

تأثیر تمرینات تناوبی بر مارکرهای سلامت قلبی - متابولیکی در زنان یائسه: مرور نظام‌مند با فراتحلیل

دکتر موسی خلفی^{۱*}، فائقه قاسمی^۲، مینا کامرانی^۳، مریم آقایی‌نژاد^۳، مریم سرسنگی^۳

۱. استادیار گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران.
۲. دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران.
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۰۷

خلاصه

مقدمه: تمرین ورزشی نقش مؤثری در بهبود مارکرهای سلامت قلبی - متابولیکی در زنان یائسه دارد. با این وجود، اثر تمرینات تناوبی به وضوح مشخص نشده است. فراتحلیل حاضر با هدف بررسی اثرات تمرینات تناوبی بر مارکرهای سلامت قلبی - متابولیکی در زنان یائسه انجام شد.

روش کار: جستجوی نظام‌مند در پایگاه‌های اطلاعاتی PubMed، Web of Science، Scopus، Google Scholar، مگیران و نورمگز برای مقالات انگلیسی و فارسی منتشر شده تا ۲۲ آذر ۱۴۰۲ انجام شد. به‌منظور تعیین اندازه اثر تمرینات تناوبی بر مارکرهای گلوکز، انسولین، HOMA-IR، TC، TG، HDL و LDL از تفاوت میانگین استاندارد شده (SMD) و فاصله اطمینان ۹۵٪ (CIs) استفاده گردید. همچنین، تحلیل زیرگروهی بر اساس نوع تمرینات تناوبی شامل تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT) و تمرین تناوبی سرعتی (SIT) انجام شد.

یافته‌ها: در این فراتحلیل، ۱۲ مطالعه با ۳۲۲ آزمودنی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تمرینات تناوبی منجر به کاهش معنی‌دار TG می‌شود ($p=0/005$ ، $-0/14$ الی $-0/79$ ، CI: $-0/46$ ؛ SMD). تحلیل زیرگروهی بر اساس نوع تمرین تناوبی نشان داد که HIIT منجر به کاهش معنی‌دار سطوح گلوکز (۶ مداخله، $p=0/01$ ، $-0/57$ ؛ SMD: $-0/54$ ، $p=0/009$ ، $-0/54$ ؛ SMD)، TC (۱۰ مداخله، $p=0/04$ ، $-0/59$ ؛ SMD) و LDL (۱۰ مداخله، $p=0/04$ ، $-0/59$ ؛ SMD) می‌شود، درحالی‌که اثرات SIT بر کاهش مقادیر این فاکتورها معنی‌دار نبود.

نتیجه‌گیری: مطالعه حاضر نشان داد که HIIT می‌تواند به‌طور مؤثری موجب بهبود گلاسیسمی و پروفایل‌های لیپیدی شود و ممکن است راهبرد مؤثری برای بهبود مارکرهای سلامت قلبی - متابولیکی در زنان یائسه باشد.

کلمات کلیدی: تمرینات تناوبی، زنان یائسه، مارکرهای سلامت قلبی - متابولیکی

* نویسنده مسئول مکاتبات: دکتر موسی خلفی؛ دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران. تلفن: ۰۳۱-۵۵۹۱۳۷۵۷؛ پست الکترونیک:

Mousa.khalafi@kashanu.ac.ir

مقدمه

یائسگی یک فرآیند رشد طبیعی در زنان می‌باشد که با کاهش شدید سطوح استرادیول همراه است و باعث اثرات منفی عمدتاً بر روی تمام بافت‌های دارای گیرنده‌های استروژن می‌شود (۱). کاهش سطوح استروژن ممکن است منجر به عوارض بالینی جدی مانند افزایش خطر علائم وازوموتور، پوکی استخوان، زوال عقل، بیماری آلزایمر و به‌ویژه بیماری‌های قلبی-عروقی شود (۲). این خطرات به‌ویژه در زنان بین ۶۹-۵۵ سال بیشتر مشاهده می‌شود (۱). علاوه بر این، یائسگی با تغییرات متابولیسمی و افزایش شیوع سندرم متابولیک همراه است که با علائمی مانند چاقی شکمی، فشار خون بالا، دیس‌لیپیدمی و مقاومت به انسولین مشخص می‌شود (۳). به همین دلیل، مدیریت مؤثر علائم یائسگی برای کاهش این مشکلات حائز اهمیت می‌باشد. شواهد نشان می‌دهد که مداخلات ورزشی مناسب می‌توانند خطر قلبی-متابولیسمی را کاهش دهند (۴). با این حال، فعالیت بدنی زنان معمولاً کمتر از مردان است. طبق گزارش‌ها، ۳۱٪ از زنان و ۲۳٪ از مردان بزرگسال نمی‌توانند به حداقل فعالیت بدنی توصیه شده توسط سازمان بهداشت جهانی دست یابند (۵). علاوه بر این، زنان بیشتر از مردان به آرتروز اندام تحتانی و چاقی مبتلا می‌شوند (۵). یکی از دلایل اصلی شرکت نکردن مداوم افراد در برنامه‌های ورزشی، کمبود وقت است؛ به همین دلیل، تمرینات تناوبی، صورت تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT)^۱ و تمرینات تناوبی سرعتی (SIT)^۲، به‌عنوان یک رویکرد کارآمدتر و مؤثرتر از نظر زمانی برای فعالیت بدنی مداوم مورد توجه قرار گرفته است. این روش بر رابطه معکوس بین شدت و مدت تمرین متمرکز شده است که شامل وهله‌های ورزشی با شدت بالا با دوره‌های استراحت یا فعالیت‌های با شدت کم تا متوسط می‌باشد (۶). همچنین، تمرینات تناوبی می‌تواند تأثیرات مثبت قابل توجهی بر سلامت قلبی و جسمانی داشته باشد؛ به‌طوری‌که نشان داده شده است تمرینات تناوبی بر

شاخص‌های گلیسمی، ترکیب بدنی، چربی احشایی و نشانگرهای قلبی-متابولیسمی در افراد مبتلا به بیماری‌های متابولیک تأثیر مثبتی دارد (۷-۱۰). با وجود این، توانایی زنان یائسه در پاسخ به تمرینات ورزشی همچنان مورد بحث است. نتایج فراتحلیل‌های قبلی در بررسی آثار تمرینات تناوبی بر ترکیب بدن زنان قبل و بعد یائسگی نشان دادند که این نوع تمرینات به یک استراتژی موفق برای کاهش وزن و کاهش توده چربی در زنان با وزن طبیعی و دارای اضافه وزن یا چاق می‌باشد (۱۱). همچنین، فراتحلیل دیگری در مقایسه تمرینات تناوبی و تمرینات تداومی با شدت متوسط (MICT)^۳ در زنان یائسه دارای اضافه وزن یا چاق نشان داده‌اند که HIIT در کاهش درصد چربی شکمی و احشایی مؤثرتر از MICT است (۱۲). در زمینه سلامت قلبی-متابولیسمی نیز، فراتحلیلی نشان داده است که تمرین تناوبی توانسته است VO₂max را افزایش داده و برخی عوامل خطر متابولیک قلبی را در بزرگسالان دارای اضافه وزن یا چاق بهبود بخشد (۱۳). از آنجایی‌که، کاهش سطح استروژن در دوران یائسگی می‌تواند از طریق مکانیسم‌هایی مانند کاهش حساسیت به انسولین، کاهش اکسیداسیون چربی و افزایش مقاومت به لیپولیز، سازگاری‌های متابولیسمی ناشی از ورزش را تحت تأثیر قرار دهد و همچنین، استروژن با تأثیر بر مسیرهای سیگنال‌دهی سلولی، مانند مسیر AMPK، نقش مهمی در تنظیم مصرف انرژی و تعادل سوخت‌وساز ایفا می‌کند، بنابراین، کاهش آن ممکن است کارایی پاسخ‌های متابولیسمی به ورزش را کاهش دهد (۱۴-۱۶). با این حال، تاکنون مطالعه‌ای مشخصاً به بررسی اثر تمرینات تناوبی بر سلامت قلبی-متابولیسمی زنان یائسه نپرداخته است. بنابراین، فراتحلیل حاضر به منظور بررسی اثرات تمرینات تناوبی بر مارکرهای سلامت قلبی-متابولیسمی شامل گلوکز، انسولین، مقاومت به انسولین (HOMA-IR)، TG، TC، HDL و LDL در زنان یائسه انجام شد.

¹ High-Intensity Interval Training

² Sprint interval training

³ Moderate-intensity continuous training

روش کار

مطالعه حاضر از نوع مطالعات مرور نظام‌مند و فراتحلیل می‌باشد که بر اساس دستورالعمل‌های بیانیه موارد گزارشگری ترجیحی برای مرورهای نظام‌مند و فراتحلیل (PRISMA)^۱ و کتابچه راهنمای بررسی‌های سیستماتیک مداخلات کارکن^۲ انجام شد.

منابع داده‌ها و جستجوی نظام‌مند

جستجوی جامع در پایگاه‌های اطلاعاتی PubMed، Google Scholar، Scopus، Web of Science، مگیران و نورمگز با استفاده از کلیدواژه‌های HIIT، مارکرهای سلامت قلبی-متابولیکی و زنان یائسه از آغاز تا تاریخ ۲۲ آذر ۱۴۰۲ انجام شد. کلید واژه‌های به کار گرفته شده شامل موارد زیر بود.

("high intensity interval training" OR "high intensity interval exercise" OR "high intensity intermittent training" OR "high intensity intermittent exercise" OR "aerobic interval training" OR "aerobic interval exercise" OR "interval training" OR "interval exercise" OR "sprint interval training" OR "sprint interval exercise" AND ("menopausal" OR "postmenopause" OR "post-menopause" OR "menopause" OR "elderly women")).

علاوه بر این، جستجوی دستی در منابع مقالات واجد شرایط نیز انجام شد. جستجوی مقالات به صورت مستقل توسط دو نویسنده انجام شد و هرگونه اختلاف نظر با راهنمایی نویسنده سوم حل شد.

معیارهای ورود مطالعات به فراتحلیل شامل: (۱) مطالعات چاپ شده در مجلات انگلیسی و فارسی زبان، (۲) مطالعات با آزمودنی‌های زنان یائسه (۳) مطالعات بررسی کننده اثر تمرینات با طول مداخله بیشتر از ۲ هفته، (۴) مطالعات اندازه‌گیری کننده شامل برخی یا تمامی مقادیر مارکرهای سلامت قلبی-متابولیکی از جمله گلوکز، انسولین، HOMA-IR، TG، TC، HDL و LDL بود. در ارتباط با نوع مطالعات،

مداخلات کارآزمایی بالینی با و بدون گروه کنترل وارد تحقیق شدند. در ارتباط با نوع مداخله، HIIT پروتکل ورزشی است که به وهله‌های ورزشی با شدت بالا اشاره دارد که در محدوده ۱۰۰-۸۰٪ حداکثر ضربان قلب با دوره‌های استراحت فعال یا غیرفعال انجام می‌شود. علاوه بر این، تمرینات تناوبی سرعتی (SIT)^۳ که شامل وهله‌های فعالیت ورزشی با شدت حداکثر یا فوق حداکثر توان (بزرگ‌تر از ۱۰۰٪ حداکثر نرخ کار یا VO_{2max}) با دوره‌های استراحتی فعال و غیرفعال می‌باشد، به‌عنوان نوعی از تمرینات تناوبی دسته‌بندی می‌شود. بنابراین، در مطالعه حاضر پروتکل‌های HIIT و SIT به‌عنوان تمرینات تناوبی در نظر گرفته شد. مطالعات انجام شده در نمونه‌های حیوانی، مطالعات غیر اصیل از جمله مقالات مروری و فراتحلیل و مطالعات با اطلاعات ناکافی برای انجام فراتحلیل، از مطالعه کنار گذاشته شدند. بررسی مقالات بر اساس معیارهای ورود و خروج به‌طور مستقل توسط دو نویسنده انجام شد و هرگونه تناقض و اختلاف نظر از طریق مشورت با نویسنده سوم حل شد.

استخراج داده‌ها

پس از بررسی مقالات استخراج شده، اطلاعات لازم برای گزارش نتایج و انجام فراتحلیل از مقالات واجد شرایط برای ورود به تحقیق به‌طور مستقل توسط دو نویسنده جمع‌آوری شد. اطلاعات جمع‌آوری شده شامل: (۱) ویژگی‌های مطالعات شامل نوع مطالعه و حجم نمونه، (۲) ویژگی‌های آزمودنی‌ها شامل سن و شاخص توده بدنی، (۳) ویژگی‌های مداخلات ورزشی شامل نوع تمرین، شدت تمرین، مدت تمرین، تواتر جلسات ورزشی در هفته و طول مداخلات ورزشی، (۴) ماکرهای سلامت قلبی-متابولیکی اندازه‌گیری شده و روش اندازه‌گیری، و (۵) داده‌های میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای تحقیق در مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون بود. در صورت نیاز، داده‌های موردنظر از نمودار با استفاده از نرم‌افزار Get data استخراج شد. همچنین در صورت نیاز، داده‌های لازم از سایر داده‌ها شامل میانه، انحراف چارکی و خطای معیار برآورد شد.

¹ Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses

² Cochrane

³ Sprint interval training

ارزیابی کیفیت مطالعات

ارزیابی کیفیت مطالعات وارد شده به تحقیق حاضر از چک‌لیست Pedro توسط دو نویسنده به صورت مستقل انجام شد و هرگونه تناقض و اختلاف نظر از طریق مشورت با نویسنده سوم حل شد. این چک‌لیست شامل ۱۱ معیار می‌باشد. با توجه به اینکه معیارهای کور کردن شرکت‌کنندگان و کور کردن مداخله‌گر برای مداخلات ورزشی قابل اجرا نبودند، از ارزیابی کنار گذاشته شدند. بنابراین، ارزیابی کیفیت مطالعات با استفاده از ۹ معیار انجام گرفت که در جدول ۲ ارائه شده است.

تحلیل آماری

آزمون‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار Comprehensive meta-analysis (نسخه ۳) به منظور بررسی اثر تمرینات تناوبی بر مارکرهای سلامت قلبی - متابولیکی صورت گرفت. مقادیر (SMDs) و فاصله اطمینان ۹۵٪ (CIs) با استفاده از روش مدل اثر تصادفی محاسبه شد. به منظور بررسی ناهمگونی (عدم تجانس) مطالعات، از آزمون I^2 استفاده شد که تحلیل مقادیر ناهمگونی بر اساس دستورالعمل کوکران صورت گرفت که مقادیر I^2 کمتر از ۲۵٪ نشان‌دهنده ناهمگونی خفیف، بیشتر از ۲۵٪ نشان‌دهنده ناهمگونی کم، بیشتر از ۵۰٪ نشان‌دهنده ناهمگونی متوسط و بیشتر از ۷۵٪ نشان‌دهنده ناهمگونی بالا بود. به منظور بررسی سوگیری انتشار از تحلیل بصری فونل پلات^۱ و نتیجه تست Egger استفاده شد که سطح معنی‌داری $p < 0/01$ در نظر گرفته شد. همچنین، تحلیل زیرگروهی بر اساس نوع تمرین تناوبی (HIIT و SIT) انجام شد.

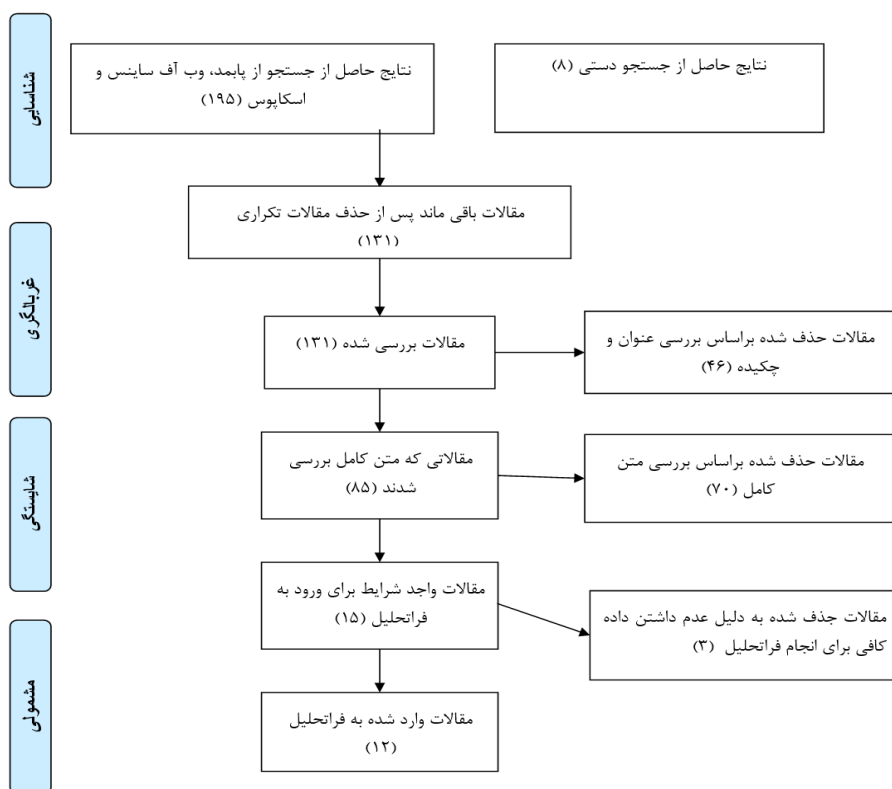
یافته‌ها

بر اساس جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی، در مجموع ۱۹۵ مقاله مستخرج از سایت‌های PubMed، Scopus و Web of Science به دست آمد که پس از حذف مقالات تکراری، ۱۳۱ مقاله برای ارزیابی بیشتر

باقی ماندند. همچنین با جست‌وجوی دستی، ۸ مقاله به این تعداد افزوده شد. پس از اسکرین مقالات بر اساس معیارهای ورود و خروج در عنوان و چکیده، ۴۶ مقاله حذف و ۸۵ مقاله برای ارزیابی متن کامل مقاله انتخاب شدند. پس از ارزیابی متن کامل، ۷۰ مقاله به دلیل عدم تطابق با معیارهای ورود به مطالعه و نبود نتایج مورد نیاز حذف شدند و در نهایت، ۱۵ مقاله برای ورود به فراتحلیل انتخاب شدند و ۳ مقاله به دلیل عدم داشتن داده کافی حذف گردید و در مجموع، ۱۲ مقاله به فراتحلیل حاضر وارد شدند (شکل ۱).

¹ Standardized mean difference

² Funnel plot



نمودار ۱- طرح شماتیک روند انتخاب مقالات

پروتکل‌های تمرین ورزشی: جزئیات کامل از پروتکل‌های تمرینی در جدول ۱ ارائه شده است. به طور خلاصه، مطالعات وارد شده به طور عمده از تمرینات ورزشی دویدن و یا رکاب زدن استفاده کرده بودند. طول مداخلات تمرینی بین ۸ تا ۱۶ هفته بود. جلسات تمرین نیز در ۱۰ مقاله ۳ روز در هفته بود و ۲ مطالعه از ۲ روز در هفته استفاده کرده بودند. جزئیات بیشتر در جدول ۱ ارائه شده است.

ویژگی آزمودنی‌ها: در مجموع، ۳۲۲ آزمودنی وارد فراتحلیل شدند. ۱۲ مقاله در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفت و تمام داده‌های آن‌ها استخراج شد. دامنه سنی و شاخص توده بدنی این افراد به ترتیب در بازه ۴۵-۶۹ سال و BMI بین ۲۳-۳۲ کیلوگرم بر مجذور قد برحسب متر بودند. جزئیات کامل اطلاعات آزمودنی‌ها در جدول ۱ قابل مشاهده است.

جدول ۱- ویژگی آزمودنی‌ها و پروتکل تمرین

متغیر	طول مداخله (جلسه در هفته)	توصیف مداخلات ورزشی و کنترل	نوع تمرین	BMI (کیلوگرم بر متر مربع)	سن (سال)	نمونه (جنسیت)	مطالعه / سال / رفرنس
TC TG LDL HDL	۸ هفته (۳)	HIIT: ۴ دقیقه فعالیت با شدت ۸۵-۹۵٪ حداکثر ضربان قلب و ۳ دقیقه با شدت ۷۰-۶۰٪ حداکثر ضربان قلب (دویدن) کنترل: توصیه به حفظ فعالیت بدنی روزانه	تمرین تناوبی با شدت بالا	تمرین: ۲۳/۲±۱/۹ کنترل: ۲۴/۹±۲/۷	تمرین: ۵۵/۸±۱۷/۷ کنترل: ۵۸/۳۳±۱۱/۸	زن (۲۵)	هه و همکاران (۲۰۲۲) (۱۷)
گلوکز TC TG LDL HDL	۱۶ هفته (۲)	HIIT: ۲۰ دقیقه فعالیت ۸ ثانیه‌ای با شدت ۷۷-۸۵٪ حداکثر ضربان قلب و استراحت فعال ۱۲ ثانیه‌ای با شدت ۲۰-۳۰ RPM (رکاب زدن) کنترل: توصیه به حفظ فعالیت بدنی روزانه	تمرین تناوبی با شدت بالا	تمرین: ۳۲/۶±۱/۷	۶۹±۱	زن (۱۶)	مایلارد و همکاران (۲۰۱۶) (۱۸)

گلوکز TC TG LDL HDL	۱۲ هفته (۳)	HIIT: ۴ دقیقه فعالیت با شدت ۹۰٪ حداکثر ضربان قلب و ۳ دقیقه استراحت فعال با ۷۰٪ حداکثر ضربان قلب (دویدن)	تمرینات تناوبی با شدت بالا	۳۰/۴±۲/۸	۵۳/۵±۹/۶	زن (۱۵)	استکلینگ و همکاران (۱۹) (۲۰۱۹)
گلوکز TC TG HDL LDL	۸ هفته (۳)	SIT: ۲۰ دقیقه فعالیت با وهله‌های ۸ ثانیه‌ای با شدت ۸۵-۸۰٪ حداکثر ضربان قلب با استراحت فعال ۱۲ ثانیه‌ای (رکاب زدن) کنترل: فاقد مداخله ورزشی	تمرین تناوبی سرعتی	تمرین: ۲۸/۳±۳/۷ کنترل: ۲۷/۳±۴/۱	تمرین: ۵۴/۱±۳/۶ کنترل: ۵۳/۳±۳/۴	۴۰ (زن)	بوچر و همکاران (۲۰) (۲۰۱۹)
انسولین TG TC LDL HDL HOMA-IR	۱۲ هفته (۳)	HIIT: ۸ وهله فعالیت ۶۰ ثانیه‌ای با شدت ۹۰-۸۰٪ حداکثر ضربان قلب و ۱۲ ثانیه استراحت فعال (رکاب زدن)	تمرین تناوبی با شدت بالا	تمرین: ۳۱/۵±۴/۳	تمرین: ۵۹/۹±۵/۹	زن (۱۰)	دایپوت و همکاران (۲۱) (۲۰۱۹)
TG C LDL HDL	۸ هفته (۳)	HIIT: ۳۰ دقیقه فعالیت، ۴ دقیقه فعالیت با شدت ۹۰-۷۰٪ ضربان قلب ذخیره و ۴ دقیقه فعالیت با شدت ۶۰-۵۵٪ ضربان قلب ذخیره (دویدن) کنترل: توصیه به حفظ فعالیت بدنی روزانه	تمرین تناوبی با شدت بالا	تمرین: ۲۷/۹±۱/۳ کنترل: ۲۷/۸±۱/۲	تمرین: ۵۴/۹±۰/۹ کنترل: ۵۶/۲±۰/۷	زن (۲۰)	کیهانی و همکاران (۲۲) (۲۰۲۰)
گلوکز انسولین TC TG HDL LDL HOMA-IR	۱۲ هفته (۳)	HIIT: ۱۲-۶ وهله فعالیت ۶۰ ثانیه‌ای با شدت ۹۵-۸۵٪ حداکثر ضربان قلب ذخیره و ۶۰ ثانیه فعالیت با شدت ۶۰-۵۵٪ حداکثر ضربان قلب ذخیره (دویدن) کنترل: توصیه به حفظ فعالیت بدنی روزانه	تمرینات تناوبی با شدت بالا	تمرین: ۳۱/۰±۱/۰ کنترل: ۳۱/۳±۱/۵	تمرین: ۵۱/۸±۵/۱ کنترل: ۵۵/۵±۶/۵	زن (۲۵)	آتشک و همکاران (۲۳) (۲۰۲۰)
گلوکز TC TG LDL HDL	۸ هفته (۳)	SIT: ۲۰ دقیقه وهله‌های ۸ ثانیه‌ای با شدت ۱۲۰ دور در دقیقه با استراحت فعال ۱۲ ثانیه‌ای (رکاب زدن) کنترل: فاقد مداخله ورزشی	تمرین تناوبی سرعتی	تمرین: ۲۸/۲±۳/۵ کنترل: ۲۷/۴±۳/۵	تمرین: ۵۳/۹±۳/۴ کنترل: ۵۳/۲±۳/۱	زن (۶۰)	هو و همکاران (۲۴) (۲۰۲۰)
گلوکز انسولین TC TG HDL LDL HOMA-IR	۱۲ هفته (۳)	HIIT: ۱۲-۶ وهله فعالیت ۶۰ ثانیه‌ای با شدت ۹۵-۸۵٪ حداکثر ضربان قلب ذخیره و ۶۰ ثانیه فعالیت با شدت ۶۰-۵۵٪ حداکثر ضربان قلب ذخیره (دویدن) کنترل: توصیه به حفظ فعالیت بدنی روزانه	تمرینات تناوبی با شدت بالا	تمرین: ۳۰/۴±۰/۵ کنترل: ۳۱/۵±۱/۵	تمرین: ۵۴/۸±۳/۸ کنترل: ۵۷/۸±۲/۶	زن (۳۰)	حاتمی و همکاران (۲۵) (۲۰۲۲)
TC TG LDL HDL	۱۲ هفته (۲)	HIIT: ۲۰ دقیقه فعالیت ۳۰ ثانیه‌ای با شدت بالا و استراحت فعال ۳۰ ثانیه‌ای با شدت ۲۰ وات (رکاب زدن)	تمرین تناوبی با شدت بالا	تمرین: ۲۶/۲±۵/۴	تمرین: ۵۷±۴	زن (۲۷)	لیال و همکاران (۲۶) (۲۰۲۲)
گلوکز TC TG LDL HDL	۸ هفته (۳)	HIIT: ۳ دقیقه فعالیت با شدت ۹۰-۸۰٪ حداکثر ضربان قلب و ۳ دقیقه استراحت فعال با شدت ۶۵-۵۵٪ حداکثر ضربان قلب (دویدن) کنترل: فاقد مداخله ورزشی	تمرین تناوبی شدت بالا	تمرین: ۲۸/۳±۰/۴ کنترل: ۲۷/۱±۰/۴	۴۵-۶۵ سال	زن (۳۰)	کازمپی و همکاران (۲۷) (۲۰۲۳)
گلوکز انسولین TC TG LDL HDL HOMA-IR	۱۶ هفته (۳)	HIIT: ۴ وهله فعالیت ۴ دقیقه‌ای با شدت ۹۵-۹۰٪ حداکثر ضربان قلب و ۳ دقیقه فعالیت با شدت ۷۰-۵۰٪ حداکثر ضربان قلب (رکاب زدن)	تمرین تناوبی با شدت بالا	تمرین: ۲۶/۷±۴/۱	تمرین: ۵۳/۶±۶/۱	زن (۲۴)	رومانسیاه و همکاران (۲۸) (۲۰۲۳)

جدول ۲- ارزیابی کیفیت مطالعات مورد بررسی در تحقیق

مطالعه / سال / رفرنس	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
مشخص بودن ضوابط واجد شرایط بودن آزمودنی‌ها	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓
اختصاص شرکت کنندگان به‌طور تصادفی به گروه‌های مختلف	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓
آشنایی نداشتن به گروه‌بندی شرکت کنندگان	×	×	×	✓	×	×	×	✓	✓
یکسان بودن آزمودنی‌ها در پیش‌آزمون در گروه‌های مختلف مطالعه	✓	✓	×	✓	×	×	×	✓	✓
وجود ارزیابی یک‌سوکور برای متغیر اصلی پژوهش	×	×	×	✓	×	×	×	✓	✓
خروج کمتر از ۱۵٪ شرکت کنندگان از پژوهش	×	×	×	✓	×	×	×	✓	✓
انجام تحلیل به قصد درمان (ITT)	×	×	×	✓	×	×	×	✓	✓
وجود گزارش میانگین، انحراف معیار و میزان معناداری آماری	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
هو و همکاران (۲۰۲۰)	✓	✓	×	✓	×	×	×	✓	✓
مایلارد و همکاران (۲۰۱۸)	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓
استکلینگ و همکاران (۲۰۱۸)	✓	×	×	✓	×	✓	×	✓	✓
بوچر و همکاران (۲۰۱۹)	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓
داپویت و همکاران (۲۰۱۹)	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓
کیپانی و همکاران (۲۰۱۹)	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓
آتشک و همکاران (۲۰۲۰)	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓
هو و همکاران (۲۰۲۰)	✓	✓	×	✓	×	×	×	✓	✓
حاتمی و همکاران (۲۰۲۲)	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓
لیال و همکاران (۲۰۲۲)	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓
کاظمی و همکاران (۲۰۲۳)	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓
رومانسیاه و همکاران (۲۰۲۳)	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓

گلوکز

فرا تحلیل مستخرج از ۸ مطالعه نشان داد که تمرین تناوبی، تأثیر معنی‌داری بر سطوح گلوکز خون ندارد ($p=0/10$ ، $0/07$ الی $-0/78$ ؛ CI: $-0/35$ ؛ SMD) (نمودار ۲). بررسی ناهمگونی با استفاده از آزمون I^2 نشان داد ناهمگونی متوسط و معنی‌داری وجود دارد ($p=0/01$ ، $I^2=70/81$). بررسی سوگیری انتشار با استفاده از تحلیل بصری فونل پلات نشان داد که سوگیری انتشار وجود دارد، درحالی‌که آزمون Egger ($p=0/15$) آن را تأیید نکرد.

انسولین

در این مطالعه ۴ مداخله ورزشی به‌منظور بررسی تأثیر تمرین تناوبی بر سطوح انسولین ناشتای خون وارد فراتحلیل شدند. نتایج نشان داد، تمرین ورزشی تأثیر معنی‌داری بر سطوح انسولین ناشتای خون ندارد ($p=0/07$ ، $0/05$ الی $-1/09$ ؛ CI: $-0/52$ ؛ SMD) (نمودار ۳). بررسی ناهمگونی با استفاده از آزمون I^2 نشان داد ناهمگونی متوسط و معنی‌داری وجود دارد ($p=0/04$ ، $I^2=62/64$). بررسی سوگیری انتشار با استفاده از تحلیل بصری فونل پلات نشان داد که

سوگیری انتشار وجود دارد و آزمون Egger ($p=0/03$) آن را تأیید کرد.

مقاومت به انسولین

آنالیز داده‌های ۴ مداخله ورزشی به‌منظور بررسی تأثیر تمرین تناوبی بر سطوح مقاومت به انسولین خون نشان داد، تمرین ورزشی اثر معنی‌داری بر سطوح مقاومت به انسولین ندارد ($p=0/059$ ، $0/02$ الی $-1/18$ ؛ CI: $-0/57$ ؛ SMD) (نمودار ۴). بررسی ناهمگونی با استفاده از آزمون I^2 نشان داد ناهمگونی متوسط و معنی‌داری وجود دارد ($p=0/03$ ، $I^2=65/60$). بررسی سوگیری انتشار با استفاده از تحلیل بصری فونل پلات نشان داد که سوگیری انتشار وجود دارد و آزمون Egger ($p=0/04$) آن را تأیید کرد.

TG

نتایج ۱۲ مداخله ورزشی به‌منظور بررسی تأثیر تمرین ورزشی بر سطوح تری‌گلیسیرید خون نشان داد، تمرین ورزشی منجر به کاهش معنی‌دار تری‌گلیسیرید با اندازه اثر متوسط می‌شود ($p=0/005$ ، $-0/14$ الی $-0/79$ ؛ CI: $-0/46$ ؛ SMD) (نمودار ۵). بررسی ناهمگونی با استفاده از آزمون I^2 نشان داد ناهمگونی متوسط و

معنی‌داری وجود دارد ($I^2 = 64/07$, $p = 0/001$). بررسی سوگیری انتشار با استفاده از تحلیل بصری فونل پلات نشان داد که سوگیری انتشار وجود دارد و آزمون Egger ($p = 0/003$) آن را تأیید کرد.

(TC) Total cholesterol

در فراتحلیل حاضر ۱۲ مداخله ورزشی به‌منظور بررسی اثر تمرین تناوبی بر سطوح کلسترول خون مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تمرین ورزشی تأثیر معنی‌داری بر سطوح کلسترول خون ندارد ($p = 0/053$, $I^2 = 0/005$ الی $-0/92$; CI: $-0/45$; SMD = $-0/45$) (نمودار ۶). بررسی ناهمگونی با استفاده از آزمون I^2 بیانگر وجود ناهمگونی متوسط و معنی‌دار بین مطالعات بود ($I^2 = 81/37$, $p = 0/001$). سوگیری انتشار با استفاده از تحلیل بصری فونل پلات نشان داد که سوگیری انتشار وجود دارد و آزمون Egger ($p = 0/001$) آن را تأیید کرد.

HDL

در فراتحلیل حاضر ۱۲ مداخله جهت بررسی اثر تمرین تناوبی بر سطوح HDL خون وارد فراتحلیل شدند. نتایج نشان داد که تمرین ورزشی تأثیر معنی‌داری بر سطوح HDL خون ندارد ($p = 0/07$, $I^2 = 0/05$ الی $1/01$; CI: $0/48$; SMD = $0/48$) (نمودار ۷). بررسی ناهمگونی با استفاده از آزمون I^2 بیانگر وجود ناهمگونی بالا و معنی‌دار بین مطالعات بود ($I^2 = 85/44$, $p = 0/001$). سوگیری انتشار با استفاده از تحلیل بصری فونل پلات نشان داد که سوگیری انتشار وجود دارد و آزمون Egger ($p = 0/002$) آن را تأیید کرد.

LDL

در فراتحلیل حاضر ۱۲ مداخله جهت بررسی اثر تمرین تناوبی بر سطوح LDL خون وارد فراتحلیل شدند. نتایج نشان داد که تمرین ورزشی تأثیر معنی‌داری بر سطوح LDL خون ندارد ($p = 0/07$, $I^2 = 0/89$ الی $0/04$; CI: $-0/42$; SMD = $-0/42$) (نمودار ۸). بررسی ناهمگونی با استفاده از آزمون I^2 نشان داد ناهمگونی معنی‌داری در

بین مطالعات وجود دارد ($I^2 = 81/75$, $p = 0/001$). سوگیری انتشار با استفاده از تحلیل بصری فونل پلات نشان داد که سوگیری انتشار وجود دارد و آزمون Egger ($p = 0/0005$) آن را تأیید کرد.

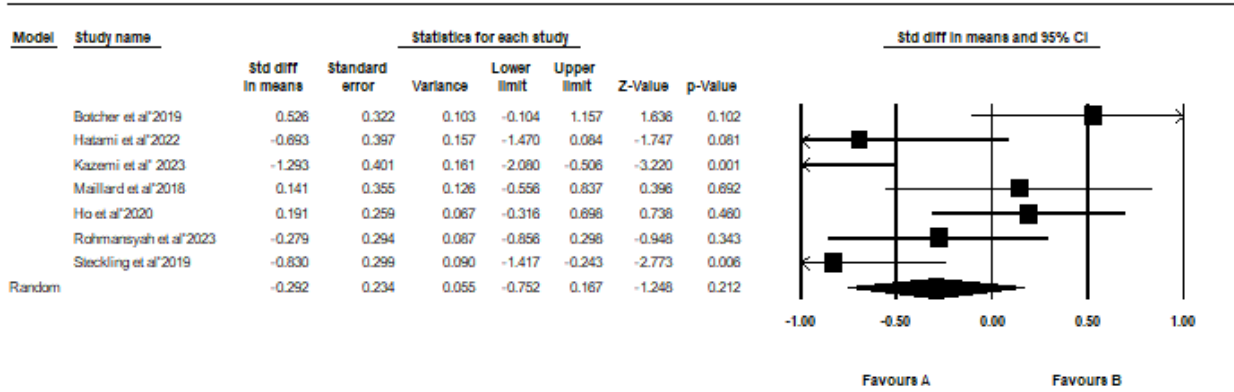
تحلیل زیر گروهی

همچنین تحلیل زیر گروهی بر اساس نوع تمرین ورزشی نشان داد که HIIT (۶ مداخله، $p = 0/01$, $I^2 = 0/57$; SMD: منجر به کاهش معنادار سطوح گلوکز می‌شود. درحالی‌که اثرات تمرین SIT (۲ مداخله، $p = 0/10$, SMD: $0/32$) بر سطوح گلوکز معنی‌دار نبود. نتایج تحلیل زیر گروهی بر اساس نوع تمرین ورزشی نشان داد که HIIT (۱۰ مداخله، $p = 0/009$, $I^2 = 0/54$; SMD: منجر به کاهش معنی‌دار تری‌گلیسیرید می‌شود، با این وجود اثرات SIT (۲ مداخله، $p = 0/26$, SMD: $-0/22$) بر کاهش مقادیر تری‌گلیسیرید معنی‌دار نبود.

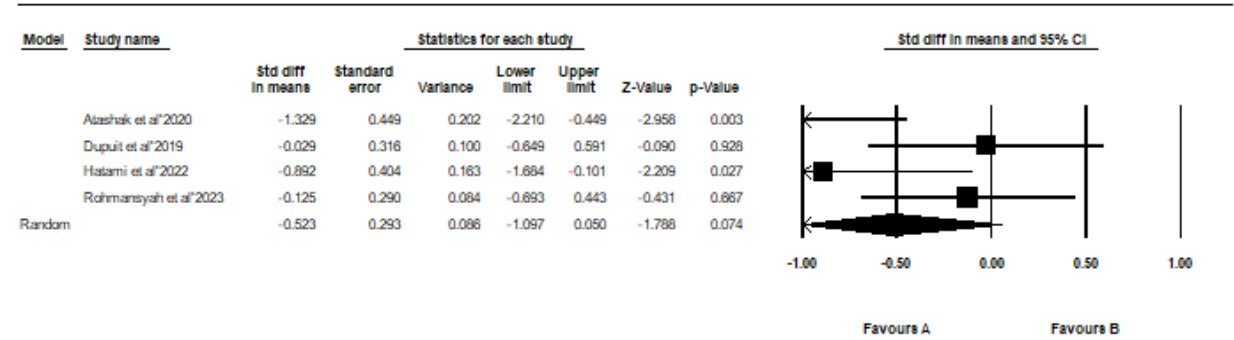
تحلیل زیر گروهی بر اساس نوع تمرین ورزشی نشان داد که HIIT (۱۰ مداخله، $p = 0/04$, $I^2 = 0/59$; SMD: منجر به کاهش معنی‌دار مقادیر کلسترول می‌شود، درحالی‌که اثرات SIT (۲ مداخله، $p = 0/26$, $I^2 = 0/22$; SMD: بر کاهش مقادیر کلسترول معنی‌دار نبود. تحلیل زیر گروهی بر اساس نوع تمرین ورزشی نشان داد که اثرات هر دو HIIT (۱۰ مداخله، $p = 0/052$, $I^2 = 0/67$; SMD: و SIT (۲ مداخله، $p = 0/93$, $I^2 = 0/01$; SMD: بر مقادیر HDL معنادار نبود.

تحلیل زیر گروهی بر اساس نوع تمرین ورزشی نشان داد که HIIT (۱۰ مداخله، $p = 0/04$, $I^2 = 0/59$; SMD: منجر به کاهش معنی‌دار مقادیر LDL می‌شود، درحالی‌که اثرات SIT (۲ مداخله، $p = 0/46$, $I^2 = 0/14$; SMD: بر کاهش مقادیر LDL معنی‌دار نبود.

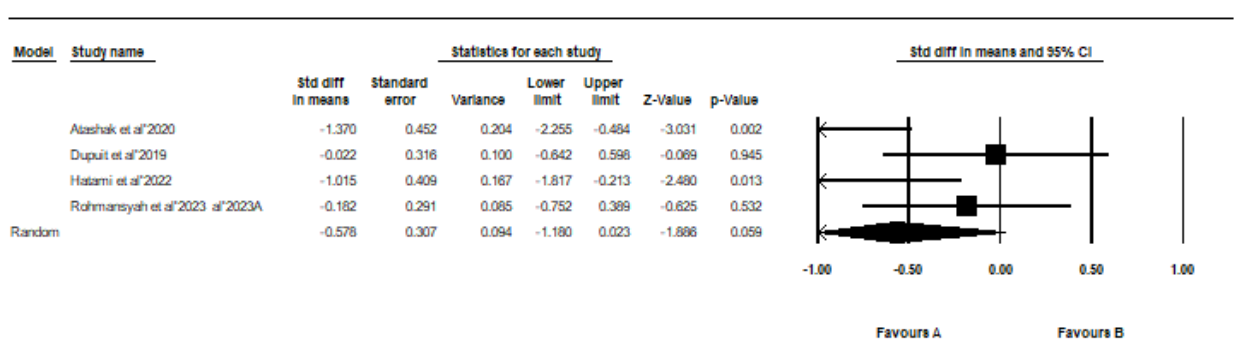
از نظر کیفیت مطالعات، نتایج نشان داد که کیفیت مطالعات در محدوده ۵ تا ۷ بودند. جدول کیفیت مطالعات ارائه در جدول ۲ ارائه شده است.



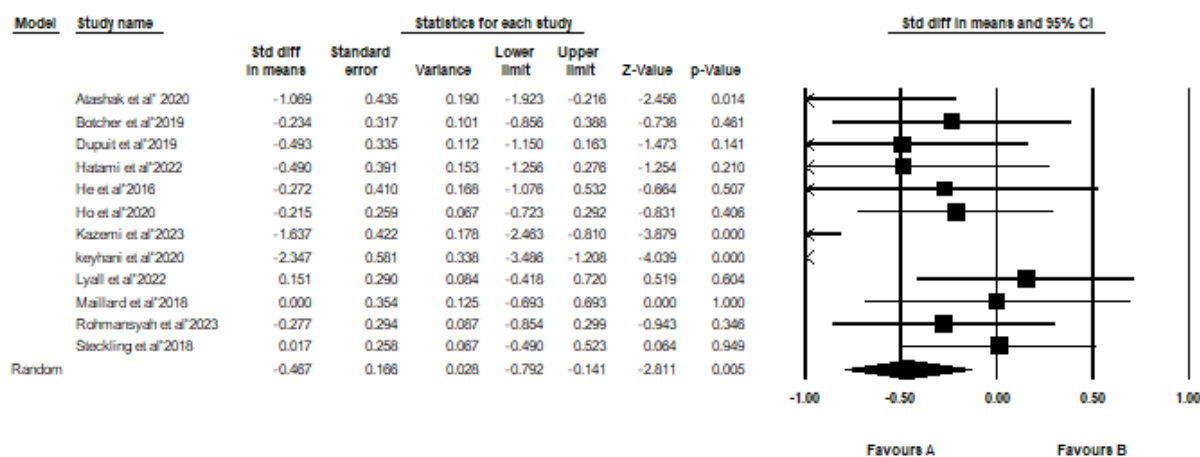
نمودار ۲- نمودار انباشت اثر تمرین ورزشی بر گلوکز



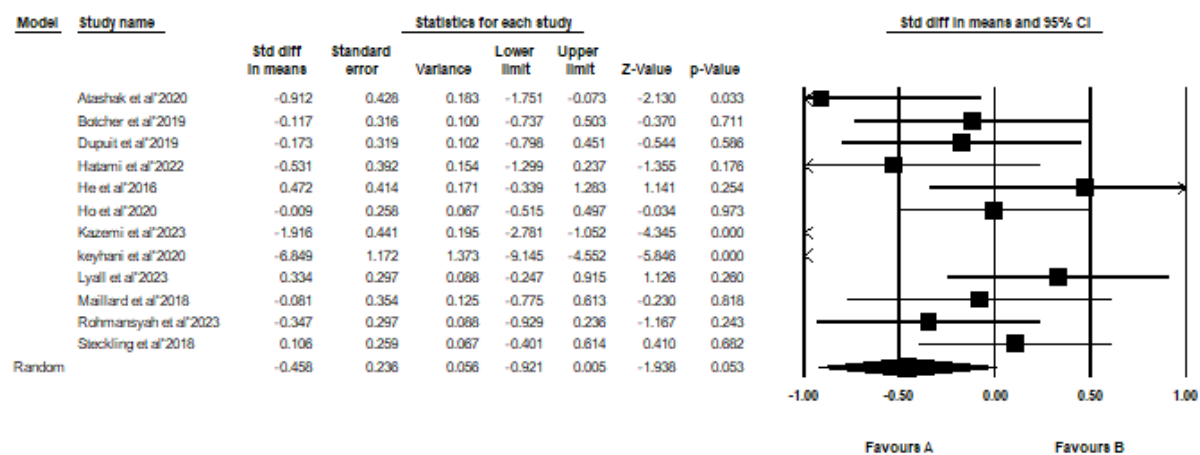
نمودار ۳- نمودار انباشت اثر تمرین ورزشی بر انسولین



نمودار ۴- نمودار انباشت اثر تمرین ورزشی بر مقاومت به انسولین

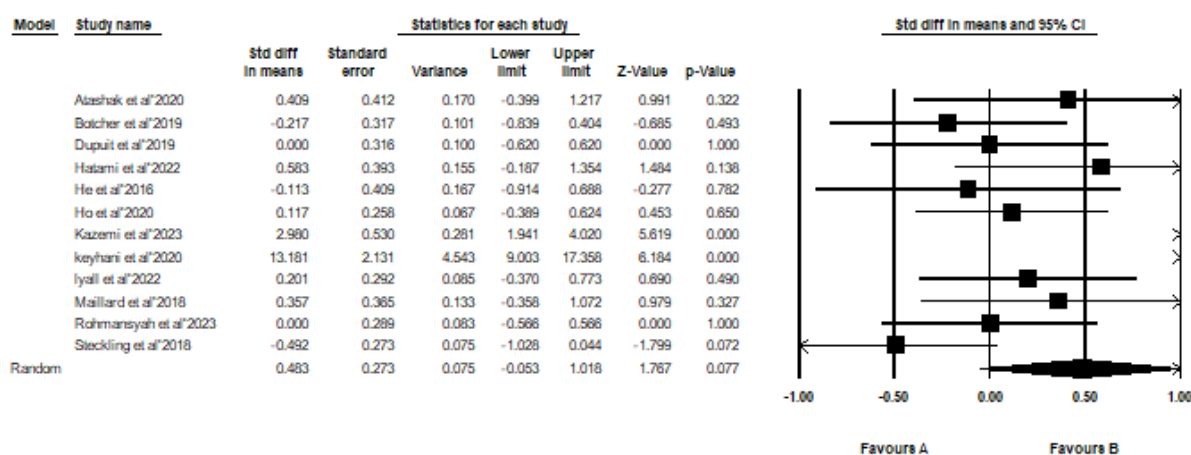


نمودار ۵- نمودار انباشت اثر تمرین ورزشی بر TG

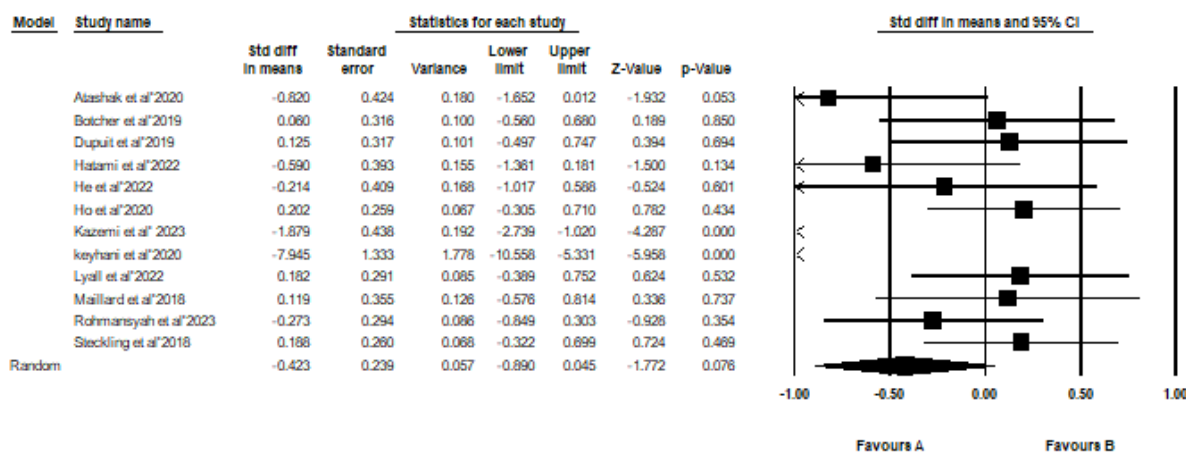


نمودار ۶- نمودار انباشت اثر تمرین ورزشی بر TC





نمودار ۷- نمودار انباشت اثر تمرین ورزشی بر HDL



نمودار ۸- نمودار انباشت اثر تمرین ورزشی بر LDL

بحث

نداد. با این حال، در تحلیل زیرگروهی بر اساس نوع تمرین ورزشی نشان داده شد که HIIT منجر به کاهش معنی دار سطوح گلوکز، TG، TC و LDL در زنان یائسه می شود، در حالی که اثرات SIT بر سطوح این فاکتورها معنی دار نبود.

بر اساس نتایج فراتحلیل حاضر، تمرینات تناوبی منجر به کاهش معنی دار در سطح TG (با اندازه اثر متوسط برابر با ۰/۴۶-) شد. این کاهش می تواند تأثیر قابل توجهی در کاهش خطر بیماری های قلبی- عروقی که در دوران یائسگی به دلیل تغییرات هورمونی افزایش می یابد، داشته باشد. همسو با مطالعه حاضر،

هدف از فراتحلیل حاضر، اثرات تمرینات تناوبی بر مارکرهای سلامت قلبی- متابولیکی شامل گلوکز، انسولین، مقاومت به انسولین و پروفایل های لیپیدی در زنان یائسه بود. این تجزیه و تحلیل شامل ۳۲۲ آزمودنی زن در بازه ۴۵-۶۹ سال با شاخص توده بدنی ۲۳-۳۲ کیلوگرم بر متر مربع بود. بر اساس نتایج یافته های این فراتحلیل، تمرینات تناوبی تنها منجر به کاهش معنی دار TG شد و در دیگر مارکرهای سلامت قلبی- متابولیکی اثر معنی داری را در زنان یائسه نشان

فرا تحلیل‌های قبلی آثار مفید تمرینات ورزشی به‌ویژه تمرینات تناوبی با شدت بالا در بهبود ترکیب بدن و مارکرهای سلامت قلبی- متابولیک در بزرگسالان دارای اضافه وزن، چاق و غیر چاق را نشان داده‌اند (۱۳، ۳۲-۲۹). علاوه بر این، بر اساس نتایج تحلیل زیرگروهی بر اساس نوع تمرین در فرا تحلیل حاضر، HIIT نسبت به SIT منجر به کاهش معنادار سطح TG (با اندازه اثر متوسط برابر با $-0/54$) شد. این نتایج نشان‌دهنده آن است که HIIT در مقایسه با SIT، اثربخشی بیشتری در بهبود TG خون در زنان یائسه دارد. HIIT که شامل دوره‌های کوتاه تمرین با شدت بالا است که فواصل کاری معمولاً از ۳۰ ثانیه تا ۲ دقیقه طول می‌کشد و بهتر از SIT که شکل شدیدتری از تمرینات تناوبی است که با تلاش‌های با فواصل کاری بسیار کوتاه است و معمولاً بین ۱۰ تا ۳۰ ثانیه طول می‌کشد، عمل کرد (۳۳). یافته‌های حاضر با فرا تحلیل‌های قبلی است که نشان دادند HIIT در بهبود ترکیب بدن در زنان یائسه مؤثر است، همسو بود (۱۱).

تمرینات HIIT به دلیل شدت بالاتر، می‌توانند اثرات سریع‌تری در بهبود مارکرهای قلبی- متابولیکی ایجاد کنند (۱۳، ۳۴، ۳۵). البته برای افرادی که نمی‌توانند تمرینات HIIT را به‌طور کامل انجام دهند، تمرینات با شدت متوسط نیز می‌تواند مفید باشد، اما ممکن است برای رسیدن به نتایج مشابه، زمان بیشتری نیاز باشد (۳۵). به‌طور خاص، HIIT ممکن است برای زنان یائسه که زمان محدودی برای تمرین دارند، گزینه‌ای مؤثرتر باشد، زیرا می‌تواند نتایج مشابه را در زمان کمتری ارائه دهد (۳۶). همچنین، مطالعات نشان می‌دهد که HIIT می‌تواند برای کاهش وزن و بهبود ترکیب بدن در زنان یائسه چاق مؤثر باشد؛ همانطوری‌که، مطالعه گروسمن و همکاران (۲۰۱۸) نشان داد که زنان یائسه چاق در یک برنامه HIIT به‌طور قابل توجهی وزن بیشتری را در مقایسه با کسانی که در یک گروه تمرین استقامتی از دست دادند، نشان می‌دهند که HIIT ممکن است گزینه مناسبی باشد؛ حتی برای کسانی که با موانعی مانند چاقی مواجه هستند (۳۶). علاوه بر این، میزان پایبندی در

برنامه‌های تمرینی HIIT، بالا گزارش شده است؛ به‌عنوان مثال در مطالعه کولتا و همکاران (۲۰۱۹) که ۹۰٪ پایبندی را در میان شرکت‌کنندگان در این نوع برنامه‌های تمرینی نشان دادند (۳۷).

یکی از مکانیسم‌های احتمالی که در کاهش TG پس از HIIT نقش دارد، کاهش چربی احشایی است. به‌طور کلی، کمبود استروژن مرتبط با یائسگی، زنان را مستعد افزایش چربی بدن از جمله توده چربی احشایی می‌کند (۱۱). از طرفی، کمبود استروژن نسبت متابولیسم لیپید در تأمین انرژی در طول ورزش را کاهش می‌دهد و اکسیداسیون چربی را در شرایط استراحت محدود می‌کند (۱۱). با این حال، مطالعات نشان داده‌اند HIIT در کاهش چربی احشایی که ارتباط نزدیکی با اختلالات متابولیک از جمله دیس لیپیدمی دارد، مؤثر بوده است. این کاهش چربی احشایی با بهبود پروفایل لیپیدی از جمله سطوح تری‌گلیسیرید پایین همراه است؛ همانطوری‌که نتایج مطالعه فرا تحلیل دوپویت و همکاران (۲۰۲۰) در بررسی تأثیر MICT یا HIIT با یا بدون تمرین مقاومتی بر تغییر ترکیب بدن در زنان یائسه دارای اضافه وزن یا چاق نشان دادند، HIIT در کاهش درصد چربی شکمی و احشایی مؤثرتر از MICT می‌باشد (۱۲). مکانیسم‌های زیربنای کاهش قابل توجه توده چربی احشایی ناشی از HIIT به‌طور کامل مشخص نشده است، اما می‌تواند تا حدودی نتیجه افزایش تولید کاتکول‌آمین‌ها باشد که منجر به لیپولیز قابل توجه در طول ورزش و به دنبال آن اکسیداسیون چربی بالاتر پس از ورزش می‌شود (۹، ۱۱)؛ همانطوری‌که در فرا تحلیل‌های قبلی نشان داده شده است که تمرینات HIIT یک استراتژی کارآمد از نظر زمان برای کاهش توده چربی از جمله توده چربی شکمی و احشایی است (۹). همچنین، HIIT باعث افزایش میزان متابولیسم در حین و بعد از ورزش می‌شود؛ پدیده‌ای که به‌عنوان مصرف بیش از حد اکسیژن پس از ورزش (EPOC)^۱ شناخته می‌شود. این حالت متابولیک بالا می‌تواند اکسیداسیون چربی را افزایش داده و مصرف انرژی کلی را بهبود بخشد و به

¹ Excess post-exercise oxygen consumption

بالاتر IL-6 با بهبود حساسیت به انسولین و پروفایل لیپیدی مرتبط است که منجر به کاهش شاخص‌های لیپیدی شود (۲۳، ۴۰). همچنین، زنان یائسه تغییرات هورمونی را تجربه می‌کنند که می‌تواند بر متابولیسم لیپید تأثیر بگذارد و HIIT ممکن است به تعدیل این پاسخ‌های هورمونی، بهبود تنظیم لیپیدها در جریان خون و در نتیجه کاهش شاخص‌های لیپیدی کمک کند (۱۱).

در خصوص شاخص‌های گلیسمی، در مطالعه حاضر تمرینات تناوبی اثر معناداری بر کاهش سطح گلوکز خون نداشت. سطوح انسولین ناشتا نیز تغییری معنادار را نشان نداد. همچنین، مقاومت به انسولین کاهش غیرمعناداری (با اندازه اثر متوسط برابر با ۰/۵۷-) داشت. همسو با نتایج حاضر، مطالعه فراتحلیل باتاکان و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی اثرات HIIT بر سلامت قلبی - متابولیکی در بزرگسالان، هیچ تأثیر معنی‌داری بر انسولین در جمعیت‌های دارای اضافه وزن/چاق نشان نداد (۱۳). با این حال، در تحلیل زیرگروهی بر اساس نوع تمرین ورزشی نشان داده شد که HIIT منجر به کاهش معنادار سطوح گلوکز در زنان یائسه می‌شود، درحالی‌که اثرات SIT بر سطوح این فاکتورها معنی‌دار نبود. این نتایج نشان‌دهنده آن است که HIIT در مقایسه با SIT، اثربخشی بیشتری در بهبود مارکرهای متابولیکی و لیپیدی در زنان یائسه دارد. همسو با مطالعه حاضر، مطالعات قلبی نشان داده‌اند که HIIT در بهبود سطح گلوکز خون ناشتا و HbA1c و تسهیل کنترل قند خون در مقایسه با سایر تمرینات مؤثر است (۳۹، ۴۱، ۴۲). HIIT با تحریک بیشتر هورمون‌های مرتبط با سوخت‌وساز و بهبود حساسیت به انسولین، منجر به افزایش برداشت گلوکز و کاهش تجمع چربی در خون می‌شود (۹).

با این حال، با توجه به اینکه زنان یائسه ممکن است مشکلاتی مانند درد زانو یا چاقی داشته باشند، به همین دلیل رعایت اصول صحیح در این نوع تمرینات می‌تواند برای زنان یائسه با مشکلات خاص ایمن و مؤثر باشد. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که قبل از شروع تمرینات HIIT، آمادگی بدنی و تقویت عضلات مهم

کاهش سطح تری‌گلیسیرید کمک کند (۱۱). از آنجایی که چربی محتوای انرژی بالایی دارد، برای دستیابی به کاهش وزن به مقدار زیادی تمرین ورزشی نیاز است. با این حال، حتی زمانی که کاهش وزن وجود ندارد، تمرین ورزشی یک روش مؤثر برای بهبود ترکیب بدن (افزایش توده عضلانی و کاهش چربی) و همچنین افزایش حساسیت به انسولین و آمادگی قلبی تنفسی است. در مقایسه با تمرینات استقامتی مداوم با شدت کم تا متوسط سنتی، تمرینات HIIT و SIT به‌عنوان برنامه‌های تمرینی کارآمدتر هستند و نتایج قابل مقایسه‌ای را در کاهش توده چربی کل و همچنین بهبود آمادگی قلبی تنفسی و حساسیت به انسولین ایجاد می‌کنند (۳۸)؛ همانطوری‌که در فراتحلیل‌های قبلی نشان داده شد که HIIT یک استراتژی موفق برای کاهش وزن و توده چربی در زنان با وزن طبیعی و دارای اضافه وزن یا چاق قبل و بعد یائسگی است (۱۱). با این حال، تأثیر تمرینات تناوبی بر سایر پروفایل‌های لیپیدی از جمله شامل TC، HDL و LDL (با اندازه اثر متوسط) معنی‌دار نبود. همسو با نتایج حاضر، فراتحلیلی در بررسی اثرات HIIT بر سلامت قلبی - متابولیکی در بزرگسالان هیچ تأثیر معنی‌داری بر پروفایل لیپیدی در جمعیت‌های دارای اضافه وزن و چاق نشان نداد (۱۳). با این حال، در تناقض با نتایج حاضر، فراتحلیل‌های دیگری اثر مثبت HIIT در بهبود متابولیسم گلوکز و لیپید را در بیماران متابولیکی نشان داده‌اند (۳۹) با این حال، در تحلیل زیرگروهی بر اساس نوع تمرین ورزشی در پژوهش حاضر نشان داده شد که HIIT منجر به کاهش معنادار سطوح TC و LDL در زنان یائسه می‌شود، درحالی‌که اثرات SIT بر سطوح این فاکتورها معنی‌دار نبود. بنابراین، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که نوع تمرین تناوبی نیز می‌تواند در بهبود پروفایل‌های لیپیدی مؤثرتر باشد؛ همانطوری‌که مطالعات نشان داده‌اند که HIIT علاوه بر بهبود ترکیب بدن که در کاهش شاخص‌های لیپیدی نقش دارد (۱۱)، می‌تواند به‌طور مثبت بر نشانگرهای التهابی مانند اینترلوکین-۶ (IL-6) تأثیر بگذارد که به دنبال آن بر متابولیسم لیپید تأثیر می‌گذارد و در نتیجه سطوح

است (۴۳). به‌ویژه برای افرادی که مشکلات مفصلی دارند، ضروری است که شدت تمرینات به تدریج افزایش یابد و در برخی موارد، تمرینات با شدت کمتر در مراحل ابتدایی یا به‌عنوان پیش‌نیاز برای انجام HIIT انجام شود (۴۴، ۴۵)؛ همانطوری که برخی مطالعات نشان داده‌اند که اگرچه HIIT برای زنانی که در معرض خطر ابتلاء به بیماری‌هایی مانند سرطان پستان هستند امکان‌پذیر است، اما در نظر گرفتن وضعیت سلامت فردی و خطرات بالقوه مرتبط با ورزش‌های با شدت بالا ضروری است (۳۷). با این‌حال، مطالعات نشان داده‌اند که تمرینات تناوبی در مقایسه با تمرین تداومی منجر به بهبود ترکیب بدن و کاهش وزن و میزان متابولیسم استراحتی (RMR)^۱ در زنان چاق پیش از یائسگی می‌شود (۴۶). در نتیجه، در حالی که HIIT مزایای بالقوه‌ای را برای زنان یائسه‌ای که با چاقی و درد زانو مواجه هستند ارائه می‌دهد، توجه دقیق به قابلیت‌های فردی و اقدامات ایمنی ضروری است. از طرفی، برخی مطالعات به استفاده از روش‌هایی مانند نظارت بر شدت تمرینات، شروع با شدت کم‌تر و افزایش تدریجی آن و یا ترکیب HIIT با تمرینات اصلاحی و تقویتی اشاره کرده‌اند (۴۹-۴۷). همچنین این مطالعات ممکن است از ابزارهای حمایتی مانند تمرینات با وزن بدن یا استفاده از دستگاه‌های کمکی برای کاهش فشار بر مفاصل استفاده کرده باشند (۴۳، ۴۵، ۴۸). با این‌حال، برای اجرای مؤثر HIIT در این جمعیت‌های آسیب‌پذیر، اقداماتی مانند آمادگی بدنی، تنظیم شدت جلسات HIIT بر اساس سطح آمادگی جسمانی فردی و شرایط سلامتی و برگزاری جلسات تمرینی تحت نظارت حرفه‌ای کارشناسان و مربیان ورزشی برای اطمینان از ایمنی و تکنیک مناسب لازم است (۴۹-۴۷).

مهم‌ترین محدودیت مطالعه حاضر، وجود سوگیری انتشار و ناهمگونی بالا بود. بررسی ناهمگونی مطالعات نشان داد که اغلب متغیرها دارای ناهمگونی متوسط تا بالا بودند ($I^2 > 60\%$) که این مسئله احتمالاً ناشی از تنوع در روش‌شناسی، شدت تمرینات و ویژگی‌های

¹ Resting metabolic rate

اولیه جمعیت مورد مطالعه است. علاوه بر این، سوگیری انتشار با تحلیل بصری فونت پلات و آزمون Egger برای برخی شاخص‌ها تأیید شد که می‌تواند بر دقت نتایج تأثیر بگذارد. همچنین، تعداد کم مطالعات در زیر گروه SIT می‌بایست در تفسیر نتایج در نظر گرفته شود.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، نتایج این فراتحلیل نشان داد که HIIT می‌تواند به‌طور مؤثری منجر به بهبود گلاسمی و پروفایل‌های لیپیدی شود. علاوه بر این، نشان دهنده اثرگذاری بهتر تمرین HIIT نسبت به SIT در مارکرهای سلامت قلبی-متابولیکی در زنان یائسه می‌باشد و احتمالاً HIIT می‌تواند راهبرد مؤثرتری برای بهبود مارکرهای سلامت قلبی-متابولیکی در زنان یائسه باشد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از تمامی کسانی که ما را در این تحقیق یاری رساندند، تشکر و قدردانی می‌شود.

تضاد منافع

نویسندگان این مقاله، هیچ نفع متقابلی از انتشار آن نداشتند.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان این مطالعه تمام نکات اخلاقی و استانداردهای عمومی برای انتشار مقاله را رعایت کرده‌اند. این شامل اجتناب کامل از سرقت ادبی، جعل، ساختگی‌سازی یا تحریف داده‌ها و عدم ارسال همزمان یک مقاله به چندین مجله است.

حمایت مالی

این مطالعه توسط دانشگاه کاشان حمایت مالی شده است.

مشارکت نویسندگان

نویسندگان این مطالعه در تمامی مراحل اجرا نقش و همکاری داشتند.

- Hettchen M, Stengel Sv, Kohl M, Murphy MH, Shojaa M, Ghasemikaram M, et al. Effects of high-intensity aerobic exercise and resistance training on cardiometabolic risk in early-postmenopausal women. *German Journal of Sports Medicine* 2021; 72(1):28-34.
- Lobo RA. Menopause management for the millennium. *Medscape Womens Health* 1999; 1.
- Mandrup CM, Egelund J, Nyberg M, Slingsby MH, Andersen CB, Løgstrup S, et al. Effects of high-intensity training on cardiovascular risk factors in premenopausal and postmenopausal women. *American journal of obstetrics and gynecology* 2017; 216(4):384-e1.
- Grindler NM, Santoro NF. Menopause and exercise. *Menopause* 2015; 22(12):1351-8.
- Kwok MM, Ng SS, Man SS, So BC. The effect of aquatic High Intensity Interval Training on cardiometabolic and physical health markers in women: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Exercise Science & Fitness* 2022; 20(2):113-27.
- Gibala MJ. High-intensity interval training: a time-efficient strategy for health promotion?. *Current sports medicine reports* 2007; 6(4):211-3.
- Türk Y, Theel W, Kasteleyn MJ, Franssen FM, Hiemstra PS, Rudolphus A, et al. High intensity training in obesity: a Meta-analysis. *Obesity science & practice* 2017; 3(3):258-71.
- Khalafi M, Mojtahedi S, Ostovar A, Rosenkranz SK, Korivi M. High-intensity interval exercise versus moderate-intensity continuous exercise on postprandial glucose and insulin responses: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews* 2022; 23(8):e13459.
- Maillard F, Pereira B, Boisseau N. Effect of high-intensity interval training on total, abdominal and visceral fat mass: a meta-analysis. *Sports Medicine* 2018; 48:269-88.
- Keating SE, Johnson NA, Mielke GI, Coombes JS. A systematic review and meta-analysis of interval training versus moderate-intensity continuous training on body adiposity. *Obesity reviews* 2017; 18(8):943-64.
- Dupuit M, Maillard F, Pereira B, Marquezi ML, Lancha Jr AH, Boisseau N. Effect of high intensity interval training on body composition in women before and after menopause: a meta-analysis. *Experimental physiology* 2020; 105(9):1470-90.
- Dupuit M, Rance M, Morel C, Bouillon P, Pereira B, Bonnet A, et al. Moderate-intensity continuous training or high-intensity interval training with or without resistance training for altering body composition in postmenopausal women. *Medicine and science in sports and exercise* 2020; 52(3):736-45.
- Batacan RB, Duncan MJ, Dalbo VJ, Tucker PS, Fenning AS. Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. *British journal of sports medicine* 2017; 51(6):494-503.
- Isacco L, Boisseau N. Sex hormones and substrate metabolism during endurance exercise. In *Sex hormones, exercise and women: Scientific and clinical aspects* 2023: 25-54.
- Marsh ML, Oliveira MN, Vieira-Potter VJ. Adipocyte metabolism and health after the menopause: The role of exercise. *Nutrients* 2023; 15(2):444.
- Abildgaard J, Pedersen AT, Green CJ, Harder-Lauridsen NM, Solomon TP, Thomsen C, et al. Menopause is associated with decreased whole body fat oxidation during exercise. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism* 2013; 304(11):E1227-36.
- He H, Wang C, Chen X, Sun X, Wang Y, Yang J, et al. The effects of HIIT compared to MICT on endothelial function and hemodynamics in postmenopausal females. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2022; 25(5):364-71.
- Maillard F, Rousset S, Pereira B, Traore A, Del Amaze PD, Boirie Y, et al. High-intensity interval training reduces abdominal fat mass in postmenopausal women with type 2 diabetes. *Diabetes & metabolism* 2016; 42(6):433-41.
- Steckling FM, Farinha JB, Figueiredo FD, Santos DL, Bresciani G, Kretzmann NA, et al. High-intensity interval training improves inflammatory and adipokine profiles in postmenopausal women with metabolic syndrome. *Archives of physiology and biochemistry* 2019; 125(1):85-91.
- Boutcher YN, Boutcher SH, Yoo HY, Meerkin JD. The effect of sprint interval training on body composition of postmenopausal women. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2019; 51(7):1413-9.
- Dupuit M, Rance M, Morel C, Bouillon P, Pereira B, Bonnet A, et al. MICT or HIIT±RT programs for altering body composition in postmenopausal women. *Med Sci Sports Exerc* 2019; 52(3):1.
- Keyhani D, Tartibian B, Dabiri A, Teixeira AM. Effect of high-intensity interval training versus moderate-intensity aerobic continuous training on galectin-3 gene expression in postmenopausal women: a randomized controlled trial. *Journal of aging and physical activity* 2020; 28(6):987-95.
- Atashak S, Roshdi Bonab R, Kianmarz Bonab V. Comparison of the effect of high-intensity interval training (HIIT) and moderate-intensity continuous training (MICT) on syndrome metabolic factors in menopause obese women with metabolic syndrome. *Journal of Sport Biosciences* 2020; 12(3):307-28.
- Ho TY, Redmayne GP, Tran A, Liu D, Butlin M, Avolio A, et al. The effect of interval sprinting exercise on vascular function and aerobic fitness of post-menopausal women. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 2020; 30(2):312-21.

25. Hatami M, Roshdi Bonab R, Atashak S. Comparison of the Effect of Twelve Week of Concurrent (Resistance-Aerobic) and High-Intensity Interval Training on the Atherogenic, Insulin Resistance and Monocyte Chemoattractant Protein-1 Indices in Obese Menopausal Women. *Sport Physiology & Management Investigations* 2022; 14(1):177-93.
26. Lyall GK, Birk GK, Harris E, Ferguson C, Riches-Suman K, Kearney MT, et al. Efficacy of interval exercise training to improve vascular health in sedentary postmenopausal females. *Physiological Reports* 2022; 10(16):e15441.
27. Kazemi SS, Heidarianpour A, Shokri E. Effect of resistance training and high-intensity interval training on metabolic parameters and serum level of Sirtuin1 in postmenopausal women with metabolic syndrome: a randomized controlled trial. *Lipids in Health and Disease* 2023; 22(1):177.
28. Rohmansyah NA, Ka Praja R, Phanpheng Y, Hiruntrakul A. High-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training for improving physical health in elderly women. *INQUIRY: The Journal of Health Care Organization, Provision, and Financing* 2023; 60:00469580231172870.
29. Khalafi M, Habibi Maleki A, Sakhaei MH, Rosenkranz SK, Pourvaghar MJ, Ehsanifar M, et al. The effects of exercise training on body composition in postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in endocrinology* 2023; 14:1183765.
30. Edwards JJ, Griffiths M, Deenmamode AH, O'Driscoll JM. High-intensity interval training and cardiometabolic health in the general population: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Sports Medicine* 2023; 53(9):1753-63.
31. Lin X, Zhang X, Guo J, Roberts CK, McKenzie S, Wu WC, et al. Effects of exercise training on cardiorespiratory fitness and biomarkers of cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of the American heart association* 2015; 4(7):e002014.
32. Smith-Ryan AE, Trexler ET, Wingfield HL, Blue MN. Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic risk factors in overweight/obese women. *Journal of sports sciences* 2016; 34(21):2038-46.
33. Atakan MM, Guzel Y, Shrestha N, Kosar SN, Grgic J, Astorino TA, et al. Effects of high-intensity interval training (HIIT) and sprint interval training (SIT) on fat oxidation during exercise: a systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine* 2022; 56(17):988-96.
34. Tjønnå AE, Lee SJ, Rognmo Ø, Stølen TO, Bye A, Haram PM, 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.
35. MacInnis MJ, Gibala MJ. Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *The Journal of physiology* 2017; 595(9):2915-30.
36. Grossman JA, Arigo D, Bachman JL. Meaningful weight loss in obese postmenopausal women: a pilot study of high-intensity interval training and wearable technology. *Menopause* 2018; 25(4):465-70.
37. Coletta AM, Brewster AM, Chen M, Li Y, Bevers TB, Basen-Engquist K, et al. High-intensity interval training is feasible in women at high risk for breast cancer. *Medicine and science in sports and exercise* 2019; 51(11):2193.
38. Kolnes KJ, Petersen MH, Lien-Iversen T, Højlund K, Jensen J. Effect of exercise training on fat loss—energetic perspectives and the role of improved adipose tissue function and body fat distribution. *Frontiers in physiology* 2021; 12:737709.
39. Feng J, Zhang Q, Chen B, Chen J, Wang W, Hu Y, et al. Effects of high-intensity intermittent exercise on glucose and lipid metabolism in type 2 diabetes patients: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in endocrinology* 2024; 15:1360998.
40. Nunes PR, Martins FM, Souza AP, Carneiro MA, Orsatti CL, Michelin MA, et al. Effect of high-intensity interval training on body composition and inflammatory markers in obese postmenopausal women: a randomized controlled trial. *Menopause* 2019; 26(3):256-64.
41. Liu JX, Zhu L, Li PJ, Li N, Xu YB. Effectiveness of high-intensity interval training on glycemic control and cardiorespiratory fitness in patients with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Aging clinical and experimental research* 2019; 31:575-93.
42. Lora-Pozo I, Lucena-Anton D, Salazar A, Galán-Mercant A, Moral-Munoz JA. Anthropometric, cardiopulmonary and metabolic benefits of the high-intensity interval training versus moderate, low-intensity or control for type 2 diabetes: systematic review and meta-analysis. *International journal of environmental research and public health* 2019; 16(22):4524.
43. Weston KS, Wisløff U, Coombes JS. High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine* 2014; 48(16):1227-34.
44. Buchheit M, Laursen PB. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports medicine* 2013; 43(5):313-38.
45. Gibala MJ, Little JP, MacDonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *The Journal of physiology* 2012; 590(5):1077-84.
46. King JW. A comparison of the effects of interval training vs. continuous training on weight loss and body composition in obese pre-menopausal women. *East Tennessee State University*; 2001.
47. Kessler HS, Sisson SB, Short KR. The potential for high-intensity interval training to reduce cardiometabolic disease risk. *Sports medicine* 2012; 42(6):489-509.



48. Fisher G, Brown AW, Bohan Brown MM, Alcorn A, Noles C, Winwood L, et al. High intensity interval-vs moderate intensity-training for improving cardiometabolic health in overweight or obese males: a randomized controlled trial. *PLoS one* 2015; 10(10):e0138853.
49. Rognmo Ø, Hetland E, Helgerud J, Hoff J, Slørdahl SA. High intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease. *European journal of preventive cardiology* 2004; 11(3):216-22.



The effect of interval training on cardiometabolic health markers in postmenopausal women: a systematic review with meta-analysis

Mousa Khalafi^{1*}, Faeghe Ghasemi², Mina Kamrani³, Maryam Aghaeinejad³, Maryam Sarsangi³

1. Assistant Professor, Department of Sport Sciences, School of Humanities, University of Kashan, Kashan, Iran.
2. PhD in Exercise Physiology, School of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Guilan, Iran.
3. M.Sc. Student in Sport Sciences, School of Humanities, University of Kashan, Kashan, Iran.

Received: Nov 24, 2024 Accepted: Feb 25, 2025

Abstract

Introduction: Exercise training has an effective role in improving cardiometabolic health markers in postmenopausal women. However, the effect of interval training has not been clearly established. The present meta-analysis study was conducted with aim to investigate the effects of interval training on cardiometabolic health markers in postmenopausal women.

Methods: This systematic search was conducted in the databases of PubMed, Web of Science, Scopus, Google Scholar, Magiran, and Normagz for English and Persian articles published up to December 13, 2023. The standardized mean difference (SMD) and 95% confidence intervals (CIs) were used to determine the effect size of interval training on glucose, insulin, HOMA-IR, TG, TC, HDL, and LDL markers. Also, subgroup analysis was performed based on the type of interval training, including high-intensity interval training (HIIT) and speed interval training (SIT).

Results: In this meta-analysis, 12 studies with 322 subjects were reviewed. The results showed that interval training significantly reduced TG ($p=0.005$, CI: -0.14 to -0.79, SMD= -0.46). Subgroup analysis based on the type of interval training showed that HIIT significantly reduced glucose levels (6 interventions, SMD: -0.57, $p=0.01$), TG (10 interventions, SMD: -0.54, $p=0.009$), TC (10 interventions, SMD: -0.59, $p=0.04$), and LDL (10 interventions, SMD: -0.59, $p=0.04$). While the effects of SIT on reducing the values of these factors were not significant.

Conclusion: The present study demonstrated that HIIT can effectively improve glycemic and lipid profiles and may be an effective strategy for improving cardiometabolic health markers in postmenopausal women.

Keywords: Cardiometabolic health markers, Interval training, Postmenopausal women

► Please cite this article as:

Khalafi M, Ghasemi F, Kamrani M, Aghaeinejad M, Sarsangi M. The effect of interval training on cardiometabolic health markers in postmenopausal women: a systematic review with meta-analysis. *Iran J Obstet Gynecol Infertil* 2025; 27(12):61-78. DOI: 10.22038/ijogi.2025.84592.6292

