Iranian Journal of Diabetes and Metabolism *Meta-analysis Article*

Official Journal of the Endocrinology and Metabolism Research Institute, Tehran University of Medical Sciences. 2026; Vol. 25; No. 6

Effects of Exercise Training on Cardiometabolic Factors in Obese Children and Adolescents with Metabolic Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis

Mansoureh Karimi[1], Fatemeh Sharafifard[2], Fatemeh Kazeminasab[2]*

1. Department of Human Sciences and Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, University of Gonbad Kavouse, Golestan, Iran

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

Abstract

Background: Metabolic syndrome in obese children and adolescents raises the risk of cardiovascular disease and type 2 diabetes. Research suggests that exercise training may improve cardiometabolic health in this population. This meta-analysis aims to evaluate the impact of exercise on these risk factors in children and adolescents with metabolic syndrome., and behavioral outcomes in children and promoting awareness, self-care skills, and quality of life in families.
Methods: A systematic search of English and Persian articles was conducted from PubMed, Web of Science, and Scopus databases without time limits until May 2024. In data analysis, a random-effects model was used to calculate the weighted mean difference (WMD), standardized mean difference (SMD) and 95% confidence interval (CI). Also, heterogeneity of studies was assessed with the I^2 test.
Results: The results of 6 studies involving 1,761 participants demonstrated that exercise training led to significant reductions in body weight [WMD = −6.32 kg, P=0.001], waist circumference [WMD = −9.11 cm, P=0.001], LDL [WMD = −0.52 mmol/L, P=0.001], TC [WMD = −0.65 mmol/L, P=0.001], serum TG [WMD = -0.56 mmol/L, P=0.001)], fasting glucose [WMD = −0.19 mmol/L, P=0.03], fasting insulin [SMD = −1.01, P=0.001], and HOMA-IR [WMD = −1.60, P=0.001] compared to the control group in obese children and adolescents with metabolic syndrome.
Conclusion: Exercise interventions significantly reduce body weight, waist circumference, and blood pressure, while improving lipid profiles, including serum LDL, TC, and TG levels, in obese children and adolescents with metabolic syndrome. However, these interventions exhibited no significant impact on serum HDL concentrations. Consequently, to reduce cardiovascular risk factors and improve metabolic conditions, it is essential to implement long-term exercise interventions.

Keywords: Exercise, Obesity, Metabolic syndrome, Lipid profile, Insulin resistance

Please cite this article as:
Karimi M, Sharafifard F, Kazeminasab F. Effects of Exercise Training on Cardiometabolic Factors in Obese Children and Adolescents with Metabolic Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *ijdld*. 2026; 25(6):484-498.
DOI: 10.18502/ijdl.v25i6.20854

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-05-09]

[DOI: 10.18502/ijdl.v25i6.20854]

*Corresponding Author: Fatemeh Kazeminasab; **Email:** fkazeminasab@kashanu.ac.ir
6th km. of Qotb Rawandi Boulevard, Kashan University, Kashan, Iran. Postal Code: 8731753153, Tel: +9831-55913706

Copyright © 2026 Iranian Journal of Diabetes and Metabolism and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences.
[This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

مجله دیابت و متابولیسم ایران

مقاله فراتحلیل

نشریه پژوهشگاه علوم غدد و متابولیسم دانشگاه علوم پزشکی تهران

دورهٔ ۲۵، شمارهٔ ۶، سال ۱۴۰۴، صفحات ۴۸۴ تا ۴۹۸

اثر تمرین ورزشی بر فاکتورهای کاردیومتابولیک در کودکان و نوجوانان چاق مبتلا به سندرم متابولیک: یک مرور سیستماتیک و فراتحلیل

منصوره کریمی[۱]، فاطمه شرفی فرد[۲]، فاطمه کاظمی نسب[۲*]

۱- گروه تربیت بدنی، دانشکدهٔ علوم انسانی و علوم ورزشی، دانشگاه گنبد کاووس، گلستان، ایران

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

چکیده

مقدمه: سندرم متابولیک در کودکان و نوجوانان چاق خطر ابتلا به بیماری های قلبی عروقی و دیابت نوع دو را افزایش می‌دهد. تحقیقات نشان می‌دهد که تمرین ورزشی می‌تواند سلامت قلب و عروق را در این جمعیت بهبود بخشد. هدف این فراتحلیل ارزیابی تأثیر تمرینات ورزشی بر این عوامل خطر در کودکان و نوجوانان چاق مبتلا به سندرم متابولیک است.

روش‌ها: جستجوی سیستماتیک مقالات انگلیسی و فارسی از پایگاه‌های PubMed، Web of Science و Scopus بدون محدودیت زمانی تا ماه (می) ۲۰۲٤ انجام شد. در تحلیل داده‌ها، از مدل اثر تصادفی برای محاسبه تفاوت میانگین وزنی (WMD)، اختلاف میانگین استاندارد شده (SMD) و فاصله اطمینان ۹۵ درصد (CI) استفاده شد. همچنین، ناهمگونی مطالعات با آزمون I^2 ارزیابی شد.

یافته‌ها: نتایج ٦ مطالعه با ۱۷٦۱ آزمودنی نشان داد که تمرین ورزشی سبب کاهش معنادار وزن بدن [WMD= −٦/۳۲ kg،P=۰/۰۰۱]، دورکمر [WMD= −۹/۱۱ cm،P=۰/۰۰۱]، لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL) [WMD= −۰/۵۲mmol/L ،P=۰/۰۰۱]، کلسترول تام (TC) [P=۰/۰۰۱ ،WMD= −۰/٦۵ mmol/L]، تری‌گلیسرید (TG) سرمی [WMD= −۰/۵٦ mmol/L،P=۰/۰۰۱]، گلوکز ناشتا [P=۰/۰۳ ،WMD= −۰/۱۹ mmol/L]، انسولین ناشتا [P=۰/۰۰۱ ،SMD= −۱/۰۱] و شاخص مقاومت به انسولین (HOMA-IR) [P=۰/۰۰۱ ،WMD= −۱/٦۰] نسبت به گروه کنترل در کودکان و نوجوان چاق مبتلا به سندرم متابولیک می‌شود.

نتیجه‌گیری: مداخلات ورزشی سبب کاهش وزن بدن، دورکمر، فشارخون و بهبود پروفایل چربی از جمله LDL، TC و TG سرمی در کودکان و نوجوانان چاق مبتلا به سندرم متابولیک می‌شود، اما تأثیر قابل توجهی بر غلظت HDL سرمی ندارد. بنابراین برای کاهش عوامل خطر قلبی- عروقی و بهبود شرایط متابولیک، اجرای مداخلات ورزشی بلندمدت ضروری است.

واژگان کلیدی: تمرین ورزشی، چاقی، سندرم متابولیک، پروفایل چربی، مقاومت به انسولین

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۱۶ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۴/۰۴/۱۱

به این مقاله، به‌صورت زیر استناد کنید:

Karimi M, Sharafifard F, Kazeminasab F. Effects of Exercise Training on Cardiometabolic Factors in Obese Children and Adolescents with Metabolic Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *ijdld*. 2026; 25(6):484-498.

* ***نویسندهٔ مسئول:*** فاطمه کاظمی نسب، **آدرس:** کاشان، کیلومتر ٦ بلوار قطب راوندی، تلفن: ۰۳۱-۵۵۹۱۳۷۰٦، کُد پستی: ۵۱۱٦۷۸۷۳۱۷، پست الکترونیک: fkazeminasab@kashanu.ac.ir

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-05-09]

[DOI: 10.18502/ijdl.v25i6.20854]

مقدمه

شیوع چاقی کودکان در سراسر جهان رو به افزایش است. برخی از کودکان چاق ممکن است به سندرم متابولیک[1] (MetS) مبتلا شوند [۱]. MetS یک بیماری متابولیک سیستمیک است که در نتیجهٔ مقاومت به انسولین[2] (IR) یا چاقی ایجاد می‌شود [۲]. عوامل ژنتیکی، جنسیت و وزن هنگام تولد نیز بر بروز MetS در کودکان تأثیر می‌گذارند [۳، ۱]. از طرفی چاقی خطر ابتلا به سایر بیماری‌ها مانند فشار خون بالا، IR، دیابت نوع دو[3](T2DM)، دیس لیپیدمی را افزایش می‌دهد و در عین حال یک عامل خطر شناخته شده برای بیماری‌های قلبی- عروقی و MetS است [۵، ٤]. کودکانی که نمایهٔ تودهٔ بدنی[4](BMI) آنها بالاتر از صدک ۷۵ است، در بزرگسالی بیشتر در معرض عوارضی مانند دیابت نوع دو و بیماری‌های قلبی-عروقی و مرگ‌ومیر مرتبط با آنها قرار دارند [۷، ٦]. شناسایی عوامل خطر MetS می‌تواند به پیشگیری یا کاهش شیوع و پیامدهای آن کمک کند [۱]. مهم‌ترین توصیه برای افراد مبتلا به MetS تغییرات سبک زندگی [۸]، از جمله اصلاح رژیم غذایی و انجام تمرینات ورزشی است. تمرینات ورزشی به‌عنوان روشی مؤثر در بهبود سلامت عمومی و کاهش خطر بیماری‌های مرتبط با MetS شناخته می‌شود [۹]. تمرینات هوازی، تناوبی با شدت بالا[5](HIIT)، مقاومتی و سایر مداخلات ورزشی از روش‌های رایج برای کنترل وزن و بهبود این شرایط هستند [۱۳-۱۰].

اگرچه مداخلات ورزشی دارای اثرات مفید چند جانبه و ترکیبی است [۱۰]، با این حال نقش دقیق هر نوع تمرین ورزشی در دستیابی به این فواید مشخص نیست، مطالعات نشان می‌دهند تمرینات هوازی (با شدت متوسط) با افزایش چربی‌سوزی و بالا بردن ضربان قلب و حجم تنفس، نیاز عضلات به اکسیژن را تأمین می‌کنند [۱۱]. در این میان، خطر تمرین ورزشی به‌خصوص برای کودکان چاق کم است. برای مثال تمرین هوازی به‌طور مؤثر ترکیب بدن، متابولیسم گلوکز و معیارهای MetS را بهبود می‌بخشد [۱۳، ۱۲] و می‌تواند سطح انسولین ناشتا را در کودکان چاق کاهش دهد [۲]. در همین راستا مطالعهٔ فراتحلیل Cao و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی اثر تمرین هوازی روی کودکان و نوجوانان چاق گروه سنی ۵ تا ۱۹ سال و دارای معیارهای MetS پرداختند. در مجموع شش مطالعه وارد این فراتحلیل شد که نتایج نشان داد تمرین هوازی به‌طور قابل توجهی سبب کاهش معنادار نسبت دور کمر به لگن، BMI، تری‌گلیسرید، کلسترول، لیپوپروتئین با چگالی بالا[6] و فشار خون سیستولیک شده است [۲]. مطالعات نشان می‌دهد HIIT در مقایسه با تمرینات با شدت متوسط یا کم[7](MICT)، بهبود چشم‌گیرتری در ترکیب بدن (کاهش وزن، درصد چربی و دور کمر) و عوامل خطر MetS مانند کاهش تری‌گلیسیرید و سطح گلوکز خون ایجاد می‌کند [۱٤]. بررسی یک فراتحلیل نشان داد فعالیت بدنی منظم، حساسیت به انسولین و تحمل گلوکز را بهبود می‌بخشد که نقش کلیدی در مدیریت اختلالات متابولیک ناشی از چاقی دارند. اگرچه تمرین ورزشی به تنهایی می‌تواند این شاخص‌ها را تقویت کند، پژوهشگران تأکید کردند ترکیب آن با تغییرات گستردهٔ سبک زندگی (مانند اصلاح رژیم غذایی) در کودکان، برای دستیابی به مزایای سلامتی پایدار ضروری است [۱۵]. با این حال، تأثیر انواع تمرینات ورزشی به تنهایی بر MetS در کودکان نامشخص است. از این‌رو، مطالعه حاضر به‌منظور به‌روزرسانی فراتحلیل پیشین [۲] و بررسی اثر تمرینات ورزشی در کودکان و نوجوانان چاق مبتلا به MetS انجام شده است. لذا هدف مطالعهٔ فراتحلیل حاضر بررسی اثر تمرینات ورزشی بر فاکتورهای کاردیومتابولیک در کودکان و نوجوانان چاق مبتلا به سندرم متابولیک بود.

روش‌ها

این پژوهش یک مطالعه مرور سیستماتیک -فراتحلیل است که براساس دستورالعمل کاکرین[8] و PRISMA[9] انجام شد [۱۷، ۱٦].

روش جستجوی مقالات

برای جستجوی مقالات انگلیسی در پایگاه‌های اطلاعاتی Web of Science، Scopus و PubMed بدون محدود کردن سال انتشار تا ماه می سال ۲۰۲٤ انجام شد. همچنین جستجو برای مقالات فارسی در پایگاه‌های داده Magiran و SID با استفاده از کلمات کلیدی «تمرین بدنی»، «تمرین ورزشی»، «فعالیت ورزشی»، «کودکان و نوجوانان»، «دختر»، «پسر»، «چاقی»، «سندرم متابولیک» تا شهریور ۱٤۰۳ انجام شد.

همچنین با استفاده از کلمات انگلیسی:

"Pediatric", "child", "children", "child*", "adolescent*", "teenager", "teener", "girl", "boy", "Exercise", "training", "physical activity", "exercise training", "sport", "Metabolic syndrome", "Dysmetabolic Syndrome" ,"Cardiometabolic Syndrome", "insulin resistance", "X syndrome", "Cardiometabolic Syndrome", "Dysmetabolic Syndrome X", "Insulin Resistance Syndrome X", "Metabolic Cardiovascular Syndrome" ,"Metabolic Syndrome X", "ketogenic diet", "Metabolic X Syndrome", "Randomized control trial", "randomized clinical trial", "randomized", "random*"

و به‌صورت بررسی دستی در Google scholar جستجوی مقالات انجام شد. جستجوی پایگاه‌های اطلاعاتی توسط دو محقق به‌صورت مستقل انجام شد. در صورت در دسترس نبودن متن کامل مقاله، با

[1] Metabolic syndrome
[2] Insulin resistance
[3] Type-2 diabetes mellitus
[4] Body mass index
[5] High-intensity interval training
[6] High Density Lipoprotein
[7] Moderate-intensity continuous training
[8] Cochrane
[9] Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-05-09]
[DOI: 10.18502/ijdl.v25i6.20854]

نویسندهٔ مسئول مقاله به‌صورت ایمیل مکاتبه صورت گرفت.

معیارهای ورود و خروج از تحقیق

برای انجام پژوهش فراتحلیل، مقالات با مشخصات زیر وارد مطالعه شدند. ۱- مطالعات انجام شده بر روی کودکان؛ ۲- مطالعات منتشر شده به زبان انگلیسی و فارسی؛ ۳- مطالعات بررسی کننده اثر تمرین ورزشی بر فاکتورهای کاردیومتابولیک در کودکان و نوجوانان چاق مبتلا به سندرم متابولیک؛ ٤- مطالعات اندازه‌گیری کنندهٔ شاخص‌های تشخیص سندرم متابولیک بود، ٥- مطالعات کارآزمایی بالینی تصادفی‌سازی شده (RCT)[1]. معیارهای خروج شامل پایان‌نامه‌ها، مقالات در همایش‌ها و مطالعاتی که بر روی حیوانات انجام شده بود. همچنین تحقیقاتی که اثر یک جلسه تمرین ورزشی حاد را سنجیده بودند، مطالعات غیرتصادفی شده (NRs)[2]، مطالعات متقاطع[3] و مطالعات بدون گروه کنترل از پژوهش فراتحلیل حاضر خارج شدند. همچنین مطالعات با عدم داده‌های کافی برای انجام پژوهش مرورنظام‌مند از مطالعهٔ حاضر کنار گذاشته شدند. بررسی اولیه مقالات به‌صورت مستقل توسط دو محقق انجام شد. جدول ۱ اطلاعات PICO مقاله را شرح می‌دهد.

استخراج داده‌ها

متن کامل تمام مقالات وارد شده به مطالعه بررسی شدند و نهایتاً داده توسط دو محقق به‌صورت مستقل استخراج شد و هرگونه اختلاف نظر با محقق سوم مجدداً مورد بررسی قرار گرفت و در انتها تصمیم نهایی بین سه محقق صورت گرفت. اطلاعات مربوط به نوع مطالعه، نویسندهٔ اول، سال انتشار، تصادفی یا غیرتصادفی بودن، تعداد نمونه در هر گروه، متغیرهای پژوهش، ویژگی‌های آزمودنی‌ها شامل: سن و جنسیت آزمودنی‌ها، پروتکل تمرین (شدت و مدت هر جلسه تمرین ورزشی، مدت مداخلهٔ ورزشی و تعداد جلسات تمرینی در هفته) بررسی و استخراج شد (جدول ۲). همچنین با استفاده از خطای استاندارد میانگین (SEM)[4]، انحراف استاندارد (SD)[5] تخمین زده شد [۱۸].

فراتحلیل

مطالعهٔ فراتحلیل حاضر برای بررسی اثر تمرین ورزشی بر فاکتورهای کاردیومتابولیک در کودکان و نوجوانان چاق مبتلا به سندرم متابولیک انجام شد. برای این منظور، برای اندازه اثر از تفاوت میانگین وزنی (WMD)[6] و اختلاف میانگین استاندارد شده (SMD)[7] با فاصلهٔ اطمینان ۹۵ درصد (CI)[8] و با استفاده از مدل اثر تصادفی (Random) محاسبه شد. برای تعیین ناهمگونی (عدم تجانس) از آزمون I^2 استفاده شد. لازم به ذکر است در مطالعات مختلف واحد اندازه گیری انسولین متفاوت گزارش شده بود، در نتیجه از SMD برای تحلیل این متغیر استفاده شد. اما واحد اندازه‌گیری متغیرهای وزن بدن، دورکمر، لیپوپروتئین با چگالی پایین[9] (LDL)، لیپوپروتئین با چگالی بالا[10] (HDL)، تریگلیسیرید[11] (TG)، کلسترول تام[12] (TC)، فشار خون دیاستولی[13] (DBP)، فشار خون سیستولی[14] (SBP)، ارزیابی مدل هومئوستاتیک مقاومت به انسولین[15] (HOMA-IR) و گلوکز ناشتا در مطالعات مختلف یکسان بود و از WMD برای تحلیل استفاده شد. همچنین، مقدار ناهمگونی طبق دستورالعمل کاکرین براساس کمتر از ۲۵ درصد (ناهمگونی خفیف)، بیشتر از ۲۵ درصد (ناهمگونی کم)، بیشتر از ۵۰ درصد (ناهمگونی متوسط) و بیشتر از ۷۵ درصد (ناهمگونی بالا) تفسیر شد [۱۰]. در صورت وجود ناهمگونی، با استفاده از تحلیل حساسیت[16] از طریق روش خارج کردن یک به یک مطالعات[17] با لحاظ کردن I^2 کمتر از ۵۰ به‌عنوان ملاک انجام شد [۱۱]. تجزیه‌وتحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار فراتحلیل (CMA2)[18] انجام گردید.

بررسی کیفیت مقالات

ارزیابی کیفیت مطالعات به‌طور مستقل توسط دو محقق انجام شد. به‌منظور جلوگیری از خطر سوگیری و بررسی کیفیت مطالعات با استفاده از چک لیست ۹ سؤالی Pedro سنجش کیفیت مقالات انجام شد [۱٦]. معیارهای بررسی کیفیت مقالات شامل موارد زیر بود: ۱- مشخص بودن ضوابط واجد شرایط بودن آزمودنی‌ها، ۲- اختصاص شرکت‌کنندگان به‌طور تصادفی به گروه‌های مختلف، ۳- آشنایی نداشتن شرکت‌کنندگان نسبت به گروه‌بندی‌هایشان، ٤- یکسان بودن آزمودنی‌ها در شرایط پایه (قبل از اعمال مداخله) در گروه‌های مختلف مطالعه، ٥- وجود ارزیابی یکسو کور برای متغیر اصلی پژوهش، ٦- خروج کمتر از ۱۵ درصد شرکت‌کنندگان از پژوهش، ۷- انجام تجزیه‌وتحلیل Intention to treat (ITT)، ۸- وجود گزارش تفاوت آماری بین‌گروهی برای متغیر اصلی پژوهش، ۹- وجود گزارش میانگین، انحراف معیار و میزان معناداری (P value). به تمام سؤالات چک لیست پدرو، با دو گزینه بله ✓ و یا خیر × پاسخ داده شد. امتیاز

[1] Randomized clinical trial
[2] Non-randomized study
[3] Crossover studies
[4] Standard error of the mean
[5] Standard deviation
[6] Weighted mean difference
[7] Standardized mean difference
[8] .Confidence interval
[9] Low density lipoprotein
[10] High density lipoprotein
[11] Triglyceride
[12] Total cholesterol
[13] Diastolic blood pressure
[14] Systolic blood pressure
[15] Homeostatic Model Assessment of Insulin Resistance
[16] Sensitivity analysis
[17] Leave one-out method
[18] Comprehensive meta-analysis

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-05-09]
[DOI: 10.18502/ijdl.v25i6.20854]

حداقل صفر و حداکثر، ۹ بود که در آن ارزش عددی بالاتر، نمایانگر کیفیت بالاتر مطالعه بود (جدول ۳).

جدول ۱- PICO

مؤلفه	شرح
P (Population)	کودکان و نوجوانان چاق مبتلا به سندرم متابولیک
I (Intervention)	تمرینات ورزشی
C (Comparison)	گروه کنترل بدون تمرین ورزشی
O (Outcome)	وزن بدن، دور کمر، پروفایل لیپیدی (LDL، TC، TG، HDL)، فشار خون سیستولی، فشار خون دیاستولی، گلوکز، انسولین و HOMA-IR

جدول ۲- ویژگی آزمودنی‌ها و پروتکل تمرین ورزشی

مطالعات	تعداد آزمودنی‌ها	متغیر	جنسیت	سن (سال)	BMI (Kg/m^2)	نوع تمرین	مدت تمرین	شدت تمرین	تکرار تمرین در هفته	مدت اجرای تمرین (دقیقه)
Rabbani (۲۰۲۲) [۲۰]	۱۳۹۲	وزن بدن SBP DBP	دختر پسر	گروه تمرین ورزشی: ۷–۱۱ سال گروه کنترل: ۷–۱۱ سال	گروه تمرین ورزشی: ۱۷/۳+٤/٦ گروه کنترل: ۱۷/۳+٤/٦	ورزش و تمرین در مدرسه	۱٥٦ هفته	–	۳ بار در هفته	۳۰ دقیقه
Luo (۲۰۱۳) [۳۰]	۱٦۷	وزن بدن دورکمر SBP DBP گلوکز ناشتا انسولین LDL HDL TC TG	دختر پسر	گروه تمرین ورزشی: ۱۱–۱۳ گروه کنترل: ۱۱–۱۳	گروه تمرین ورزشی: ۲۳/٦–۲٥/۷ گروه کنترل: ۲۳/٦–۲٥/۷	تمرین هوازی و ورزش مثل پیاده‌روی سریع، شنا و تنیس و بدمینتون	٦ هفته	۱۲۰–۱٥۰ ضربان قلب	٦ بار در هفته / ۲ بار در روز صبح و عصر	۳ ساعت در مجموع
Liu (۲۰۱۷) [٤۹]	٥۰	وزن بدن دورکمر گلوکز ناشتا انسولین LDL HDL TC TG	دختر	گروه تمرین ورزشی: ۱٤–۱٦ گروه کنترل: ۱٤–۱٦	گروه تمرین ورزشی: ۳۳/٥+۳/٦ گروه کنترل: ۳۳/٥+۳/٦	تمرین هوازی و ورزش مثل پیاده‌روی سریع،شنا و تنیس و بدمینتون	٤ هفته	۱۰۰–۱٤۰ ضربان قلب	٦ بار در هفته / ۲ بار در روز	به مدت ۲ ساعت با ٥ دقیقه استراحت در هر ۳۰ دقیقه
Monteiro (۲۰۱٥) [٥۰]	٤۸	وزن بدن TG LDL HDL	دختر پسر	گروه تمرین ورزشی: ۱۱+۱ گروه کنترل: ۱۱+۱	گروه تمرین ورزشی: ۳۰/۹٥+۳/٤۲ گروه کنترل: ۳۰/۹٥+۳/٤۲	پیاده‌روی، دویدن	۲۰ هفته	٦٥–۸٥ درصد Vo2 peak	۳ بار در هفته	٥۰ دقیقه
Meyer (۲۰۰٦) [٥۱]	٦۷	TG LDL HDL انسولین	دختر پسر	گروه تمرین ورزشی: ۱۳/۷+۲/۱ گروه کنترل: ۱۳/۷+۲/۱	گروه تمرین ورزشی: ≥۹۷ درصد گروه کنترل: ≥۹۷ درصد	شنا، ایروبیک در آب، پیاده‌روی و ورزش	۲٤ هفته	پیش رونده و شدت فعالیت بر اساس آستانه خستگی هر فرد	۳ بار در هفته	۹۰–٦۰ دقیقه
Harder-Lauridsen (۲۰۲٤) [۱۹]	۳۷	وزن بدن دورکمر گلوکز ناشتا انسولین LDL HDL SBP DBP TC TG	دختر پسر	گروه تمرین ورزشی: ۸/۷+۰/۹ گروه کنترل: ۸/۷+۰/۹	گروه تمرین ورزشی: ۲۱/۸+۳/۷ گروه کنترل: ۲۱/۸+۳/۷	پیاده روی	۱ هفته (۹ روز)	پیش رونده و چالشی	۲ بار در هفته	۹۰–٦۰ دقیقه

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-05-09]

[DOI: 10.18502/ijdl.v25i6.20854]

جدول ۳- ارزیابی کیفیت مطالعات

نویسندگان و سال انتشار	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	جمع امتیاز
Rabbani (۲۰۲۲) [۲۰]	✓	✓	×	✓	×	×	×	✓	✓	٥
Luo (۲۰۱۳) [۳۰]	✓	✓	×	×	✓	✓	×	✓	✓	٦
Liu (۲۰۱۷) [٤۹]	×	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	٥
Monteiro (۲۰۱٥) [٥۰]	✓	✓	×	✓	✓	×	✓	✓	✓	۷
Meyer (۲۰۰٦) [٥۱]	✓	✓	×	✓	×	×	×	✓	✓	٥
Harder-Lauridsen (۲۰۱٤) [۱۹]	✓	✓	×	✓	×	×	✓	✓	✓	٦

یافته‌ها

براساس جستجو در پایگاه‌های اطلاعات علمی تا May ۲۰۲٤، ۱۱۹۰ مقاله یافت شد. پس از حذف مقالات تکراری (۲٥٤ مقاله)، ۹۳٦ مقاله برای غربالگری اولیه باقی ماندند. پس از بررسی عناوین و چکیدهٔ مقالات و حذف مقالات (۱۲٦۹ مقاله)، در نهایت ۱۱ مقاله برای ارزیابی متن کامل انتخاب شدند که پس از بررسی متن کامل مقالات، ۷٦ مقاله از مطالعه حاضر به‌دلایل (نداشتن گروه کنترل، عدم وجود گروه مداخله ورزشی و مطالعات حیوانی) خارج شدند. در نهایت، ٦ مطالعه وارد فراتحلیل حاضر شدند (شکل ۱). ۷ مداخله برای متغیر وزن بدن، ٤ مداخله برای متغیر دورکمر، ۷ مداخله برای متغیر LDL، ۷ مداخله برای متغیر HDL، ۷ مداخله برای متغیر TG و ٤ مداخله برای متغیر TC سرمی، ٤ مداخله برای متغیر DBP، ٤ مداخله برای متغیر SBP، ٤ مداخله برای متغیر HOMA-IR، ٤ مداخله برای متغیر گلوکز ناشتا و ٤ مداخله برای متغیر انسولین وجود داشت.

ویژگی آزمودنی‌ها

۱۷٦۱ آزمودنی وارد مطالعه فراتحلیل حاضر شدند که همهٔ شرکت‌کنندگان، کودکان و نوجوانان چاق دارای سندرم متابولیک بودند. ۷۹۷ آزمودنی با ردهٔ سنی ۱٦-۷ سال و نمایهٔ تودهٔ بدنی ۳۳/٥-۱۷/۳ کیلوگرم بر متر مربع در گروه تمرین ورزشی و ۲۷٥ آزمودنی با رده سنی ۱٦-۷ سال و نمایهٔ تودهٔ بدنی ۳۳/٥-۱۷/۳ کیلوگرم بر متر مربع در گروه کنترل بودند. (جدول ۱). تعداد آزمودنی‌های هر مطالعه در محدودهٔ ۳۷ [۱۹] و ۱۳۹۲ [۲۰] بود.

ویژگی پروتکل‌های تمرین

ششمطالعه وارد مطالعهٔ فراتحلیل حاضر شدند. تمرینات ورزشی از ٦-۳ بار در هفته متغیر بوده است. همچنین شدت تمرین در بازهٔ ۱٥۰-۱۰۰ درصد حداکثر ضربان قلب بود.

نتایج

وزن بدن

تجزیه‌وتحلیل داده‌های ۷ مداخله نشان داد که تمرین ورزشی سبب کاهش معنادار وزن بدن [P= ۰/۰۰۱، (۲/٤۳- الی ۱۰/۲۲- WMD= -٦/۳۲ kg)] نسبت به گروه کنترل در کودکان و نوجوانان چاق شد (شکل ۲). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی بالا و معناداری وجود دارد (I^2= ۹۷/٦٦ ،P= ۰/۰۰۱).

دورکمر

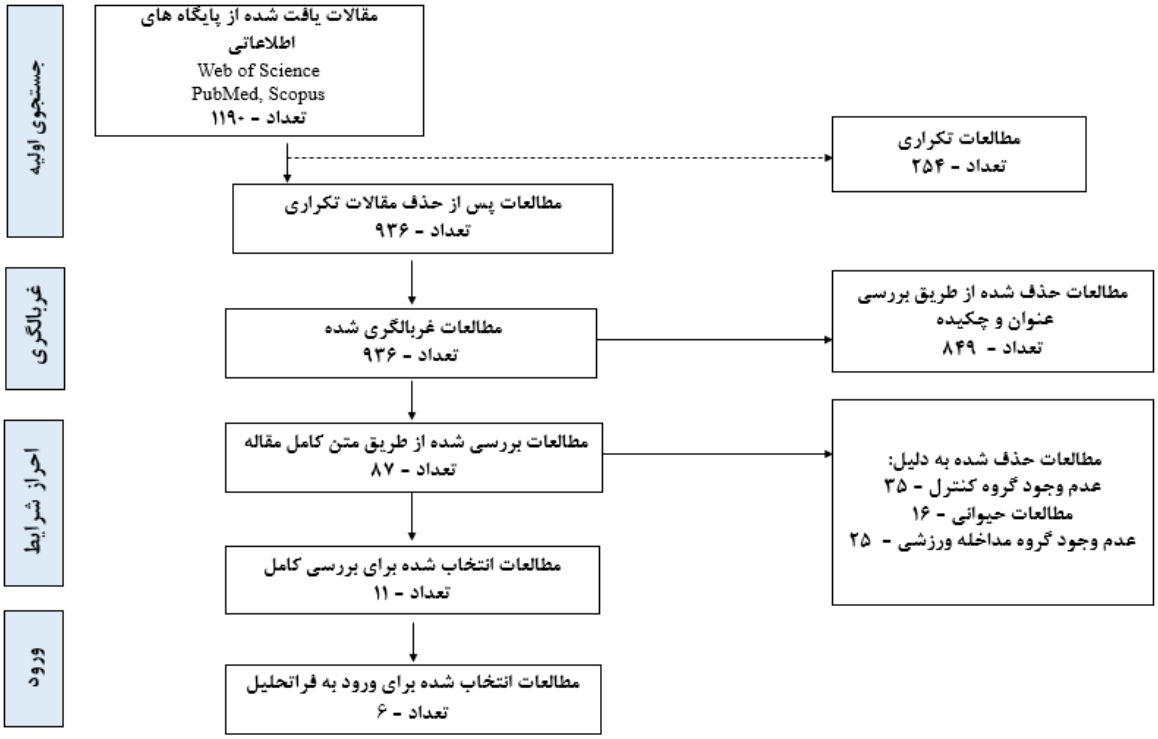
تجزیه‌وتحلیل داده‌های ٤ مداخله نشان داد که تمرین ورزشی سبب کاهش معنادار دورکمر [P= ۰/۰۰۱ ، (۳/۸٦- الی ۱٤/۳٦- WMD= -۹/۱۱ cm)] نسبت به گروه کنترل در کودکان و نوجوانان چاق شد (شکل ۳). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی بالا و معناداری وجود دارد (I^2= ۹٥/۷۷ ،P= ۰/۰۰۱).

لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL)

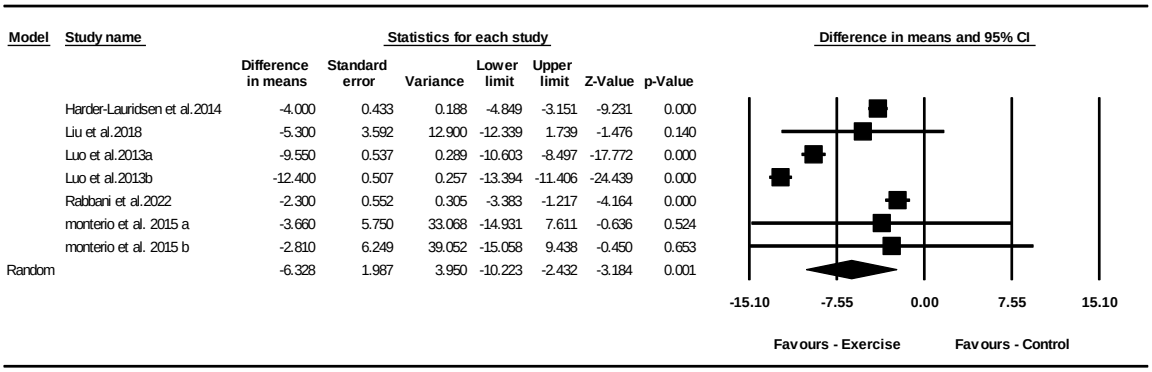
تجزیه‌وتحلیل داده‌های ۷ مداخله نشان داد که تمرین ورزشی سبب کاهش معنادار LDL [P= ۰/۰۰۱، (۰/٦٦- الی ۰/۳۹-) WMD= -۰/۲٥ mmol/L] نسبت به گروه کنترل در کودکان و نوجوانان چاق شد (شکل ٤A). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنادار وجود ندارد (I^2= ٤۸/۲۰ ،P= ۰/۰۷).

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-05-09]

[DOI: 10.18502/ijdl.v25i6.20854]



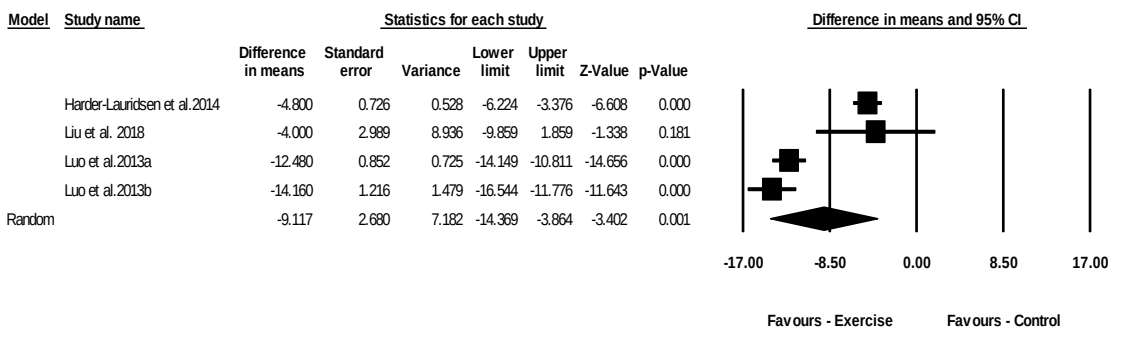
شکل ۱- فلوچارت انتخاب مطالعات



Model	Study name	Difference in means	Standard error	Variance	Lower limit	Upper limit	Z-Value	p-Value
	Harder-Lauridsen et al.2014	-4.000	0.433	0.188	-4.849	-3.151	-9.231	0.000
	Liu et al.2018	-5.300	3.592	12.900	-12.339	1.739	-1.476	0.140
	Luo et al.2013a	-9.550	0.537	0.289	-10.603	-8.497	-17.772	0.000
	Luo et al.2013b	-12.400	0.507	0.257	-13.394	-11.406	-24.439	0.000
	Rabbani et al.2022	-2.300	0.552	0.305	-3.383	-1.217	-4.164	0.000
	monterio et al. 2015 a	-3.660	5.750	33.068	-14.931	7.611	-0.636	0.524
	monterio et al. 2015 b	-2.810	6.249	39.052	-15.058	9.438	-0.450	0.653
Random		-6.328	1.987	3.950	-10.223	-2.432	-3.184	0.001

شکل ۲- نمودار انباشت (Forest plot)

اثر تمرین ورزشی بر وزن بدن در کودکان و نوجوانان چاق مبتلا به سندرم متابولیک



Model	Study name	Difference in means	Standard error	Variance	Lower limit	Upper limit	Z-Value	p-Value
	Harder-Lauridsen et al.2014	-4.800	0.726	0.528	-6.224	-3.376	-6.608	0.000
	Liu et al. 2018	-4.000	2.989	8.936	-9.859	1.859	-1.338	0.181
	Luo et al.2013a	-12.480	0.852	0.725	-14.149	-10.811	-14.656	0.000
	Luo et al.2013b	-14.160	1.216	1.479	-16.544	-11.776	-11.643	0.000
Random		-9.117	2.680	7.182	-14.369	-3.864	-3.402	0.001

شکل ۳- نمودار انباشت (Forest plot)

اثر تمرین ورزشی بر دور کمر در کودکان و نوجوانان چاق مبتلا به سندرم متابولیک

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-05-09]

[DOI: 10.18502/ijdl.v25i6.20854]

لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL)

تجزیه‌وتحلیل داده‌های ۷ مداخله نشان داد که تمرین ورزشی سبب کاهش معنادار HDL [P= ۰/۰۰۱، (۰/۰۶- الی ۰/۱۶-) WMD= -۰/۱۱ mmol/L] نسبت به گروه کنترل در کودکان و نوجوانان چاق شد (شکل ٤B). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنادار وجود ندارد (I^2= ۵۰/۰۰ ،P= ۰/۰۶).

کلسترول تام (TC)

تجزیه‌وتحلیل داده‌های ٤ مداخله نشان داد که تمرین ورزشی سبب کاهش معنادار TC [P= ۰/۰۰۱، (۰/۳۵- الی ۰/۹٤-) WMD= -۰/٦۵ mmol/L] نسبت به گروه کنترل در کودکان و نوجوانان چاق شد (شکل ٤C). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی بالا و معناداری وجود دارد (I^2= ۷۷/۵٤ ،P= ۰/۰۰٤).

تری‌گلیسرید (TG)

تجزیه‌وتحلیل داده‌های ۷ مداخله نشان داد که تمرین ورزشی سبب کاهش معنادار TG [P= ۰/۰۰۱، (۰/۲۸- الی ۰/۸۳-) WMD= -۰/۵٦ mmol/L] نسبت به گروه کنترل در کودکان و نوجوانان چاق شد (شکل ٤D). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی بالا و معنادار وجود دارد (I^2= ۹۰/۲۱ ،P= ۰/۰۰۱).

فشار خون سیستولی (SBP)

تجزیه‌وتحلیل داده‌های ٤ مداخله نشان داد که تمرین ورزشی سبب کاهش معنادار SBP [P= ۰/۰۱۷، (۱/۳۳- الی ۱۳/٦۳-) WMD= -۷/٤۸ mmHg] نسبت به گروه کنترل در کودکان و نوجوانان چاق شد (شکل ۵A). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی بالا و معنادار وجود دارد (I^2= ۹۷/۱۹ ،P= ۰/۰۰۱).

فشار خون دیاستولی (DBP)

تجزیه‌وتحلیل داده‌های ٤ مداخله نشان داد که تمرین ورزشی سبب کاهش معنادار DBP [P= ۰/۰۰۱، (۱/۸۳- الی ٦/۹۹-) WMD= -٤/٤۱ mmHg] نسبت به گروه کنترل در کودکان و نوجوانان چاق شد (شکل ۵B). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی بالا و معنادار وجود دارد (I^2= ۹۲/۷۲ ،P= ۰/۰۰۱).

گلوکز ناشتا

تجزیه‌وتحلیل داده‌های ٤ مداخله نشان داد که تمرین ورزشی سبب کاهش معنادار گلوکز ناشتا [P= ۰/۰۳، (۰/۰۱- الی ۰/۳٦-) WMD= -۰/۱۹ mmol/L] نسبت به گروه کنترل در کودکان و نوجوانان چاق شد (شکل ٦A). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی بالا و معناداری وجود دارد (I^2= ۸۰/۳۰ ،P= ۰/۰۰۲).

انسولین ناشتا

تجزیه‌وتحلیل داده‌های ۵ مداخله نشان داد که تمرین ورزشی سبب کاهش معنادار انسولین ناشتا [P= ۰/۰۰۱ ،(۱/۵۵- الی ۰/٤۷-) SMD= -۱/۰۱] نسبت به گروه کنترل در کودکان و نوجوانان چاق شد (شکل ٦B). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی بالا و معناداری وجود دارد (I^2= ۷۸/۵۱ ،P= ۰/۰۰۱).

شاخص مقاومت به انسولین (HOMA-IR)

تجزیه‌وتحلیل داده‌های ٤ مداخله نشان داد که تمرین ورزشی سبب کاهش معنادار HOMA-IR [P= ۰/۰۰۱، (۱/۲۹- الی ۱/۹۲-) WMD= -۱/٦۰ نسبت به گروه کنترل در کودکان و نوجوانان چاق شد (شکل ٦C). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنادار وجود ندارد (I^2= ۲/۱٦ ،P= ۰/۳۸).

نتایج تحلیل حساسیت

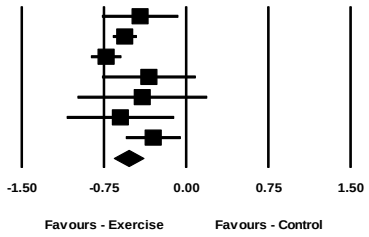
برای ارزیابی پایداری نتایج، تحلیل حساسیت با حذف متوالی هر یک از مطالعات وارد شده انجام شد. نتایج نشان داد که حذف هیچ‌یک از مطالعات به‌طور قابل توجهی اثر کلی را تغییر نداد، که بیانگر ثبات و اعتبار یافته‌های فراتحلیل حاضر است. همچنین، این تحلیل نشان داد که هیچ مطالعهٔ خاصی به‌طور عمده موجب ایجاد ناهمگونی یا سوگیری در نتایج نشده است. بنابراین، نتایج حاصل از تحلیل‌های اصلی از پایداری و قابلیت اتکای مناسبی برخوردار هستند.

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-05-09]

[DOI: 10.18502/ijdl.v25i6.20854]

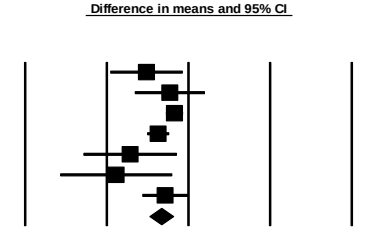
A

Model	Study name	Difference in means	Standard error	Variance	Lower limit	Upper limit	Z-Value	p-Value
	liu 2018	-0.420	0.179	0.032	-0.770	-0.070	-2.351	0.019
	Luo et al. 2013a	-0.560	0.057	0.003	-0.671	-0.449	-9.881	0.000
	Luo et al. 2013b	-0.730	0.072	0.005	-0.870	-0.590	-10.204	0.000
	Meyer et al. 2013	-0.340	0.219	0.048	-0.769	0.089	-1.553	0.121
	Monteiro et al.2015a	-0.400	0.303	0.092	-0.993	0.193	-1.321	0.186
	Monteiro et al.2015b	-0.600	0.250	0.063	-1.091	-0.109	-2.396	0.017
	Harder-Lauridsen et al.2014	-0.300	0.129	0.017	-0.552	-0.048	-2.334	0.020
Random		-0.526	0.069	0.005	-0.661	-0.392	-7.662	0.000



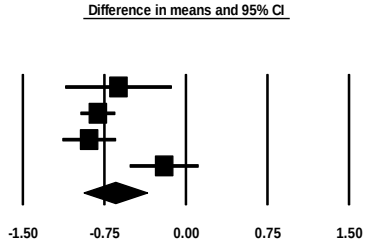
B

Model	Study name	Difference in means	Standard error	Variance	Lower limit	Upper limit	Z-Value	p-Value
	liu 2018	-0.180	0.080	0.006	-0.336	-0.024	-2.262	0.024
	Meyer et al. 2006	-0.080	0.077	0.006	-0.231	0.071	-1.039	0.299
	Luo et al.2013a	-0.060	0.019	0.000	-0.097	-0.023	-3.166	0.002
	Luo et al. 2013 b	-0.130	0.024	0.001	-0.178	-0.082	-5.326	0.000
	Monteiro et al. 2015a	-0.250	0.102	0.011	-0.451	-0.049	-2.440	0.015
	Monteiro et al.2015b	-0.310	0.123	0.015	-0.551	-0.069	-2.523	0.012
	Harder-Lauridsen et al.2014	-0.100	0.050	0.003	-0.198	-0.002	-1.991	0.046
Random		-0.117	0.026	0.001	-0.168	-0.067	-4.544	0.000



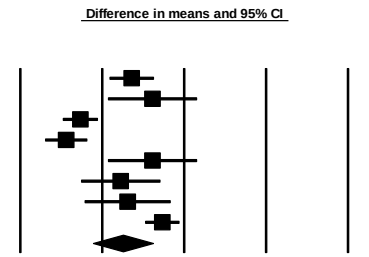
C

Model	Study name	Difference in means	Standard error	Variance	Lower limit	Upper limit	Z-Value	p-Value
	liu 2018	-0.620	0.251	0.063	-1.112	-0.128	-2.472	0.013
	Luo et al.2013a	-0.810	0.082	0.007	-0.972	-0.648	-9.826	0.000
	Luo et al.2013b	-0.890	0.127	0.016	-1.138	-0.642	-7.023	0.000
	Harder-Lauridsen et al.2014	-0.200	0.163	0.026	-0.519	0.119	-1.231	0.218
Random		-0.651	0.149	0.022	-0.943	-0.359	-4.370	0.000



D

Model	Study name	Difference in means	Standard error	Variance	Lower limit	Upper limit	Z-Value	p-Value
	liu 2018	-0.480	0.104	0.011	-0.685	-0.275	-4.598	0.000
	meyuer 2006	-0.290	0.209	0.043	-0.699	0.119	-1.391	0.164
	Luo et al. 2013a	-0.950	0.082	0.007	-1.112	-0.788	-11.517	0.000
	Luo et al. 2013b	-1.080	0.099	0.010	-1.275	-0.885	-10.866	0.000
	Meyer et al. 2006	-0.290	0.209	0.043	-0.699	0.119	-1.391	0.164
	Monteiro et al. 2015a	-0.581	0.186	0.035	-0.946	-0.216	-3.123	0.002
	Monteiro et al.2015b	-0.517	0.201	0.041	-0.912	-0.122	-2.567	0.010
	Harder-Lauridsen et al.2014	-0.200	0.081	0.007	-0.358	-0.042	-2.475	0.013
Random		-0.562	0.140	0.020	-0.837	-0.287	-4.011	0.000



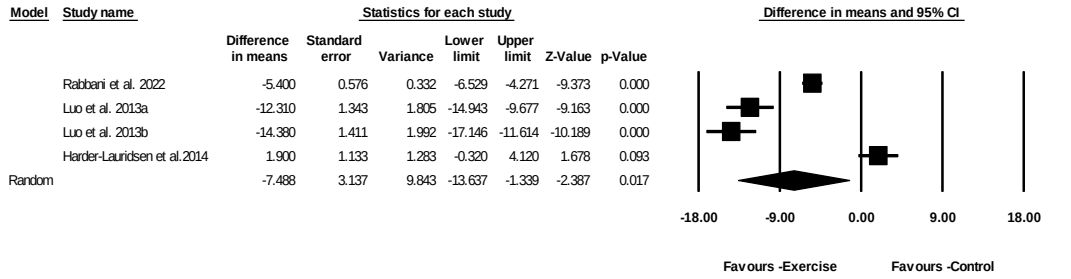
شکل ۴- نمودار انباشت (Forest plot)

اثر تمرین ورزشی بر پروفایل چربی در کودکان و نوجوانان چاق مبتلا به سندرم متابولیک A) میزان LDL، B) میزان HDL، C) میزان TC و D) میزان TG

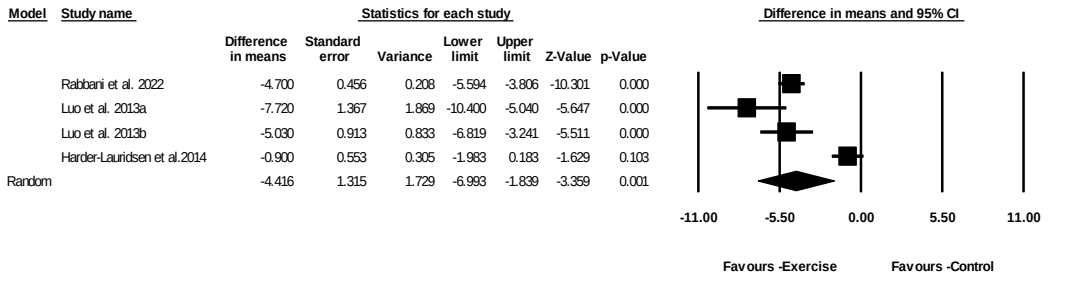
[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-05-09]

[DOI: 10.18502/ijdl.v25i6.20854]

A



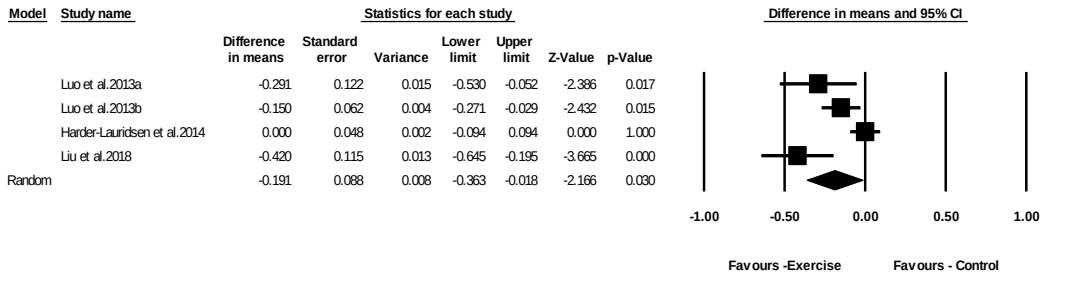
B



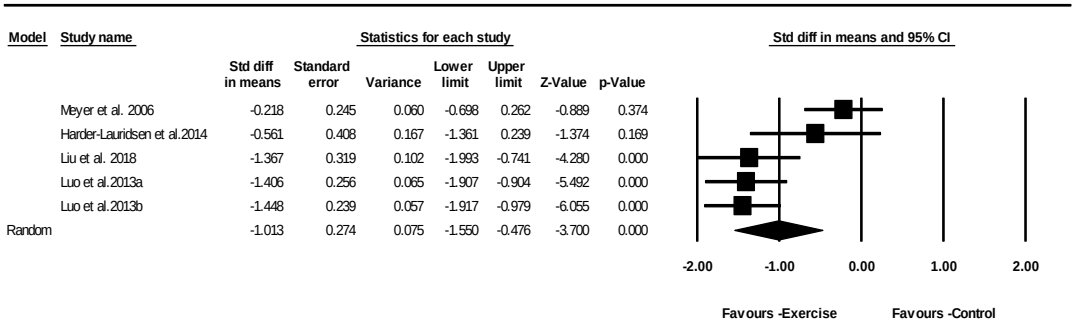
شکل ۵- نمودار انباشت (Forest plot)

اثر تمرین ورزشی بر فشارخون در کودکان و نوجوانان چاق مبتلا به سندرم متابولیک A) میزان SBP، B) میزان DBP

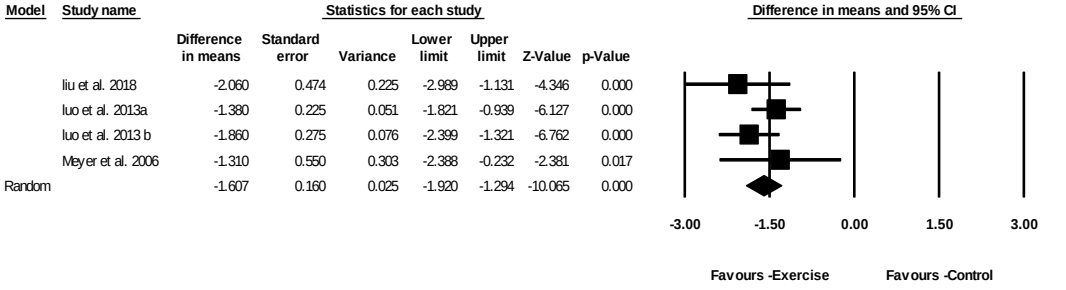
A



B



C



شکل ۶- نمودار انباشت (Forest plot)

اثر تمرین ورزشی بر شاخص‌های مقاومت به انسولین در کودکان و نوجوانان چاق مبتلا به سندرم متابولیک A) میزان گلوکز ناشتا، B) میزان انسولین ناشتا و C) میزان HOMA-IR

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-05-09]

[DOI: 10.18502/ijdl.v25i6.20854]

بحث

هدف از پژوهش فراتحلیل حاضر، بررسی اثر تمرین ورزشی بر فاکتورهای کاردیومتابولیک در کودکان چاق مبتلا به MetS بود. نتایج شش مطالعه حاکی از این بود که تمرین ورزشی سبب کاهش معنادار وزن بدن و اندازهٔ دور کمر نسبت به گروه کنترل در کودکان مبتلا به MetS شد. مطالعات گذشته گزارش کرده‌اند که تمرینات ورزشی، به‌ویژه تمرینات هوازی، منجر به کاهش قابل توجه شاخص‌های آنتروپومتریکی مانند وزن بدن و اندازهٔ دور کمر در در کودکان مبتلا به چاقی و دارای MetS در مقایسه با گروه کنترل می‌شود [۲۱، ۲۲]. در تأیید این موضوع یک مطالعه فراتحلیل نشان داد که تمرین هوازی به‌طور قابل‌توجهی اندازهٔ دور کمر و BMI را در کودکان چاق مبتلا به MetS نسبت به گروه کنترل بهبود می‌بخشد [۲]. همچنین در مطالعه‌ای که Eggertsen و همکاران (۲۰۲٤) انجام دوازده ماه HIIT (شامل سه جلسه تمرین در هفته و شدت بیش از ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب) در کودکان و نوجوانان چاق منجر به کاهش قابل توجه شاخص‌های چاقی، اندازهٔ دور کمر و شاخص‌های متابولیکی در گروه HIIT نسبت به گروه غیرفعال گردید [۲۳]. در همین راستا، مطالعهٔ مروری Soares و همکاران (۲۰۲۳) با ۳٤ مطالعه و ۱۰۵۰ آزمودنی، روی کودکان (پنج تا ۱۲ سال) و یا نوجوانان (۱۳ تا ۱۷ سال) دارای اضافه وزن و یا چاق نشان داد که انواع تمرینات ورزشی (مداخلات تفریحی، مداخلات سیستماتیک و مداخلات ترکیبی) به‌مدت بیش از ۱٤-۱۲ هفته، بیشتر از سه روز در هفته تکرار، با مدت ٦۰ دقیقه، با شدت متوسط تا بالا (یعنی ٦۰ تا ۹۰ درصد حداکثر ضربان قلب یا ٤۰ تا ۷۰ درصد ضربان قلب ذخیره) منجر به بهبود توده یا ترکیب بدن، به‌ویژه کاهش چربی و وزن بدن می‌شود. در واقع محققین نتیجه گرفتند که انجام تمرینات ورزشی که به‌صورت تفریحی و یا سیستماتیک باشد، ممکن است تودهٔ بدن و به‌ویژه ترکیب بدن را در کودکان سنین مدرسه و نوجوانان دارای اضافه وزن یا چاقی بهبود بخشد. از این رو، برنامه‌ای موفقیت آمیز خواهد بود که حداقل به‌مدت شش هفته انجام شود و مقدار فعالیت بدنی مطابق با حداقل توصیه شده برای جمعیت کودکان (٦۰ دقیقه فعالیت بدنی متوسط تا شدید حداقل سه روز در هفته) اعمال شود [۲٤]. محققان اثرات و سازکارهای اساسی این روند را بررسی کردند. آنها نشان دادند فعالیت بدنی باعث افزایش مصرف انرژی می‌شود، که وقتی با کاهش دریافت انرژی همراه باشد، به کاهش چربی اضافی بدن (کاهش وزن) و چاقی کمک می‌کند [۱٤، ۲۱، ۲۵].

از دیگر نتایج به‌دست آمده از فراتحلیل حاضر این بود که تمرین ورزشی سبب کاهش معنادار تغییرات LDL، TG، TC، DBP، SBP نسبت به گروه کنترل در کودکان شد. همسو با این مطالعه دیگر محققان نشان داده‌اند که تمرین ورزشی می‌تواند منجر به تغییرات قابل توجهی در پروفایل چربی و فشار خون در کودکان چاق و دارای اضافه وزن شود [۲٦، ۲۷]. در یک مطالعهٔ فراتحلیل توسط Chen و همکاران (۲۰۲۱) انجام شد [۲۷]، تأثیر تمرین هوازی و تمرین مقاومتی بر شاخص‌های بدنی و عوامل خطر قلبی- عروقی در کودکان چاق و دارای اضافه وزن در گروه سنی مدرسه را مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که هر دو نوع تمرین هوازی و مقاومتی با بهبود تودهٔ بدنی BMI، درصد چربی بدن، VO2peak، TG، LDL، TC مرتبط است. این در حالی است که تنها دو مقاله از مطالعه مروری آنها مربوط به تمرینات مقاومتی در کودکان چاق و اضافه وزن در سنین مدرسه در مطالعه آنها وجود داشت [۲۸, ۲۹]. که به مراتب کمتر از ۱۲ مقاله‌ای بود که در مورد تمرین هوازی بوده است، بنابراین نمی‌توان تأثیرات این دو نوع تمرین ورزشی را با هم مقایسه کرد و مقایسه تفاوت بین این دو نوع تمرین کار را دشوار می‌کند. از این‌رو، مطالعات آینده ممکن است اثرات تمرینات هوازی و مقاومتی را بر چاقی دوران کودکی و بروز MetS برای اثرگذاری انواع تمرینات بر این عارضه مقایسه کنند. همچنین در مطالعهٔ فراتحلیل حاضر نشان داده شد که تمرین ورزشی سبب کاهش معنادار تغییرات HDL، نسبت به گروه کنترل در کودکان چاق و دارای MetS شد. برخی از مقالات بیان کردند که سطح پایین HDL با چاقی و اضافه وزن مرتبط است، امّا تنها زمانی که آستانه شدت یا مدت تمرین به پایان برسد، سطح HDL را بهبود می‌بخشد [۳۰، ۳۱]. در همین راستا گزارش Chen و همکاران (۲۰۲۱) با یافته‌های تحقیق حاضر مطابقت داشت که تمرین ورزشی با تغییرات HDL در کودکان سنین مدرسه همراه با چاقی یا اضافه وزن و دارای MetS ارتباط معنی‌داری ندارد [۲۷]. در مطالعه‌ای که Rabbani و همکاران (۲۰۲۲) که بر روی ۲۰۰۰ دانش آموز زنجانی پس از دو سال مداخلهٔ ورزشی انجام دادند و نشان دادند که میانگین اندازهٔ دور کمر [۱۰/۹±٦۳/۸) و فشار خون دیاستولیک (۱۰/٤±٦۳/۸) به‌طور معنی‌داری کمتر از گروه کنترل بود، امّا میانگین فشار خون سیستولیک (۱۲/۵±۱۰/۰) در گروه مداخله بیشتر بود [۲۰].

علاوه براین براساس یک فراتحلیل گزارش شده برنامه‌های ورزشی مدرسه محور توانسته‌اند شیوع بروز معیارهای MetS را کاهش دهند [۲۰]. از این‌رو، Costa-Urrutia و همکاران (۲۰۱۹)

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-05-09]
[DOI: 10.18502/ijdl.v25i6.20854]

با برنامه مداخله ۱۲ هفته‌ای (که شامل یک برنامهٔ تمرینی) برای دانش آموز شش تا ۱۲ ساله بود، دریافتند که فشار خون بالا از ۱۹ درصد به ۱۰ درصد کاهش یافته است [۳۲]. به‌طوری‌که برخی از مطالعات هیچ کاهشی در BMI در مقایسه با گروه کنترل نشان ندادند [۳۳، ۳٤]، درحالی‌که برخی دیگر نشان دادند که مداخلات تغذیه‌ای و فعالیت بدنی تأثیر قابل توجهی بر BMI داشتند [۳۵]. این محققان عنوان کردند که اثربخشی مداخلات ورزشی را می‌توان تحت تأثیر عوامل مختلفی فراتر از کنترل محققان قرار داد. درحالی‌که دورهٔ برنامهٔ تمرینی و مداخله مورد استفاده باید به وضوح در طرح تحقیق ذکر شود، متغیرهایی مانند سن شرکت کننده، محیط ورزشی (مدرسه یا سالن ورزشی)، مشارکت والدین و همکاری با محققین به‌طور کامل کنترل نمی‌شوند [۲۰]. از این‌رو، تناقض در یافته‌ها امری غیر قابل اجتناب است. همسو با این نتایج همچنین در مطالعه Costa-Urrutia و همکاران (۲۰۱۹) نشان داده شد HDL به‌طور قابل توجهی در کودکان چاق در شرایط بی‌تجربگی کاهش یافته و LDL افزایش یافته است. درحالی‌که، LDL تحت شرایط ۱۲ هفته تمرین ورزشی و رژیم غذایی مناسب کاهش یافته است، امّا تغییرات مثبت در HDL مشاهده نشد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که فعالیت بدنی همراه با وعده‌های غذایی سالم در مدرسه برای بهبود LDL در کوتاه مدت مؤثر است، اما بهبود HDL ممکن است بیش از ۱۲ هفته طول بکشد [۳۲].

از دیگر نتایج مطالعهٔ فراتحلیل حاضر این بود که نتایج ٤ مداخله نشان داد که تمرین ورزشی سبب کاهش معنادار HOMA-IR، گلوکز ناشتا و همچنین ۵ مداخله سبب کاهش معنادار انسولین نسبت به گروه کنترل در کودکان شد. براساس گزارش Marson و همکاران (۲۰۱٦) از ۱۷ مطالعه‌ای در فراتحلیل آنها بررسی گردید و نشان دادند که فعالیت‌های ورزشی به‌طور کلی با کاهش سطح گلوکز ناشتا در مقایسه با گروه کنترل همراه نیست، امّا با کاهش سطح انسولین ناشتا مرتبط بود. علاوه براین، در گزارش آنها هر روش تمرینی (شامل هوازی، مقاومتی و ترکیبی) با گروه کنترل مقایسه شد و نشان دادند که تمرینات ورزشی، به‌ویژه تمرینات هوازی، با کاهش سطح انسولین ناشتا و HOMA-IR در کودکان و نوجوانان مبتلا به چاقی و اضافه وزن همراه است و ممکن است از ابتلا به MetS و T2DM جلوگیری کند [۳٦]. براین اساس، درک ارتباط سازکارهای پاتوفیزیولوژیکی که کودکان دارای اضافه وزن یا چاقی را به سمت اختلالات متابولیکی مانند MetS سوق می‌دهد، بسیار مهم است. تغییرات فیزیولوژیکی مرتبط با چاقی، مانند افزایش دسترسی به سایتوکین‌های پیش التهابی و اسیدهای چرب آزاد، حساسیت بافت به انسولین را کاهش می‌دهد و نیاز به ترشح انسولین را برای حفظ هموستاز گلیسمی افزایش می‌دهد [۳۸، ۳۷]. در تأیید این موضوع مطالعهٔ Chiarelli و همکاران (۲۰۰۸)، با ارزیابی اثرات مجزای روش‌های تمرین (هوازی، مقاومتی و ترکیبی) نشان داد که تنها تمرین هوازی با نشانگرهای IR در جمعیت مورد مطالعه مرتبط است. بنابراین، تمرین هوازی را می‌توان به‌عنوان یک رویکرد درمانی برای کودکان و نوجوانان مبتلا به IR –که در موارد اضافه وزن و چاقی افراد بسیار رایج است– نشان داد و به‌نظر می‌رسد سطح گلوکز مناسب را به‌دلیل تولید بیش از حد انسولین حفظ می‌کند [۳۹]. این تولید بیش از حد انسولین در ۱۷ مطالعه (۹٤ درصد) از ۱۸ مطالعهٔ فراتحلیل Marson و همکاران (۲۰۱٦) یافت شد [۳٦]. ناهمسو با این گزارش‌ها، فقط در مطالعهٔ Kelley و همکاران (۲۰۰٤) سطح انسولین ناشتا کمتر از نقطه محدوده طبیعی ۱۵–۲۰μU/ml گزارش شد [٤۰]. شاید علت این باشد که در کودکان و نوجوانان، این سطوح بالای انسولین همچنان قادر به حفظ گلیسمی در سطوح مناسب هستند. این امر ممکن است عدم ارتباط بین تمرین بدنی و کاهش قند خون را توضیح دهد. به همین دلیل، به‌نظر نمی‌رسد تمرکز بر نتایج گلیسمی در این گروه توصیه شود، چرا که نشان دهندهٔ افزایش سطح انسولین و افزایش سطح گلیسمی است [۳٦]. در رابطه با تمرینات مقاومتی باید اذعان داشت که تعداد محدودی از مطالعات به محققان اجازه داده‌اند تا یک تحلیل مقایسه‌ای از یک مداخله تمرین ورزشی (در نمای کلی) و انواع تمرینات روی کودکان انجام گیرد و اکثر مطالعات اثرات تمرین هوازی را مورد بررسی قرار داده‌اند، با این حال داده‌های کافی برای انجام یک تحلیل مقایسه‌ای بین تمرین مقاومتی و ترکیبی در کودکان چاق دارای MetS وجود ندارد. نکته جالب توجه این است که یکی از مقالات در این زمینه با استفاده از تمرین مقاومتی پیشرفتی در این نتیجه پیدا نکرد [٤۱]، درحالی‌که در مطالعه‌ای دیگر Davis و همکاران (۲۰۱۱) با تمرین ترکیبی کاهش سطح HOMA-IR را نشان دادند [٤۲].

با این وجود شواهد حاکی از تأثیر تمرینات بدنی بر کاهش عوارض چاقی و IR بسیار مهم است، زیرا این پیامد با خطر بیماری‌های قلبی– عروقی و MetS در کودکان چاق مرتبط است [٤٤، ٤۳]، یک عامل مرکزی MetS که علی‌رغم داشتن یک جزء ژنتیکی، با مصرف بیش از حد کربوهیدرات، چربی و کمبود تحرک و تمرینات ورزشی مرتبط هست، است [٤۵]. شایان ذکر

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-05-09]
[DOI: 10.18502/ijdl.v25i6.20854]

است که اقدامات مستمر در مقابل چاقی کودکان، به‌ویژه برای کنترل IR و معیارهای MetS، ضروری است، در غیر این صورت ترشح جبرانی انسولین با شکست مواجه می‌شود و در نتیجه تعداد کودکان و نوجوانان دارای اضافه وزن مبتلا به دیابت نوع دو افزایش می‌یابد و آمار خطر مرگ‌ومیر قلبی- عروقی در سنین بالاتر افزایش خواهد یافت [۴۸-۴۶].

نقاط قوت و محدودیت‌های تحقیق

فراتحلیل حاضر با استفاده از چارچوب‌های معتبر مرور سیستماتیک و فراتحلیل براساس دستورالعمل‌های Cochrane و PRISMA طراحی و اجرا شده است که موجب تضمین صحت و شفافیت روش‌شناسی پژوهش گردیده است. همچنین، جستجوی جامع در پایگاه‌های بین‌المللی و داخلی بدون محدودیت زمانی، داده‌های گسترده و به‌روز از مطالعات کارآزمایی بالینی تصادفی شده (RCT) مرتبط را جمع‌آوری کرده است که کیفیت بالای شواهد را تضمین می‌کند. اعمال معیارهای ورود و خروج مطالعات و ارزیابی دقیق کیفیت مطالعات با استفاده از چک‌لیست Pedro، اعتبار نتایج را به‌طور قابل توجهی افزایش داده است. علاوه بر این، استخراج مستقل داده‌ها توسط دو محقق و انجام تحلیل حساسیت برای کنترل ناهمگونی از دیگر نقاط قوت این مطالعه است که باعث کاهش سوگیری و افزایش قابلیت تعمیم نتایج به کودکان و نوجوانان چاق مبتلا به سندرم متابولیک شده است.

از جمله محدودیت‌های مهم می‌توان به اندازهٔ نمونهٔ نسبتاً کوچک اشاره کرد که ممکن است بر قابلیت تعمیم نتایج به جمعیت‌های گسترده‌تر تأثیر بگذارد. همچنین، عدم امکان کنترل کامل برخی متغیرهای زمینه‌ای و محیطی از جمله تفاوت‌های فردی در سبک زندگی یا رژیم غذایی، ممکن است به‌عنوان منابع احتمالی سوگیری مطرح شوند. علاوه بر این، استفاده از ابزارهای خودگزارشی در برخی موارد ممکن است به خطاهای گزارشگری منجر شود. بنابراین، توصیه می‌شود در مطالعات آینده، با استفاده از نمونه‌های بزرگ‌تر و روش‌های طولی، به بررسی جامع‌تر و پایدارتر موضوع پرداخته شود.

تعارض منافع

بین نویسندگان هیچ تعارض منافعی وجود ندارد.

سپاسگزاری

از تمام نویسندگانی که داده‌های مطالعات پژوهشی خود را در اختیار ما قرار دادند، صمیمانه تشکر می‌نمائیم. در این مطالعه از هیچ‌گونه حمایت مالی استفاده نشده است.

References

1. Jankowska A, Brzeziński M, Romanowicz-Sołtyszewska A, Szlagatys-Sidorkiewicz A. Metabolic Syndrome in Obese Children—Clinical Prevalence and Risk Factors. *International journal of environmental research and public health*. 2021; 18(3):1060.
2. Cao Y, Zhu L, Liu J. Effects of aerobic exercise on obese children with metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism*. 2021; 34(9):1069-79.
3. Chomiuk T, Niezgoda N, Mamcarz A, Śliż D. Physical activity in metabolic syndrome. *Frontiers in physiology*. 2024; 15:1365761.
4. Turer CB, Brady TM, De Ferranti SD. Obesity, hypertension, and dyslipidemia in childhood are key modifiable antecedents of adult cardiovascular disease: a call to action. *Am Heart Assoc*; 2018. p. 1256-9.
5. Magge SN, Goodman E, Armstrong SC, Daniels S, Corkins M, de Ferranti S, et al. The metabolic syndrome in children and adolescents: shifting the focus to cardiometabolic risk factor clustering. *Pediatrics*. 2017; 140(2).
6. Spiotta RT, Luma GB. Evaluating obesity and cardiovascular risk factors in children and adolescents. *American Family Physician*. 2008; 78(9):1052-8.
7. Freedman DS, Mei Z, Srinivasan SR, Berenson GS, Dietz WH. Cardiovascular risk factors and excess adiposity among overweight children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *The Journal of pediatrics*. 2007; 150(1):12-7. e2.
8. Martin A, Booth JN, Laird Y, Sproule J, Reilly JJ, Saunders DH. Physical activity, diet and other behavioural interventions for improving cognition and school achievement in children and adolescents with obesity or overweight. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2018 (1).
9. Alberti KGMM, Zimmet P, Shaw J. Metabolic syndrome—a new world-wide definition. A consensus statement from the international diabetes federation. *Diabetic medicine*. 2006; 23(5):469-80.
10. Gavelin HM, Dong C, Minkov R, Bahar-Fuchs A, Ellis KA, Lautenschlager NT, et al. Combined physical and cognitive training for older adults with and without cognitive impairment: A systematic review and network meta-analysis of randomized

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-05-09]

[DOI: 10.18502/ijdl.v25i6.20854]

controlled trials. *Ageing research reviews.* 2021; 66:101232.
11. Taddese D. *Effect Of Aerobic Exercise On Selected Physiological And Physical Fitness Variables Of Male Athelets;* The Caseof Misha Woreda Atheletics Project; Hadiyya Zone, Snnpr, Ethiopia 2021.
12. O'Donoghue G, Blake C, Cunningham C, Lennon O, Perrotta C. What exercise prescription is optimal to improve body composition and cardiorespiratory fitness in adults living with obesity? A network meta-analysis. *Obesity Reviews*. 2021; 22(2):e13137.
13. Liu X, Li Q, Lu F, Zhu D. Effects of aerobic exercise combined with resistance training on body composition and metabolic health in children and adolescents with overweight or obesity: systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Public Health*. 2024; 12:1409660.
14. Alice A, Yadav M, Verma R, Sharma J, Sharma Y. The Impact of Regular Exercise on Overweight Metabolic Syndrome in School-aged Children: A Literature Review. *International journal of health sciences*. 2022; 6(S5):2289-302.
15. Luna CF, Evans WN, Mayman GA, Acherman RJ, Kip KT, Cass KA, et al. 329 Effects Of A 12-Week Risk Factor Reduction Program In Overweight Children And Adolescents With Metabolic Syndrome. *Journal of Investigative Medicine*. 2006; 54:S136 - S.
16. De Morton NA. The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Australian Journal of Physiotherapy*. 2009; 55(2):129-33.
17. Egger M, Smith GD, Schneider M, Minder C. Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. *bmj*. 1997; 315(7109):629-34.
18. Meirelles CM, Gomes PSC. Combined effects of resistance training and carbohydrate-restrictive or conventional diets on weight loss, blood variables and endothelium function. *Revista de Nutrição*. 2016; 29:543-54.
19. Harder-Lauridsen NM, Birk NM, Ried-Larsen M, Juul A, Andersen LB, Pedersen BK, et al. A randomized controlled trial on a multicomponent intervention for overweight school-aged children–Copenhagen, Denmark. *BMC pediatrics*. 2014;14:1-14.
20. Rabbani B, Chiti H, Sharifi F, Mazloomzadeh S. Effect of lifestyle modification for two years on obesity and metabolic syndrome components in elementary students: A community-based trial. *Caspian Journal of Internal Medicine*. 2022; 13(3):555.
21. de Souza Mendes P, Pascoal AG, de Souza LP, Mori B. Effect of physical activity in children and adolescents with metabolic syndrome: a systematic review. *Nutrição Brasil*. 2024; 23(3):1016-26.
22. Adamo KB, Nagpal TS, DaSilva DF. *Metabolic Effects of Exercise on Childhood Obesity*. The Routledge Handbook on Biochemistry of Exercise: Routledge; 2020. p. 532-48.
23. Eggertsen CN, Larsen RG, Duch K, Simonsen MB, Christensen CB, Warner TC, et al. Feasibility and efficacy of adding high-intensity interval training to a multidisciplinary lifestyle intervention in children with obesity—a randomized controlled trial. *International Journal of Obesity*. 2024: 1-9.
24. Soares R, Brasil I, Monteiro W, Farinatti P. Effects of physical activity on body mass and composition of school-age children and adolescents with overweight or obesity: Systematic review focusing on intervention characteristics. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2023; 33:154-63.
25. Baran J, Weres A, Wyszyńska J, Pitucha G, Czenczek-Lewandowska E, Rusek W, et al. 60 minutes per day in moderate to vigorous physical activity as a natural health protector in young population. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020; 17(23):8918.
26. Men J, Zou S, Ma J, Xiang C, Li S, Wang J. Effects of high-intensity interval training on physical morphology, cardiorespiratory fitness and metabolic risk factors of cardiovascular disease in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Plos one*. 2023; 18(5):e0271845.
27. Chen T, Lin J, Lin Y, Xu L, Lu D, Li F, et al. Effects of aerobic exercise and resistance exercise on physical indexes and cardiovascular risk factors in obese and overweight school-age children: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2021; 16(9):e0257150.
28. Alberga AS, Farnesi B-C, Lafleche A, Legault L, Komorowski J. The effects of resistance exercise training on body composition and strength in obese prepubertal children. *The Physician and sportsmedicine*. 2013; 41(3):103-9.
29. Zehsaz F, Farhangi N, Ghahramani M. The response of circulating omentin-1 concentration to 16-week exercise training in male children with obesity. *The Physician and sportsmedicine*. 2016; 44(4):355-61.
30. Luo B, Yang Y, Nieman DC, Zhang Y, Wang J, Wang R, et al. A 6-week diet and exercise intervention alters metabolic syndrome risk factors in obese Chinese children aged 11–13 years. *Journal of Sport and Health Science*. 2013; 2(4):236-41.
31. Rashid S, Genest J. Effect of obesity on high-density lipoprotein metabolism. *Obesity*. 2007; 15(12):2875-88.
32. Costa-Urrutia P, Álvarez-Fariña R, Abud C, Franco-Trecu V, Esparza-Romero J, López-Morales CM, et al. Effect of multi-component school-based program on body mass index, cardiovascular and diabetes risks in a multi-ethnic study. *BMC pediatrics*. 2019; 19:1-9.
33. Singhal J, Herd C, Adab P, Pallan M. Effectiveness of school-based interventions to prevent obesity among children aged 4 to 12 years old in middle-income countries: a systematic review and meta-analysis. *Obesity reviews*. 2021; 22(1):e13105.
34. Gonzalez-Suarez C, Worley A, Grimmer-Somers K, Dones V. School-based interventions on childhood obesity: a meta-analysis. *American journal of preventive medicine*. 2009; 37(5):418-27.
35. Kerkeni M, Trabelsi K ,Kerkeni M, Ammar A, Aziz AR, Glenn JM, et al. Impact of soccer-based training interventions on anthropometric measures among children and adolescents with overweight/obesity: A

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-05-09]

[DOI: 10.18502/ijdl.v25i6.20854]

systematic review, meta-analysis, and assessment of certainty of evidence. *Pediatric Exercise Science*. 2024; 1(aop):1-10.
36. Marson EC, Delevatti RS, Prado AKG, Netto N, Kruel LFM. Effects of aerobic, resistance, and combined exercise training on insulin resistance markers in overweight or obese children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Preventive medicin*e. 2016; 93:211-8.
37. Savulescu-Fiedler I, Mihalcea R, Dragosloveanu S, Scheau C, Baz RO, Caruntu A, et al. The interplay between obesity and inflammation. *Life*. 2024; 14(7):856.
38. Varra F-N, Varras M, Varra V-K, Theodosis-Nobelos P. Molecular and pathophysiological relationship between obesity and chronic inflammation in the manifestation of metabolic dysfunctions and their inflammation-mediating treatment options. *Molecular Medicine Reports*. 2024; 29(6):95.
39. Chiarelli F, Marcovecchio ML. Insulin resistance and obesity in childhood. *European journal of endocrinology*. 2008;159(Supplement_1):S67-S74.
40. Kelly AS, Wetzsteon RJ, Kaiser DR, Steinberger J, Bank AJ, Dengel DR. Inflammation, insulin, and endothelial function in overweight children and adolescents: the role of exercise. *The Journal of pediatrics*. 2004; 145(6):731-6.
41. Davis JN, Tung A, Chak SS, Ventura EE, Byrd-Williams CE, Alexander KE, et al. Aerobic and strength training reduces adiposity in overweight Latina adolescents. *Medicine and science in sports and exercise*. 2009; 41(7):1494.
42. Davis JN, Gyllenhammer LE, Vanni AA, Meija M, Tung A, Schroeder ET, et al. Startup circuit training program reduces metabolic risk in Latino adolescents. *Medicine and science in sports and exercise*. 2011; 43(11):2195.
43. Dumur S. *Role of Exercise in Metabolic Syndrome. Metabolic Syndrome: A Comprehensive Update with New Insights:* Bentham Science Publishers; 2025; 237-50.
44. Steinberger J, Daniels SR. Obesity, insulin resistance, diabetes, and cardiovascular risk in children: an American Heart Association scientific statement from the Atherosclerosis, Hypertension, and Obesity in the Young Committee (Council on Cardiovascular Disease in the Young) and the Diabetes Committee (Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism). *Circulation*. 2003; 107(10):1448-53.
45. Martemucci G, Khalil M, Di Luca A, Abdallah H, D'Alessandro AG. Comprehensive Strategies for Metabolic Syndrome: How Nutrition, Dietary Polyphenols, Physical Activity, and Lifestyle Modifications Address Diabesity, Cardiovascular Diseases, and Neurodegenerative Conditions. *Metabolites*. 2024; 14(6):327.
46. Nelson RA, Bremer AA. Insulin resistance and metabolic syndrome in the pediatric population. *Metabolic syndrome and related disorders*. 2010; 8(1):1-14.
47. Ten S, Maclaren N. Insulin resistance syndrome in children. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2004; 89(6):2526-39.
48. Okuyan O. New Approach to the Diagnosis of Metabolic Syndrome in Children. Metabolic Syndrome: A Comprehensive Update with New Insights: *Bentham Science Publishers*; 2025; 45-68.
49. Liu M, Lin X, Wang X. Decrease in serum chemerin through aerobic exercise plus dieting and its association with mitigation of cardio-metabolic risk in obese female adolescents. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism*. 2018; 31(2):127-35.
50. Monteiro PA, Chen KY, Lira FS, Saraiva BTC, Antunes BMM, Campos EZ, et al. Concurrent and aerobic exercise training promote similar benefits in body composition and metabolic profiles in obese adolescents. *Lipids in health and disease*. 2015; 14:1-9.
51. Meyer AA, Kundt G, Lenschow U, Schuff-Werner P, Kienast W. Improvement of early vascular changes and cardiovascular risk factors in obese children after a six-month exercise program. *Journal of the American College of Cardiology*. 2006; 48(9):1865-70.

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-05-09]

[DOI: 10.18502/ijdl.v25i6.20854]