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. 26; No. 4

Effect of Resistance Training on C-Reactive Protein and Tumor Necrosis Factor Alpha in Postmenopausal Women: A Meta-Analysis

Asieh Sadat Mousavian*[1], Asma Taheri[2], Masoumeh Hosseinzadeh[2]

1. Department of General Courses, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Khuzestan, Iran
2. Department of Sport Physiology, Faculty of Sport Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

Abstract

Background: With the onset of menopause, systemic inflammation and the risk of metabolic diseases increase in women. Resistance training, as an effective non-pharmacological intervention, can reduce this inflammation and improve metabolic health. The aim of this meta-analysis was to investigate the effects of resistance training on inflammatory markers, including C-reactive protein (CRP) and tumor necrosis factor-alpha (TNF-α), in postmenopausal women.
Methods: A comprehensive search of Persian and English articles was conducted in the databases PubMed, Web of Science, Scopus, Magiran, Irandoc, Noor Mags, and SID from inception through August 28, 2025. Data were analyzed using a random-effects model and the standardized mean difference (SMD) with 95% confidence intervals; heterogeneity was assessed with the I^2 index and publication bias was examined using a funnel plot and Egger's test. In total, 11 studies (12 resistance-training interventions) including 392 postmenopausal women were analyzed.
Results: The results showed that resistance training intervention led to a non-significant change in CRP [SMD= -0.618, CI 95%: -1.162 ad -0.073, P= 0.008] and TNF-α [SMD= -0.603, CI 95%: -1.149 ad -0.057, P= 0.009] compared to the control group in postmenopausal women.
Conclusion: Although resistance training in postmenopausal women showed reductions in inflammatory markers such as CRP and TNF-α, these changes were not statistically significant. Nevertheless, the overall downward trend in inflammatory markers and the high safety profile of the intervention suggest the potential of resistance training to improve metabolic health. Future studies with larger sample sizes and more rigorously controlled designs are recommended to confirm these findings.

Keywords: Resistance training, C-reactive protein, Tumor necrosis factor alpha, Women, Postmenopausal

Received: November 23, 2025; Accepted: April 22, 2026

Please cite this article as:
Mousavian AS, Taheri A, Hosseinzadeh M. Effect of Resistance Training on C-Reactive Protein and Tumor Necrosis Factor Alpha in Postmenopausal Women: A Meta-Analysis. *ijdld*. 2026; 26(4):340-352.
DOI: 10.18502/ijdl.v26i4.23098

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.18502/ijdl.v26i4.23098]

***Corresponding Author:** Asieh Sadat Mousavian; **Email:** asieh.mousavian@asnrukh.ac.ir, **Add:** Khuzestan, Bavi County, Mollasani City, Khuzestan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Opposite Daneshjoo Park, Deputy of Cultural, Social and Student Affairs, Physical Education Office, Tel**:** +989158961823.

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 ۲۶، شمارهٔ ۴، سال ۱۴۰۵، صفحات ۳۴۰ تا ۳۵۲

ارزیابی پروتئین واکنشگر C و فاکتور نکروز توموری آلفا بر اثر تمرینات مقاومتی در زنان یائسه: یک مطالعهٔ فراتحلیل

آسیه سادات موسویان*[۱]، اسماء طاهری[۲]، معصومه حسین‌زاده[۲]

۱- گروه دروس عمومی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، خوزستان، ایران
۲- گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

چکیده

مقدمه: با آغاز یائسگی، التهاب سیستمیک و خطر بیماری‌های متابولیک در زنان افزایش می‌یابد؛ تمرینات مقاومتی به‌عنوان روشی غیردارویی مؤثر، می‌توانند این التهاب را کاهش داده و سلامت متابولیک را بهبود بخشند. هدف این فراتحلیل بررسی اثر تمرینات مقاومتی بر شاخص‌های التهابی از جمله پروتئین واکنشگر C (CRP) و فاکتور نکروز توموری آلفا (TNF-a)، در زنان یائسه بود.

روش‌ها: جستجوی جامع مقالات فارسی و انگلیسی زبان در پایگاه‌های اطلاعاتی PubMed، Web of Science، Scopus، Magiran، Irandoc، Noor Mags و SID از ابتدا شروع تا ۲۸ آگوست ۲۰۲۵ انجام شد. تحلیل داده‌ها با استفاده از مدل اثر تصادفی و محاسبه اندازه اثر استاندارد شده (SMD) همراه با فاصله اطمینان ۹۵ درصد انجام گردید و ناهمگونی با شاخص I^2 و سوگیری انتشار با فونل پلات و تست ایگر بررسی شد. در مجموع ۱۱ مطالعه (با ۱۲ مداخله تمرین مقاومتی) روی ۳۹۲ شرکت‌کنندهٔ زن یائسه تحلیل شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد مداخلهٔ تمرینات مقاومتی با تغییر غیرمعنادار CRP [SMD= −۰/۶۱۸ (٪۹۵, CI: −۰/۱۶۲ الی −۱/۰۷۳), P= ۰/۰۰۸] و TNF-a [SMD= −۰/۶۰۳ (٪۹۵, CI: −۰/۱۴۹ الی −۱/۰۵۷), P= ۰/۰۰۹] نسبت به گروه شاهد در زنان یائسه مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: تمرینات مقاومتی در زنان یائسه گرچه کاهش شاخص‌های التهابی مانند CRP و TNF-α را نشان داد، اما این تغییرات از نظر آماری معنادار نبودند. با این حال، گرایش کلی نزولی در شاخص‌های التهابی و ایمنی بالای مداخله، حاکی از اثرات بالقوه این تمرینات در ارتقای سلامت متابولیکی است. مطالعات آینده با حجم نمونه بزرگ‌تر و طراحی‌های کنترل شده تر برای تأیید نتایج توصیه می‌شوند.

واژگان کلیدی: تمرین مقاومتی، پروتئین واکنشگر C، فاکتور نکروز توموری آلفا، زنان، یائسه

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۰۲ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۵/۰۲/۰۲

به این مقاله، به‌صورت زیر استناد کنید:

Mousavian AS, Taheri A, Hosseinzadeh M. Effect of Resistance Training on C-Reactive Protein and Tumor Necrosis Factor Alpha in Postmenopausal Women: A Meta-Analysis. *ijdld*. 2026; 26(4):340-352.

* **نویسندهٔ مسئول:** آسیه سادات موسویان، **آدرس:** خوزستان، شهرستان باوی، شهر ملاثانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، روبروی پارک دانشجو، معاونت فرهنگی اجتماعی و دانشجویی، اداره تربیت بدنی، **تلفن:** ۰۰۹۸۹۱۵۸۹۶۱۸۲۳+ ، **پست الکترونیک:** asieh.mousavian@asnrukh.ac.ir

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.18502/ijdl.v26i4.23098]

مقدمه

یائسگی مرحله‌ای طبیعی و اجتناب‌ناپذیر در زندگی زنان است که با کاهش تدریجی عملکرد تخمدان‌ها و کاهش تولید هورمون‌های استروژن و پروژسترون همراه است. این تغییرات هورمونی منجر به توقف دائمی قاعدگی می‌شوند و دورهٔ انتقالی قبل از آن (پرمنوپوز) با نوسانات هورمونی قابل توجه مشخص می‌گردد. کاهش سطح استروژن نه‌تنها بر سیستم تولیدمثل تأثیر می‌گذارد، بلکه تغییرات گسترده‌ای در سیستم قلبی- عروقی، استخوان‌ها، متابولیسم و عملکرد عصبی ایجاد می‌کند [۱]. یائسگی یکی از مراحل مهم زندگی زنان محسوب می‌شود و به‌طور رسمی توسط سازمان بهداشت جهانی به‌عنوان توقف دائمی قاعدگی به‌مدت ۱۲ ماه، ناشی از کاهش یا از بین رفتن فعالیت فولیکول‌های تخمدان، تعریف شده است. سن متوسط شروع یائسگی معمولاً در حدود ۵۰ سالگی قرار دارد، هرچند این بازه می‌تواند تحت تأثیر عوامل ژنتیکی، محیطی و سبک زندگی متفاوت باشد [۲].

التهاب مزمن خفیف به‌عنوان یک عامل خطر مستقل در ایجاد بیماری‌های متابولیک، قلبی- عروقی، دیابت نوع دو و اختلالات عصبی مطرح است. از جمله مهم‌ترین نشانگرهای التهابی در بدن می‌توان به پروتئین واکنشگر C [1](CRP) و فاکتور نکروز توموری آلفا[2] (TNF-α) اشاره کرد که در پاسخ به تحریکات التهابی افزایش می‌یابند [۳].

افزایش پاسخ‌های التهابی یکی از عوامل اصلی اختلال عملکرد اندوتلیالی در سنین بالاست و می‌تواند نقش مهمی در بروز بیماری‌های قلبی- عروقی داشته باشد [٤]. CRP یک شاخص مهم التهاب سیستمیک است که عمدتاً در کبد سنتز می‌شود و به‌عنوان یک پروتئین فاز حاد عمل می‌کند. مطالعات نشان داده‌اند که در صورت ایجاد پلاک آترواسکلروتیک در شریان‌ها، سطح CRP می‌تواند تا ده برابر افزایش یابد. این پلاک‌ها معمولاً شامل اندوتلیوم دیوارهٔ عروق، سلول‌های عضلهٔ صاف و ماکروفاژها هستند و موجب افزایش تولید و ترشح CRP می‌شوند [۵]. CRP علاوه بر این‌که به کلیه، کبد، نورون‌ها و ماکروفاژهای آلوئولار اثر می‌گذارد، نقش مهمی در القای پاسخ‌های پیش‌التهابی و پیش‌آترواسکلروتیک دارد. شواهد نشان می‌دهد که افزایش سطح CRP با اختلال عملکرد اندوتلیال همراه است و یک ارتباط معکوس بین سطح CRP و عملکرد اندوتلیال وجود دارد [٦، ٧].

TNF-α یک سایتوکین پروالتهابی است که عمدتاً توسط ماکروفاژها تولید می‌شود و همچنین توسط سایر سلول‌ها، از جمله سلول‌های چربی، سنتز می‌گردد [۸]. TNF-α در التهاب سیستمیک دخیل بوده و پاسخ فاز حاد در التهاب را تحریک می‌کند [۸]. افزایش TNF-α سیستمیک در چاقی باعث افزایش فعالیت پروتئین‌های کین از مهارکنندهٔ کاپا[3] B (IKK)، کیناز p38 فعال شده با میتوژن[4] (p38 MAPK)، جانوس کیناز[5] (JNK) و پروتئین کیناز-C[6] (PKC) می‌شود که به‌طور مستقیم باقیمانده‌های سرین پروتئین سوبسترای گیرنده انسولین[7] (IRS) را مورد هدف قرار می‌دهند که منجر به مقاومت انسولینی در بافت چربی، عضلات و کبد می‌شود [۹]. میزان TNF-α در افراد سالم جوان کم است، ولی با افزایش سن، چاقی، دیابت، مصرف دخانیات و زندگی بی‌تحرک افزایش می‌یابد. گزارش شده که سطوح TNF- α در زنان یائسه در مقایسه با زنان بارور بیشتر هستند [۱۰].

امروزه فعالیت ورزشی نه تنها به‌عنوان یک ابزار پیشگیرانه، بلکه به‌عنوان یک روش درمانی مؤثر در چارچوب پزشکی جایگاه ویژه‌ای یافته است [۱۱]. تمرین منظم با ایجاد اثرات ضدالتهابی، التهاب سیستمیک خفیف را کاهش داده و به بهبود عملکرد سیستم ایمنی کمک می‌کند. [۱۲]. بر این اساس، در یک فراتحلیل، Nunes و همکاران (۲۰۲٤) نشان دادند که تمرینات مقاومتی با حجم بالاتر نسبت به حجم پایین‌تر، تأثیر بیشتری در کاهش شاخص‌های التهابی از جمله CRP و TNF-α در زنان یائسه دارند [۱۳]. در مطالعه‌ای دیگر، Khalafi و همکاران (۲۰۲۱) با بررسی ۳۲ مطالعه شامل ۱۵۱۰ زن یائسه، نشان دادند که تمرینات ورزشی با کاهش معنادار سطح CRP و TNF-α در این گروه از زنان همراه است [١٤]. تمرین ورزشی با مهار تولید سایتوکین‌های پیش التهابی و سنتز سایتوکین‌های ضدالتهابی ممکن است محیط ضد التهابی ایجاد کند و در تعدیل روند بیماری‌ها مؤثر باشد [۱۵]. سازکارهای اثر تمرین بر CRP و TNF-α شامل کاهش چربی احشایی، تغییر در فنوتیپ ماکروفاژها، افزایش حساسیت به انسولین، ترشح میوکاین‌های ضد التهابی مانند IL-10، IL-1ra و بهبود عملکرد آنتی‌اکسیدانی هستند. این اثرات می‌توانند در پیشگیری و مدیریت بیماری‌های مرتبط با التهاب مزمن مؤثر باشند [١٦].

در این زمینه، محققان رشته فیزیولوژی ورزشی همواره تلاش داشته‌اند تا مؤثرترین و قابل اجراترین روش‌های فعالیت بدنی را شناسایی و توسعه دهند. هدف آنها به‌روزرسانی و بهینه‌سازی توصیه‌های مربوط به ورزش است، چرا که فعالیت بدنی نه‌تنها بخش مهمی از سبک زندگی سالم و بهداشتی به شمار می‌آید، بلکه نقش

[1] C-Reactive Protein
[2] Tumor Necrosis Factor Alpha
[3] Inhibitor-Kappa B Kinase
[4] P38 Mitogen Activated Protein Kinase
[5] Janus Kinase
[6] Protein Kinase C
[7] Insulin Receptor Substrate

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.18502/ijdl.v26i4.23098]

مکملی در پیشگیری و درمان بسیاری از بیماری‌های ناشی از کم‌تحرکی، از جمله بیماری‌های قلبی- عروقی و دیابت نوع دو دارد. با این حال، نتایج مطالعات کارآزمایی بالینی متناقض گزارش شده‌اند و به‌دلیل محدودیت‌های موجود در برخی تحقیقات، نیاز به انجام این تحقیق ضرورت دارد تا بتوان شواهد پراکنده را جمع‌بندی و اثر واقعی تمرین مقاومتی را بر شاخص‌های التهابی CRP و TNF-α در زنان یائسه مشخص کرد. همچنین مشخص کردن نوع، حجم و شدت تمرین مقاومتی که بیشترین اثر ضدالتهابی را دارد، می‌تواند به طراحی برنامه‌های ورزشی هدفمند و مؤثر کمک کند. کاهش التهاب مزمن از طریق تمرین مقاومتی می‌تواند خطر بیماری‌های مزمن مرتبط با یائسگی را کاهش داده و کیفیت زندگی این گروه از زنان را بهبود بخشد. در نهایت، نتایج این فراتحلیل می‌تواند راهنمای علمی و عملی برای متخصصان ورزش درمانی و مراقبت‌های پیشگیرانه ارائه دهد و ارزش بالینی بالایی داشته باشد.

روش‌ها

این تحقیق به شکل مرور نظام‌مند و فراتحلیل انجام شد و تمام مراحل آن براساس دستورالعمل‌های کوکران (Cochrane) و استاندارد پریزما (Prisma) انجام گردید [۱۸، ۱۷].

برای گردآوری مقالات پژوهشی اصلی، یک جستجوی جامع برای مقالات انگلیسی زبان در پایگاه‌های اطلاعاتی PubMed، Scopus و Web of Science و برای مقالات فارسی زبان از موتور جستجوی Google Scholar، Irandoc، Magiran، Noor Mags و Sid از ابتدای شروع تا ٦ شهریورماه ١٤٠٤ (٢٨ آگوست ٢٠٢٥) انجام شد. جستجوی حاضر محدود به مطالعات انسانی و مقالات پژوهشی اصیل بود و شامل مقالات منتشرشده به زبان‌های فارسی و انگلیسی می‌شد. برای پوشش کامل مطالعات مرتبط، کلیدواژه‌ها با استفاده از عملگرهای بولی OR و AND ترکیب شدند. کلید واژه‌های به‌کار گرفته شده و نحوهٔ دقیق جستجو برای استخراج مقالات از پایگاه‌های medline از طریق پایگاه PubMed به‌صورت زیر انجام گرفت:

(«تمرین مقاومتی» OR «ورزش مقاومتی» OR «تمرین قدرتی») AND («پروتئین واکنشگر سی» OR «CRP») AND («فاکتور نکروز توموری آلفا» OR «TNF-a») AND («زن» OR «زنان») AND («یائسه» OR «یائسگی»).

("Resistance Training" OR "Strength Training" OR "Resistance Exercise") AND ("C-Reactive Protein" OR "CRP") AND ("Tumor Necrosis Factor-alpha" OR "TNF-α") AND ("Women") AND (Menopause).

معیارهای ورود به مطالعه فراتحلیل حاضر شامل: ۱- مطالعات کارآزمایی بالینی تصادفی شده RCT[1] بودند. ۲- مطالعاتی که به زبان فارسی و انگلیسی بودند. ۳- مطالعات انسانی و پژوهشی اصیل بودند. ٤- مطالعات انجام گرفته بر روی زنان یائسه بودند. ٥- مطالعات بررسی کنندهٔ اثر تمرینات مقاومتی در برابر گروه شاهد بودند. ٤- مطالعات اندازه‌گیری کننده بر روی CRP و TNF-a که بر روی زنان یائسه انجام شده بودند. ٥- دارا بودن داده‌های میانگین و انحراف استاندارد برای پیش‌آزمون و پس‌آزمون متغیرهای مذکور برای آزمودنی‌های گروه‌های تمرینات مقاومتی و شاهد بودند.

معیارهای خروج از مطالعه فراتحلیل حاضر شامل: ۱- مطالعات انجام گرفته که بر روی حیوانات، ۲- مطالعات ارائه شده در همایش، ۳- پایان‌نامه‌ها، ٤- مطالعات مقطعی (Crossover)، ٥- مطالعاتی که اثر تمرینات مقاومتی بدون گروه شاهد را مورد بررسی قرار دادند، ٦- مطالعاتی که دادهٔ پیش‌آزمون و پس‌آزمون اثر تمرینات مقاومتی بدون گروه شاهد بر روی CRP و TNF-a را گزارش نکردند، ۷- مطالعاتی که به‌صورت مروری، نظام‌مند و فراتحلیل به انجام رسیده بودند، ۸- مطالعاتی که داده‌های کافی برای تحلیل آماری نداشتند.

اطلاعات استخراج‌شده از مطالعات شامل نوع مطالعه، نویسندهٔ اول، سال انتشار، کشور انجام مطالعه، تعداد نمونه، و ویژگی‌های شرکت‌کنندگان (شامل سن و جنسیت) بود. همچنین، جزئیات مربوط به پروتکل تمرین مقاومتی شامل نوع مداخله، مدت زمان مداخله، تعداد جلسات در هفته و شدت تمرین نیز ثبت شد [۲۰، ۱۹]. در مواردی که داده‌های کافی برای انجام فراتحلیل در مقاله موجود نبود، از طریق ایمیل با نویسندهٔ مسئول مکاتبه شد و داده‌های مورد نیاز برای مطالعه فراتحلیل دریافت گردید. در صورتی که پاسخ از سوی نویسنده دریافت نمی‌شد یا داده‌ها در دسترس نبود، استخراج داده‌ها از نمودارهای مقالات با استفاده از نرم‌افزار Getdata انجام شد یا انحراف معیار[2](SD) از خطای استاندارد میانگین[3](SEM) تخمین زده شد [۲۲، ۲۱] (جدول ۱).

به‌منظور ارزیابی کیفیت مطالعات وارد شده به پژوهش حاضر، چک‌لیست PEDro به‌کار گرفته شد [۲۳، ۲۱]. این ارزیابی شامل ۱۱ معیار بود. با توجه به این‌که برخی از معیارهای Cochrane، مانند مشخص کردن شرکت‌کنندگان و کور کردن مداخله‌گر، برای مطالعات ورزشی قابل اجرا نبودند، از ارزیابی کنار گذاشته شدند. بنابراین، کیفیت مطالعات با استفاده از ۹ معیار سنجیده شد. معیارهای ارزیابی شامل: ۱) ضوابط واجد شرایط بودن شرکت‌کنندگان مشخص بود، ۲) اختصاص شرکت‌کنندگان گروه‌های مختلف به‌صورت تصادفی

[1] Randomized Controlled Trial
[2] Standard Deviation
[3] Standard Error of the Mean

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.18502/ijdl.v26i4.23098]

انجام شده باشد، ۳) شرکت‌کنندگان نسبت به گروه‌بندی‌هایشان آشنایی نداشته باشند، ٤) گروه‌ها در ابتدا از نظر وزن بدن یکسان باشند، ٥) ارزیابی یکسو کور برای متغیر اصلی وجود داشته باشد (blinding of all assessors)، ٦) تعداد افراد خارج شده از پژوهش کمتر از ۱۵ درصد شرکت کنندگان باشد، ۷) تجزیه‌وتحلیل به‌صورت intention to treat (ITT) انجام شده باشد، ۸) تفاوت آماری بین گروهی برای متغیر اصلی گزارش شده باشد، ۹) میانگین، انحراف معیار و میزان معناداری (p value) گزارش شده باشد. به تمام سؤالات چک لیست PEDro ، با دو گزینهٔ بله (نمرهٔ یک) و یا خیر (نمرهٔ صفر) پاسخ داده شد و امتیاز حداقل ۰ و حداکثر ۹ بود که در آن ارزش عددی بالاتر، نمایانگر کیفیت بالاتر پژوهش بود (جدول ۲).

مطالعهٔ فراتحلیل حاضر با هدف بررسی اثر تمرینات مقاومتی بر سطح CRP و TNF-α در زنان یائسه انجام شد. در این مطالعه، برای تجزیه‌وتحلیل آماری از میانگین، انحراف معیار (SD) و حجم نمونه مطالعات وارد شده استفاده گردید. تحلیل داده‌ها با به‌کارگیری مدل اثر تصادفی صورت گرفت. بنابراین، برای این منظور از اندازه اثر استاندارد شده (SMD) برای متغیرهای CRP و TNF-α همراه با فاصله اطمینان ۹۵ درصد (CI) محاسبه شد. جهت تعیین ناهمگونی[1] مطالعات، از شاخص I^2 استفاده گردید. تفسیر آماری I^2 مطابق با دستورالعمل Cochrane به‌ترتیب: ناهمگونی کم (کمتر از ۲۵ درصد)؛ ناهمگونی خفیف (۲۵ تا ۵۰ درصد)؛ ناهمگونی متوسط (۵۰ تا ۷۵ درصد) و ناهمگونی بالا (بیشتر از ۷۵ درصد) تفسیر شد [۲٤، ۲۵]. براساس میزان I^2، در صورت عدم وجود ناهمگونی یا ناهمگونی کم، از مدل اثر ثابت[2] و در ناهمگونی متوسط یا بالا، از مدل اثر تصادفی استفاده شد [۲٦]. همچنین، سوگیری انتشار[3] با استفاده از تفسیر بصری فونل پلات[4] و تست ایگر[5] به‌عنوان معیار ثانویه ارزیابی شد. درصورتی‌که مقدار $P< 0.05$ بود، سوگیری انتشار به‌عنوان معنادار در نظر گرفته شد. کلیهٔ آزمون‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار CMA[6] نسخهٔ دو نسخه دو انجام شد [۲۷].

یافته‌ها

براساس جستجو در پایگاه‌های اطلاعات علمی زمان شروع از ابتدا شروع تا ٦ شهریورماه ۱٤۰٤ (28 August 2025)، با استفاده از سایت‌های اطلاعاتی PubMed، Scopus، Web of science تعداد ٦۸۹ مقاله و با استفاده از موتور جستجوی Google Scholar، Magiran، Noor Mags، Sid تعداد ۸ مقاله پیدا شد که روی هم تعداد ٦۹۷ مقاله یافت شد. در مرحلهٔ اول تعداد ٥٤۹ مقالهٔ تکراری حذف شد و تعداد ۱٤۸ مقالات بعد از حذف موارد تکراری باقی‌ماند. در هنگام بررسی متن کامل مقالات تعداد ۱۲۰ مقاله براساس چکیده و عنوان از مطالعه خارج شدند و تعداد ۲۸ مقاله پس از شایستگی به‌کار گرفته شد و پس از بررسی نهایی تعداد ۱۷ مطالعه به‌دلیل عدم داده پس‌آزمون، عدم وجود متغیرهای پژوهش، عدم متن کامل مقاله و عدم وجود گروه شاهد بود که در نهایت تعداد ۱۱ مقاله که برای تجزیه‌وتحلیل کیفی وارد فراتحلیل حاضر شدند (شکل ۱).

ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌های

در مجموع تعداد ۳۹۲ شرکت‌کنندهٔ زن یائسه در مطالعات مورد بررسی قرار گرفتند. در گروه مداخله تمرینات مقاومتی تعداد ۲۰٦ شرکت‌کننده با میانگین سنی ۸/۵۰ ± ٦۵/۹۵ سال و نمایهٔ تودهٔ بدنی ۱۱/۲۰ ± ۳۲/٦۹ کیلوگرم بر متر مربع و در گروه شاهد تعداد ۱۸٦ شرکت‌کننده با میانگین سنی ۸/۲۰ ± ٦٦/٦۳ سال و نمایهٔ تودهٔ بدنی ۱۰/۵۰ ± ۳۰/۸۳ کیلوگرم بر متر مربع بودند. در مطالعات وارد شده، گروه شاهد هیچ‌گونه تمرین ورزشی انجام ندادند. حداقل تعداد شرکت‌کنندگان در مطالعات ۲۰ نفر [۲۸] و حداکثر ٥٦ نفر [۲۹] بود (جدول ۱).

ویژگی پروتکل‌های تمرینی

۱۱ مطالعه (با ۱۲ مداخله تمرین مقاومتی) و تعداد ۳۹۲ شرکت‌کنندگان زن یائسه وارد مطالعه فراتحلیل حاضر شدند. حداقل مدت زمان مداخلهٔ تمرین مقاومتی در هر جلسه ۳۵ تا ٤۰ دقیقه [۳۰] و حداکثر ٦۰ تا ۹۰ دقیقه [۳۱] بود. مدت مداخله تمرین مقاومتی حداقل ٤ هفته [۲۹] و حداکثر ۱۲ ماه [۳۲] بود که تعداد جلسات مداخله تمرین مقاومتی در هر هفته حداقل ۲ جلسه [۳۳] و حداکثر ۷ جلسه [۲۹] بود و تمرین مقاومتی حداقل شدت تمرین ۵۰ درصد حداکثر یک تکرار بیشینه [۳٤] و حداکثر ٦۰ تا ۸۰ درصد حداکثر یک تکرار بیشینه [۲۸] بود (جدول ۱).

ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌های

در مجموع تعداد ۳۹۲ شرکت‌کنندهٔ زن یائسه در مطالعات مورد بررسی قرار گرفتند. در گروه مداخله تمرینات مقاومتی تعداد ۲۰٦ شرکت‌کننده با میانگین سنی ۸/۵۰ ± ٦۵/۹۵ سال و نمایهٔ تودهٔ بدنی ۱۱/۲۰ ± ۳۲/٦۹ کیلوگرم بر متر مربع و در گروه شاهد تعداد ۱۸٦ شرکت کننده با میانگین سنی ۸/۲۰ ± ٦٦/٦۳ سال و نمایهٔ تودهٔ بدنی

[1] Heterogeneity
[2] Fixed Effect Model
[3] Publication Bias
[4] Funnel Plot
[5] Egger's Test
[6] Comprehensive Meta-Analysis

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.18502/ijdl.v26i4.23098]

۱۰/۵۰ ± ۳۰/۸۳ کیلوگرم بر متر مربع بودند. در مطالعات وارد شده، گروه شاهد هیچ‌گونه تمرین ورزشی انجام ندادند. حداقل تعداد شرکت‌کنندگان در مطالعات ۲۰ نفر [۲۸] و حداکثر ٥٦ نفر [۲۹] بود (جدول ۱).

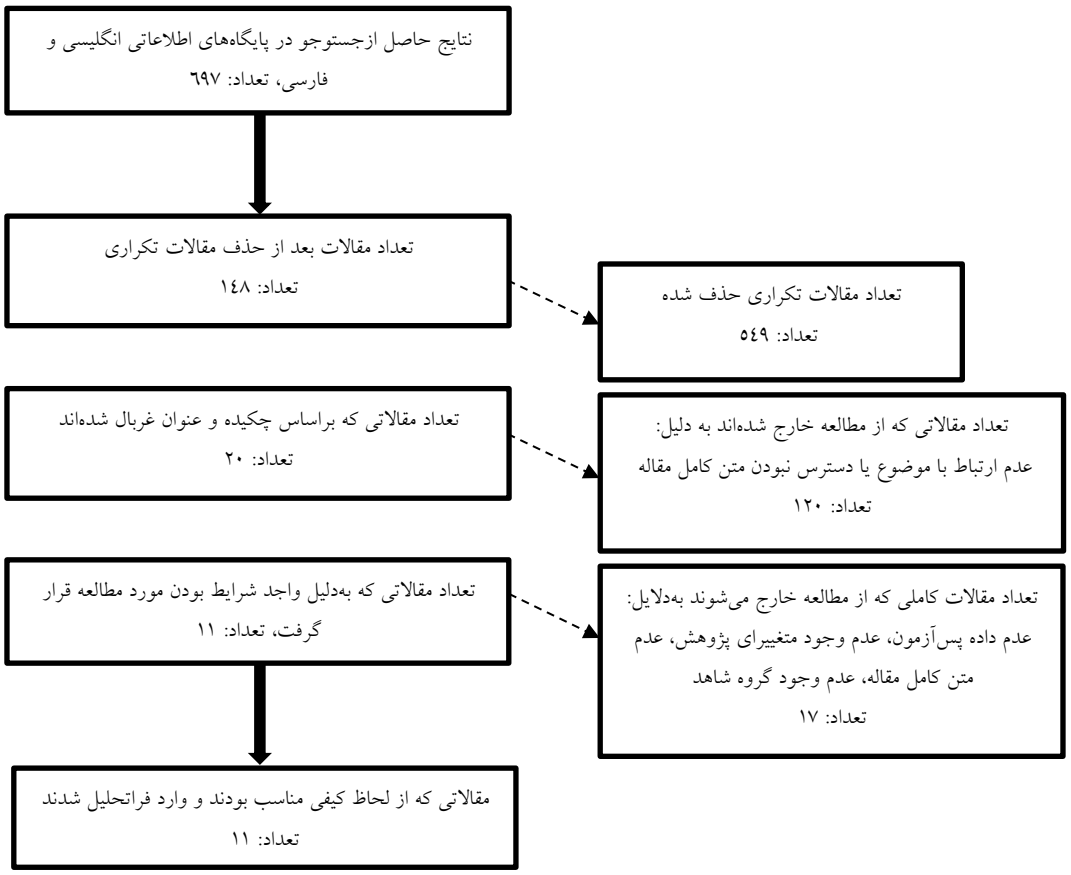
ویژگی پروتکل‌های تمرینی

۱۱ مطالعه (با ۱۲ مداخله تمرین مقاومتی) و تعداد ۳۹۲ شرکت‌کنندگان زن یائسه وارد مطالعه فراتحلیل حاضر شدند. حداقل مدت زمان مداخلهٔ تمرین مقاومتی در هر جلسه ۳۵ تا ٤۰ دقیقه [۳۰] و حداکثر ٦۰ تا ۹۰ دقیقه [۳۱] بود. مدت مداخله تمرین مقاومتی حداقل ٤ هفته [۲۹] و حداکثر ۱۲ ماه [۳۲] بود که تعداد جلسات مداخله تمرین مقاومتی در هر هفته حداقل ۲ جلسه [۳۳] و حداکثر ۷ جلسه [۲۹] بود و تمرین مقاومتی حداقل شدت تمرین ۵۰ درصد حداکثر یک تکرار بیشینه [۳٤] و حداکثر ٦۰ تا ۸۰ درصد حداکثر یک تکرار بیشینه [۲۸] بود (جدول ۱).

نتایج فراتحلیل

اثر تمرینات مقاومتی بر CRP

تجزیه‌وتحلیل داده‌های ۱۰ مداخله تمرین مقاومتی نشان داد که تمرینات مقاومتی تغییر غیرمعنادار در CRP [P= ۰/۰۰۸، (۱/۰۷۳- الی ۰/۱٦۲- ,CI: ٪۹۵) ۰/٦۱۸- =SMD] نسبت گروه شاهد در زنان یائسه مشاهده شد (شکل ۲). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنادار در CRP (P= ۰/۰۰۱، I^2= ۷٦/٦۵۰) وجود دارد. نتیجهٔ تست آزمون Egger نشان‌دهندهٔ عدم وجود سوگیری انتشار غیرمعنادار برای CRP (P= ۰/۰۵۲) بود (شکل ۳).



شکل ۱- فلوچارت برای غربالگری مقالات

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.18502/ijdl.v26i4.23098]

جدول ۱- ویژگی آزمودنی‌ها و پروتکل ورزشی

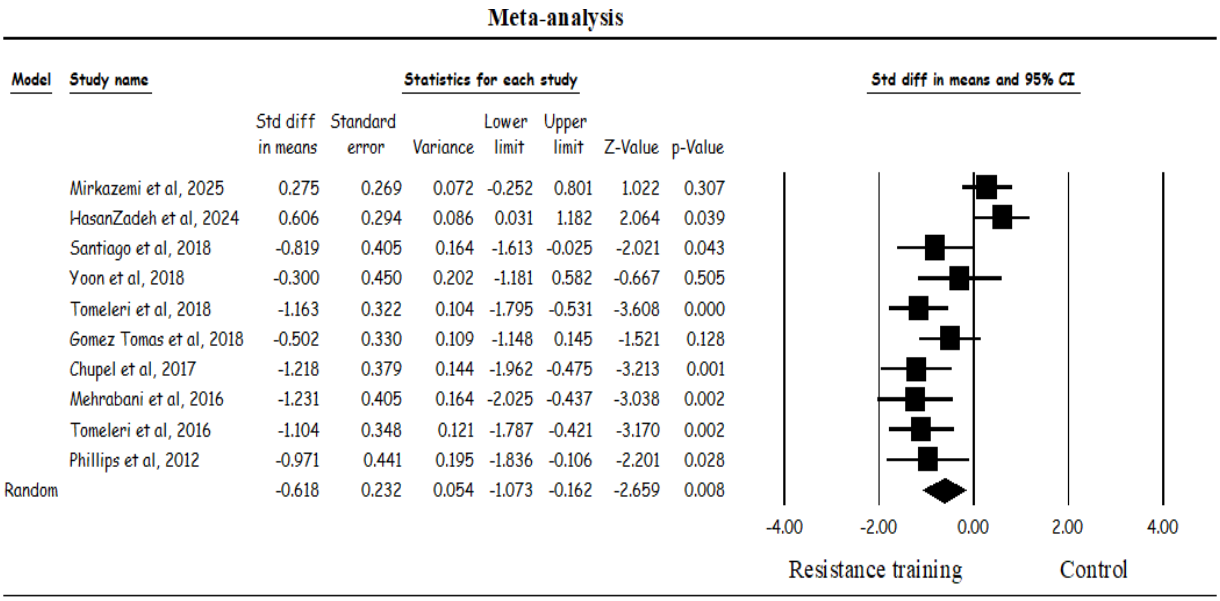
محققان – سال انتشار	کشور	نمونه (جنسیت)	ویژگی آزمودنی‌ها	سن (سال)	نمایهٔ تودهٔ بدن (kg/m^2)	متغیر	توصیف مداخلات تمرینی و شاهد
Mirkazemi و همکاران ۲۰۲۵ [۲۹]	ایران	۵۶ زن یائسه	اضافه وزن و چاق	مداخله (۲۸ نفر): ۴۵ تا ۶۵ سال شاهد (۲۸ نفر): ۴۵ تا ۶۵ سال	مداخله: ۳۰/۰۰ ± ۲/۹۸ شاهد: ۲۸/۴۲ ± ۳/۲۲	CRP	تمرین مقاومتی به‌مدت ۴ هفته و ۷ جلسه در هفته را اجرا کردند.
Hasan Zadeh و همکاران ۲۰۲۴ [۳۰]	ایران	۴۹ زن یائسه	چاق	مداخله (۲۷ نفر): ۶۴/۱۳ ± ۳/۶۸ شاهد (۲۲ نفر): ۶۴/۱۳ ± ۳/۶۸	مداخله: ۳۳/۴۰ ± ۸/۷۰ شاهد: ۳۳/۴۰ ± ۱/۶۰	CRP	تمرین مقاومتی به‌مدت ۱۲ هفته و ۳ جلسه در هفته که به‌مدت ۳۵ تا ۴۰ دقیقه را اجرا کردند.
Macêdo Santiago و همکاران ۲۰۱۸ [۳۵]	برزیل	۲۹ زن یائسه	اضافه وزن	مداخله (۱۹ نفر): ۶۳/۰۰ ± ۲/۰۰ شاهد (۱۰ نفر): ۶۳/۰۰ ± ۱/۰۰	مداخله: ۶۳/۷۰ ± ۲/۴۰ شاهد: ۵۸/۵۰ ± ۳/۸۰	CRP TNF-a	تمرین مقاومتی به‌مدت ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته که به‌مدت ۵۰ دقیقه را اجرا کردند.
Yoon و همکاران ۲۰۱۸ [۲۸]	کره جنوبی	۲۰ زن یائسه	چاق	مداخله (۱۰ نفر): ۵۲/۲۰ ± ۲/۱۵ شاهد (۱۰ نفر): ۵۲/۵۰ ± ۲/۶۸	مداخله: ۲۴/۳۱ ± ۱/۶۵ شاهد: ۲۳/۹۴ ± ۲/۱۸	CRP	تمرین مقاومتی به‌مدت ۱۲ هفته و ۳ جلسه در هفته بود که تمرین با شدت ۶۰ تا ۸۰ درصد حداکثر یک تکرار بیشینه به‌مدت ۶۰ دقیقه را اجرا کردند.
Tomeleri و همکاران ۲۰۱۸ [۳۶]	برزیل	۴۵ زن یائسه	چاق	مداخله (۲۲ نفر): ۷۲/۱۰ ± ۶/۳۰ شاهد (۲۳ نفر): ۶۸/۸۰ ± ۴/۹۰	مداخله: ۲۶/۶۰ ± ۳/۱۰ شاهد: ۲۷/۳۰ ± ۴/۲۰	CRP TNF-a	تمرین مقاومتی به‌مدت ۱۲ هفته و ۳ جلسه در هفته را اجرا کردند.
Gómez-Tomás و همکاران ۲۰۱۸ [۳۲]	اسپانیا	۳۸ زن یائسه	اضافه وزن و چاق	مداخله (۱۸ نفر): ۷۰/۸۹ ± ۴/۴۲ شاهد (۲۰ نفر): ۷۰/۴۵ ± ۵/۴۴	مداخله: ۲۸/۷۲ ± ۴/۴۸ شاهد: ۳۰/۱۶ ± ۵/۵۷	CRP	تمرین مقاومتی به‌مدت ۱۲ ماه و ۳ جلسه در هفته که به‌مدت ۵۰ دقیقه را اجرا کردند.
Chupel و همکاران ۲۰۱۷ [۳۳]	پرتغال	۳۳ زن یائسه	اختلال شناختی	مداخله (۱۶ نفر): ۸۳/۵۰ ± ۵/۱۰ شاهد (۱۷ نفر): ۸۲/۱۰ ± ۶/۴۰	مداخله: ۲۹/۲۷ ± ۷/۱۰ شاهد: ۲۹/۶۷ ± ۵/۹۸	CRP TNF-a	تمرین مقاومتی به‌مدت ۲۸ هفته و ۲ جلسه در هفته را اجرا کردند.
Mehrabani و همکاران ۲۰۱۶ [۳۱]	ایران	۲۹ زن یائسه	غیرفعال	مداخله (۱۵ نفر): ۵۶/۳۶ ± ۴/۱۰ شاهد (۱۴ نفر): ۵۵/۳۱ ± ۴/۶۰	مداخله: ۳۱/۸۱ ± ۴/۹۰ شاهد: ۳۰/۲۲ ± ۳/۷۸	CRP	تمرین مقاومتی به‌مدت ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته بود که تمرین با شدت ۶۰ تا ۷۵ درصد حداکثر یک تکرار بیشینه به‌مدت ۶۰ تا ۹۰ دقیقه را اجرا کردند.
Tomeleri و همکاران ۲۰۱۶ [۳۷]	برزیل	۳۸ زن یائسه	چاق	مداخله (۱۹ نفر): ۶۶/۸۰ ± ۳/۲۰ شاهد (۱۹ نفر): ۶۹/۵۰ ± ۴/۷۰	مداخله: ۲۷/۸۰ ± ۴/۵۰ شاهد: ۲۷/۱۰ ± ۳/۸۰	CRP	تمرین مقاومتی به‌مدت ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته که به‌مدت ۴۵ تا ۵۰ دقیقه را اجرا کردند.

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-11-16]

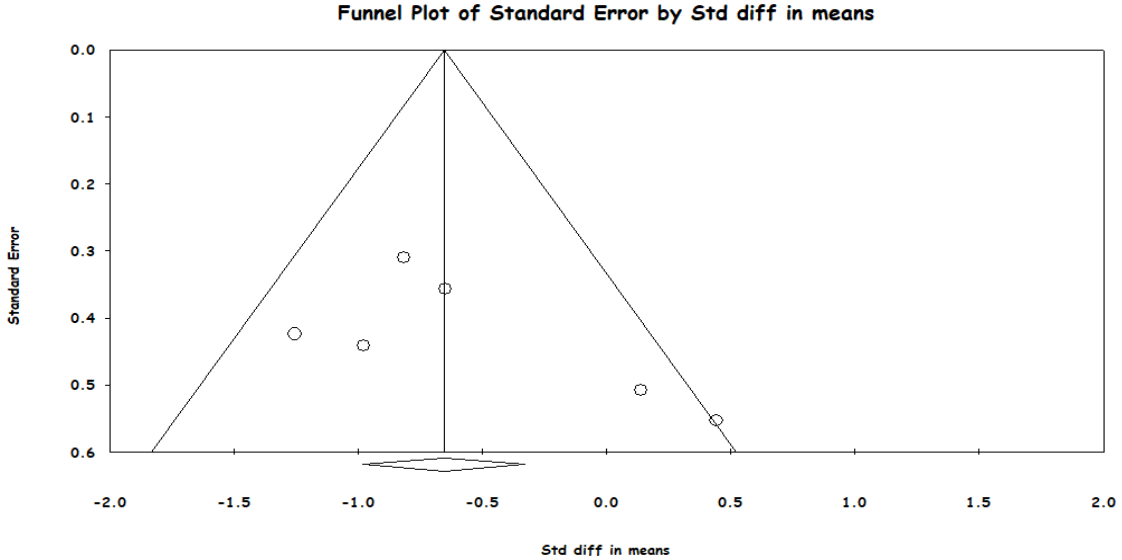
[DOI: 10.18502/ijdl.v26i4.23098]

Nunes و همکاران ۲۰۱۶ [۳۸]	برزیل	۳۲ زن یائسه	اضافه وزن و چاق	مداخله (۱۱ نفر) ۱: ۶۲/۰۰ ± ۵/۰۰ مداخله (۱۰ نفر) ۲: ۶۰/۰۰ ± ۵/۰۰ شاهد (۱۱ نفر): ۶۲/۰۰ ± ۵/۷۰	مداخله ۱: ۲۷/۸۰ ± ۲/۵۰ مداخله ۲: ۳۲/۴۰ ± ۲/۲۰ شاهد: ۲۷/۴۰ ± ۲/۳۰	TNF-a	تمرین مقاومتی به‌مدت ۱۶ هفته و ۳ جلسه در هفته بود که تمرین با شدت ۷۰ درصد حداکثر یک تکرار بیشینه را اجرا کردند.
Phillips و همکاران ۲۰۱۲ [۳۴]	آمریکا	۲۳ زن یائسه	چاق	مداخله (۱۱ نفر): ۶۴/۸۰ ± ۲/۴۰ شاهد (۱۲ نفر): ۶۶/۴۰ ± ۲/۸۰	مداخله: ۳۲/۲۰ ± ۳/۳۰ شاهد: ۳۳/۷۰ ± ۴/۴۰	CRP TNF-a	تمرین مقاومتی به‌مدت ۱۲ هفته و ۳ جلسه در هفته بود که تمرین با شدت ۵۰ درصد حداکثر یک تکرار بیشینه را اجرا کردند.

CRP: C-Reactive Protein; TNF-a: Tumor Necrosis Factor-alpha



شکل ۲- نمودار فارست پلات، اثر تمرینات مقاومتی بر TNF-a در زنان یائسه



شکل ۳- نمودار فونل پلات، اثر تمرینات مقاومتی بر TNF-a در زنان یائسه

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.18502/ijdl.v26i4.23098]

کیفیت مطالعات

نتایج بررسی کیفیت مقالات با استفاده از PEDro نشان داد که حداقل امتیاز کیفیت مقالات ۵ و حداکثر امتیاز ٦ بود (جدول ۲).

جدول ۲- ارزیابی کیفیت مطالعات براساس ابزار PEDro

مطالعه – سال	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	امتیاز
Mirkazemi و همکاران، ۲۰۲۵ [۲۹]	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	٦
Hasan Zadeh و همکاران، ۲۰۲٤ [۳۰]	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱	٦
Macêdo Santiago و همکاران، ۲۰۱۸ [۳٥]	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	٥
Yoon و همکاران، ۲۰۱۸ [۲۸]	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	٦
Tomeleri و همکاران، ۲۰۱۸ [۳٦]	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	٥
Gómez-Tomás و همکاران، ۲۰۱۸ [۳۲]	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	٦
Chupel و همکاران، ۲۰۱۷ [۳۳]	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	٦
Mehrabani و همکاران، ۲۰۱٦ [۳۱]	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	٦
Tomeleri و همکاران، ۲۰۱٦ [۳۷]	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۱	٦
Nunes و همکاران، ۲۰۱٦ [۳۸]	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	٥
Phillips و همکاران، ۲۰۱۲ [۳٤]	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	٦

بحث

هدف پژوهش فراتحلیل حاضر، بررسی اثر تمرینات مقاومتی بر CRP و TNF-a در زنان یائسه بود. در مجموع ۱۱ مطالعه (با ۱۲ مداخله تمرین مقاومتی) روی ۳۹۲ شرکت کنندهٔ زن یائسه فراتحلیل شدند و نتایج نشان داد که مداخلهٔ تمرینات مقاومتی با تغیر غیرمعنادار سطوح CRP و TNF-α نسبت به گروه شاهد در زنان یائسه همراه شد. Mirkazemi و همکاران (۲۰۲۵) گزارش دادند که ٤ هفته تمرین مقاومتی موجب کاهش معنادار سطحCRP در زنان یائسه دارای اضافه‌وزن و چاقی شد [۲۹]. در مطالعه Hasan Zadeh و همکاران (۲۰۲٤) نشان دادند که ۱۲ هفته تمرین مقاومتی با کاهش معنادار سطح CRP در زنان یائسه مبتلا به چاقی همراه بود [۳۰]. همچنین، Macêdo Santiago و همکاران (۲۰۱۸) بیان کردند که انجام ۸ هفته تمرین مقاومتی منجر به کاهش معنادار سطوح CRP و TNF-α در زنان یائسه دارای اضافه‌وزن شد [۳٥]. Yoon و همکاران (۲۰۱۸) گزارش دادند که ۱۲ هفته تمرین مقاومتی با شدت ٦۰ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه باعث کاهش معنادار CRP در زنان یائسه چاق گردید [۲۸]. در مطالعه دیگر، Tomeleri و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که ۱۲ هفته تمرین مقاومتی موجب کاهش معنادار سطوح CRP و TNF-α در زنان یائسه چاق شد [۳٦]. Gómez-Tomás و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که اجرای برنامه تمرین مقاومتی به‌مدت ۱۲ ماه باعث کاهش معنادار سطح CRP در زنان یائسه دارای اضافه وزن و چاقی شد [۳۲]. Chupel و همکاران (۲۰۱۷) بیان کردند که تمرین مقاومتی به‌مدت ۲۸ هفته باعث کاهش قابل توجه CRP و TNF-α در زنان یائسه دارای اختلال شناختی شد [۳۳]. Mehrabani و همکاران (۲۰۱٦) گزارش دادند که ۸ هفته تمرین مقاومتی با شدت متوسط موجب کاهش معنادار سطح CRP در زنان یائسه غیرفعال گردید [۳۱]. در مطالعهٔ Tomeleri و همکاران (۲۰۱٦) نشان دادند که ۸ هفته تمرین مقاومتی باعث کاهش قابل توجه سطح CRP در زنان یائسه چاق شد [۳۷]. Nunes و همکاران (۲۰۱٦) گزارش دادند که ۱٦ هفته تمرین مقاومتی با کاهش معنادار TNF-αدر زنان یائسه دارای اضافه‌وزن و چاقی همراه بود [۳۸]. همچنین دز مطالعهٔ Phillips و همکاران (۲۰۱۲) بیان کردند که ۱۲ هفته تمرین مقاومتی موجب کاهش معنادار سطوح CRP و TNF-α در زنان یائسه چاق گردید [۳٤].

سازکارهای اثر تمرینات مقاومتی بر کاهش CRP در زنان یائسه را می‌توان چنین بیان کرد که تمرینات مقاومتی با افزایش تودهٔ عضلانی و تقویت متابولیسم پایه بدن، باعث کاهش چربی احشایی می‌شوند. کاهش چربی احشایی به نوبه خود منجر به کاهش ترشح سایتوکاین‌های پیش‌التهابی از بافت چربی می‌شود و در نتیجه سطح CRP کاهش می‌یابد. بهبود نسبت عضله به چربی همچنین حساسیت به انسولین را افزایش داده و تعادل متابولیک بدن را تقویت می‌کند، که اثرات ضدالتهابی تمرینات مقاومتی را تقویت می‌کند [۱۳]. تمرینات مقاومتی باعث ترشح مایوکین‌هایی مانند IL-6 از بافت عضلانی می‌شوند. برخلاف نقش پیش‌التهابی IL-6 در شرایط مزمن،

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.18502/ijdl.v26i4.23098]

ترشح آن از عضلات در پاسخ به تمرینات در مقادیر کم دارای اثرات ضدالتهابی است و می‌تواند با مهار تولید CRP در کبد، التهاب سیستمیک را کاهش دهد [۳۹]. تمرینات مقاومتی با افزایش حساسیت بافت‌ها به انسولین، تعادل متابولیک بدن را بهبود می‌بخشند و از این طریق به کاهش التهاب سیستمیک کمک می‌کنند. شواهد پژوهشی نشان می‌دهند که انجام منظم این نوع تمرینات منجر به کاهش قابل توجه سطح CRP در زنان یائسه می‌شود [۴۰]. تمرینات مقاومتی موجب افزایش ترشح مایوکین‌های ضدالتهابی مانند IL-10 و کاهش سطح سایتوکاین‌های پیش‌التهابی نظیر TNF-α و IL-6 می‌شوند. این تغییرات در تعادل سایتوکاینی باعث مهار تولید CRP و در نتیجه کاهش التهاب سیستمیک می‌گردند [۴۱]. تمرینات مقاومتی با افزایش فعالیت آنزیم‌ها و مولکول‌های آنتی‌اکسیدانی، ظرفیت دفاعی بدن در برابر رادیکال‌های آزاد را تقویت می‌کنند. کاهش رادیکال‌های آزاد منجر به کاهش فعال شدن مسیرهای التهابی می‌شود و به این ترتیب تولید CRP در کبد مهار شده و التهاب سیستمیک کاهش می‌یابد. این سازکار نشان دهندهٔ یکی از راه‌های مهم اثرات ضدالتهابی تمرینات مقاومتی در زنان یائسه است [۴۲].

سازکارهای اثر تمرینات مقاومتی بر کاهش TNF-a در زنان یائسه را می‌توان چنین مطرح کرد که تمرینات مقاومتی با اثرات چندجانبه‌ای که بر بدن دارند، موجب کاهش التهاب سیستمیک می‌شوند. این اثرات شامل کاهش چربی احشایی و بهبود ترکیب بدنی، افزایش حساسیت به انسولین، تعدیل تعادل مایوکین‌ها با افزایش سایتوکاین‌های ضدالتهابی مانند IL-10 و کاهش سایتوکاین‌های پیش‌التهابی نظیر TNF-α و IL-6، همچنین تقویت سیستم آنتی‌اکسیدانی و کاهش رادیکال‌های آزاد هستند. ترکیب این سازکارها باعث مهار تولید CRP در کبد شده و التهاب سیستمیک را کاهش می‌دهد، امری که به‌ویژه در زنان یائسه از اهمیت بالایی برخوردار است [۴۴، ۴۳]. تمرینات مقاومتی با افزایش تودهٔ عضلانی و کاهش چربی احشایی، ترکیب بدنی را بهبود می‌بخشند و در نتیجه موجب کاهش پاسخ‌های التهابی می‌شوند. کاهش چربی احشایی به‌ویژه با کاهش ترشح سایتوکاین‌های پیش‌التهابی، منجر به کاهش سطح CRP و بهبود وضعیت متابولیک بدن می‌گردد [۱۳]. تمرینات مقاومتی نقش مهمی در تقویت و تعدیل عملکرد سیستم ایمنی دارند. شواهد نشان می‌دهند که انجام منظم این تمرینات می‌تواند سطح سایتوکاین‌های پیش‌التهابی مانند TNF-α و IL-6 را در زنان یائسه کاهش دهد و هم‌زمان ترشح سایتوکاین‌های ضدالتهابی مانند IL-10 را افزایش دهد. این تغییرات در تعادل سایتوکاینی موجب کاهش التهاب مزمن و کاهش تولید CRP می‌شوند. علاوه بر تأثیر بر سایتوکاین‌ها، تمرینات مقاومتی عملکرد سلول‌های ایمنی، از جمله لنفوسیت‌ها و ماکروفاژها، را بهبود می‌بخشند و پاسخ دفاعی بدن در برابر استرس اکسیداتیو و آسیب‌های سلولی را تقویت می‌کنند. به این ترتیب، تمرینات مقاومتی با اثرات چندجانبه بر سیستم ایمنی، ترکیب بدنی و متابولیسم، به کاهش التهاب سیستمیک و ارتقای سلامت عمومی زنان یائسه کمک می‌کنند [۳۵]. تمرینات مقاومتی می‌توانند تأثیر دوگانه‌ای بر IL-6 داشته باشند. در شرایط مزمن و ناشی از چربی احشایی، IL-6 نقش پیش‌التهابی ایفا می‌کند و با افزایش تولید CRP همراه است. با این حال، ترشح IL-6 از بافت عضلانی در پاسخ به تمرینات مقاومتی و در مقادیر پایین دارای اثرات ضدالتهابی است. این IL-6 عضلانی، با فعال‌سازی مسیرهای ضدالتهابی و افزایش ترشح سایتوکاین‌هایی مانند IL-10، موجب مهار تولید CRP در کبد می‌شود. به این ترتیب، تمرینات مقاومتی با تعدیل سطوح IL-6، نقش مهمی در کاهش التهاب سیستمیک و بهبود وضعیت ایمنی زنان یائسه دارند [۴۵].

نقاط قوت و ضعف یا محدودیت‌ها

از جمله نقاط قوت این مطالعه می‌توان به انجام یک فراتحلیل نظام‌مند و جامع بر پایهٔ مطالعات منتشرشده در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر بین‌المللی و فارسی اشاره کرد که تصویری کلی و قابل اتکا از تأثیر تمرینات مقاومتی بر شاخص‌های التهابی از جمله CRP و TNF-α در زنان یائسه ارائه می‌دهد. همچنین، به‌کارگیری معیارهای استاندارد در ارزیابی کیفیت مطالعات مقیاس PEDro و استفاده از آزمون Egger برای بررسی سوگیری انتشار از دیگر مزیت‌های این پژوهش به‌شمار می‌روند که موجب افزایش اعتبار و اطمینان‌پذیری نتایج شده‌اند. پژوهش حاضر با چند محدودیت مهم روبه‌رو بود که باید در تفسیر نتایج مدنظر قرار گیرد که عبارتند از: تعداد محدود مطالعات و حجم نمونه نسبتاً کوچک در برخی از آنها ممکن است توان آماری لازم برای آشکارسازی اثر واقعی تمرینات مقاومتی بر شاخص‌های التهابی از جمله CRP و TNF-α را کاهش داده باشد. همچنین، ناهمگنی قابل توجه بین مطالعات، به‌ویژه در مورد CRP احتمالاً ناشی از تفاوت در مدت، شدت و نوع تمرینات، ویژگی‌های جسمانی و هورمونی شرکت‌کنندگان و نیز کنترل متغیرهای محیطی مانند رژیم غذایی و فعالیت بدنی خارج از برنامه است که می‌تواند یک‌نواختی نتایج را تحت تأثیر قرار دهد. علاوه بر این، در برخی مطالعات کنترل دقیق بر وضعیت هورمونی یا رژیم غذایی شرکت‌کنندگان انجام نشده بود که ممکن است به‌عنوان عوامل مداخله‌گر بر نتایج اثرگذار باشند. محدودیت دیگر، نبود گزارش کامل داده‌های آماری یا عدم دسترسی به متن کامل برخی مقالات بود که منجر به حذف تعدادی از پژوهش‌ها شد. نهایتاً، اکثر مطالعات از طراحی کوتاه‌مدت و بدون پیگیری بلندمدت بهره برده‌اند؛ بنابراین،

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.18502/ijdl.v26i4.23098]

ارزیابی اثرات پایدار و طولانی‌مدت تمرینات مقاومتی بر شاخص‌های التهابی از جمله CRP و TNF-α هنوز محدود و نیازمند مطالعات آینده با حجم نمونه بالاتر و طراحی‌های استانداردتر است.

نتیجه‌گیری

یافته‌های این فراتحلیل نشان داد که اجرای تمرینات مقاومتی در زنان یائسه، اگرچه منجر به کاهش مقادیر شاخص‌های التهابی نظیر CRP و TNF-α گردید، اما این تغییرات از نظر آماری معنادار نبودند. با وجود این، الگوی کلی نتایج مطالعات مشمول تحلیل بیانگر گرایش نزولی نسبی در سطوح شاخص‌های التهابی در گروه‌های مداخله بود؛ روندی که می‌تواند دلالت بر نقش بالقوه و اثرات مطلوب تمرینات مقاومتی در تعدیل پاسخ‌های التهابی و بهبود سلامت متابولیکی در زنان یائسه داشته باشد. وجود ناهمگنی قابل توجه میان مطالعات، به‌ویژه در شاخص CRP، احتمالاً ناشی از تفاوت در مدت، شدت و نوع تمرینات مقاومتی، ویژگی‌های جمعیت مورد مطالعه و نیز کنترل‌های تغذیه‌ای یا هورمونی در پژوهش‌های مختلف است. افزون بر این، عدم مشاهده تغییرات آماری معنادار ممکن است به عواملی نظیر تعداد محدود مطالعات وارد شده به فراتحلیل، حجم نمونه نسبتاً اندک و تفاوت در طراحی و کیفیت روش‌شناختی پژوهش‌ها مربوط باشد. به‌طور کلی، یافته‌های این فراتحلیل نشان می‌دهند که تمرینات مقاومتی می‌توانند به‌عنوان یک مداخله ایمن و بالقوه مؤثر در کاهش التهاب سیستمیک و ارتقای سلامت عمومی زنان یائسه مورد توجه قرار گیرند. با این حال، به‌منظور دستیابی به نتایج قطعی‌تر و تعمیم‌پذیرتر، انجام مطالعات آینده با حجم نمونه بزرگ‌تر، دوره‌های مداخله طولانی‌تر و طراحی‌های استاندارد و کنترل‌شده‌تر ضرورت دارد.

حمایت مالی

نویسندگان اعلام می‌کنند که این پژوهش هیچ‌گونه حمایت مالی دریافت نکرده است.

تعارض منافع

تمامی نویسندگان تأیید می‌کنند که هیچ تضاد منافع مالی یا شخصی مرتبط با این مطالعه وجود ندارد.

مشارکت همکاران

تمامی نویسندگان در طراحی مطالعه، جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و تفسیر نتایج و نگارش مقاله مشارکت فعال داشته و مسئولیت محتوای علمی آن را بر عهده دارند.

سپاسگزاری

نویسندگان از تمام افرادی که در جمع‌آوری داده‌ها و انجام این مطالعه کمک کردند، صمیمانه قدردانی می‌کنند.

References

1. Patel H, Alkhawam H, Madanieh R, Shah N, Kosmas CE, Vittorio TJ. Aerobic vs anaerobic exercise training effects on the cardiovascular system. *World J Cardiol*. 2017; 9(2):134-8.
2. El Hajj A, Wardy N, Haidar S, Bourgi D, Haddad ME, Chammas DE, et al. Menopausal symptoms, physical activity level and quality of life of women living in the Mediterranean region. *PLoS One*. 2020; 15(3):e0230515.
3. Khalafi M, Akbari A, Symonds ME, Pourvaghar MJ, Rosenkranz SK, Tabari E. Influence of different modes of exercise training on inflammatory markers in older adults with and without chronic diseases: A systematic review and meta-analysis. *Cytokine*. 2023; 169:156303.
4. Trott DW, Fadel PJ. Inflammation as a mediator of arterial ageing. *Exp Physiol*. 2019; 104(10):1455-71.
5. Mohammadi Jouabadi S, Claringbould A, Danser AHJ, Stricker BH, Kavousi M, Roks AJM, Ahmadizar F. High-Sensitivity C Reactive Protein Mediates Age-Related Vascular Dysfunction: The Rotterdam Study. *Eur J Prev Cardiol*. 2025.
6. Wojtacha JJ, Morawin B, Wawrzyniak-Gramacka E, Tylutka A, Freitas AKE, Zembron-Lacny A. Endothelial Dysfunction with Aging: Does Sex Matter? *Int J Mol Sci*. 2024; 25(22).
7. Hetherington K, Thomas J, Nicholls SJ, Barsha G, Bubb KJ. Unique cardiometabolic factors in women that contribute to modified cardiovascular disease risk. *Eur J Pharmacol*. 2024; 984:177031.
8. Martínez A. López-Rull I, Fargallo JA. To Prevent Oxidative Stress, What about Protoporphyrin IX, Biliverdin, and Bilirubin? *Antioxidants*. 2023; 12(9):1662.
9. Ahmed B, Sultana R, Greene MW. Adipose tissue and insulin resistance in obese. *Biomed Pharmacother*. 2021; 137:111315.
10. Clemente-Suárez VJ, Bustamante-Sanchez Á, Mielgo-Ayuso J, Martínez-Guardado I, Martín-Rodríguez A, Tornero-Aguilera JF. Antioxidants and Sports Performance. Nutrients. 2023;15(10).
11. Elagizi A, Kachur S, Carbone S, Lavie CJ, Blair SN. A Review of Obesity, Physical Activity, and cardiovascular disease. *Curr Obes Rep*. 2020; 9(4):571-81.
12. Petersen AM, Pedersen BK. The anti-inflammatory effect of exercise. *J Appl Physiol*. 2005; 98(4):1154-62.
13. Nunes PRP, Castro ESP, de Oliveira AA, Camilo BF, Cristina-Souza G, Vieira-Souza LM, Carneiro M. Effect of resistance training volume on body adiposity, metabolic risk, and inflammation in postmenopausal and older females: Systematic review and meta-analysis of randomized controlled

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.18502/ijdl.v26i4.23098]

trials. *J Sport Health Sci*. 2024; 13(2):145-59.
14. Khalafi M, Malandish A, Rosenkranz SK. The impact of exercise training on inflammatory markers in postmenopausal women: A systemic review and meta-analysis. *Exp Gerontol*. 2021; 150:111398.
15. Kjølhede T, Dalgas U, Gade AB, Bjerre M, Stenager E, Petersen T, Vissing K. Acute and chronic cytokine responses to resistance exercise and training in people with multiple sclerosis. *Scand J Med Sci Sports*. 2016; 26(7):824-34.
16. Magni O, Arnaoutis G, Panagiotakos D. The impact of exercise on chronic systemic inflammation: a systematic review and meta–meta-analysis. *Sport Sci Health*. 2025; 21:1405-17.
17. Moher D, Shamseer L, Clarke M, Ghersi D, Liberati A, Petticrew M, et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Syst Rev*. 2015; 4(1):1.
18. Tarsilla M. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. *J Multidiscip Eval*. 2008; 6:142-8.
19. Asmah Taheri MM, Omid Zafarmand. The effect of exercise training on adropin, adiponillin, and insulin resistance indices in overweight and obese adult women: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Torbat Heydariyeh Univ Med Sci*. 2024; 12(3):93-114.
20. Zafarmand O, Molaei K, Taheri A, Mogharnasi M, Salesi M. The Effect of High Intensity Interval Training on Serum Levels of Liver Enzymes and Body Composition in Patients with Non-Alcoholic Fatty Liver Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Sabzevar Univ Med Sci*. 2025; 31(6):889-903.
21. Khalafi M, Malandish A, Rosenkranz SK, Ravasi AA. Effect of resistance training with and without caloric restriction on visceral fat: A systemic review and meta-analysis. Obes Rev. 2021;22(9):e13275.
22. Kazeminasab F, Sharafifard F, Miraghajani M, Behzadnejad N, Rosenkranz SK. The effects of exercise training on insulin resistance in children and adolescents with overweight or obesity: a systematic review and meta-analysis. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2023; 14:1178376.
23. Khalafi M, Alamdari KA, Symonds ME, Nobari H, Carlos-Vivas J. Impact of acute exercise on immediate and following early post-exercise FGF-21 concentration in adults: systematic review and meta-analysis. *Hormones (Athens)*. 2021; 20(1):23-33.
24. Wen H, Wang L. Reducing effect of aerobic exercise on blood pressure of essential hypertensive patients: A meta-analysis. *Medicine*. 2017; 96(11).
25. Kazemi Nesab F, Zafarmand O. Comparison of the effects of high-intensity intermittent training and moderate-intensity continuous training on cardiometabolic factors in type 2 diabetic patients: a systematic review and meta-analysis. *Feyz J Kashan Univ Med Sci*. 2024; 28(1):96.
26. Hosseinzadeh M, Taheri A. The effect of high-intensity interval training on levels of intercellular and vascular adhesion molecules in adults: A systematic review and meta-analysis. *J Vessels Circ*. 2025; 6(1).
27. Egger M, Davey Smith G, Schneider M, Minder C. Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. *BMJ*. 1997; 315(7109):629-34.
28. Yoon JR, Ha GC, Ko KJ, Kang SJ. Effects of exercise type on estrogen, tumor markers, immune function, antioxidant function, and physical fitness in postmenopausal obese women. *J Exerc Rehabil*. 2018; 14(6):1032-40.
29. Mirkazemi SA, Mogharnasi M, Ghahremani R, Bijari K, rastgoo s. The effect of four weeks of resistance training at home on Plasma levels of C-reactive protein, body composition indices and self-efficacy in overweight and obese postmenopausal women. *J Pract Stud Biosci Sport* (JPSBS). 2025.
30. Hasan zadeh n, Seifi-Skishahr F, Khazani A, Saleh V, Ahangary Z. The Effect of Long-term Resistance Exercise with Elastic Band on Body Composition Changes and Some Predisposing Factors of Endothelial Dysfunction in Postmenopausal Women with Sarcopenic Obesity. *J Exerc Physiol Spec Popul*. 2024; 1(2):1-13.
31. Mehrabani J, Mirmohamadloo F, Nobari H. The Effect of 8 Weeks of Circuit Resistance Training on Ox-LDL, hs-CRP, HbA1c and Insulin Resistance Index in Sedentary Postmenopausal Women. *Sport Physiol Manag Investig*. 2016; 8(4):47-57.
32. Gómez-Tomás C, Chulvi-Medrano I, Carrasco JJ, Alakhdar Y. Effect of a 1-year elastic band resistance exercise program on cardiovascular risk profile in postmenopausal women. *Menopause.* 2018;25(9):1004-10.
33. Chupel MU, Direito F, Furtado GE, Minuzzi LG, Pedrosa FM, Colado JC, et al. Strength Training Decreases Inflammation and Increases Cognition and Physical Fitness in Older Women with Cognitive Impairment. *Front Physiol*. 2017; 8:377.
34. Phillips MD, Patrizi RM, Cheek DJ, Wooten JS, Barbee JJ, Mitchell JB. Resistance training reduces subclinical inflammation in obese, postmenopausal women. *Med Sci Sports Exerc*. 2012;44(11):2099-110.
35. Macêdo Santiago L, Neto LGL, Borges Pereira G, Leite RD, Mostarda CT, de Oliveira Brito Monzani J, et al. Effects of Resistance Training on Immunoinflammatory Response, TNF-Alpha Gene Expression, and Body Composition in Elderly Women. *J Aging Res.* 2018; 2018:1467025.
36. Tomeleri CM, Souza MF, Burini RC, Cavaglieri CR, Ribeiro AS, Antunes M, et al. Resistance training reduces metabolic syndrome and inflammatory markers in older women: A randomized controlled trial. *J Diabetes.* 2018;10(4):328-37.
37. Tomeleri CM, Ribeiro AS, Souza MF, Schiavoni D, Schoenfeld BJ, Venturini D, et al. Resistance training improves inflammatory level, lipid and glycemic profiles in obese older women: A randomized controlled trial. *Exp Gerontol.* 2016; 84:80-7.
38. Nunes PR, Barcelos LC, Oliveira AA, Furlanetto Júnior R, Martins FM, Orsatti CL, et al. Effect of resistance training on muscular strength and indicators of abdominal adiposity, metabolic risk, and inflammation in postmenopausal women: controlled and randomized clinical trial of efficacy of training volume. *Age (Dordr).* 2016;38(2):40.
39. Loaiza-Betancur AF, Gómez-Tomás C, Blasco JM, Chulvi-Medrano I, Iglesias-González LE. Effects of resistance training on C-reactive protein in menopausal and postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Menopause*. 2022;29(12):1430-40.
40. Tan L, Yan W, Yang W, Kamionka A, Lipowski M, Zhao Z, Zhao G. Effect of exercise on inflammatory markers in postmenopausal women with overweight

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.18502/ijdl.v26i4.23098]

and obesity: A systematic review and meta-analysis. *Exp Gerontol*. 2023; 183:112310.
41. Nejatian Hoseinpour A, Bassami M, Ahmadizad S, Donath L, Setayesh S, Mirzaei M, Mohammad Rahimi GR. The influence of resistance training on inflammatory markers, body composition and functional capacity in healthy older adults: A systematic review and meta-analysis. *Arch Gerontol Geriatr*. 2025; 130:105731.
42. Rocha JNS, Vasconcelos ABS, Aragão-Santos JC, de Resende-Neto AG, Monteiro MRP, Nogueira AC, et al. A single-set functional training program increases muscle power, improves functional fitness, and reduces pro-inflammatory cytokines in postmenopausal women: A randomized clinical trial. *Front Physiol*. 2023; 14:1054424.
43. Tan L, Humińska-Lisowska KA, Sawczyn MH, Perzanowska E, Ossowski Z. Can strength training modulate inflammatory markers in postmenopausal women with overweight and obesity? Evidence from a 12-week quasi-experimental study. *Complement Ther Med*. 2025; 93:103214.
44. Rezaei nasab H, Ranjbar R, Habibi A, Afshoon pour M T. The effect of eight weeks of combined training (aerobic–circuit resistance) on visfatin concentration, il-6 and tnf-α in obese men with type II diabetes. *Iran J Diabetes Metab*. 2018; 17 (1) :39-48
45. Xue J, Han X, Zheng Y, Zhang Q, Kong L. Effectiveness of resistance training in modulating inflammatory biomarkers among Asian patients with sarcopenia: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Front Immunol*. 2024; 15:1385902.

[Downloaded from ijdld.tums.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.18502/ijdl.v26i4.23098]