

تأثیر تمرین هوازی بر وخامت کلی و مقدار شاخص‌های خطر متابولیک در بیماران مبتلا به سندرم متابولیک: مطالعه فراتحلیلی

هادی روحانی^۱، کریم آزال^۲، معصومه هلالی‌زاده^۳

۱. استادیار فیزیولوژی ورزشی، پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، تهران، ایران
۲. استادیار فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران*
۳. استادیار فیزیولوژی ورزشی، پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، تهران، ایران

این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی است.

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۰۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۲/۱۸

چکیده

هدف از این فراتحلیل، تعیین تأثیر تمرین هوازی بر خطر کلی سندرم متابولیک و مقدار هریک از شاخص‌های خطر در آزمودنی‌های مبتلا به سندرم متابولیک می‌باشد. جهت انجام پژوهش، کارآزمایی‌های بالینی و تصادفی مربوط به بررسی تمرین هوازی بیشتر از چهار هفته بر وضعیت متابولیک بیماران سندرم متابولیک چاپ‌شده تا سال (۲۰۱۵) موردتحلیل واقع شد. فاکتور اصلی مورد مطالعه، امتیاز Z سندرم متابولیک و فاکتورهای ثانویه شاخص‌های خطر متابولیک بود. شایان‌ذکر است که مدل‌های اثرات تصادفی و ثابت جهت تحلیل‌ها استفاده شدند و اندازه اثر برحسب تفاوت استاندارد میانگین در تناوب‌های اطمینان ۹۵ درصد گزارش شد. ناهمگونی بین مطالعات نیز توسط آزمون خی‌دو بررسی گشت و مقدار I^2 بیش از ۵۰ درصد به‌عنوان ناهمگونی قابل ملاحظه قلمداد گردید. علاوه‌براین، در ارتباط با فاکتور اصلی، هشت پژوهش مورد فراتحلیل قرار گرفت که شامل ۵۶۱ آزمودنی در قالب گروه‌های تمرین هوازی (۲۸۸ نفر) و کنترل (۲۷۳ نفر) بود. تغییرات استاندارد میانگین برای امتیاز Z سندرم متابولیک برابر با (-۰/۳۳) و برای فاکتورهای ثانویه شامل: قندخون برابر با (-۰/۳۶)، لیپوپروتئین پرچگال برابر با (۰/۰۳)، فشار متوسط سرخرگی برابر با (-۰/۲۳)، تری‌گلیسرید برابر با (-۰/۱) و دور کمر برابر با (-۰/۴۰) محاسبه گردید. یافته‌ها نشان می‌دهند که تأثیر متوسط تمرین هوازی بر بهبود وخامت کلی خطر متابولیک در بیماران سندرم متابولیک، بر فواید بالینی تمرین هوازی تأکید می‌کند. بااین‌حال، تعیین تأثیر عواملی مانند سن، جنسیت، نژاد و پارامترهای تمرینی در فراتحلیل‌های آماری آینده می‌تواند بسیار کاربردی و ارزشمند باشد.

واژگان کلیدی: فراتحلیل، تمرین هوازی، سندرم متابولیک، امتیاز Z متابولیک

مقدمه

سندرم متابولیک مجموعه‌ای از شاخص‌های خطر قلبی عروقی - متابولیکی از جمله چاقی شکمی، نارسایی کنترل گلوکز، فشارخون و چربی خون بالا را شامل می‌شود که عوامل ژنتیکی (۱، ۲)، التهابی (۳)، آدیپوکین‌ها (۴)، رژیم غذایی و سبک زندگی (۵) در علت‌شناسی آن نقش دارند. امروزه، به دلیل افزایش شیوع چاقی و سبک زندگی غیرفعال، این بیماری در حال تبدیل به یک اپیدمی جهانی در بین افراد بزرگسال است. هریک از شاخص‌های خطر سندرم متابولیک به‌تنهایی سبب افزایش خطر بروز بیماری قلبی - عروقی و مرگ‌ومیر کلی می‌شود، اما در صورت وجود سندرم متابولیک، مقدار افزایش خطر بیشتر می‌شود (۶).

مطالعات نشان داده‌اند که تمرین هوازی فواید مثبتی را برای هریک از شاخص‌های خطر سندرم متابولیک ایجاد می‌کند (۷). با این حال، اکثر مطالعات بر بیماران دارای شاخص‌های خطر ویژه مانند چاقی، دیابت، فشارخون بالا، بیماری قلبی و سایر شاخص‌های خطر تمرکز کرده‌اند (۸). برخی فراتحلیل‌ها نشان داده‌اند که ورزش هوازی با کاهش فشارخون (۹، ۱۰)، چربی خون (۱۱، ۱۲)، هموگلوبین گلیکوزیله و بهبود ترکیب بدن همراه می‌باشد (۱۲). با این حال، توجه اندکی به بیماران سندرم متابولیک (دارای مجموعه‌ای از شاخص‌های خطر) معطوف شده است و نتایج موجود قطعیت ندارند. اخیراً، یک فراتحلیل مطالعات طولی نشان داده است که مقدار فعالیت بدنی اوقات فراغت با کاهش خطر سندرم متابولیک در ارتباط است، اما بین میزان متوسط فعالیت بدنی و خطر موجود و فعلی سندرم متابولیک ارتباط ضعیفی وجود دارد که پراکندگی نتایج به تفاوت در نسبت توزیع جنسیتی آزمودنی‌ها، تفاوت در مدت‌زمان پیگیری و نوع معیار تشخیص سندرم متابولیک ربط داده شده است (۱۳). چندین فراتحلیل آماری رابطه بین فعالیت بدنی و سایر بیماری‌ها شامل: بیماری عروق کرونر، سکنه قلبی، دیابت، فشارخون و مرگ‌ومیر را تأیید کرده‌اند (۱۳-۱۸، ۲) که نشان می‌دهد فعالیت بدنی تأثیر مفیدی بر پیش‌گیری و کنترل بسیاری از بیماری‌ها دارد. مشکل عمده این دسته از فراتحلیل‌ها مربوط به خودگزارشی فعالیت بدنی توسط آزمودنی‌ها، بدون اندازه‌گیری مستقیم می‌باشد. شایان‌ذکر است که تعریف مقدار فعالیت کم، متوسط و بالا در مطالعات مختلف یکسان نبوده است (۱۳)؛ بنابراین، به نظر می‌رسد که این موارد می‌بایست در پژوهش‌های آینده مدنظر قرار داده شوند.

همچنین، در فراتحلیلی که اخیراً انجام گرفته است بیان شد که ورزش سبب بهبود آمادگی قلبی - عروقی و برخی شاخص‌های خطر قلبی - متابولیکی می‌گردد و میزان اثرگذاری آن تحت تأثیر سن، جنسیت و وضعیت سلامت آزمودنی‌ها قرار دارد (۱۹). با این حال، مشکل اکثر فراتحلیل‌های موجود مربوط به ملاک‌های شمول مقالات در فراتحلیل، بررسی جداگانه متغیرهای خطر متابولیک و یا عدم

تمرکز بر کارآزمایی بالینی یا تصادفی (پژوهش‌های توصیفی) است. این درحالی است که می‌بایست به این موضوع توجه شود که در کارآزمایی‌های موردبررسی، آزمودنی‌ها باید دارای بیش از دو شاخص خطر متابولیک باشند. همچنین، با محاسبه یک ملاک کمی واحد از وخامت کلی سندرم متابولیک (امتیاز Z)، مقدار کلی تأثیر تمرین به صورت دقیق‌تر قابل محاسبه می‌باشد (این شاخص در مطالعات گذشته محاسبه نشده بود). علاوه بر این، در فراتحلیل‌های معدود اخیر (۲۰، ۱۳، ۶)، تعداد مطالعات بررسی شده محدود بوده و به لحاظ تفاوت‌های روش‌شناختی (نوع آزمودنی، مقدار مداخله ورزشی، نوع کارآزمایی، متغیرهای موردبررسی، تعریف استفاده شده برای خطر متابولیک و زبان مقالات چاپ شده) از تنوع نسبتاً زیادی برخوردار بوده‌اند. همچنین، علی‌رغم انتشار در سال‌های ۲۰۱۴ و ۲۰۱۵، غالباً مقالات را در بازه زمانی قبل از سال ۲۰۱۱ بررسی کرده‌اند و محاسبه سوگیری انتشار^۱ در بیشتر آن‌ها ممکن نشده است (۸). با این حال، فراتحلیل‌های آماری منحصر به یک زبان چاپ^۲ (مانند انگلیسی) نسبت به انواع غیرمنحصر به یک زبان چاپ^۳، در زمینه مقدار اثر با بیش برآورد مواجه هستند و در مقایسه با انواع غیرمنحصر به یک زبان، دقت بیشتری دارند (۲۱).

طبق یک فراتحلیل مربوط به بررسی تأثیر ورزش در کارآزمایی‌های کنترل شده تصادفی، مدت پیگیری آزمودنی‌ها از شش ماه (۲۴-۲۲) تا یک سال (۲۵،۲۶)، دو سال (۲۷) و سه سال (۲۸) متغیر بود. با این حال، به طور معمول افراد سالمند به دلایلی چون آسیب دیدگی، بیماری، مشکلات زندگی روزمره، مسافرت و غیره، قادر به تعقیب برنامه‌های منظم ورزشی طولانی مدت نمی‌باشند. شایان ذکر است که بسیاری از مطالعات به بررسی تأثیر مدت زمان کوتاه ورزش بر شاخص‌های خطر متابولیک پرداخته‌اند (چهار هفته، شش هفته، هشت هفته، ۱۲ هفته و غیره). اگرچه، پیشنهاد شده است که به منظور تخمین بهتر مقدار تأثیرگذاری تمرین بر شاخص‌های خطر متابولیک می‌بایست مدت زمان تمرین طولانی باشد تا اثر هشیاری آزمودنی‌ها نسبت به مورد مطالعه قرار گرفتن کنترل شود، اما تاکنون در فراتحلیل‌های هرچند معدود موجود، به تأثیر دوره‌های ورزشی با مدت زمان کوتاه‌تر از شش ماه توجه چندانی نشده است. همچنین مواردی مانند عدم محاسبه اعتبار داخلی، تنوع روش‌شناسی و تفاوت در متغیرهای موردبررسی و نوع تعریف سندرم متابولیک در مقالات مورد تحلیل در فراتحلیل‌های گذشته، سبب شده است که انجام فراتحلیل‌های آماری جدید برای نتیجه‌گیری قاطع ضروری باشد.

-
1. Publication Bias
 2. Language-Restricted Meta Analyses
 3. Language-Inclusive Meta Analyses

از این رو، به نظر می‌رسد که انجام فراتحلیل در ارتباط با مقالات فارسی و انگلیسی در زمینه تأثیر ورزش بر خطر متابولیک، اهمیت ویژه‌ای دارد. به‌طور کلی، ویژگی‌های منحصربه‌فرد و نوآورانه این فراتحلیل دربرگیرنده محاسبه یک شاخص کمی از وخامت کلی سندرم متابولیک با بررسی تعداد مقالات بیشتر و جدید از دو زبان فارسی و انگلیسی و نیز داشتن طول دوره تمرینی بیشتر از چهار هفته بود تا بتواند تصویر دقیقی از تأثیر تمرین هوازی در دست‌کاری شدت کلی درگیری آزمودنی‌های دارای سندرم متابولیک با این وضعیت پاتولوژیک همراه با تعیین اندازه اثر مربوط به تمرین بر تک‌تک شاخص‌های خطر متابولیک در جمعیت مردان مبتلا به بیماری سندرم متابولیک را فراهم کند؛ بنابراین، هدف از این فراتحلیل بررسی تأثیر تمرین هوازی بر وخامت کلی و مقدار شاخص‌های خطر متابولیک در بیماران مبتلا به سندرم متابولیک بود.

روش پژوهش

طرح پژوهش و روش‌شناسی کاملاً مشابه با فراتحلیل اخیر و مرتبط با آن بود (۶). جستجوی پیشینه پژوهش از سایت مدلاین^۱ و با استفاده از سربرندهای موضوعی زیر (اصطلاحات مش^۲) 'Metabolic Syndrome X' AND ('Exercise' OR 'Training') انجام شد. دومین جستجو نیز توسط سربرندهای موضوعی 'Metabolic Syndrome' OR 'Syndrome X' AND 'Exercise' صورت گرفت. همچنین، معادل‌های فارسی و انگلیسی همین اصطلاحات در سایت گوگل اسکولار^۳ جستجو شدند و مقالات ارجاع‌شده و ارجاع‌کننده مقالات پژوهشی و مروری، به‌صورت دستی برای شناسایی سایر مقالات مرتبط جستجو گردیدند. شاخص‌های شمول مطالعات در فراتحلیل شامل: بررسی تأثیر تمرین هوازی به‌مدت حداقل چهار هفته، انجام مطالعه روی بزرگسالان (بالای ۱۸ سال) دارای سندرم متابولیک (برحسب ملاک‌های موجود از قبیل ملاک مطالعه بزرگ آموزش درمان کلسترول بزرگسالان^۴، فدراسیون بین‌المللی دیابت^۵ و سازمان بهداشت جهانی^۶ و غیره) و فاقد سایر بیماری‌ها و یا وضعیت‌های پاتولوژیک و خاص، چاپ تمام‌متن به زبان فارسی و یا انگلیسی در نشریات معتبر تا پایان آوریل (۲۰۱۵) میلادی و اندازه‌گیری شاخص‌های خطر قلبی - متابولیکی مربوط به سندرم متابولیک شامل: دور کمر، گلوکز ناشتا، فشارخون سیستولی و دیاستولی، لیپوپروتئین پرچگال^۷ و

-
1. MEDLINE
 2. MESH
 3. scholar.google.com
 4. Adult Treatment Panel III (ATPIII)
 5. International Diabetes Federation
 6. World Health Organization
 1. HDL

تری گلیسرید و امتیاز Z سندرم متابولیک (به‌عنوان یک شاخص کمی واحد برای بررسی وخامت کلی خطر متابولیک) بود. لازم‌به‌ذکر است که معمولاً در فراتحلیل‌های گذشته، تنها به محاسبه مقدار تغییرات هریک از شاخص‌های خطر متابولیک اکتفا شده است که برآورد کمی واحدی از تغییرات وخامت سندرم متابولیک به‌دست نمی‌دهد.

در این پژوهش امتیاز z کلی خطر متابولیک به‌عنوان اصلی‌ترین فاکتور موردبررسی قرار گرفت و تفاوت در میانگین هریک از شاخص‌های خطر متابولیک به‌عنوان فاکتورهای ثانویه لحاظ گردید. مقدار تفاوت کل، از حاصل تفاضل مقدار تفاوت ایجادشده در مقدار عددی شاخص‌ها در طول مداخله برای گروه تمرین و کنترل بدست آمد. علاوه‌براین، در صورت عدم ذکر مقدار انحراف استاندارد مربوط به مقدار تفاوت ایجادشده در طول مداخله در مقالات موردبررسی، از فرمول $SD^2 = SD_{pre}^2 + SD_{post}^2 - 2rSD_{pre}SD_{post}$ استفاده گردید که در آن SDpre مربوط به انحراف استاندارد پیش‌آزمون، SDpost مربوط به انحراف استاندارد پس‌آزمون و r همبستگی بین مقادیر پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود. به‌دلیل این‌که مقدار r (غالباً) در پژوهش‌های گذشته ذکر نشده و مقدار واقعی آن نامشخص می‌باشد، همانند مطالعات گذشته (۲۹،۸) از $r=0.5$ استفاده گردید.



شکل ۱- طرح شماتیک فرایند انتخاب پژوهش‌های مورد بررسی

در بررسی سوگیری مطالعات به لحاظ تقسیم نامشخص آزمودنی‌ها توسط فرد غیرمرتبط به پژوهش^۱، کور بودن نوع مداخلات و افت آزمودنی‌ها طی دوره‌های پیگیری بررسی شدند. مشابه فراتحلیل پاتین و همکاران^۲ (۲۰۱۳)، در پژوهش حاضر نیز کیفیت مطالعات با استفاده از مقیاس ۱۱ گزینه‌ای پدرو^۳ شامل: جمع‌آوری داده‌ها بر اساس شاخص منتخب، تقسیم تصادفی، تقسیم نامشخص آزمودنی‌ها توسط

1. Concealed Allocation
2. Pattyn
3. Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale

فرد غیرمرتبط به پژوهش، تشابه ویژگی‌های پیش‌آزمون، یک‌سو کوربودن برای درمانگران و پژوهشگران، یک‌سو کوربودن برای آزمودنی‌ها، جمع‌آوری متغیرهای اصلی از ۸۵ درصد از آزمودنی‌ها، تحلیل تمایل به درمان^۱، مقایسه‌های آماری بین‌گروهی، ارائه اندازه‌گیری در مراحل و فواصل و اندازه‌گیری مقدار تغییرپذیری بررسی گردید. باین‌حال، به‌دلیل عملی‌نبودن رعایت اصل یک‌سو کوربودن آزمودنی‌ها و درمانگران در مداخلات تمرین ورزشی، این دو سؤال حذف شدند. تمام سؤالات چک‌لیست مذکور، دو گزینه‌ای (بله: یک و خیر: دو) بودند. امتیاز نیز حداقل صفر و حداکثر نه بود که در آن ارزش عددی بالاتر، نمایانگر کیفیت بالاتر پژوهش بود (جدول شماره یک). شایان‌ذکر است که اعتبار و پایایی این مقیاس در مطالعات گذشته به اثبات رسیده است (۳۰).

علاوه‌براین، استخراج داده‌ها به‌صورت مستقل توسط دو پژوهشگر انجام شد و اطلاعات در برگه‌های ویژه ثبت گردید. برگه‌های مذکور حاوی بخش‌های مختلفی از قبیل مشخصات مقاله، طرح پژوهش، ویژگی‌های آزمودنی‌ها، ویژگی‌های تمرین ورزشی و متغیرهای موردبررسی در پژوهش بودند. درصورت عدم وجود توافق درمورد موضوعی خاص، نظر داور سوم به‌عنوان ملاک لحاظ گردید. دراین‌میان، یک مقاله (واتکینز^۲ و همکاران (۲۳)) به‌دلیل وجود تناقض اطلاعات آماری در بخش‌های مختلف مقاله کنار گذاشته شد.

همچنین، تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار CMA2^۳ در سطح اطمینان ۰/۹۵ صورت گرفت. برآوردهای کلی نیز با استفاده از مدل اثرات تصادفی بررسی گردید. علاوه‌براین، به‌منظور بررسی ناهمگونی^۴ بین مطالعات، آزمون‌خی‌دو مورداستفاده قرار گرفت و مقدار I^2 بیش از ۵۰ درصد به‌عنوان ناهمگونی قابل‌ملاحظه قلمداد گشت. همچنین، جهت بررسی تأثیر هر مطالعه بر نتایج کلی، تحلیل‌ها با حذف هر مطالعه از مدل انجام شد. سوگیری انتشار نیز به‌صورت دیداری توسط فونل پلات^۵ بررسی گشت و برآوردهای حاصل از مدل اثرات تصادفی رسم گردید.

-
1. Intent-to-Treat Analysis
 2. Watkins
 3. Comprehensive Meta Analyze Version 2
 4. Heterogeneity
 5. Funnel Plot

جدول ۱- امتیازات PEDro مربوط به مقالات مورد بررسی در فراتحلیل

پژوهش های دارای امتیاز Z سندرم متابولیک به عنوان فاکتور								
توماس و همکاران (۲۰۱۳)	مالین و همکاران (۲۰۱۳)	کمار و همکاران (۲۰۱۳)	جانسون و همکاران (۲۰۰۷)	گینس و همکاران (۲۰۱۵)	ازنست و همکاران (۲۰۱۳)	دومورتیر و همکاران (۲۰۰۹)	بالدوچی و همکاران (۲۰۱۰)	
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	اساس شاخص منتخب
۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	تقسیم تصادفی
۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	تقسیم آزمودنی توسط فرد غیرمرتبط
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	تشابه ویژگی های پیش آزمون
۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	یک سو کور بودن پژوهشگران
۰	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۰	جمع آوری فاکتور اولیه از ۸۵ درصد از آزمودنی ها
۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	تحلیل تمایل به درمان
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	مقایسه آماری بین گروهی
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	اندازه گیری در مراحل و فواصل
۵	۷	۴	۵	۷	۷	۶	۵	امتیاز کل PEDro
پژوهش های فاقد امتیاز Z سندرم متابولیک (مورد استفاده برای تحلیل فاکتورهای ثانویه)								
تچونا و همکاران (۲۰۰۸)	ایروینگ و همکاران (۲۰۰۹)	گومز و همکاران (۲۰۰۸)	دومورتیر و همکاران (۲۰۰۹)	بالدوچی و همکاران (۲۰۱۰)	بایاتی و همکاران (۱۳۹۲)*	آزالی علمداری (۱۳۹۴)*	آزالی علمداری و روحانی (۱۳۹۴)*b	آزالی علمداری و روحانی (۱۳۹۴)*a
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۷	۷	۶	۶	۸	۶	۶	۶	۶
امتیاز کل PEDro								

*: این مقالات امتیاز Z سندرم متابولیک را محاسبه کرده بودند، اما به دلیل ناهمگونی در بخش فاکتور اصلی این فراتحلیل کنار گذاشته شدند.

جدول ۴- مقالات مورد بررسی در فراتحلیل لاکتوز آمالی و لاکتوزهای ثانویه مورد پژوهش

لاکتوز	مداخله	مدت پژوهش	میانگین سنی (سال)	جنسیت مرد/زن	تعداد آزمودنی پیش/آزمون پس آزمون	گروهها	صرف سازی	شاخص MetS	نوع پژوهش	نویسنده (سال)
ZMetS, WC, FBS, MAP, HDL, TG	دندان یا مصرف لوزی حدود ۱۲ سال	۱۲ هفته	۵۱	۱۴/۱۵	۲۰۳۰	نیمین هماری	شیر	ATPIII 2001	کارآزمایی بالینی تصادفی	تسن و همکاران (۲۰۱۱)
Other: Body mass, VO2, strength, ATPIII score	۱۰ تا ۲۰ گرم در روز	۱۲ هفته	-	-	-	نیمین هماری	-	-	-	-
ZMetS, WC, FBS, MAP, HDL, TG	به جله در حلقه	۱۲ هفته	۵۵	مرد	۱۷۱۴	نیمین کنترل	یله	ATPIII 2001	کارآزمایی تصادفی	نسرینجی و همکاران (۲۰۱۴)
Other: Insulin, HOMA-IR, BDNF	به جله در حلقه یا ۵۰ تا ۱۰۰ گرم در روز	۱۲ هفته	۵۴	مرد	۹۰۱۴	نیمین کنترل	یله	ATPIII 2001	کارآزمایی تصادفی	ایست و همکاران (۲۰۱۳)
ZMetS, WC, FBS, MAP, HDL, TG	۱۲ KKW به جله در حلقه	۱۲ هفته	۵۴	زن	۱۰۷۱۰۴	نیمین کنترل	یله	ATPIII 2001	کارآزمایی تصادفی	گلس و همکاران (۲۰۱۵)
Other: Body mass, VO2, TC	۱۶ KKW به جله در حلقه	۱۲ هفته	۵۰	مرد	۵۸۵۷	نیمین کنترل	شیر	ATPIII 2001	کارآزمایی تصادفی	چاکسن و همکاران (۲۰۰۷)
ZMetS, WC, FBS, MAP, HDL, TG	در حلقه	۱۲ هفته	۵۰	مرد	۶۶۶۶	نیمین کم یا شدت زیاد	شیر	ATPIII 2001	کارآزمایی تصادفی	چاکسن و همکاران (۲۰۰۷)
Other: CRP	۱۴ KKW به جله در حلقه	۱۲ هفته	۵۴	مرد	۶۷۵۰	نیمین کم یا شدت زیاد	شیر	ATPIII 2001	کارآزمایی تصادفی	چاکسن و همکاران (۲۰۰۷)
ZMetS, WC, FBS, MAP, HDL, TG	۱۲ KKW به جله در حلقه	۱۲ هفته	۵۴	زن	۵۱۵۴	نیمین کنترل	شیر	ATPIII 2001	کارآزمایی تصادفی	کلمر و همکاران (۲۰۱۳)
Other: Body mass, HOMA-IR,	-	-	۵۵	زن	۶۳۵۱	نیمین کنترل	شیر	ATPIII 2001	کارآزمایی تصادفی	کلمر و همکاران (۲۰۱۳)
ZMetS, WC, FBS, MAP, HDL, TG	۱۲ KKW به جله در حلقه	۱۲ هفته	۵۴	مرد	۱۷۱۱	نیمین و رژیم معمولی	شیر	ATPIII 2001	کارآزمایی تصادفی	باجن و همکاران (۲۰۱۱)
Other: 10-year CHD risk	۱۲ KKW به جله در حلقه	۱۲ هفته	۵۴	مرد	۱۰۱۱۰	نیمین و رژیم وگن/بهدار	شیر	ATPIII 2001	کارآزمایی تصادفی	باجن و همکاران (۲۰۱۱)
ZMetS, WC, FBS, MAP, HDL, TG	۱۲ KKW به جله در حلقه	۱۲ هفته	۵۴	مرد	۱۷۱۱	نیمین و رژیم معمولی	شیر	ATPIII 2001	کارآزمایی تصادفی	باجن و همکاران (۲۰۱۱)
Other: Body mass, HOMA-IR, HbA1c	۱۲ KKW به جله در حلقه	۱۲ هفته	۵۴	مرد	۱۷۱۱	نیمین و رژیم معمولی	شیر	ATPIII 2001	کارآزمایی تصادفی	باجن و همکاران (۲۰۱۱)
ZMetS, WC, FBS, MAP, HDL, TG	۱۲ KKW به جله در حلقه	۱۲ هفته	۵۴	مرد	۱۷۱۱	نیمین و رژیم معمولی	شیر	ATPIII 2001	کارآزمایی تصادفی	باجن و همکاران (۲۰۱۱)
Other: MetS risk factors count	۱۲ KKW به جله در حلقه	۱۲ هفته	۵۴	مرد	۱۷۱۱	نیمین و رژیم معمولی	شیر	ATPIII 2001	کارآزمایی تصادفی	باجن و همکاران (۲۰۱۱)

جدول ۲. مقالات مورد بررسی در فراتحلیل آماتوزی و سایر پارامترهای فیزیولوژی

نمونه	مداخله	مدت	میانگین	چشمیت	تعداد آزمودنی	گروهها	سن	مصرف دارو	شاخص	نوع	نویسنده (سال)
نمونه	مداخله	مدت	میانگین	چشمیت	تعداد آزمودنی	گروهها	سن	مصرف دارو	شاخص	نوع	نویسنده (سال)
ZMets, WC, FBS, MAP, HDL _c , TG Other: neutrotrophias, Testosterone,	سه جلسه تمرین در هفته یا شدت Vo2peak از ۲۰ تا ۵۰ درصد از Vo2peak	۵۷ هفته	۵۷ مرد	مرد	۱۷۱۱	تمرین کنترل	۳۸	نه	ATPIII 2001	کارزایی ششگی	آزگی عثمانی و SPJ دولتی (۱۳۱۲)
ZMets, WC, FBS, MAP, HDL _c , TG	سه جلسه تمرین در هفته یا شدت Vo2peak از ۲۰ تا ۵۰ درصد از Vo2peak	۵۵ هفته	۵۵ مرد	مرد	۶۷۵	تمرین کنترل	۳۸	نه	ATPIII 2001	کارزایی ششگی	آزگی عثمانی و JEM دولتی (۱۳۱۲)
ZMets, WC, FBS, MAP, HDL _c , TG	سه جلسه تمرین در هفته یا شدت MHR از ۲۰ تا ۶۰ درصد از MHR	۵۵ هفته	۵۵ مرد	مرد	۵۷۹۹	تمرین کنترل	۳۸	نه	ATPIII 2001	کارزایی ششگی	آزگی عثمانی و (۱۳۱۲)
ZMets, WC, FBS, MAP, HDL _c , TG	سه جلسه تمرین در هفته یا شدت MHR از ۲۰ تا ۶۰ درصد از MHR	۵۵ هفته	۵۵ مرد	مرد	۱۷۱۱	تمرین کنترل	۳۸	نه	ATPIII 2001	کارزایی ششگی	آزگی عثمانی و JEM دولتی (۱۳۱۲)
HDL _c , TG, WC	دو جلسه تمرین هفتگی در هفته یا شدت ۲۰ تا ۷۰ درصد از Vo2peak	۱۲ هفته	۴۲	مرد	۶۷۲۰	تمرین کنترل	۳۸	نه	WHO	کارزایی ششگی	بلموچی و همکاران (۲۰۱۱)
HDL _c , TG, FBS Other: TC, LDL _c , Insulin	سه جلسه تمرین در هفته یا شدت حداکثر افزایش درصد Vo2peak	۵۲ هفته	۵۲ مرد	مرد	۱۷۱۱	تمرین کنترل	۳۸	نه	WHO	کارزایی ششگی	دومبرو و همکاران (۲۰۰۹)
WC, FBS, HDL _c , TG Other: TC, LDL, BMI	سه جلسه تمرین در هفته یا شدت استقامت	۱۶ هفته	۴۵	مرد	۱۰۷۱۰	تمرین کنترل	۳۸	نه	انجمن التهاب امریکا	کارزایی ششگی	گوز و همکاران (۲۰۰۸)
WC, FBS, MAP, HDL _c , TG	دو جلسه تمرین در هفته یا شدت تولید اسید لاکتات	۱۶ هفته	۴۹	مرد	۱۰۷۱۰	تمرین کنترل	۳۸	نه	IDF	کارزایی ششگی	لوروتگ و همکاران (۲۰۰۹)
FBS, MAP, HDL _c , TG	سه جلسه تمرین در هفته یا شدت Vo2max از ۲۰ تا ۷۰ درصد از Vo2max	۱۶ هفته	۵۲	مرد	۶۷۵	تمرین کنترل	۳۸	نه	WHO	کارزایی ششگی	تویا و همکاران (۲۰۰۸)

نمونه، متغیرهای اندازه گیری شده؛ WC، وزن کل بدن؛ HDL_c، کلسترول خوب؛ TG، تری‌گلیسرید؛ FBS، قند خون ناشتا؛ MAP، فشار متوسط سیستولیک؛ HDL_c، کلسترول خوب؛ TC، کلسترول کل؛ LDL_c، کلسترول بد؛ BMI، شاخص توده بدنی؛ MHR، حداکثر ضربان قلب؛ MHR، حداکثر ضربان قلب؛ Vo2peak، حداکثر مصرف اکسیژن؛ ATPIII، آزمون تست ورزش استاندارد؛ WHO، سازمان بهداشت جهانی؛ IDF، انجمن دیابت بین‌المللی؛ انجمن التهاب آمریکا، انجمن التهاب آمریکا.

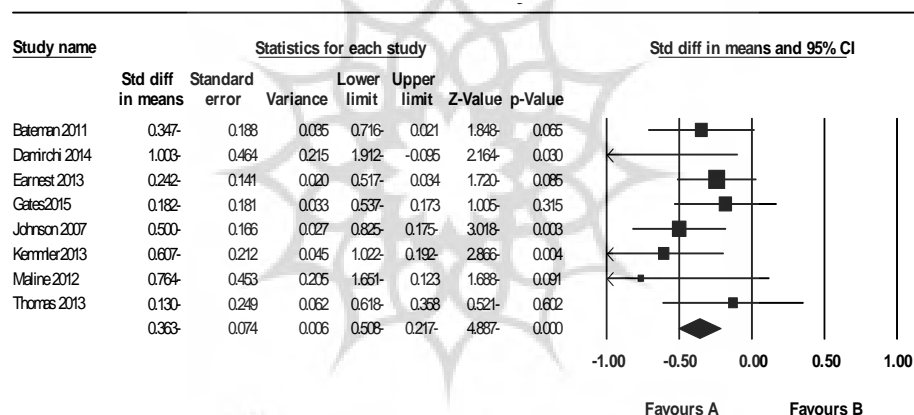
نتایج

در ارتباط با مقالات لحاظ‌کننده امتیاز Z سندرم متابولیک به‌عنوان فاکتور (فاکتور اصلی موردفرا تحلیل)، از میان ۴۲۴۹ مطالعه (احتمالاً) مرتبط جستجو شده، ۱۷ مقاله (جدول شماره دو) با شاخص‌های شمول در پژوهش همخوانی داشتند (۴۶-۳۱، ۷). طرح شماتیک جستجوی ادبیات پژوهش و انتخاب آن‌ها در شکل شماره یک نمایش داده شده است. با توجه به این‌که چهار پژوهش (۴۵، ۳۶، ۳۵، ۳۱) تکرار مطالعات دیگر (۴۶، ۳۷، ۳۴) بودند (از قبیل استفاده از همان جمعیت و پروتکل مورد مطالعه)؛ بنابراین، از بین آن‌ها کامل‌ترین مقالات مورد تحلیل قرار گرفتند که برخی از آن‌ها از انواع تمرینی متفاوت (۴۰، ۳۸، ۷) (شامل برنامه‌های تمرین هوازی، مقاومتی و ترکیبی) و یا از رژیم غذایی معمول و پرکربوهیدرات همراه با تمرین استفاده کرده بودند (۴۲). در این پژوهش تنها نتایج مربوط به تمرین هوازی و رژیم غذایی معمولی بررسی گردید. در میان پژوهش‌های مورد بررسی، یک پژوهش به مدت ۱۲ سال و به صورت طولی انجام شده بود (۴۱) که به دلیل عدم تخلیص اثر افزایش سن آزمودنی‌های میان‌سال از اثر تمرین ورزش، از تحلیل کنار گذاشته شد.

ویژگی‌های هشت پژوهش مورد مطالعه در جدول شماره یک ارائه شده است. تمام مطالعات در فاصله بین سال‌های (۲۰۰۷) تا (۲۰۱۵) و در زمینه تأثیر تمرین هوازی بر آزمودنی‌های دارای سندرم متابولیک منتشر شده بودند و در تمام آن‌ها تشخیص سندرم متابولیک و محاسبه امتیاز Z سندرم متابولیک بر مبنای ملاک ATP III انجام شده بود. شایان ذکر است که ۵۶۱ آزمودنی در گروه‌های تمرین هوازی (۲۸۸ نفر) و کنترل (۲۷۳) قرار گرفته بودند که میانه سنی آن‌ها ۵۵ سال بود (بین ۵۰ تا ۶۵ سال). در میان پژوهش‌ها، چهار پژوهش هم زنان و هم مردان را بررسی کرده بود و دو پژوهش تنها زنان و دو پژوهش نیز تنها مردان را مورد بررسی قرار داده بود (که در مجموع، تعداد آن‌ها ۴۰۷ زن و ۱۵۴ مرد بود (شامل ۸۰ مرد تمرین، ۲۰۸ نفر زن تمرین، ۷۴ نفر مرد کنترل و ۱۹۹ نفر زن کنترل)). علاوه بر این، استفاده از دارو در چهار پژوهش گزارش شده بود (۴۳، ۳۸، ۳۷، ۳۴) که شامل داروهای کاهشنده فشارخون، چربی خون و قندخون بود. مدت مداخلات مورد بررسی نیز بین شش هفته تا هشت ماه (میانه چهار ماه) نوسان داشت. تعداد جلسات تمرین نیز بین سه تا پنج جلسه در هفته (میانه سه جلسه) متغیر بود. در پژوهش‌های مورد بررسی از پیاده‌روی، دویدن و رکاب‌زنی به‌عنوان نوع تمرین استفاده شده بودند. علاوه بر این، شدت تمرین بین متوسط (مطابق با حداکثر اکسایش چربی) تا بالا (۸۰ درصد از حداکثر ضربان قلب) نوسان داشت. شایان ذکر است که در تمام پژوهش‌ها برنامه تمرین نظارت‌شده انجام شده بود، اما در تعدادی از آن‌ها برخی جلسات در هفته نیز شامل تمرین غیرنظارت‌شده بود. نتایج تحلیل کیفیت پژوهش‌های مورد بررسی با استفاده از مقایسه پدرو در

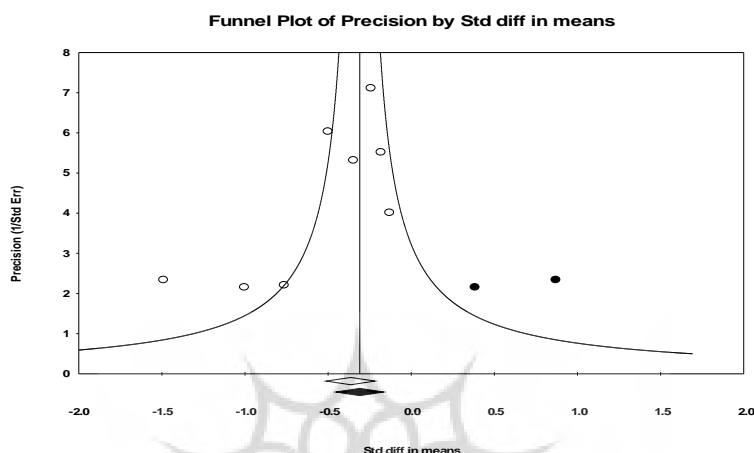
جدول شماره دو ارائه شده است. همان‌طور که مشخص است، میانه امتیاز پرو برابر با شش بوده و در دامنه بین پنج تا هفت نوسان داشته است.

در این بخش، نتایج ۱۵ مقاله مربوط به فاکتور اصلی در مورد تأثیر تمرین هوازی بر امتیاز Z سندرم متابولیک به فراتحلیل وارد گردید. از آنجایی که برخی از پژوهش‌ها اندازه اثر بسیار بالایی داشتند که باعث ایجاد ناهمگونی در فراتحلیل می‌شد؛ در تحلیل سوگیری انتشار، سه پژوهش (۳۲، ۳۳، ۴۶) به روش حذف موردی کنار گذاشته شد و در نهایت، هشت مقاله (شکل شماره دو) مورد تحلیل نهایی قرار گرفت.



شکل ۲- متوسط اندازه اثر خالص و با فاصله اطمینان ۹۵ درصد برای تأثیر تمرین هوازی بر امتیاز Z سندرم متابولیک

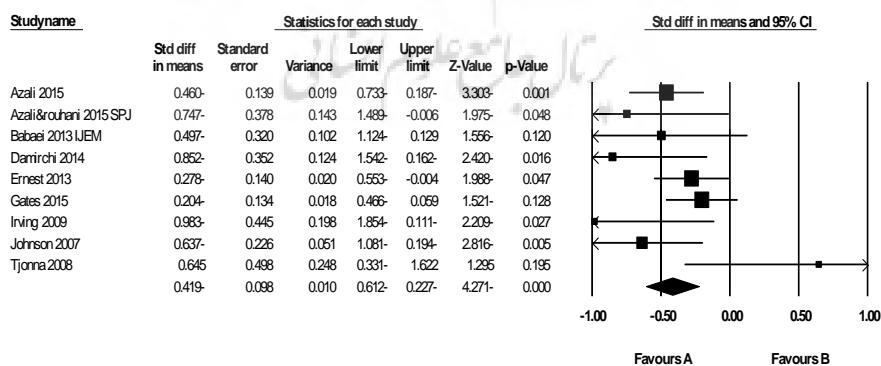
نتایج نشان می‌دهد که تمرین هوازی باعث کاهش امتیاز Z سندرم متابولیک می‌شود ($I^2=4.46\%$ ، $P=0.001$). با این حال، پس از استفاده از روش چینش و تکمیل، دو پژوهش توسط نرم‌افزار به سمت راست نمودار کیفی (شکل شماره سه) اضافه گردید و اندازه اثر اصلاح شده از $(-0/36)$ (شکل شماره دو) به $(-0/33)$ (با فاصله اطمینان ۹۵ درصد بین $0/48$ و $-0/18$) رسید. شایان ذکر است که اندازه اثر سه پژوهش معنادار نبود (شکل شماره دو).



شکل ۳- نمودار کیفی مربوط به تأثیر تمرین هوازی بر امتیاز Z سندرم متابولیک

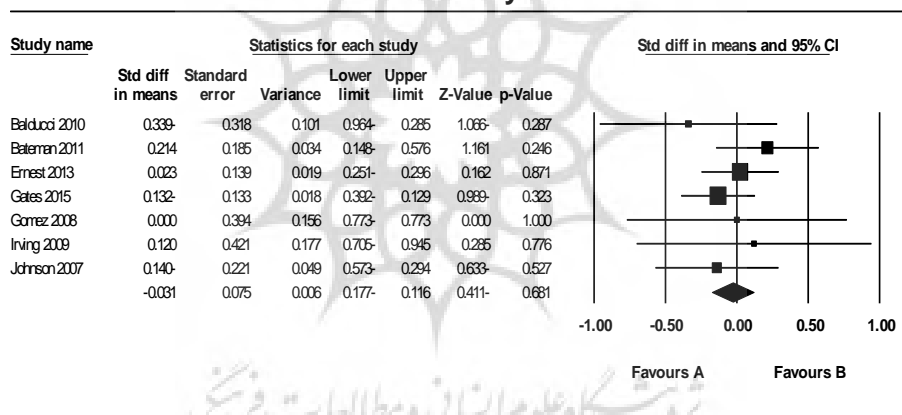
فاکتورهای ثانویه در مورد تأثیر ورزش بر مقدار هریک از شاخص‌های خطر مرتبط با سندرم متابولیک در ذیل ارائه شده اند.

قندخون ناشتا: از میان مقالات مورد تحلیل، ۱۴ مقاله قندخون ناشتا را به‌عنوان فاکتور گزارش کرده بودند که وارد فراتحلیل شدند، اما در تحلیل سوگیری انتشار، پنج پژوهش (۴۸، ۴۷، ۴۳، ۳۳، ۷)، به‌دلیل ایجاد ناهمگونی به روش حذف موردی از تحلیل کنار گذاشته شدند و در نهایت، نتایج نه مقاله مورد تحلیل قرار گرفت (شکل شماره چهار).



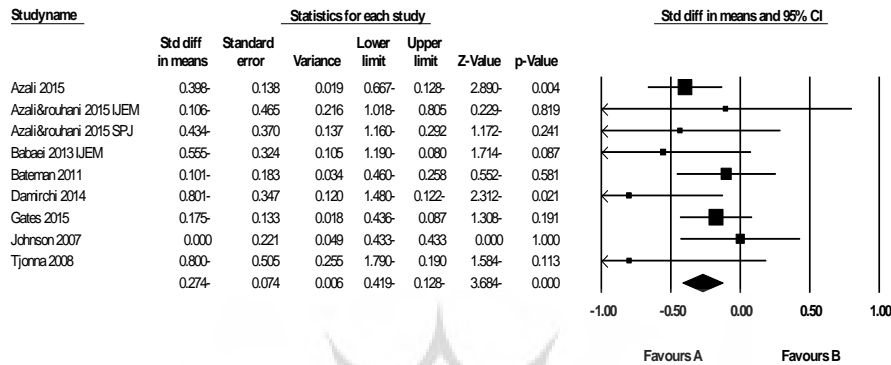
شکل ۴- متوسط اندازه اثر خالص و با فاصله اطمینان ۹۵ درصد برای تأثیر تمرین هوازی بر قندخون ناشتا

بررسی نه مقاله نشان می‌دهد که تمرین هوازی باعث کاهش قندخون ناشتا می‌شود ($I^2=37.64\%$, $P=0.001$). پس از استفاده از روش چینش و تکمیل، دو پژوهش توسط نرم‌افزار به سمت راست نمودار کیفی اضافه گردید و اندازه اثر از $(-0/41)$ به $(-0/36)$ (با فاصله اطمینان ۹۵ درصد بین $-0/55$ و $-0/16$) رسید. شایان ذکر است که اندازه اثر سه پژوهش موردبررسی معنادار نبود (شکل شماره چهار). لیپوپروتئین پرچگال: در بررسی تأثیر تمرین هوازی بر مقدار لیپوپروتئین پرچگال، نتایج ۱۵ مقاله وارد فراتحلیل گردید، اما در تحلیل سوگیری انتشار، هشت پژوهش (۴۹ ، ۴۸ ، ۴۳ ، ۳۷ ، ۳۵ - ۳۲) به دلیل ایجاد ناهمگونی به روش حذف موردی از تحلیل کنار گذاشته شد و نتایج هفت پژوهش موردتحلیل قرار گرفت (شکل شماره پنج).



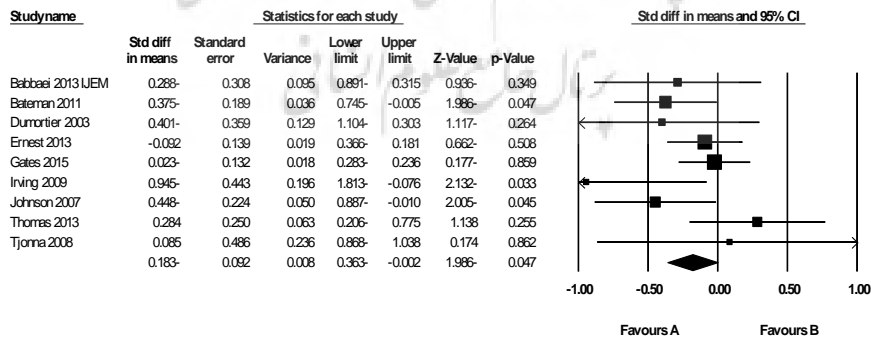
شکل ۵- متوسط اندازه اثر خالص و با فاصله اطمینان ۹۵ درصد برای تأثیر تمرین هوازی بر مقدار لیپوپروتئین پرچگال

بررسی‌ها بیانگر این است که تمرین هوازی باعث افزایش لیپوپروتئین پرچگال می‌شود ($I^2=0\%$, $P=0.001$). پس از استفاده از روش چینش و تکمیل، هیچ پژوهشی توسط نرم‌افزار به نمودار کیفی اضافه نشد و اندازه اثر برابر با $(0/03)$ (با فاصله اطمینان ۹۵ درصد بین $-0/17$ و $0/11$) محاسبه گردید. لازم به ذکر است که اندازه اثر هیچ‌یک از مطالعات موردبررسی معنادار نبود (شکل شماره پنج). نتایج فشار فشار متوسط سرخرگی در ذیل ارائه شده است. درمیان پژوهش‌ها، نه مورد (شکل شماره شش) مقدار فشار متوسط سرخرگی را به‌عنوان فاکتور گزارش کرده بودند که وارد فراتحلیل شدند و مشاهده شد که تمرین هوازی باعث کاهش فشار متوسط سرخرگی می‌شود ($I^2=3.19\%$, $P=0.001$).



شکل ۶- متوسط اندازه اثر خالص و با فاصله اطمینان ۹۵ درصد برای تأثیر تمرین هوازی بر مقدار فشار متوسط سرخرگی

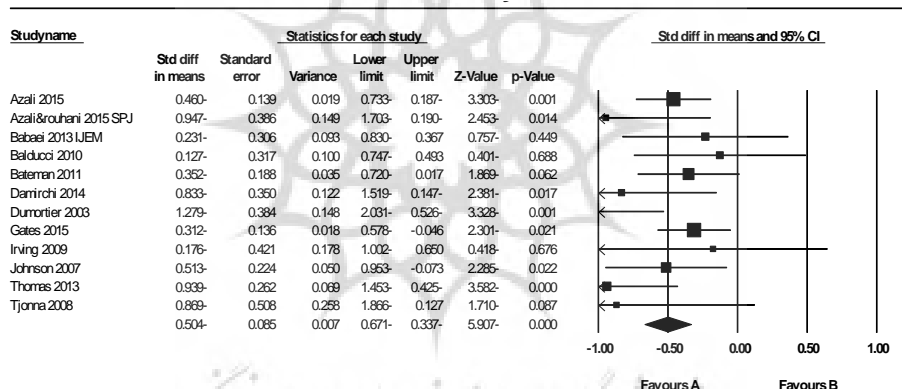
علاوه بر این، در تحلیل سوگیری انتشار، دو پژوهش به سمت راست نمودار کیفی اضافه گردید و اندازه اثر اصلاح شده از $(-۰/۲۷)$ به $(-۰/۲۳)$ (با فاصله اطمینان ۹۵ درصد بین $-۰/۴۰$ و $-۰/۰۶$) رسید. لازم به ذکر است که اندازه اثر دو پژوهش مورد بررسی معنادار بود (شکل شماره شش). تری گلیسرید: در این بخش از پژوهش نتایج ۱۵ مقاله وارد فراتحلیل گردید (شکل شماره هفت) که شش مورد از آن‌ها (۵۰، ۳۹، ۳۷، ۳۴-۳۲) به دلیل ایجاد ناهمگونی به روش حذف موردی از تحلیل کنار گذاشته شد و نتایج نه مقاله (شکل شماره هفت) مورد تحلیل قرار گرفت.



شکل ۷- متوسط اندازه اثر خالص و با فاصله اطمینان ۹۵ درصد برای تأثیر تمرین هوازی بر مقدار تری گلیسرید

در بررسی نتایج مشاهده می‌شود که تمرین هوازی منجر به کاهش تری‌گلیسرید می‌شود (P=0.001 I²=29.99%) در این بخش و در تحلیل سوگیری انتشار، دو پژوهش به سمت راست نمودار کیفی اضافه شد و اندازه اثر اصلاح‌شده از (-۰/۱۸) به (-۰/۱۰) (با فاصله اطمینان ۹۵ درصد بین -۰/۳۰ و ۰/۰۸) رسید. شایان‌ذکر است که اندازه اثر سه پژوهش موردبررسی معنادار بود (شکل شماره هفت).

دور کمر: در بررسی تأثیر تمرین هوازی بر مقدار دور کمر، نتایج ۱۴ مقاله وارد فراتحلیل گردید که از میان آن‌ها، دو پژوهش (۴۷، ۳۳) به دلیل ایجاد ناهمگونی به روش حذف موردی از تحلیل کنار گذاشته شد و نتایج ۱۲ مقاله (شکل شماره هشت) موردتحلیل قرار گرفت.



شکل ۸- متوسط اندازه اثر خالص و با فاصله اطمینان ۹۵ درصد برای تأثیر تمرین هوازی بر مقدار دور کمر

نتایج تحلیل نشان می‌دهد که تمرین هوازی باعث کاهش دور کمر می‌شود (P=0.001 I²=26.23%). همچنین در تحلیل سوگیری انتشار، سه پژوهش به سمت راست نمودار کیفی اضافه گردید و اندازه اثر اصلاح‌شده از (-۰/۵۰) به (-۰/۴۰) (با فاصله اطمینان ۹۵ درصد بین -۰/۵۹ و -۰/۲۰) رسید. لازم‌به‌ذکر است که اندازه اثر چهار پژوهش موردبررسی معنادار نبود (شکل شماره هشت).

بحث و نتیجه‌گیری

مهم‌ترین یافته پژوهش این بود که تمرین هوازی در آزمودنی‌های دارای سندرم متابولیک، اثر متوسطی (d=-0.33) بر کاهش امتیاز Z سندرم متابولیک به‌عنوان یک ملاک کمی از وخامت کلی خطر متابولیک دارد که آن را از سایر پژوهش‌های موجود متمایز می‌کند و بدین‌لحاظ کاملاً نوآوری دارد.

فرا تحلیل‌های انجام‌شده موجود در مورد ارزیابی تأثیر تمرین هوازی یا سایر انواع تمرین بر سندرم متابولیک (۲۰، ۱۳، ۶)، بر تک‌تک مؤلفه‌های سندرم متابولیک به صورت جداگانه تمرکز کرده‌اند. با توجه به این‌که مؤلفه‌های خطر سندرم متابولیک شامل پیوستاری از شاخص‌های خطر می‌باشد (از قبیل قند خون بالا، چربی خون بالا، چاقی مرکزی و فشار خون بالا، دفع آلبومین ادراری) و تعاریف مختلفی برای آن وجود دارد (۵۱)، ارائه چندین اندازه اثر در هر فراتحلیل (حداقل یک اندازه اثر ویژه برای هر شاخص خطر) می‌تواند باعث ایجاد سردرگمی شود. از سوی دیگر و طبق تعاریف موجود، با دارا بودن حداقل سه شاخص خطر از بین پنج شاخص خطر قراردادی، فرد به‌عنوان بیمار دارای سندرم متابولیک شناخته می‌شود و این احتمال وجود دارد که برخی از بیماران سندرم متابولیک در یک‌سو از بازه خطر متابولیک واقع باشند (۳۷)؛ لذا، ممکن است برخی از بیماران سندرم متابولیک دارای فشارخون و یا قندخون بالا و یا سایر شاخص‌های خطر نباشند و از این‌رو، ارائه پنج اندازه اثر برای بیمارانی که به‌عنوان مبتلایان به سندرم متابولیک شناسایی شده‌اند (درحالی‌که تنها سه شاخص خطر در آن‌ها موجود می‌باشد) می‌تواند گنگ‌کننده باشد. در برخی از فراتحلیل‌های گذشته (۲۰، ۱۳) نیز برطرف‌شدن یا باقی‌ماندن هریک از شاخص‌های خطر متابولیک در هر آزمودنی در پاسخ به تمرین از طریق بررسی شاخص تفاوت ریسک و یا نسبت برتری موردتحلیل واقع شده است؛ بنابراین، ممکن است یک نفر قبل از تمرین دارای تری‌گلیسرید برابر با ۱۵۲ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر خون باشد که بالاتر از ارزش قراردادی ۱۵۰ به‌عنوان مرز خطر است (فرد به‌عنوان شخص دارای چربی خون بالا شناسایی می‌شود و یک شاخص خطر از بین پنج شاخص قطعی می‌گردد) و پس از تمرین این مقدار به ۱۴۸ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر که به‌عنوان دارا بودن چربی خون طبیعی شناخته می‌شود نزول کند (یک شاخص خطر برطرف می‌شود)؛ درحالی‌که عملاً تفاوت بسیار ناچیزی در مقدار چربی خون بروز کرده است که قابل چشم‌پوشی می‌باشد؛ بنابراین، چنین مواردی از محدودیت‌های جدی در نتایج پژوهش‌های آزمایشی و فراتحلیل‌های موجود هستند که از امتیاز ATPIII به‌عنوان تعداد شاخص‌های خطر متابولیک در هر فرد استفاده کرده‌اند؛ درحالی‌که استفاده از امتیاز Z سندرم متابولیک، ارزش کمی خطر متابولیک در بین مؤلفه‌های مختلف خطر (که دارای واحدهای اندازه‌گیری متفاوت هستند) را به صورت واحد و با استفاده از مقیاس استاندارد نمایش می‌دهد. در پژوهش حاضر پاسخ امتیاز Z سندرم متابولیک به‌عنوان یک ملاک کمی واحد از تغییرات کلی خطر متابولیک در پاسخ به تمرین هوازی بررسی شد که به‌عنوان یک متغیر پیوسته، حساسیت بالایی نسبت به تغییرات نسبتاً بزرگ (به‌عنوان مثال، براساس ملاک ATPIII، کاهش سطح تری‌گلیسرید خون از ۲۵۰ به ۱۵۴ میلی‌گرم بر دسی‌لیتر باعث خروج فرد از محدوده خطر نمی‌شود، اما می‌تواند تأثیر چشمگیری بر Z

سندرم متابولیک اعمال کند) در مقدار هر کدام از شاخص‌های خطر متابولیک دارد (۴۶). البته، می‌بایست یادآور شد که اندازه اثر مشاهده شده برای امتیاز Z سندرم متابولیک (۰/۳۳-) در حد متوسط قرار داشت. در تقسیم‌بندی‌های موجود، اندازه‌های اثر کوچک‌تر از (۰/۳) به‌عنوان ضعیف، مابین (۰/۳) تا (۰/۸) به‌عنوان متوسط و بالاتر از (۰/۸) به‌عنوان بزرگ در نظر گرفته می‌شوند (۵۲)؛ بنابراین، علی‌رغم این‌که مشاهده تأثیر متوسط تمرین هوازی بر بهبود وخامت کلی خطر متابولیک در آزمودنی‌های میان‌سال مبتلا به سندرم متابولیک بر اثرات بالینی ارتقای آمادگی بدنی تأکید مجدد می‌کند، اما ارزش‌های عددی متوسط اندازه اثر بیانگر آن است که بیماران می‌بایست از سایر رفتارهای بهداشتی و خودمراقبتی از قبیل پیروی از رژیم غذایی، مصرف دارو و فعالیت بدنی غافل نشوند. همچنین، تعیین تأثیر عوامل فوق و متغیرهایی مانند سن، جنسیت، نژاد و پارامترهای تمرینی در فراتحلیل‌های آینده می‌تواند بسیار ارزشمند باشد. علاوه‌براین، مشاهده این‌که اندازه اثر انفرادی اکثر مقالات مورد فراتحلیل در مورد امتیاز Z سندرم متابولیک و یا مؤلفه‌های خطر معنادار نبود، از این نکته که می‌بایست نقش سایر متغیرهای تعدیل‌کننده در فراتحلیل‌های آینده مورد ارزیابی قرار گیرد بیشتر حمایت می‌کند.

همچنین، با توجه به این‌که تعیین تأثیر تمرین هوازی بر وخامت کلی خطر متابولیک در این پژوهش نوآوری دارد و شواهد مشابه هنوز فراهم نشده است و نیز با در نظر داشتن محدودیت‌های احتمالی آن به‌نظر می‌رسد که نتایج این فراتحلیل می‌تواند در ارزیابی کیفیت کارهای پژوهشی و در فرایند شمول و یا رد اولیه مقالات در روند داوری مجلات نیز تاحدودی کمک‌رسان باشد. در این راستا، در بخش نتایج همین فراتحلیل مشاهده شد که تعدادی از مقالات منتشر شده در مجلات معتبر داخلی و خارجی مربوط به نویسندگان همین فراتحلیل و یا نوشته شده توسط سایر پژوهشگران، به دلیل دارا بودن اندازه اثر نامتعارف و ناهمگونی با نتایج سایر پژوهشگران از روند فراتحلیل خارج شدند. اگرچه، یک دلیل ناهمگونی می‌تواند به غربال‌گری بسیار سخت‌گیرانه و استفاده از آزمودنی‌های دارای وضعیت متابولیک نه‌چندان وخیم در مطالعات مذکور مربوط باشد، باین‌حال، نشانگر آن است که نتایج تمام پژوهش‌ها قابل‌تعمیم به کل بیماران مبتلا به سندرم متابولیک نمی‌باشد و یا این‌که دلایل دیگری سبب بروز اندازه اثر نامتعارف در آن‌ها شده است که نیازمند بررسی است؛ بنابراین، حداقل محاسبه اندازه اثر برای پیش‌نویس مقالات و یا سایر کارهای پژوهشی می‌تواند در بازنگری برخی از اشتباهات روش‌شناختی و یا کاهش سوگیری انتشار کمک‌کننده باشد.

علاوه‌براین، بخش دیگری از یافته‌ها نشان داد که تمرین هوازی در بیماران سندرم متابولیک به‌جز در مورد لیپوپروتئین‌پرچگال، اثر معناداری بر بهبود هریک از شاخص‌های خطر متابولیک (گلوکز ناشتا، تری‌گلیسرید، فشار متوسط‌سرخرگی و دور کمر) دارد؛ در حالی‌که در فراتحلیلی که اخیراً در مورد

تأثیر تمرین بر عوامل خطر متابولیکی ایجادکننده سندرم متابولیک انجام گرفت (۶) ، تنها تأثیر فشارخون، لیپوپروتئین پرچگال و دور کمر معنادار بود. در فراتحلیلی دیگر در ارتباط با بررسی تأثیر دست‌کاری سبک زندگی شامل تمرین ورزشی و رژیم غذایی بر شاخص‌های خطر متابولیک نیز اندازه اثر مربوط به لیپوپروتئین پرچگال معنادار نبود (۲۰). علت ناهمخوانی نتایج می‌تواند مربوط به این باشد که ملاک‌های تشخیص سندرم متابولیک شامل دامنه‌ای از شاخص‌های خطر متابولیکی تا قلبی - عروقی هستند (۷) و احتمالاً در برخی از آزمودنی‌ها، کفه ترازو تنها به یک سمت از این بازه خطر قلبی - عروقی - متابولیکی سنگینی می‌کند (۴۶)؛ بنابراین، این احتمال وجود دارد که اثرات فعالیت بدنی بر شاخص‌های خطر متابولیک در تمامی آزمودنی‌ها به صورت یکسان اتفاق نیفتد. همچنین، کاربرد ملاک ATPIII در جمعیت‌های آسیایی سبب کم‌برآوردی تعداد افراد در معرض خطر می‌گردد و می‌بایست از ارزش عددی پایین‌تری برای برخی از شاخص‌های خطر متابولیک استفاده شود (۵۳). بدین ترتیب، در مطالعات آینده، بهبود ملاک‌های تشخیصی جهت تعیین تأثیر تمرین بدنی بر سندرم متابولیک ضرورت دارد. علاوه‌براین، دلیل دیگر عدم همخوانی می‌تواند با انتخاب پژوهش‌ها مرتبط باشد؛ به‌عنوان مثال، در فراتحلیل پاتین و همکاران (۶) تعداد پژوهش‌های موردبررسی، پنج تا هفت مورد بوده است و نتایج انواع گروه‌بندی‌های تمرین (مانند گروه‌های تمرین با شدت بالا و پایین، استقامتی و مقاومتی) به‌عنوان مطالعات منفرد تحلیل شده است، اما تأثیر متفاوت آن‌ها تفکیک نگردیده است؛ درحالی‌که در فراتحلیل حاضر، تنها تأثیر تمرین هوازی بر مؤلفه‌های سندرم متابولیک در بیماران مبتلا به آن بررسی گردیده و نتایج مربوط به سایر گروه‌بندی‌های موجود در برخی پژوهش‌ها موردتحلیل قرار نگرفته است؛ بنابراین، اثر مشاهده‌شده، خالص‌تر و دقیق‌تر می‌باشد. علاوه‌براین، هدف یکی از فراتحلیل‌ها (۲۰) تعیین تأثیر دست‌کاری‌های سبک زندگی (شامل رژیم غذایی و یا تمرین بدنی همراه با رژیم غذایی) بر مؤلفه‌های سندرم متابولیک بوده است و حتی تأثیر تمرین ورزشی (بی‌اعتنا به پارامترهای آن مانند نوع تمرین، مدت تمرین و غیره) از تأثیر سایر رفتارهای مربوط به سبک زندگی مانند رژیم غذایی جدا نگردیده است. به‌علاوه، پژوهشگران در آن فراتحلیل اندازه اثر را بر مبنای قابلیت دست‌کاری سبک زندگی در برطرف کردن یا نکردن خطر متابولیک (نسبت برتری) محاسبه کرده بودند که همان‌گونه که در بالا نیز اشاره شد، به دلیل حساسیت بالا و دقت پایین استفاده از ملاک ATPIII برای دارابودن و یا برطرف شدن تعداد شاخص‌های خطر متابولیک در هر فرد در پاسخ به تمرین محدودیت دارد.

شایان‌ذکر است که بزرگ‌ترین اندازه اثر تمرین هوازی بر مؤلفه‌های خطر متابولیک در مورد دور کمر مشاهده شد ($d=-0.4$). چاقی و به‌ویژه چاقی شکمی به‌عنوان منعکس‌کننده مقدار چربی احشایی،

مهم‌ترین عامل زمینه‌ساز بروز و گسترش بیماری‌های مختلف می‌باشد (۵۴) و در تعاریف جدید، چاقی شکمی به‌عنوان یک ملاک اجباری برای تشخیص بیماران مبتلا به سندرم متابولیک لحاظ می‌شود (۵۵). مشاهده بزرگ‌ترین اندازه اثر تمرین هوازی بر دور کمر شاید حاکی از آن باشد که چاقی نسبت به سایر مؤلفه‌های خطر متابولیک، پاسخ‌دهی بیشتری به تمرین هوازی دارد. کاهش ترجیحی چربی بدن از نواحی مرکزی تنه در پاسخ به تمرین ورزشی در افراد ۶۰ تا ۷۰ ساله نیز قبلاً مشاهده شده است (۵۶). ذخایر چربی مرکزی بدن (داخل شکمی) ارتباط قوی تری با مقاومت انسولینی، دیابت و بیماری‌های قلبی که به‌عنوان مؤلفه‌های سندرم متابولیک مطرح می‌باشند دارد (۵۴)، اما با وجود عدم قطعیت دانش موجود در این زمینه، احتمال داده شده است که یک عامل ناشناخته محیطی و یا ژنتیک به‌صورت هم‌زمان سبب بروز چاقی مرکزی و مقاومت انسولینی می‌شود و خود چاقی مرکزی عامل ایجاد مقاومت انسولینی نمی‌باشد (۵۶). در هر صورت، مشاهده تأثیر بیشتر تمرین هوازی بر دور کمر می‌تواند کارایی تمرینات هوازی بر بهبود مقاومت انسولینی در بیماران دیابتی و سندرم متابولیکی دارای مقاومت به انسولین را بهتر توجیه کند.

در بخش‌های دیگر یافته‌ها، به‌غیر از اندازه اثر متوسط مربوط به قندخون ناشتا ($d = -0.36$)، در بقیه موارد مقدار اندازه اثر کوچک بود (به ترتیب -0.23 و -0.1 برای تری‌گلیسرید و فشار متوسط سرخرگی). همچنین، ضعیف‌ترین اثر در ارتباط با لیپوپروتئین پرچگال ($d = 0.02$) مشاهده شد که به‌حد معناداری نرسید. لازم‌به‌ذکر است که اگرچه لیپوپروتئین پرچگال عمدتاً به‌عنوان عامل تسهیل جذب کلسترول از بافت‌ها و بازگرداندن آن به کبد شناخته می‌شود (۵۷)، اما اخیراً مشاهده شده است که دارای اثرات متفاوت دیگری مستقل از قابلیت انتقال کلسترول می‌باشد که به‌واسطه سایر مولکول‌های موجود در آن (شامل: پروتئین‌های ویژه، اسیدهای ریبونوکلیک^۱ کوچک، هورمون‌ها، کارتنوئیدها، ویتامین‌ها و چربی‌های زیست‌فعال^۲) به انجام می‌رسد (۵۸، ۵۹). مطالعات نشان داده‌اند که مشهورترین اثرات لیپوپروتئین پرچگال آثار حفاظت عروقی^۳ است (۵۷)، اما اثرات تازه کشف‌شده آن شامل: اثرات ضدکسایشی، ضدترومبوزی و ضدالتهابی (۶۰-۶۲)، بهبود عملکرد اندوتلیالی و افزایش ترمیم اندوتلیالی و آنژیوژنز (۶۳)، مهار مرگ سلولی (۶۴)، افزایش جذب گلوکز عضله (۶۵) و تحریک ترشح و سنتز انسولین از لوزالمعده (۶۶) می‌باشد. علاوه‌براین، شرایط مختلف بالینی مرتبط با التهاب، اکسایش، گلیکوزیله‌شدن پیشرفته (در شرایط قندخون بالا) و کربونیل‌شدن پروتئین (که همگی در شرایط سندرم متابولیک وخیم و طولانی‌مدت قابل مشاهده هستند) می‌تواند عملکرد لیپوپروتئین

-
1. RNA
 2. Bioactive lipids
 3. Atheroprotective functions

پرچگال را تغییر داده و لیپوپروتئین پرچگال طبیعی را به لیپوپروتئین پرچگال ناکارآمد^۱ که دارای اثرات مفید قلبی - عروقی نمی‌باشد تبدیل کند؛ بنابراین، لیپوپروتئین پرچگال ناکارآمد ممکن است قابلیت‌های پیش‌التهابی، پیش‌اکسایشی، پیش‌ترومبوزی و پیش‌آپوپتوزی را بروز دهد که همگی می‌توانند مسئول نارسایی عملکرد اندوتلیالی باشند (۶۷) و به افزایش خطر بروز بیماری‌های متابولیک، گسترش عوارض آن‌ها و نیز تشدید وخامت سندرم متابولیک منجر شوند. بدین ترتیب، با در نظر گرفتن شیوع جهانی دیابت و بیماری‌های متابولیک، این اثر به‌تازگی کشف‌شده افزایش ترشح انسولین توسط لیپوپروتئین پرچگال همراه با اثرات آن بر برداشت گلوکز توسط عضله (۶۵،۶۸،۶۹)، بر اهمیت بسیار بیشتر حفظ سطوح مناسب آن در انسان‌ها تأکید می‌کند (۵۷)؛ لذا، با توجه به یافته‌های ما مبنی بر اثرات ضعیف و غیرمعنادار تمرین ورزشی بر سطوح لیپوپروتئین پرچگال در بیماران مبتلا به سندرم متابولیک به نظر می‌رسد که تنها تمرین ورزشی قادر به ایجاد تغییرات چشمگیر در لیپوپروتئین پرچگال آن‌ها نمی‌باشد و دارا بودن سطوح لیپوپروتئین پرچگال پایین در درازمدت ممکن است آن‌ها را در معرض خطرات مختلف ضدسلامتی قرار دهد.

در انتها، با توجه به وجود دانش نظری کاملاً روشن در مورد مکانیسم‌های تأثیر تمرین هوازی بر عوامل خطر متابولیک و نیز نقش سایر عوامل تعدیل‌کننده، تنها به بیان این نکته کفایت می‌شود که آزمودنی‌های سندرم متابولیک نباید تنها بر آثار محافظتی و درمانی تمرین هوازی و فعالیت جسمانی بر این مؤلفه‌های خطر تکیه کنند. همچنین، باید گفت که کنترل بهینه در این زمینه، بی‌شک نیازمند دنبال کردن سایر تمهیدات درمانی از قبیل کنترل رژیم و دارویی است و بی‌تردید، در فراتحلیل‌های آینده، تعیین دقیق تمامی عوامل مربوطه همراه با نقش تمرین بدنی می‌تواند بسیار مفید باشد. همچنین، با در نظر گرفتن این که مقدار تری‌گلیسرید خون و نسبت لیپوپروتئین پرچگال / تری‌گلیسرید به‌عنوان مهم‌ترین عوامل پیش‌گوی بروز فشارخون در جمعیت افراد خاورمیانه شناخته شده است (۷۰) و نیز با توجه به مقدار کوچک اندازه اثر مربوط به تمرین هوازی بر تری‌گلیسرید و لیپوپروتئین پرچگال، بر لزوم استفاده از سایر روش‌های اصلاح چربی خون در جهت بهبود هرچه بهتر فشارخون (به‌واسطه و یا مستقل از ورزش) تأکید مجدد می‌شود. شایان‌ذکر است که مهم‌ترین نقطه قوت این فراتحلیل در تعیین تأثیر تمرین هوازی بر امتیاز Z سندرم متابولیک به‌عنوان یک شاخص کمی واحد از وخامت کلی سندرم متابولیک بود و در آن محدودیت‌های مربوط به استفاده از مقیاس ATPIII (لحاظ کردن تعداد شاخص‌های خطر در هر فرد در پاسخ به تمرین به‌عنوان متغیر ملاک و نیز ارائه

پنج اندازه اثر متفاوت که گنگ کننده است) وجود نداشت که از این لحاظ، کاملاً کاربردی بوده و نوآوری دارد. محدودیت‌های آن نیز شامل: کافی نبودن تعداد مقالات موجود برای استخراج نتایج قطعی (به‌ویژه در مورد امتیاز Z سندرم متابولیک)، وجود ناهمگونی و سوگیری انتشار (اگرچه که با استفاده از روش‌های آماری این اثرات تاحدممکن کنترل گردید) و عدم امکان تفکیک اثرات مصرف داروها و کنترل رژیم از اثرات خالص تمرین (به دلیل کافی نبودن مقالات و عدم ارائه این اطلاعات در تمام مقالات مورد بررسی) می‌باشد. در هر حال، طبق نتایج این فراتحلیل، تمرین هوازی تأثیر بسیار بزرگی بر وخامت کلی خطر متابولیک و یا هریک از مؤلفه‌های خطر متابولیک ندارد و در روند کنترل و درمان سندرم متابولیک نباید تنها به انجام تمرین بدنی واحد اکتفا شود. باین حال، پژوهش‌های بیشتر در این زمینه همچنان مورد نیاز می‌باشد.

پیام مقاله: تمرین هوازی در افراد دارای سندرم متابولیک، اثر متوسطی بر کاهش امتیاز z سندرم متابولیک دارد لذا این بیماران ضمن بهره مندی از این نوع تمرینات جهت کنترل بیماری خود، توصیه می‌شود از سایر رفتارهای بهداشتی و خودمراقبتی از قبیل پیروی از رژیم غذایی و مصرف دارو نیز غافل نشوند.

منابع

1. Zhang J, Li N, Yan Z, Zhang D L, Wang H, Guo Y, et al. Association of genetic variations of prdm16 with metabolic syndrome in a general xinjiang uygur population. *Endocrine*. 2012; 41(3): 539.
2. Sattelmair J, Pertman J, Ding E L, Kohl H W, Haskell W, Lee I M. Dose response between physical activity and risk of coronary heart disease a meta-analysis. *Circulation*. 2011; 124(7): 789-95.
3. Yang T, Chu C H, Hsieh P C, Hsu C H, Chou Y C, Yang S H, et al. C-reactive protein concentration as a significant correlate for metabolic syndrome: A chinese population-based study. *Endocrine*. 2013; 43(2): 351-9.
4. Stefanov T, Blüher M, Vekova A, Bonova I, Tzvetkov S, Kurktschiev D, et al. Circulating chemerin decreases in response to a combined strength and endurance training. *Endocrine*. 2014; 45(3): 382-91.
5. Tsai C H, Li T C, Lin C C, Tsay H S. Factor analysis of modifiable cardiovascular risk factors and prevalence of metabolic syndrome in adult taiwanese. *Endocrine*. 2011; 40(2): 256-64.
6. Pattyn N, Cornelissen V A, Eshghi S R T, Vanhees L. The effect of exercise on the cardiovascular risk factors constituting the metabolic syndrome. *Sports Med*. 2013; 43(2): 121-33.
7. Bateman L A, Slentz C A, Willis L H, Shields A T, Piner L W, Bales C W, et al. Comparison of aerobic versus resistance exercise training effects on metabolic syndrome (from the studies of a targeted risk reduction intervention through defined exercise-stride-at/rt). *Am J Cardiol*. 2011; 108(6): 838-44.

8. Yamaoka K, Tango T. Effects of lifestyle modification on metabolic syndrome: A systematic review and meta-analysis. *BMC Med.* 2012; 10(1): 138.
9. Whelton S P, Chin A, Xin X, He J. Effect of aerobic exercise on blood pressure: A meta-analysis of randomized, controlled trials. *Ann Intern Med.* 2002; 136(7): 493-503.
10. Cornelissen V A, Fagard R H. Effects of endurance training on blood pressure, blood pressure-regulating mechanisms, and cardiovascular risk factors. *Hypertension.* 2005; 46(4): 667-75.
11. Kelley G A, Kelley K S. Aerobic exercise and lipids and lipoproteins in men: A meta-analysis of randomized controlled trials. *J Mens Health Gend.* 2006; 3(1): 61-70.
12. Thomas D, Elliott E J, Naughton G A. Exercise for type 2 diabetes mellitus. *Cochrane Database Syst Rev.* 2006; 3(3).
13. He D, Xi B, Xue J, Huai P, Zhang M, Li J. Association between leisure time physical activity and metabolic syndrome: A meta-analysis of prospective cohort studies. *Endocrine.* 2014; 46(2): 231-40.
14. Li J, Siegrist J. Physical activity and risk of cardiovascular disease—a meta-analysis of prospective cohort studies. *Int J Environ Res Public Health.* 2012; 9(2): 391-407.
15. Jeon C Y, Lokken R P, Hu F B, Van Dam R M. Physical activity of moderate intensity and risk of type 2 diabetes a systematic review. *Diabetes Care.* 2007; 30(3): 744-52.
16. Huai P, Xun H, Reilly K H, Wang Y, Ma W, Xi B. Physical activity and risk of hypertension a meta-analysis of prospective cohort studies. *Hypertension.* 2013; 62(6): 1021-6.
17. Sluik D, Buijsse B, Muckelbauer R, Kaaks R, Teucher B, Johnsen N F, et al. Physical activity and mortality in individuals with diabetes mellitus: A prospective study and meta-analysis. *Arch Intern Med.* 2012; 172(17): 1285-95.
18. Rossi A, Dikareva A, Bacon S L, Daskalopoulou S S. The impact of physical activity on mortality in patients with high blood pressure: A systematic review. *J Hypertens.* 2012; 30(7): 1277-88.
19. Lin X, Zhang X, Guo J, Roberts C K, Mckenzie S, Wu W C, et al. Effects of exercise training on cardiorespiratory fitness and biomarkers of cardiometabolic health: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Am Heart Assoc.* 2015; 4(7): e002014.
20. Yamaoka K, Tango T. Effects of lifestyle modification on metabolic syndrome: A systematic review and meta-analysis. *BMC Medicine.* 2012; 10: 138.
21. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman D G. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The prisma statement. *Ann Intern Med.* 2009; 151(4): 264-9.
22. Azadbakht L, Mirmiran P, Esmailzadeh A, Azizi T, Azizi F. Beneficial effects of a dietary approaches to stop hypertension eating plan on features of the metabolic syndrome. *Diabetes Care.* 2005; 28(12): 2823-31. (In Persian).
23. Watkins L L, Sherwood A, Feinglos M, Hinderliter A, Babyak M, Gullette E, et al. Effects of exercise and weight loss on cardiac risk factors associated with syndrome x. *Arch Intern Med.* 2003; 163(16): 1889-95.
24. Poppitt S D, Keogh G F, Prentice A M, Williams D E, Sonnemans H M, Valk E E, et al. Long-term effects of ad libitum low-fat, high-carbohydrate diets on body weight and

- serum lipids in overweight subjects with metabolic syndrome. *Am J Clin Nutr.* 2002; 75(1): 11-20.
25. Ilanne-Parikka P, Laaksonen D E, Eriksson J G, Lakka T A, Lindstr J, Peltonen M, et al. Leisure-time physical activity and the metabolic syndrome in the finnish diabetes prevention study. *Diabetes Care.* 2010; 33(7): 1610-7.
26. Bo S, Ciccone G, Baldi C, Benini L, Dusio F, Forastiere G, et al. Effectiveness of a lifestyle intervention on metabolic syndrome. A randomized controlled trial. *J Gen Intern Med.* 2007; 22(12): 1695-703.
27. Esposito K, Marfella R, Ciotola M, Di Palo C, Giugliano F, Giugliano G, et al. Effect of a mediterranean-style diet on endothelial dysfunction and markers of vascular inflammation in the metabolic syndrome: A randomized trial. *JAMA.* 2004; 292(12): 1440-6.
28. Salas-Salvadó J, Fernández-Ballart J, Ros E, Martínez-González M A, Fitó M, Estruch R, et al. Effect of a mediterranean diet supplemented with nuts on metabolic syndrome status: One-year results of the predimed randomized trial. *Arch Intern Med.* 2008; 168(22): 2449-58.
29. Yamaoka K, Tango T. Efficacy of lifestyle education to prevent type 2 diabetes a meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes Care.* 2005; 28(11): 2780-6.
30. De Morton N A. The pedro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: A demographic study. *Aust J Physiother.* 2009; 55(2): 129-33.
31. Azali Alamdari K, Choobineh S. Metabotropic effects of aerobic training in male patients with metabolic syndrome. *Adipobiology.* 2015; 7: 21-9. (In Persian).
32. Azali Alamdari K. Predicting the amount and direction of blood pressure change after aerobic training and detraining in sedentary midlife men. *J Know Health.* 2015; 10(2): 1-10. (In Persian).
33. Azali Alamdari K, Rohani H. Effects of normobaric and hypobaric endurance training on metabolic risk factors in midlife men. *Iran J Endocrin Met.* 2015; 17(2): 113-23. (In Persian).
34. Azali Alamdari K, Rohani H. Metabolic and endocrine adaptations of aerobic training in men with generalized stages of metabolic syndrome. *Sport Physiol.* 2015; 7(27): 149-66. (In Persian).
35. Babaei P, Azali Alamdari K, Soltani Tehrani B, Damirchi A. Effect of six weeks of endurance exercise and following detraining on serum brain derived neurotrophic factor and memory performance in middle aged males with metabolic syndrome. *J Sports Med Phys Fitness.* 2013; 53(4): 437-43. (In Persian).
36. Damirchi A, Babaei P, Azali Alamdari K. Effects of aerobic training on metabolic risk factors and BDNF in midlife males. *J Sport Biomot Sci.* 2011; 3(6): 40-51. (In Persian).
37. Damirchi A, Tehrani B S, Alamdari K A, Babaei P. Influence of aerobic training and detraining on serum BDNF, insulin resistance, and metabolic risk factors in middle-aged men diagnosed with metabolic syndrome. *Clin J Sport Med.* 2014; 24(6): 513-8. (In Persian).
38. Earnest C P, Johannsen N M, Swift D L, Lavie C J, Blair S N, Church T S. Dose effect of cardiorespiratory exercise on metabolic syndrome in postmenopausal women. *Am J Cardiol.* 2013; 111(12): 1805-11.
39. Gates T. Effect of exercise training on metabolic syndrome z-score: The association of c-reactive protein [MSC]. East Carolina University; 2015.

40. Johnson J L, Slentz C A, Houmard J A, Samsa G P, Duscha B D, Aiken L B, et al. Exercise training amount and intensity effects on metabolic syndrome (from studies of a targeted risk reduction intervention through defined exercise). *Am J Cardiol.* 2007; 100(12): 1759-66.
41. Kemmler W, Von Stengel S, Bebenek M, Kalender W A. Long-term exercise and risk of metabolic and cardiac diseases: The erlangen fitness and prevention study. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2013;768431.
42. Malin S K, Niemi N, Solomon T P, Haus J M, Kelly K R, Filion J, et al. Exercise training with weight loss and either a high-or low-glycemic index diet reduces metabolic syndrome severity in older adults. *Ann Nutr Metab.* 2012; 61(2): 135-41.
43. Thomas G A, Alvarez-Reeves M, Lu L, Yu H, Irwin M L. Effect of exercise on metabolic syndrome variables in breast cancer survivors. *Int J Endocrinol.* 2013; 168797.
44. Wang X, Hsu F C, Isom S, Walkup M P, Kritchevsky S B, Goodpaster B H, et al. Effects of a 12-month physical activity intervention on prevalence of metabolic syndrome in elderly men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2012; 67(4): 417-24.
45. Damirchi A, Azali Alamdari K, Babaei P. Effects of submaximal aerobic training and following detraining on serum BDNF level and memory function in midlife healthy untrained males. *Met Exerc.* 2012; 2(2): 135-47. (In Persian).
46. Babaei P, Damirchi A, Azali Alamdari K. Effects of endurance training and detraining on serum BDNF and memory performance in middle aged males with metabolic syndrome. *Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism.* 2013; 15(2): 132-42. (In Persian).
47. Gomes V A, Casella-Filho A, Chagas A C, Tanus-Santos J E. Enhanced concentrations of relevant markers of nitric oxide formation after exercise training in patients with metabolic syndrome. *Nitric Oxide.* 2008; 19(4): 345-50.
48. Dumortier M, Brandou F, Perez-Martin A, Fedou C, Mercier J, Brun J F. Low intensity endurance exercise targeted for lipid oxidation improves body composition and insulin sensitivity in patients with the metabolic syndrome. *Diabetes Metab.* 2003; 29(5): 509-18.
49. Tjonna A E, Lee S J, Rognmo O, Stolen T O, Bye A, Haram P M, et al. Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome a pilot study. *Circulation.* 2008; 118(4): 346-54.
50. Balducci S, Zanuso S, Nicolucci A, Fernando F, Cavallo S, Cardelli P, et al. Anti-inflammatory effect of exercise training in subjects with type 2 diabetes and the metabolic syndrome is dependent on exercise modalities and independent of weight loss. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2010; 20(8): 608-17.
51. Zimmet P Z, Alberti K G, Shaw J E. Mainstreaming the metabolic syndrome: A definitive definition. *Med J Aust.* 2005; 183(4): 175-6.
52. Ellis P D. The essential guide to effect sizes: Statistical power, meta-analysis, and the interpretation of research results. Cambridge University Press; 2010.
53. Tan C E, Ma S, Wai D, Chew S K, Tai E S. Can we apply the national cholesterol education program adult treatment panel definition of the metabolic syndrome to asians? *Diabetes Care.* 2004; 27(5): 1182-6.

54. Kissebah A H, Krakower G R. Regional adiposity and morbidity. *Physiol Rev.* 1994; 74(4): 761-811.
55. Misra A, Chowbey P, Makkar B M, Vikram N K, Wasir J S, Chadha D, et al. Consensus statement for diagnosis of obesity, abdominal obesity and the metabolic syndrome for asian indians and recommendations for physical activity, medical and surgical management. *J Assoc Physicians India.* 2009; 57(FEV):163-70.
56. Kohrt W M, Obert K A, Holloszy J O. Exercise training improves fat distribution patterns in 60- to 70-year-old men and women. *J Gerontol.* 1992; 47(4): 99-105.
57. Klancic T, Woodward L, Hofmann S M, Fisher E A. High density lipoprotein and metabolic disease: Potential benefits of restoring its functional properties. *Mol Metab.* 2016; 5(5): 321-7.
58. Regazzi R, Widmann C. Genetics and molecular biology: Mirnas take the HDL ride. *Curr Opin Lipidol.* 2012; 23(2): 165-6.
59. Vickers K C, Palmisano B T, Shoucri B M, Shamburek R D, Remaley A T. Micrnas are transported in plasma and delivered to recipient cells by high-density lipoproteins. *Nat Cell Biol.* 2011; 13(4): 423-33.
60. Group Ta S. Effects of combination lipid therapy in type 2 diabetes mellitus. *N Engl J Med.* 2010; 362(17): 1563-74.
61. Murphy A J, Woollard K J. High-density lipoprotein: A potent inhibitor of inflammation. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology.* 2010; 37(7): 710-8.
62. Baker P, Rye K, Gamble J, Vadas M, Barter P. Phospholipid composition of reconstituted high density lipoproteins influences their ability to inhibit endothelial cell adhesion molecule expression. *J Lipid Res.* 2000; 41(8): 1261-7.
63. Kratzer A, Giral H, Landmesser U. High-density lipoproteins as modulators of endothelial cell functions: Alterations in patients with coronary artery disease. *Cardiovasc Res.* 2014; 103(3): 350-61.
64. Riwanto M, Rohrer L, Roschitzki B, Besler C, Mocharla P, Mueller M, et al. Altered activation of endothelial anti-and pro-apoptotic pathways by high-density lipoprotein from patients with coronary artery disease: Role of HDL-proteome remodeling. *Circulation.* 2013; 127(8): 891-904.
65. Lehti M, Donelan E, Abplanalp W, Al-Massadi O, Habegger K, Weber J, et al. High-density lipoprotein maintains skeletal muscle function by modulating cellular respiration in mice. *Circulation.* 2013; 128(22): 2364-71.
66. Fryirs M A, Barter P J, Appavoo M, Tuch B E, Tabet F, Heather A K, et al. Effects of high-density lipoproteins on pancreatic beta-cell insulin secretion. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2010; 30(8): 1642-8.
67. Serban C, Muntean D, Mikhailids D P, Toth P P, Banach M. Dysfunctional HDL: The journey from savior to slayer. *Clin Lipidol.* 2014; 9(1): 49-59.
68. Carey A L, Siebel A L, Reddy-Luthmoodoo M, Natoli A K, D'souza W, Meikle P J, et al. Skeletal muscle insulin resistance associated with cholesterol-induced activation of macrophages is prevented by high density lipoprotein. *PLoS One.* 2013; 8(2): 56601.
69. Dalla-Riva J, Stenkula K G, Petrlova J, Lagerstedt J O. Discoidal HDL and apoA-I-derived peptides improve glucose uptake in skeletal muscle. *J Lipid Res.* 2013; 54(5): 1275.

70. Tohidi M, Hatami M, Hadaeigh F, Azizi F. Triglycerides and triglycerides to high-density lipoprotein cholesterol ratio are strong predictors of incident hypertension in middle eastern women. *J Hum Hypertens*. 2012; 26(9): 525-32.

شیوه استناد دهی

روحانی هادی، آزالی علمداری کریم، هلالی زاده معصومه. تأثیر تمرین هوازی بر وخامت کلی و مقدار شاخص‌های خطر متابولیک در بیماران مبتلا به سندرم متابولیک: مطالعه فراتحلیلی. *فیزیولوژی ورزشی*. پاییز ۱۳۹۵؛ ۸(۳۱): ۴۴-۱۷.

Rohani. H, Azali Alamadari. K, Helalizadeh. M. Effect of Aerobic Training on Overall Metabolic Risk and Indices Levels in Patients with Metabolic Syndrome: A Meta-Analysis Study. *Sport Physiology*. Fall 2016; 8 (31): 17-44. (Persian)

Effect of Aerobic Training on Overall Metabolic Risk and Indices Levels in Patients with Metabolic Syndrome: A Meta-Analysis Study

H. Rohani¹, K. Azali Alamdari², M. Helalizadeh³

1. Assistant Professor, Sport Sciences Research Institute of Iran, Tehran, Iran
2. Assistant Professor, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran*
3. Assistant Professor, Sport Sciences Research Institute of Iran, Tehran, Iran

Received Date: 2016/05/07

Accepted Date: 2016/07/25

Abstract

Results from meta-analyses focused on patients MetS are not conclusive because of no specifically focusing on the overall metabolic risk and papers published up to 2011. Therefore, this meta-analysis was determined the effect of aerobic training on overall metabolic syndrome z score and its indices MetS patients. RCTs and CTs that investigated the effect of, at least, 4 weeks aerobic training in adults with MetS, published in a peer-reviewed journal up to 2015 were included. Primary outcome measure was MetS z score and the MetS factors were secondary outcomes. Random-and fixed-effect models were used for analyzing the data and the effect size were reported as standard difference in means and between 95% confidence intervals(CIs). Heterogeneity between trial results was tested with a standard Chi-squared(χ^2) test. A value for I²[50% has been considered to be substantial heterogeneity. Eight trials were included to investigate about primary outcome, involving 561 participants (288 in aerobic training group and 273 in control group). MetS Z score had -0.33 standard deviation from mean. For secondary outcomes, standard deviation from their mean were -0.36 for FBS, 0.03 for HDL, -0.23 for MAP, -0.1 for TG and -0.40 for WC. Mild effect of aerobic training on overall MetS risk and most of the associated cardiovascular risk factors persists on clinical benefits of aerobic training in MetS patients. However, quantifying the effects of the aforementioned factors and other variables such as age, gender, race and training parameters in future meta-analyses could be applicative and useful.

Keywords: Meta-Analysis, Aerobic Training, Metabolic Syndrome, Metabolic Z Score

*Corresponding Author

Email: k.azali@azaruniv.ac.ir