کیفیت مطالعات

نتایج بررسی کیفیت مقالات با استفاده از (Pedro) نشان داد که حداقل امتیاز کیفیت مقالات ۶ و حداکثر امتیاز ۷ بود، در (جدول ۲) نشان داده شد.



شکل ۲. نمودار فارست پلات (Forrest plot). اثر تمرین ورزشی بر مایونکتین در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق



شکل ۳. نمودار فارست پلات (Forrest plot). اثر تمرین ورزشی بر مقاومت به انسولین در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق

بحث و نتیجه‌گیری

هدف مطالعه فراتحلیل حاضر، اثر تمرین ورزشی بر مایونکتین و مقاومت به انسولین در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق بود. نتایج ۹ مطالعه روی ۲۹۱ آزمودنی حاکی از این بود که انجام تمرین ورزشی سبب افزایش غیرمعنادار مایونکتین و کاهش معنادار مقاومت به انسولین در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق نسبت به گروه کنترل شد.

تجزیه و تحلیل یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که تمرین ورزشی سبب افزایش غیرمعنادار مایونکتین در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق نسبت به گروه کنترل شد. یافته این مطالعه، با یافته‌های مطالعات نادری‌پور و کاظمی (۱۸)، کاظمی و همکاران (۴۰)، شهیدی و همکاران (۴۱) و کاظمی و میرزایی (۳۳) همسو و یکسان است. نادری‌پور و کاظمی (۲۰۲۱) گزارش دادند که ۸ هفته تمرین استقامتی سبب افزایش غیرمعنادار مایونکتین شد (۱۸). کاظمی و همکاران (۲۰۲۰) گزارش دادند که ۴ هفته تمرین مقاومتی سبب افزایش غیرمعنادار مایونکتین شد (۴۰). شهیدی و همکاران (۲۰۱۹) گزارش دادند که ۴ هفته تمرین مقاومتی سبب افزایش غیرمعنادار مایونکتین شد، اما پس از ۶ هفته تمرین مقاومتی سبب افزایش معنادار مایونکتین شد (۴۱). کاظمی و میرزایی (۲۰۱۵) گزارش دادند که ۸ هفته تمرین موازی (هوازی - مقاومتی) سبب افزایش غیرمعنادار مایونکتین شد (۳۳). عوامل التهابی یا عدم سازگاری کامل عصبی و فیزیولوژیکی هم‌چون پیشگیری از فعال‌سازی مسیرهای التهابی و آثار منفی متعاقب آنها روی مسیرهای سیگنالینگ می‌تواند از سازوکارهای عدم افزایش مایونکتین بعد از تمرینات ورزشی باشد (۱۶). اما یافته این مطالعه، با یافته‌های مطالعات چراغ بیرجندی و همکاران (۳۰)، پور وقار و بهرام (۲۰) و جعفری و صفر پور دهکردی (۴۲) همسو و یکسان نبود. چراغ بیرجندی و همکاران (۲۰۲۳) گزارش کردند که ۸ هفته تمرین در آب سبب افزایش معنادار مایونکتین شد (۳۰). پور وقار و بهرام (۲۰۲۲) گزارش کردند که ۱۰ هفته تمرین مقاومتی سبب افزایش معنادار مایونکتین شد (۲۰). جعفری و صفر پور دهکردی (۲۰۲۱) گزارش کردند که ۸ هفته تمرین تناوبی شدید شنا سبب افزایش معنادار مایونکتین شد (۴۲). دلایل تغییرات در سطوح پلاسمایی مایونکتین مستقل از تغییرات مقدار مطلق یا نسبی چربی بدن باشد. همچنین انتخاب نوع

فعالیت با شدت بالا و کم، به‌صورت مداوم یا متناوب بودن تمرینات و مکان تمرین، تغذیه آزمودنی‌ها، سن و جنسیت آزمودنی‌ها باشد.

مایونکتین یک عامل جدید مایوکاینی مترشحه از عضله اسکلتی می‌باشد که بر سوخت و ساز چربی اثرگذار می‌باشد، کاهش بیان و در نتیجه سطح پروتئین در گردش مایونکتین در حالت چاقی رخ می‌دهد که در نتیجه جذب کالری اضافی می‌باشد. نشان داده شده است که فعالیت ورزشی موجب افزایش سطوح مایونکتین و جذب اسید چرب به درون سلول‌ها منجر می‌شود (۱۸). از سازوکارهای احتمالی افزایش سطح مایونکتین در هنگام ورزش، می‌تواند باعث فسفوریلاسیون AMPK گردد که منجر به افزایش به کارگیری GLUT4 و افزایش جذب گلوکز و تحریک اکسیداسیون اسیدهای چرب آزاد می‌شود. بنابراین افزایش ترشح مایونکتین در نتیجه انقباض عضلات در هنگام ورزش می‌تواند مسیرهای تولید انرژی مورد نیاز در هنگام انقباض را فعال کند، به‌عبارت دیگر مایونکتین نقشی مشابه انسولین را ایفا می‌کند، اما این افزایش در سطح مایونکتین با تأخیر دو ساعت پس از مصرف گلوکز یا لیپید می‌باشد (۴۲). از سوی دیگر افزایش سطوح درون سلولی cAMPبر اثر فورسکولین و اپی‌نفرین نیز به افزایش بیان مایونکتین منجر می‌شود (۹). از این رو به نظر می‌رسد تغییرات ناشی از فعالیت ورزشی در مقادیر کلسیم و cAMP درون سلولی بتواند این فرایند را تحت‌تأثیر قرار دهد. سلدین و همکاران[1] (۲۰۱۲)، از عوامل تنظیمی احتمالی دیگر بر بیان مایونکتین را به افزایش سطوح کلسیم در میوسیت و کیناز وابسته به AMP نسبت دادند (۹). در مطالعه دیگر، پتانسیل غدد درون‌ریز عضلات اسکلتی در ترشح مایونکتین، بی ارتباط با سوخت و ساز چربی نباشد و احتمال دارد این آثار با افزایش تراکم پروتئین‌های FATCD36[2]، FATPB1[3] و FABP4[4] به‌عنوان پروتئین متصل شوند و انتقال دهنده اسید چرب در آدیپوسیت‌ها نیز صورت پذیرد (۴۳). سازوکار پیشنهاد شده در این زمینه این است که مصرف مواد غذایی مانند چربی‌ها و قندها و همچنین انجام انقباضات عضلانی با فعال کردن مسیر PI3K-AKT-mTOR در عضلات اسکلتی موجب افزایش بیان مایونکتین و در نتیجه فعال شدن آدنوزین مونو فسفات کیناز در آدیپوسیت‌ها و هپاتوسیت‌ها می‌شود که در نهایت، بیان و چگالی ناقل‌های اسید چرب و گلوکز افزایش می یابد (۱۶, ۴۴). همچنین پیشنهاد شده است که تغییرات ناشی از فعالیت ورزشی در میزان کلسیم و آدنوزین مونوفسفات حلقوی درون سلولی در تحریک ترشح مایونکتین مؤثر است. در این زمینه نشان داده شده است که افزایش مقدار کلسیم و آدنوزین مونوفسفات حلقوی درون سلولی در عضلات اسکلتی به افزایش بیان مایونکتین منجر می‌شود (۹, ۴۵).

از دیگر یافته‌های این مطالعه تمرین ورزشی سبب کاهش معنادار مقاومت به انسولین در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق نسبت به گروه کنترل شد. یافته این مطالعه، با یافته‌های مطالعات حسینی و همکاران (۴۶)، نادری‌پور و کاظمی (۱۸)، جعفری و صفر پور دهکردی (۴۲) و پوررنجبر و همکاران (۱۹)، مقرنسی و همکاران (۴۷)، تشکری زاده و مقرنسی (۴۸)، مقرنسی و تاجی طبس (۴۹) و عظیمی دخت و همکاران (۵۰) همسو و یکسان است. حسینی و همکاران بیان کردند که ۸ هفته تمرین همزمان سبب کاهش معنادار مقاومت انسولین، سطوح رزیستین و گلوکز پلاسمایی نسبت به گروه کنترل شد (۴۶). نادری‌پور و کاظمی (۲۰۲۱) گزارش دادند که ۸ هفته تمرین استقامتی

1 . Seldin et al
2 . Fatty acid translocase
3 . Fatty acid transport protein 1
4 . Fatty-acid-binding protein 4

سبب کاهش معنادار مقاومت به انسولین شد (۱۸). جعفری و صفر پور دهکردی (۲۰۲۱) گزارش کردند که ۸ هفته تمرین تناوبی شدید شنا سبب کاهش معنادار مقاومت به انسولین شد (۴۲). پوررنجبر و همکاران (۲۰۱۸) گزارش دادند که ۸ هفته تمرین هوازی سبب کاهش معنادار مقاومت به انسولین شد (۱۹). در مطالعه دیگر مقرنسی و همکاران (۲۰۱۹) گزارش دادند که ۱۰ هفته تمرین مقاومتی سبب کاهش معنادار مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به دیابت نوع دو نسبت به گروه کنترل شد (۴۷). تشکری زاده و مقرنسی (۲۰۱۶) گزارش دادند که ۱۰ هفته تمرین مقاومتی سبب کاهش مقاومت به انسولین در زنان دیابتی نوع دو گردید (۴۸). مقرنسی و تاجی طبس (۲۰۱۶) گزارش دادند که ۱۰ هفته تمرین استقامتی روی چرخه کارسنج سبب کاهش معنادار گلوکز و مقاومت به انسولین در زنان مبتلا به دیابت نوع دو نسبت به گروه کنترل گردید (۴۹). عظیمی دخت و همکاران (۲۰۱۵) گزارش دادند که ۸ هفته تمرین تناوبی سبب کاهش معنادار گلوکز، انسولین و مقاومت به انسولین در مردان دیابتی نوع دو تحت درمان با متفورمین نسبت به گروه کنترل گردید (۵۰). در یک مطالعه مروری حسینی و پرویزی مستعلی (۲۰۲۱) گزارش دادند که فعالیت‌های ورزشی مختلف باعث افزایش مقاومت به انسولین شد (۵۱). همچنین آذر و همکاران (۲۰۱۸) در یک مطالعه مروری دیگر که ۲۴ مطالعه با ۵۹۲ آزمودنی را مورد ارزیابی قرار دادند و یافته‌های آنها نشان داد که فعالیت‌های ورزشی استقامتی سبب کاهش مقاومت به انسولین شد (۵۲).

تعدیل سبک زندگی به‌ویژه افزایش فعالیت بدنی و ورزش از راهکارهای مؤثری است که می‌تواند تأثیر به سزایی در جلوگیری از اضافه‌وزن و چاقی و در نتیجه جلوگیری از عوارض ناشی از آن مانند دیابت نوع دو و مقاومت به انسولین داشته باشد (۵۳). برخی از عوامل از جمله محتوای لیپید عضله در ارتباط با نداشتن فعالیت جسمانی، فعالیت آدرنوزین منو فسفات کیناز، محتوای کلیگوژن عضله و متعاقب آن افزایش فعالیت سنتز کلیگوژن، افزایش پیام‌رسانی گیرنده انسولین، افزایش بیان پروتئین انتقال دهنده گلوکز، کاهش آزادسازی اسیدهای چرب آزاد، افزایش آزادسازی گلوکز خون به عضله به‌علت افزایش مویرگ‌های عضله و تغییرات در ترکیب عضله در حین افزایش برداشت گلوکز، نقش مهمی در تنظیم سازوکار تأثیر تمرینات بدنی بر مقاومت به انسولین می‌تواند داشته باشد (۵۴). یکی دیگر از مکانیسم‌ها، فعالیت ورزشی و تمرین ورزشی ابزاری مؤثر برای بازگرداندن مستقیم گلوکز عضلات اسکلتی، جذب چربی و سوخت و ساز بدن است تمرینات ورزشی باعث فعال‌سازی و افزایش پروتئین‌های حمل و نقل نظیر GLUT4 شده و افزایش و فعال‌سازی این عامل را احتمالاً می‌توان به‌عنوان یکی از عوامل مهم در کاهش مقاومت به انسولین نام برد. همچنین افزایش و فعال شدن AMPK را می‌توان باعث افزایش تراکم انتقال دهنده‌های گلوکز در سطح غشاء سلول دانست که در نهایت باعث برداشت بیشتر گلوکز توسط عضلات اسکلتی شده و احتمالاً یکی دیگر از عوامل مؤثر در کاهش مقاومت به انسولین است (۵۵).

پژوهش حاضر دارای چندین نقاط قوت است. با توجه به این‌که تفاوت در نوع تمرین و مدت تمرین می‌تواند بر نتایج فراتحلیل اثرگذار باشد، پروتکل‌های ورزشی مطالعات وارد شده در این فراتحلیل شامل انواع تمرینات ورزشی بود که با انجام فراتحلیل زیرگروه‌ی براساس BMI و نوع تمرین، به تفاوت اثر تمرین ورزشی بر مایونکتین و مقاومت به انسولین در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق پاسخ داده شد. مطالعه حاضر دارای محدودیت‌هایی نیز می‌باشد. تعداد مطالعاتی که اثر تمرین ورزشی بر مایونکتین و مقاومت به انسولین در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق را بررسی کردند،

محدود بود. همچنین نتایج نشان داد که ناهمگونی بالایی در نتایج مطالعات وجود دارد که این موضوع باید در زمان تجزیه و تحلیل داده‌ها در نظر گرفته شود. همچنین با افزایش تعداد مطالعات اولیه در سال‌های آینده، انجام یک مطالعه فراتحلیل با تعداد مطالعات بیشتر جهت انجام تحلیل زیرگروه‌ی براساس سن، BMI و مولفه‌های دیگر پروتکل تمرینی از جمله مدت هر جلسه تمرین، شدت تمرین و تعداد جلسات در هفته لازم و ضروری به نظر می‌رسد.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تمرین ورزشی سبب افزایش مایونکتین و کاهش مقاومت به انسولین در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق شد. بنابراین به نظر می‌رسد که تمرین ورزشی می‌تواند روشی مناسب و کارآمد برای افزایش مایونکتین و کاهش مقاومت به انسولین در افراد چاق و دارای اضافه‌وزن پیشنهاد داد.

تشکر و قدردانی

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند از داورهای محترم به جهت افزایش غنای کار تقدیر نمایند.

References

1. Ranjbar L, Taghian F, Hedayati M. The Comparison Effects Of 10 Week Of Aerobic Exercise And Use Vitamin D On Plasma Apelin And Insulin Resistance In Overweight Women. Iranian Journal of Diabetes and Lipid Disorders. 2018;17(4):206-13.
2. Saket A, Izaddoust F, Shabani R, editors. The Effect of Combine Training and Green Coffee Consumption on the Serum Level of Testosterone, IGF-1 and Cortisol Hormone in Overweight and Obese Women2017.
3. Alizadeh M, Asad MR, Faramarzi M, Afroundeh R. Effect of Eight-Week High Intensity Interval Training on Omentin-1 Gene Expression and Insulin-Resistance in Diabetic Male Rats. Annals of Applied Sport Science. 2017;5(2):29-36.
4. Blaschke F, Takata Y, Caglayan E, Law RE, Hsueh WA. Obesity, peroxisome proliferator-activated receptor, and atherosclerosis in type 2 diabetes. Arterioscler Thromb Vasc Biol. 2006;26(1):28-40.
5. Hadji L, Berger E, Soula H, Vidal H, Géloën A. White adipose tissue resilience to insulin deprivation and replacement. PLoS One. 2014;9(8):e106214.
6. Nishida T, Tsuji S, Tsujii M, Arimitsu S, Haruna Y, Imano E, et al. Oral glucose tolerance test predicts prognosis of patients with liver cirrhosis. Am J Gastroenterol. 2006;101(1):70-5.
7. Gamas L, Matafome P, Seiça R. Irisin and Myonectin Regulation in the Insulin Resistant Muscle: Implications to Adipose Tissue: Muscle Crosstalk. J Diabetes Res. 2015;2015:359159.

8. Polyzos SA, Kountouras J, Shields K, Mantzoros CS. Irisin: a renaissance in metabolism? Metabolism. 2013;62(8):1037-44.

9. Seldin MM, Peterson JM, Byerly MS, Wei Z, Wong GW. Myonectin (CTRP15), a novel myokine that links skeletal muscle to systemic lipid homeostasis. J Biol Chem. 2012;287(15):11968-80.

10. Tom Tang Y, Hu T, Arterburn M, Boyle B, Bright JM, Palencia S, et al. The complete complement of C1q-domain-containing proteins in Homo sapiens. Genomics. 2005;86(1):100-11.

11. Norheim F, Raastad T, Thiede B, Rustan AC, Drevon CA, Haugen F. Proteomic identification of secreted proteins from human skeletal muscle cells and expression in response to strength training. Am J Physiol Endocrinol Metab. 2011;301(5):E1013-21.

12. Ellingsgaard H, Hauselmann I, Schuler B, Habib AM, Baggio LL, Meier DT, et al. Interleukin-6 enhances insulin secretion by increasing glucagon-like peptide-1 secretion from L cells and alpha cells. Nat Med. 2011;17(11):1481-9.

13. Seldin MM, Wong GW. Regulation of tissue crosstalk by skeletal muscle-derived myonectin and other myokines. Adipocyte. 2012;1(4):200-2.

14. Soori R, Khosravi N, Jafarpour S, Ramezankhani A. EFFECT OF AEROBIC EXERCISE AND CALORIC RESTRICTION ON SERUM CHEMERIN LEVELS AND INSULIN RESISTANCE INDEX IN WOMEN WITH TYPE 2 DIABETES. Iranian Journal of Diabetes and Lipid Disorders. 2017;16(2):111-20.

15. Bray GA. Medical consequences of obesity. J Clin Endocrinol Metab. 2004;89(6):2583-9.

16. Seldin MM, Lei X, Tan SY, Stanson KP, Wei Z, Wong GW. Skeletal muscle-derived myonectin activates the mammalian target of rapamycin (mTOR) pathway to suppress autophagy in liver. J Biol Chem. 2013;288(50):36073-82.

17. Toloza FJK, Mantilla-Rivas JO, Pérez-Matos MC, Ricardo-Silgado ML, Morales-Alvarez MC, Pinzón-Cortés JA, et al. Plasma Levels of Myonectin But Not Myostatin or Fibroblast-Derived Growth Factor 21 Are Associated with Insulin Resistance in Adult Humans without Diabetes Mellitus. Front Endocrinol (Lausanne). 2018;9:5.

18. kazemi A nK. The Effects of 8 Weeks Aerobic Exercise Training on Serum levels of Myonectine and Insulin Resistance in Obese and Overweight Women. Sport Sciences Quarterly. 2021;42(13):27-37.

19. Pourranjbar M, Arabnejad N, Naderipour K, Rafie F. Effects of Aerobic Exercises on Serum Levels of Myonectin and Insulin Resistance in Obese and Overweight Women. J Med Life. 2018;11(4):381-6.

20. Moein Farsani M JA, Fazel H. The effects of 8 weeks resistance training on serum myonectin and insulin resistance in obese women. Journal of Knowledge & Health in Basic Medical Sciences. 2020;15(2):2-9.

21. Mogharnasi M, Kazeminasab F, Zafarmand O, Hassanpour N. The effect of aerobic and resistance training on Omentin-1 and Nesfatin-1 levels in adults: A systematic review and meta -Analysis. Journal of Birjand University of Medical Sciences. 2024;30(4):295-315.

22. Kazemi Nesab F, Zafarmand O. Comparison of the effects of high-intensity intermittent training and moderate-intensity continuous training on cardiometabolic factors in type 2 diabetic patients: a systematic review and meta-analysis. Feyz Medical Sciences Journal. 2024;28(1):96-109.

23. zafarmand o, Mogharnasi M, moghadasi m. The effect of exercise training on serum levels of adipokines related to energy homeostasis (adropin, asprosin) and insulin resistance in patients with type 2 diabetes or obesity: A Systematic review and meta-Analysis. Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology. 2024:-.

24. Khalafi M, Malandish A, Rosenkranz SK, Ravasi AA. Effect of resistance training with and without caloric restriction on visceral fat: A systemic review and meta-analysis. Obes Rev. 2021;22(9):e13275.

25. Kazeminasab F, Sharafifard F, Miraghajani M, Behzadnejad N, Rosenkranz SK. The effects of exercise training on insulin resistance in children and adolescents with overweight or obesity: a systematic review and meta-analysis. Front Endocrinol (Lausanne). 2023;14:1178376.

26. 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.

27. 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.

28. Zafarmand O, Moghadasi M, Mogharnasi M. The Effect of Aerobic Training on Plasma Levels of Leptin and Adiponectin in Overweight and Obese Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-analysis. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism. 2023;25(4):351-63.

29. Jouzi Z, Omidi M. Comparison of Aerobic and Resistance Exercises on Myonectin Levels and Insulin Resistance in Overweight and Obese Women. Mod Care J. 2024;21(3):e142039.

30. Cheragh Birjandi S AS, azizi K. The effect of eight weeks of water-based training on myonectin serum level, Lipid profile and fat percentage in overweight and obese women. New studies in exercise metabolism and physical activity. 2023;2(1):1-11.

31. Almasi Zefreei A, Taghian F, Jalali Dehkordi K. Effect of 8 Weeks Aerobic Exercises and Green Coffee Supplement on Serum Myonectin, Meteorin-like, and Insulin Resistance in Obese Women. J-Mazand-Univ-Med-Sci. 2020;30(187):58-67.

32. Safarzade A, Moazam-Vahid L. Effect of eight weeks resistance training on plasma myonectin concentration in obese men. Journal of Applied Exercise Physiology. 2016;12(24):119-28.

33. Kazemi A, Mizani R. The comparison of different order of concurrent training on plasma myonectin levels, insulin resistance index and anthropometric characteristics of elderly women. EBNESINA. 2014;16(4):39-46.

34. Wen H, Wang L. Reducing effect of aerobic exercise on blood pressure of essential hypertensive patients: A meta-analysis. Medicine. 2017;96(11).

35. Egger M, Davey Smith G, Schneider M, Minder C. Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. Bmj. 1997;315(7109):629-34.

36. Akram J, Haleh F, Akram Safarpour D. The effects of high intensity interval swimming training on serum myonectin and insulin resistance in postmenuposal overweight women. Razi Journal of Medical Sciences. 2021;28(6):1-11.

37. Malihe Moein F, Akram J, Haleh F. The Effects of 8 Weeks Resistance Training on Serum Myonectin and Insulin Resistance in Obese Women. Journal of Knowledge & Health. 2020;15(2):2-9.

38. Pourvaghar Mj, Bahram Me. The Effect of a Period of Resistance Training on Serum Myonectin Level (CTRP15) and Anthropometric Indices Related to Weight loss in Obese Adolescents. Journal of Sport Biosciences. 2022;14(1):85-100.

39. Abdreza K, Khatereh N. The Effects of 8 Weeks Aerobic Exercise Training on Serum levels of Myonectine and Insulin Resistance in Obese and Overweight Women. Journal of Sports Science. 2021;13(42):27-37.

40. Kazemi A KH, Shoaei V. Comparison of the Effect of Resistance Training with and without Blood flowRestriction on Serum levels of IGF-1, Testosterone and Mayonetin in Young Men. Journal of Sport Biosciences. 2020;12(1):93-107.

41. Shahidi f KM, Khaje Bahrami S. The effect of 4 and 6 weeks of resistance training on serum levels of myonectin and IGF-1 in sedentary young men. Razi Journal of Medical Sciences. 2019;25(10):31-7.

42. Jafari A SDA. The effects of high intensity interval swimming training on serum myonectin and insulin resistance in postmenuposal overweight women. Razi Journal of Medical Sciences. 2021;28(6):1-11.

43. Gamas L MP, Seiça R. Irisin and Myonectin Regulation in the Insulin Resistant Muscle: Implications to Adipose Tissue: Muscle Crosstalk. Journal of Diabetes Research. 2015;2015:1-8.

44. Adigozalpour M, A. S. Effect of Resistance Training with Two Different Volumes on Serum Myonectin Levels in Rats Fed with Sucrose Solution. Annals of Applied Sport Science. 2017;5(2):11-9.

45. Díaz BB, González DA, Gannar F, Pérez MCR, de León AC. Myokines, physical activity, insulin resistance and autoimmune diseases. Immunol Lett. 2018;203:1-5.

46. Hosseini M, Mogharnasi M, Zafarmand O. The effect of eight weeks of concurrent training on insulin resistance and resistin and glucose plasma levels in middle-aged overweight and obese men. Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology. 2022;9(1):35-47.

47. Mogharnasi M, TajiTabas A, Tashakorizadeh M, Nayebifar SH. The Effects of Resistance and Endurance Training on Levels of Nesfatin-1, HSP70, Insulin Resistance and Body Composition in Women with Type 2 Diabetes Mellitus. Science & Sports. 2019;34(1):e15-e23.

48. Tashakori zade M, Mogharnasi M. A Study of the Effect of 10 Weeks of Resistance Training on HSP70 and Insulin Resistance in Type 2 Diabetic Women. Journal of Sport Biosciences. 2016;8(3):341-51.

49. Mogharnasi M, Taji Tabas A. The Effect of 10 Weeks of Endurance Training of Cycle Ergometer on Nesfatin-1 Levels and Insulin Resistance in Women with Type 2 Diabetes. Journal of Sport Biosciences. 2016;8(1):95-107.

50. Azimidokht SMA, Mogharnasi M, Kargar Shouroki MK, Zarezade Mehrizi AA. The Effect of 8 Weeks Interval Training on Insulin Resistance and Lipid Profiles in Type 2 Diabetic Men Treated with Metformin. Journal of Sport Biosciences. 2015;7(3):461-76.

51. Hoseini R PMV. Effect of different exercise training on insulin sensitivity: A review article. Feyz Medical Sciences Journal. 2021;25(3):935-45.

52. Azari N RM, Fathi M. THE EFFECTS OF ENDURANCE EXERCISE ON BLOOD GLUCOSE, INSULIN AND INSULIN RESISTANCE IN PATIENTS WITH TYPE II DIABETES: A SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS OF STUDIES IN IRAN. Iranian Journal of Diabetes and Lipid Disorders. 2018;17(2):65-78.

53. Henriksen EJ. Invited review: Effects of acute exercise and exercise training on insulin resistance. J Appl Physiol (1985). 2002;93(2):788-96.

54. Chakaroun R, Raschpichler M, Klöting N, Oberbach A, Flehmig G, Kern M, et al. Effects of weight loss and exercise on chemerin serum concentrations and adipose tissue expression in human obesity. Metabolism. 2012;61(5):706-14.

55. Pedersen BK. Muscles and their myokines. J Exp Biol. 2011;214(Pt 2):337-46.