Journal of Ilam University of Medical Sciences

P-ISSN: 1563-4728
E-ISSN: 2588-3135

Impact of exercise training on inflammatory markers in adult and elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease: A Systematic review and meta-analysis

Fatemeh Kazeminasab [1*], Nasim Behzanejad [2], Mousa Khalafi [1]

[1] Dept of Physical Education and Sport Sciences/Faculty of Humanities, University of Kashan, Kashan, Iran
[2] Dept of Exercise Physiology/Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran

Article Info

Article type:
Research article

Article History:
Received: July. 18, 2023
Revised: Nov. 16, 2023
Accepted: Jan. 08, 2024
Published Online: Jun. 08,2024

**** Correspondence to:***
Fatemeh Kazeminasab
Dept of Physical Education and Sport Sciences/Faculty of Humanities, University of Kashan, Kashan, Iran
Email:
fkazeminasab@kashanu.ac.ir

A B S T R A C T

Introduction: Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is one of the respiratory diseases in which inflammation plays a key role in its development. Exercise training has acritical role in improving chronic inflammation. Nonetheless, the effects of various exercise training on inflammatory markers in these patients are not clear. Therefore, the present study aimed to assess the impact of exercise on the inflammatory markers, including IL-6, TNF-α, and c-reactive protein in patients with COPD.

Material & Methods: A systematic search was conducted on PubMed, Web of Science, SID, Magiran, and Google scholar databases for articles published until July 2023. A meta-analysis was performed for the impact of exercise on inflammatory markers in COPD patients. Effect size (SMD) and 95% confidence interval were calculated using random effect model. Moreover, I2 test was employed to determine heterogeneity, while Funnel plot test and Egger test were used to check publication bias.

Results: The results of the data analysis of 11 studies on 578 patients with COPD demonstrated that exercise led to a non-significant decrease in circulating CRP values [SMD=-0.413 (-0.100 to 0.175), P=0.16], IL-6 [SMD=-0.164 (-0.69 to 0.36], P=0.54], TNF-α [SMD=-0.358 (-1.44 to 0.72), P=0.51) in COPD patients. Furthermore, the results of the subgroup analysis pointed out that aerobic training [SMD=-0.55, P=0.1] compared to resistance training [SMD=-0.09, P=0.7] led to a decrease in CRP in patients with COPD. Nonetheless, this difference was not significant.

Discussion & Conclusion: The findings of the present meta-analysis illustrated that aerobic exercise is probably an effective exercise intervention to reduce CRP in patients with COPD.

Keywords: Chronic obstructive pulmonary disease, C-reactive protein Exercise, Interleukin 6, Tumor necrosis factor-alpha

➢ **How to cite this paper**
Kazeminasab F, Behzanejad N, Khalafi M. Impact of exercise training on inflammatory markers in adult and elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease: A Systematic review and meta-analysis. Journal of Ilam University of Medical Sciences. 2024;32(2): 1-16.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-09-05]

© The Author(s) Publisher: Ilam University of Medical Sciences

مجله دانشگاه علوم پزشکی ایلام

JIUMS

P-ISSN: ۱۵۶۳-۴۷۲۸

E-ISSN: ۲۵۸۸-۳۱۳۵

اثر تمرینات ورزشی بر نشانگرهای التهابی در بیماران بزرگ‌سال و سالمند مبتلا به بیماری مزمن انسداد ریوی (COPD): مرور سیستماتیک–فراتحلیل

فاطمه کاظمی‌نسب [۱*]، **نسیم بهزادنژاد** [۲]، **موسی خلفی** [۱]

[۱] گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکدهٔ علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

[۲] گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۲۷

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۰۸/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۱۸

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۳/۱۹

نویسنده مسئول:

فاطمه کاظمی‌نسب

گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکدهٔ علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

Email:

fkazeminasab@kashanu.ac.ir

چکیده

مقدمه: بیماری مزمن انسداد ریوی (COPD) یکی از بیماری‌های تنفسی است که التهاب نقش مهمی در روند پیشرفت آن دارد. تمرینات ورزشی در بهبود التهاب مزمن مؤثر است؛ بااین‌حال، آثار تمرینات گوناگون ورزشی بر نشانگرهای التهابی در این بیماران واضح و روشن نیست؛ ازاین‌رو، هدف مطالعهٔ حاضر بررسی تأثیر تمرینات ورزشی بر نشانگرهای التهابی IL-6، TNF-α و CRP در بیماران COPD است.

مواد و روش‌ها: پایگاه‌های اطلاعاتی PubMed، Web of Science، SID، Magiran و Google scholar برای مقالات منتشرشده تا جولای سال ۲۰۲۳ به‌صورت سیستماتیک جستجو شد و فراتحلیل برای تأثیر تمرینات ورزشی بر نشانگرهای التهابی در بیماران COPD انجام گرفت. تفاوت میانگین استاندارد (SMD) و فاصلهٔ اطمینان ۹۵ درصد (CI) با استفاده از الگوی اثر تصادفی محاسبه گردید؛ همچنین برای تعیین ناهمگونی از آزمون I2 و برای بررسی سوگیری انتشار از آزمون فونل پلات و تست Egger استفاده شد.

یافته‌های پژوهش: نتایج تجزیه‌وتحلیل داده‌های ۱۱ مطالعه با ۵۷۸ بیمار COPD نشان داد که تمرینات ورزشی به کاهش غیرمعنادار مقادیر گردش خونی CRP (P=0.16، [۰/۱۷۵ الی ۰/۱۰۰-] SMD=-0.413) و IL-6 (P=0.54، [۰/۳۶ الی ۰/۶۹-] SMD=-0.164) و TNF-α (P=0.51، [۱/۴۴- الی ۰/۷۲] SMD=-0.358) در بیماران COPD منجر می‌شود؛ همچنین نتایج تحلیل زیرگروهی نشان داد که تمرین هوازی (P=0.1، SMD=-0.55) نسبت به تمرین مقاومتی (P=0.7، SMD=-0.09)، به کاهش CRP سرمی در بیماران COPD می‌انجامد؛ اما به‌هرحال، این تفاوت معنادار نیست.

بحث و نتیجه‌گیری: یافته‌های فراتحلیل حاضر نشان می‌دهد که احتمالاً تمرینات هوازی یک مداخلهٔ ورزشی مؤثر برای کاهش CRP در بیماران COPD باشد.

واژه‌های کلیدی: تمرین ورزشی، بیماری مزمن انسداد ریوی، اینترلوکین ۶، فاکتور نکروز تومور آلفا، پروتئین واکنشی c

استناد: کاظمی‌نسب فاطمه، بهزادنژاد نسیم، خلفی موسی. اثر تمرینات ورزشی بر نشانگرهای التهابی در بیماران بزرگ‌سال و سالمند مبتلا به بیماری مزمن انسداد ریوی (COPD): مرور سیستماتیک–فراتحلیل. مجله دانشگاه علوم پزشکی ایلام، خرداد ۱۴۰۳؛۳۲(۲): ۱۶-۱.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-09-05]

CC BY NC

حق‌مؤلف © نویسندگان

مقدمه

بیماری مزمن انسداد ریوی (COPD) یکی از بیماری های تنفسی است که علاوه بر ایجاد محدودیت‌های تنفسی، مشکلات دیگری نظیر ضعف عضلات اسکلتی، عملکرد نامناسب در عضلات اسکلتی، احساس افسردگی و کاهش کیفیت زندگی را به دنبال دارد و در این شرایط، فعالیت فیزیکی این افراد کاهش (۱-۴) و در صورت پیشرفت این بیماری، میزان سرفه و تولید موکوس افزایش می‌یابد و از کیفیت زندگی این افراد کاسته می‌شود (۵).

نقش التهاب در بیماری‌های مختلف ریوی به‌خوبی شناخته‌شده است و استفاده از داروهای ضدالتهابی برای درمان بسیاری از بیماری‌های ریوی ازجمله بیماری انسداد مزمن ریوی و جلوگیری از کاهش بیشتر عملکرد ریه نشان‌دهندهٔ نقش مهم التهاب در این بیماری‌ها است. علاوه بر این، مطالعات اخیر نشان داده‌اند که چاقی و به‌طور خاص بافت چربی احشایی باعث تحریک التهاب سیستمیک می‌شود که با کاهش عملکرد ریه مرتبط است (۶, ۷). مطالعات اخیر نشان داده‌اند که احتمالاً علت کاهش عملکرد ریه وجود التهاب سیستمی ناشی از این بیماری است (۲, ۸). افزایش نشانگرهای التهابی مانند اینترلوکین ۶ (IL-6)، فاکتور نکروز تومور آلفا (TNF-α) و پروتئین واکنشی (CRP) c در بیماران مبتلا به COPD یکی از علل احتمالی آن است (۳) و نکتهٔ قابل‌توجه این است که افزایش این نشانگرهای التهابی باعث افزایش احساس ناراحتی و حتی مرگ‌ومیر بیشتر در این بیماران می شود (۴). سطوح سیستمی IL-6 به‌طور معکوس با حجم بازدم اجباری ارتباط دارد و افزایش این عامل التهابی به‌همراه TNF-α باعث افزایش تولید CRP می‌گردد، به‌طوری‌که افزایش سطوح CRP سرمی به‌عنوان یک عامل پیش‌بینی‌کنندهٔ افزایش مرگ در بیماران مبتلا به COPD متوسط شناخته‌شده است (۵). TNF-α عامل التهابی دیگر مرتبط با این بیماری است که می‌تواند از مسیرهای یوبیکویتین/پروتئاز، استرس اکسیداتیو و NF-Kb منجر به تجزیهٔ پروتئین عضلانی و از طریق منع ترشح GH و مسیر NF-Kb مانع بازسازی پروتئین عضلانی شود (۱).

بیماران مبتلا به COPD از اختلال عملکرد عضلانی مانند ناهنجاری‌های میتوکندری و استرس اکسیداتیو بیش‌ازحد رنج می‌برند. به‌نظر می‌رسد که این اختلال تا حدی ناشی از التهاب سیستمیک باشد. از سویی، استفاده از تمرینات ورزشی منظم می‌تواند راهکاری درمانی به‌منظور بازتوانی بیماران COPD، کاهش التهاب سیستمیک و بهبود قدرت عضلات تنفسی باشد (۱). تمرینات ورزشی طولانی‌مدت هوازی و مقاومتی می‌تواند با ایجاد آثار ضدالتهابی، موجب بهبود وضعیت تنفسی و عملکرد عضلات در این بیماران گردد. علاوه بر این، انجام تمرینات ورزشی و به دنبال آن، کاهش التهاب سیستمی آسیب‌های DNA ناشی از گونه‌های اکسیژن واکنشی ROS را کاهش می‌دهد. درواقع، انجام تمرینات ورزشی به‌عنوان یک مسیر بازتوانی در این بیماران می‌تواند ظرفیت ورزشی بیماران را افزایش دهد و باعث افزایش کیفیت زندگی این افراد شود (۱).

در مطالعات فراتحلیل پیشین به بررسی تأثیر تمرینات ورزشی بر حداکثر اکسیژن مصرفی (۷، ۶) و پاسخ‌های فیزیولوژیک ازجمله جذب اکسیژن در آستانهٔ لاکتات (۷) و همچنین به تأثیر تمرینات تنفسی و دیافراگمی بر عملکرد ریوی در بیماران COPD پرداخته شده (۸)؛ اما تاکنون در یک مطالعهٔ فراتحلیل، تأثیر تمرینات ورزشی بر نشانگرهای التهابی در بیماران COPD بررسی نشده است؛ بااین‌حال، مطالعات فراتحلیل انجام‌شدهٔ پیشین نشان داده‌اند که تمرینات ورزشی ممکن است مداخلهٔ مؤثری برای بهبود نشانگرهای التهابی در افراد با وضعیت سلامتی متفاوت ازجمله چاقی، دیابت، سالمندی و سندرم متابولیک باشد (۹, ۱۰)؛ ازاین‌رو، هدف پژوهش حاضر بررسی اثر تمرین ورزشی بر نشانگرهای التهابی در COPD است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر مطالعهٔ مرور سیستماتیک با فراتحلیل است که بر اساس دستورالعمل کاکرین و PRISMA انجام‌شده است. هدف پژوهش حاضر اثر تمرین ورزشی بر نشانگرهای التهابی در بیماران بزرگ‌سال و سالمند مبتلا به بیماری مزمن انسداد ریوی (COPD) است.

روش جستجوی مقالات: برای مقالات انگلیسی،

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-09-05]

جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی web of science، scopus و pubMed تا جولای سال ۲۰۲۳ (بدون محدود کردن سال انتشار) و برای مقالات فارسی، جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی مگیران و مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی با استفاده از واژه‌های کلیدی «تمرین بدنی»، «تمرین ورزشی»، «التهاب»، «اینترلوکین-۶»، «فاکتور تومور نکروز آلفا»، «پروتئین واکنشی c»، «بیماری‌های مزمن تنفسی»، «بیماری‌های ریوی» و «بیماری مزمن انسداد ریوی» تا تیر ۱۴۰۱ انجام شد. واژه‌های کلیدی جستجو در جدول شمارهٔ ۱ ارائه‌شده است. گفتنی است که از واژه‌های کلیدی exercise، inflammation، c-reactive protein، chronic obstructive pulmonary disease، interleukin-6، exercise training و training برای مقالات انگلیسی استفاده گردید؛ همچنین جستجو به روش دستی در Google scholar صورت گرفت. دو محقق جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی را به‌صورت مستقل انجام دادند.

جدول شماره ۱. دستور جستجوی پایگاه‌های اطلاعاتی

پایگاه اطلاعاتی	دستور جستجو
PubMed	"Exercise" or "training" or "physical activity" or "exercise training") AND ("inflammation" or "inflammatory" or "cytokine" or "adipokine" or "interleukin-6" or "interleukin6" or "IL-6" or "IL6" or "Tumor necrosis factor alpha" or "Tumor necrosis factor-alpha" or "Tumor necrosis factor alpha" or "TNF-α" or "TNFα" or "CRP" or "h-CRP" or "C-reactive protein")) AND ("Chronic respiratory diseases" or "CRD" or "respiratory failure" or "long-term lung diseases" or "lung diseases" or "Chronic obstructive pulmonary disease" or "COPD", limited: Humans, English
Scopus	TITLE-ABS-KEY ("Exercise" OR "training" OR "physical activity" OR "exercise training") AND TITLE-ABS-KEY ("inflammation" OR "inflammatory" OR "cytokine" OR "adipokine" OR "interleukin-6" OR "interleukin6" OR "IL-6" OR "IL6" OR "Tumor necrosis factor alpha" OR "Tumor necrosis factor-alpha" OR "Tumor necrosis factor alpha" OR "TNF-α" OR "TNFα" OR "CRP" OR "h-CRP" OR "C-reactive protein") AND TITLE-ABS-KEY ("Chronic respiratory diseases" OR "CRD" OR "respiratory failure" OR "long-term lung diseases" OR "lung diseases" OR "Chronic obstructive pulmonary disease" OR "COPD"), limited: Article, English
Web of science	((TS=(“Exercise” or “training” or “physical activity” or “exercise training”)) AND TS=("inflammation" or "inflammatory" or "cytokine" or "adipokine" or "interleukin-6" or "interleukin6" or "IL-6" or "IL6" or "Tumor necrosis factor alpha" or "Tumor necrosis factor-alpha" or “Tumor necrosis factor alpha" or "TNF-α" or "TNFα" or "CRP" or “h-CRP" or "C-reactive protein")) AND TS=(“Chronic respiratory diseases” or “CRD” or “respiratory failure” or “long-term lung diseases” or “lung diseases” or “Chronic obstructive pulmonary disease” or “COPD”, limited: Article, English

معیارهای ورود و خروج از پژوهش: برای انجام پژوهش فراتحلیل، مقالات با مشخصات زیر وارد مطالعه شدند: ۱. مطالعات منتشرشده به زبان انگلیسی و فارسی؛ ۲. مطالعات انجام‌شده بر روی بیماران مبتلا به بیماری مزمن انسداد ریوی (COPD)؛ ۳. مطالعات بررسی‌کنندهٔ اثر انواع تمرینات ورزشی (تمرینات مقاومتی، تمرینات هوازی و تمرینات ترکیبی) در برابر گروه کنترل؛ ۴. مطالعات اندازه‌گیری‌کنندهٔ نشانگرهای التهابی (IL-6، TNF-α و CRP) در پلاسما یا سرم و ۵. مطالعات کارآزمایی بالینی تصادفی‌شده (RCT). معیارهای خروج شامل پایان‌نامه، مقالات در کنگره ها، مقالات حیوانی، مطالعات مقطعی و مطالعاتی انجام‌شده بر روی کودکان بیمار مبتلا به COPD بود؛ همچنین مطالعاتی که اثر یک جلسه تمرین ورزشی را بررسی کرده بودند، از پژوهش فراتحلیل حاضر خارج گردیدند. علاوه بر این، به علت اینکه مصرف سیگار می‌تواند روی نتایج پژوهش اثرگذار باشد، مطالعات انجام‌شده بر روی بیماران سیگاری

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-09-05]

حذف شدند. لازم به ذکر است که مطالعات متقاطع به‌سبب تعداد اندک و کاهش هتروژنیتی حذف گردیدند و تنها مطالعات با گروه‌های کنترل مستقل وارد تحلیل شدند. بررسی اولیهٔ مقالات را دو پژوهشگر به‌صورت مستقل انجام دادند و هرگونه اختلاف‌نظر با راهنمایی محقق سوم بررسی و حل گردید.

استخراج داده‌ها: پس از بررسی کامل همهٔ مطالعات، دو نویسنده به‌طور مستقل داده‌های نشانگرهای التهابی (IL-6، TNF-α و CRP) را استخراج کردند و هرگونه اختلاف‌نظر به‌همراه نویسندهٔ سوم مجدد بررسی گردید و درنهایت، تصمیم نهایی میان سه پژوهشگر اتخاذ شد. اطلاعات مربوط به نوع مطالعه، نویسندهٔ اول، سال انتشار، تصادفی یا غیرتصادفی بودن، تعداد نمونه، کیفیت مطالعه، ویژگی‌های آزمونی‌ها شامل سن، جنسیت، دستورالعمل تمرین (نوع تمرین ورزشی، مدت کل تمرین، مدت و شدت هر جلسهٔ تمرین و تعداد جلسات در هفته) و مداخله داشتن یا نداشتن رژیم غذایی بررسی و استخراج گردید. در صورت وجود نداشتن داده‌های کافی برای انجام فراتحلیل، از طریق ایمیل با نویسندهٔ مسئول مقاله مکاتبه شد و داده‌های نشانگرهای التهابی مورد نیاز مطالعهٔ فراتحلیل حاضر دریافت گردید؛ همچنین در صورت پاسخ ندادن یا دریافت نکردن از سوی نویسندهٔ مقاله، استخراج داده ها از نمودار مقالات با استفاده از getdata و یا تخمین انحراف استاندارد (SD) از خطای استاندارد میانگین (SEM) صورت گرفت (۱۱, ۱۲).

بررسی کیفیت مقالات: بررسی کیفیت مقالات را دو پژوهشگر به‌طور مستقل انجام دادند. بررسی کیفیت مطالعات با استفاده از چک‌لیست ۹ سؤالی Pedro انجام گردید (۱۲–۱۴). معیارهای بررسی کیفیت مقالات شامل موارد ذیل بود: ۱. مشخص بودن ضوابط واجد شرایط بودن آزمودنی‌ها؛ ۲. اختصاص شرکت‌کنندگان به‌طور تصادفی به گروه‌های مختلف؛ ۳. آشنایی نداشتن شرکت‌کنندگان نسبت به گروه‌بندی‌هایشان؛ ۴. یکسان بودن آزمودنی‌های گروه‌های مختلف مطالعه در شروع مداخله؛ ۵. وجود ارزیابی یک‌سو کور برای متغیر اصلی پژوهش؛ ۶. خروج کمتر از ۱۵ درصد شرکت‌کنندگان از پژوهش؛ ۷. انجام تجزیه‌وتحلیل به‌صورت (ITT)؛ ۸. وجود گزارش تفاوت آماری بین‌گروهی برای متغیر اصلی پژوهش؛ ۹. وجود گزارش میانگین، انحراف معیار و میزان معناداری (P value). به همهٔ سؤالات چک‌لیست Pedro، با دو گزینهٔ بله ✓ و یا خیر × پاسخ داده شد. امتیاز حداقل صفر و حداکثر ۹ بود که در آن ارزش عددی بالاتر نمایانگر کیفیت بالاتر مطالعه است (جدول شمارهٔ ۲).

جدول شماره ۲. بررسی کیفیت مطالعات با استفاده از چک‌لیست Pedro

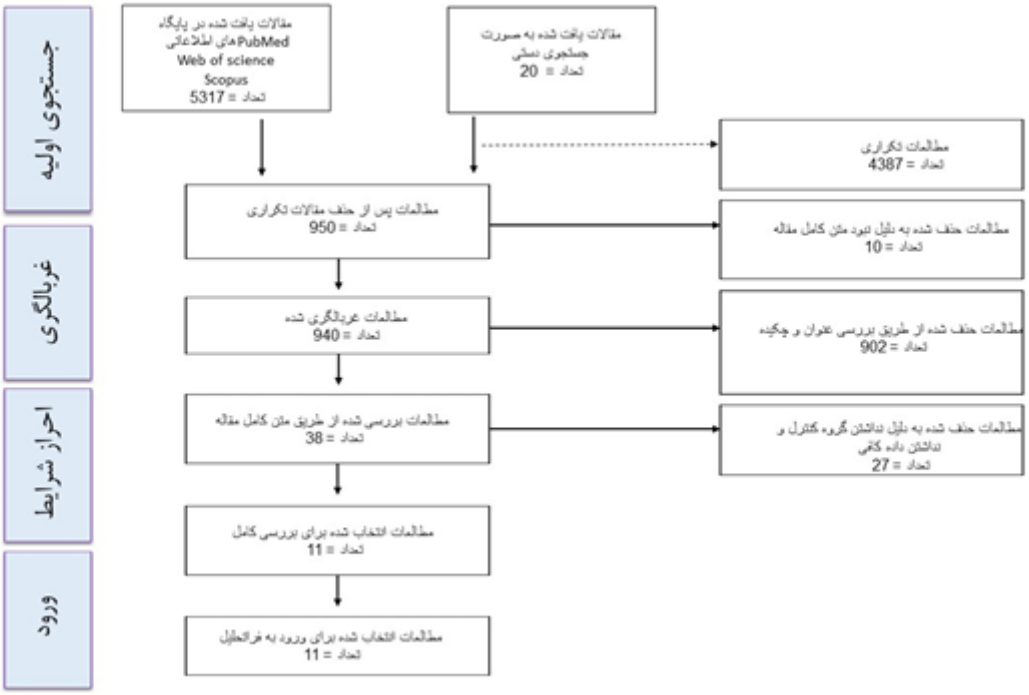
مطالعه–سال	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	امتیاز کل
الکادر ۲۰۱۳ (۱۵)	×	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	۵
بورگس ۲۰۱۴ (۱۶)	✓	✓	×	؟	×	×	×	✓	✓	۴
کاسابوری ۲۰۰۴ (۱۷)	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	۷
کامینسکی ۲۰۱۷ (۱۸)	×	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	۸
نات ۲۰۲۰ (۱۹)	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	۶
لیو ۲۰۲۱ (۲۰)	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	۶
پیترسن ۲۰۰۸ (۲۱)	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	۶
تروستر ۲۰۱۰ (۲۲)	✓	✓	×	✓	✓	×	✓	✓	✓	۷
زلاتا ۲۰۲۲ (۲۳)	✓	✓	×	✓	×	×	×	✓	✓	۵
ونگ ۲۰۱۴ (۲۴)	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	۶
ونگ ۲۰۲۰ (۲۵)	✓	✓	×	✓	×	✓	×	✓	✓	۶

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-09-05]

فراتحلیل: مطالعهٔ فراتحلیل حاضر برای تعیین اثر تمرینات ورزشی بر نشانگرهای التهابی در بیماران مبتلا به بیماری مزمن انسداد ریوی نسبت به گروه کنترل انجام شد. برای انجام تجزیه‌وتحلیل آماری از داده‌های میانگین، انحراف استاندارد (SD) و حجم نمونه استفاده گردید. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از مدل اثر تصادفی (Random) برای همهٔ متغیرها صورت گرفت. اندازهٔ اثر (SMD) و فاصلهٔ اطمینان ۹۵ درصد در نظر گرفته شد. از آزمون I2 برای تعیین عدم ناهمگونی مطالعات استفاده گردید که بر اساس دستورالعمل کوکران، مقدار ناهمگونی به‌صورت >۲۵ درصد=ناهمگونی کم، >۵۰ درصد=ناهمگونی متوسط، >۷۵ درصد=ناهمگونی بسیار تفسیر شد (۱۳). برای تحلیل حساسیت، مطالعات تک‌به‌تک (leave one-out method) خارج گردیدند و میزان اندازهٔ اثر بررسی و I2 کمتر از ۵۰ به‌عنوان ملاک در نظر گرفته شد (۱۰، ۲۶). با استفاده از تست فونل پلات، سوگیری انتشار بررسی گردید و در صورت وجود سوگیری، از آزمون Egger به‌عنوان یک تست ثانویه استفاده شد که در آن، سطح معناداری برابر با ۰/۱ به‌عنوان وجود سوگیری انتشار معنی‌دار در نظر می‌شود. تحلیل زیرگروهی بر اساس نوع تمرین (تمرین مقاومتی، تمرین هوازی و تمرین ترکیبی) و مدت کل مداخلهٔ تمرین (کمتر و مساوی هشت هفته و بیشتر از هشت هفته) صورت گرفت. با استفاده از نرم‌افزار CMA vol.2 تجزیه‌وتحلیل آماری انجام گردید.

یافته‌های پژوهش

نتایج جستجو. ۵۳۳۷ مقاله بر اساس جستجو در پایگاه های اطلاعات علمی تا تیر ۱۴۰۱، یافت شد. پس از حذف مقالات تکراری (۴۳۸۷ مقاله) و پس از بررسی عناوین و چکیدهٔ مقالات، درنهایت ۹۵۰ مقاله برای ارزیابی متن کامل انتخاب گردیدند که پس از بررسی متن کامل مقالات، ۹۳۹ مقاله از مطالعه خارج شدند: مطالعاتی که بر روی نمونه‌های حیوانی انجام‌شده بود، مطالعاتی که گروه شاهد نداشتند، مطالعات متقاطع و مطالعات مروری. درنهایت، ۱۱ مطالعه وارد فراتحلیل حاضر گردیدند (شکل شمارهٔ ۱).



شکل شماره ۱. طرح شماتیک مراحل انتخاب مقالات.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-09-05]

ویژگی آزمودنی‌ها: ۵۷۸ بیمار زن و مرد مبتلا به بیماری مزمن انسداد ریوی وارد پژوهش حاضر شدند. ۲۹۱ آزمودنی با میانگین سن ۱۵/۶۱±۶۴/۷ و میانگین BMI 86/74±4/24 در گروه تمرین ورزشی و ۲۸۷ آزمودنی با میانگین سن ۸/۱۸±۶۵/۱۲ و میانگین BMI 22/87±4/24 در گروه شاهد بودند. شرکت‌کننده‌های گروه تمرین‌کرده در برنامهٔ تمرین هوازی، مقاومتی یا ترکیبی شرکت کرده‌اند و آزمودنی‌های گروه کنترل در هیچ برنامه تمرینی شرکت نکرده‌اند (جدول شمارهٔ ۳)

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-09-05]

جدول شماره ۳. ویژگی آزمودنی‌ها و دستورالعمل ورزشی

مطالعه - سال	نمونه (جنسیت)	ویژگی‌های آزمودنی‌ها	متغیرها	سن (سال)	شاخص تودهٔ بدن (BMI)	گروه‌ها	مدت کل تمرین (هفته)	شدت تمرین	مدت هر جلسه تمرین (دقیقه)	تعداد جلسات در هفته
الکادر ۲۰۱۶ (۱۵)	۸۰ مرد و زن	بزرگ‌سالان- COPD	IL-6 CRP TNF-α	تمرین: ۳۳/۷۳±۵/۱۴ شاهد: ۳۴/۶۱±۴/۸۲	تمرین: ۲۲/۸۳±۳/۵۷ شاهد: ۲۰/۸۸±۳/۱۶	تمرین هوازی شاهد (بی‌تحرک)	۱۲	۶۰-۸۰ درصد HRmax	۴۰	-
برگس ۲۰۱۴ (۱۶)	۲۹ مرد و زن	بزرگ‌سالان- COPD	IL-6 CRP TNF-α	تمرین: ۳۳/۷۳±۵/۱۴ شاهد: ۳۴/۶۱±۴/۸۲	تمرین: ۲۲/۳±۵/۱ شاهد: ۲۳/۴±۴/۶	تمرین مقاومتی شاهد (بی‌تحرک)	۴	۸۰ درصد 1RM ۲ ست، ۸ تکرار	۹۰	۳-۵
کاسابوری ۲۰۰۴ (۱۷)	۲۴ مرد	سالمند- COPD	IL-6 CRP TNF-α	تمرین: ۶۸/۹±۹/۸ شاهد: ۶۷/۷±۸/۷	-	تمرین مقاومتی شاهد (بی‌تحرک)	۱۰	۶۰ درصد 1RM (۳ ست،۱۲ تکرار ۸۰ درصد 1RM(۴ست، ۸-۱۰ تکرار)	۴۵	۳
کامینسکی ۲۰۱۷ (۱۸)	۴۳ زن	سالمند- COPD	IL-6 CRP	تمرین: ۶۸±۷ شاهد: ۶۸±۹	تمرین: ۲۹±۷ شاهد: ۳۰±۴	تمرین یوگا شاهد (بی‌تحرک)	۱۲	-	۳۰-۶۰	۷
نات ۲۰۲۰ (۱۹)	۲۶ زن	سالمند- COPD	IL-6 CRP TNF-α	تمرین: ۶۶/۸±۹/۴۹ شاهد: ۶۹/۳±۱۳	تمرین: ۲۵/۴±۵/۲۹ شاهد: ۲۳/۳±۴/۶۹	تمرین هوازی شاهد (بی‌تحرک)	۴	۶ دقیقه با ۶۰ ثانیه	۱۵	دو بار در روز
لیو ۲۰۲۱ (۲۰)	۹۰ مرد و زن	سالمند- COPD	IL-6 TNF-α	تمرین: ۶۵/۴۶±۲/۶۷ شاهد: ۶۲/۹۱±۲/۴۸	تمرین: ۲۵/۷۳±۳/۹۴ شاهد: ۲۶/۵۵±۲/۹۵	تمرین ترکیبی شاهد (بی‌تحرک)	۲۴	۴۰-۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی ۴۵-۶۰ درصد قدرت بیشینه	-	-
پیترسن ۲۰۰۸ (۲۱)	۱۹ مرد و زن	سالمند- COPD	Il-6 CRP TNF-α	تمرین: ۶۷±۹ شاهد: ۶۶±۹/۴۸	تمرین: ۲۲±۶ شاهد: ۲۶±۶/۳۲	تمرین هوازی شاهد (بی‌تحرک)	۷	۱. راه رفتن با ۸۵ درصد حداکثر سرعت تا مرز خستگی	-	راه رفتن: ۷ روز

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-09-05]

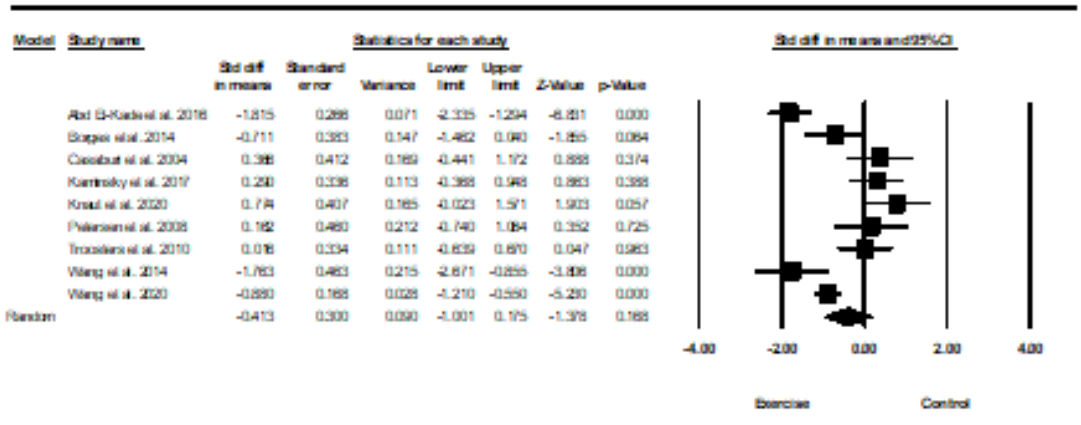
تروستر ۲۰۱۰ (۲۲)	۳۶ مرد و زن	سالمند- COPD	CRP	تمرین: ۶۷±۸ شاهد: ۶۹±۷	تمرین: ۲۵±۶ شاهد: ۲۴±۶	تمرین مقاومتی شاهد (بی‌تحرک)	۱	۷۰ درصد 1RM(۳ ست ۸ تکرار)	-	۷
زلاتا ۲۰۲۲ (۲۳)	۲۳ مرد و زن	سالمند- COPD	IL-6 TNF-α	تمرین: ۶۷/۳۳±۵/۷۲ شاهد: ۷۲/۵±۸/۹۳	تمرین: ۲۷±۵/۲ شاهد: ۲۵/۱۲±۴/۹۴	تمرین ترکیبی شاهد (بی‌تحرک)	۸	هوازی: ۸۰ درصد ۶ دقیقه تست راه رفتن (6MWT)، با افزایش ۵ درصد فزاینده، با حفظ درجه ۶-۴ مقیاس بورگ مقاومتی: ۸۰-۶۰ درصد 1RM	۳۰	۳
ونگ ۲۰۱۴ (۲۴)	۲۶ مرد	سالمند- COPD	Il-6 CRP TNF-α	تمرین: ۷۱/۴±۶/۵۷ شاهد: ۷۱/۹±۱۰/۰۹	تمرین: ۲۲/۴±۳/۴۶ شاهد: ۲۴/۵ ±۲/۶۱	تمرین هوازی شاهد (بی‌تحرک)	۲۴	۸۰ درصد ظرفیت بیشینه، راه رفتن استقامتی با تمپو (tempo)	-	-
ونگ ۲۰۲۰ (۲۵)	۱۵۵ مرد و زن	سالمند- COPD	CRP TNF-α	تمرین: ۶۵/۹۳±۷/۸۷ شاهد: ۶۶/۶۵±۶/۹۹	تمرین: ۲۵/۷۶±۳/۰۹ شاهد: ۲۴/۹۸±۲/۹۹	تمرین هوازی شاهد (بی‌تحرک)	۴	تمرینات بازتوانی بر اساس عملکرد قلبی ریوی با ۶ دقیقه تست راه رفتن (6MWT)	۶۰	۱۴
								۲. تمرین دوچرخهٔ ثابت فزاینده تا مرز خستگی		دوچرخه ثابت: ۲ روز

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-09-05]

ویژگی دستورالعمل‌های تمرینی: ۱۱ پژوهش وارد مطالعهٔ فراتحلیل حاضر شدند که نوع تمرین در ۶ مطالعه تمرین هوازی (۱۸, ۱۹, ۲۱, ۲۴, ۲۵, ۲۷)، ۳ مطالعه تمرین مقاومتی (۱۶, ۱۷, ۲۸) و ۲ مطالعه تمرین ترکیبی (۲۰, ۲۳) بود. تمرینات هوازی با شدت ۶۰ تا ۸۰ درصد حداکثر ضربان قلب و یا ۴۰ تا ۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی و با مدت ۴ تا ۲۴ هفته اجرا شده بود؛ همچنین تمرینات مقاومتی با شدت ۶۰ تا ۸۰ درصد حداکثر یک تکرار بیشینه و با مدت ۴ تا ۱۰ هفته اجرا گردیده و تمرینات ترکیبی با مدت ۸ تا ۲۴ هفته انجام‌شده بود.

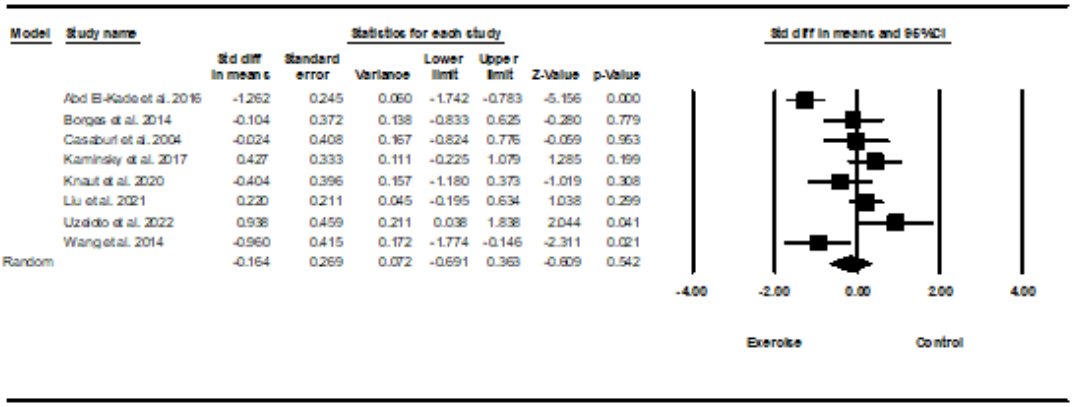
کیفیت مطالعات: نتایج بررسی کیفیت مقالات با استفاده از Pedro نشان داد که حداقل امتیاز کیفیت مقالات ۴ و حداکثر امتیاز ۸ بود. نتایج بررسی کیفیت مطالعات در جدول شمارهٔ ۲ ارائه‌شده است. بیشتر مطالعات در بخش‌های شمارهٔ ۳ (آشنایی نداشتن شرکت‌کنندگان نسبت به گروه‌بندی‌هایشان)، شمارهٔ ۵ (وجود ارزیابی یک‌سو کور برای متغیر اصلی پژوهش) و شمارهٔ ۷ (انجام تجزیه‌وتحلیل به‌صورت Intention to treat (ITT)) امتیاز کسب نکردند.

نتایج فراتحلیل؛ تحلیل اصلی: نتایج تجزیه‌وتحلیل داده‌ها نشان داد که تمرین ورزشی سبب کاهش غیرمعنادار مقادیر گردشی CRP (P=0.16، [۰/۱۷۵ الی ۰/۱۰۰۱-] SMD=-0.413) در بیماران مبتلا به COPD می‌شود (شکل شمارهٔ ۲). با استفاده از آزمون I2 ناهمگونی بررسی گردید و نتایج نشان داد که ناهمگونی بالایی وجود دارد (P=0.001، I2=86.85)؛ همچنین نتایج فراتحلیل حاضر نشان داد که تمرین ورزشی به آثار قابل‌توجه در مقادیر گردشی IL-6 (P=0.54، [۰/۳۶ الی ۰/۶۹-] SMD=-0.164) در بیماران مبتلا به COPD منجر نمی‌گردد (شکل شمارهٔ ۳). با استفاده از آزمون I2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی بالایی وجود دارد (P=0.001، I2=80.72). یافته های فراتحلیل حاضر نشان داد که تمرین ورزشی سبب کاهش غیرمعنادار مقادیر گردشی TNF-α (P=0.51، [۱/۴۴- الی ۰/۷۲] SMD=-0.358) در بیماران مبتلا به COPD می‌شود (شکل شمارهٔ ۴). با استفاده از آزمون I2 ناهمگونی بررسی گردید و نتایج نشان داد که ناهمگونی بالایی وجود دارد (P=0.001، I2=94.13). نتایج تحلیل حساسیت نشان داد، با استفاده از حذف تک‌به‌تک مطالعات، میزان اندازهٔ اثر تمرین ورزشی برای هر سه نشانگر التهابی سرمی، جهت اندازهٔ اثر و P-value تغییری نکرد. نتایج تحلیل بصری سوگیری انتشار با فونل پلات نشان داد که سوگیری انتشار برای CRP و TNF-α وجود ندارد، درحالی‌که برای IL-6 سوگیری انتشار مشاهده گردید که یک مطالعه به سمت چپ منحنی برای IL-6 اضافه شد. اصلاح سوگیری انتشار به روش trim-fill method نشان‌دهندهٔ تغییر اندازهٔ اثر برای IL-6 ([۰/۲۲ الی ۰/۸۲] SMD=-0.29) بود؛ درنتیجه، آزمون Egger نشان‌دهندهٔ نبود سوگیری انتشار معنی‌دار برای CRP (P=0.24) و IL-6 (P=0.7) و وجود سوگیری انتشار برای TNF-α (P=0.06) بود.

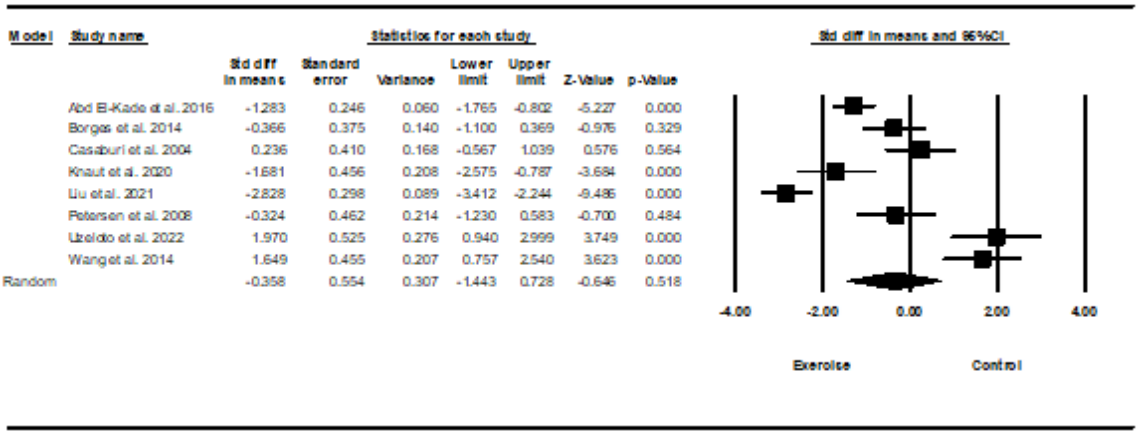


شکل شماره ۲. نمودار انباشت (Forest plot). اثر تمرین ورزشی بر مقادیر گردشی CRP در بیماران مبتلا به COPD

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-09-05]



شکل شماره ۳. نمودار انباشت (Forest plot). اثر تمرین ورزشی بر مقادیر گردشی IL-6 در بیماران مبتلا به COPD



شکل شماره ٤. نمودار انباشت (Forest plot). اثر تمرین ورزشی بر مقادیر گردشی TNF-α در بیماران مبتلا به COPD

تحلیل زیرگروهی: نتایج تحلیل زیرگروهی بر اساس نوع تمرین نشان داد که تمرین هوازی (P=0.1، SMD=-0.55) نسبت به تمرین مقاومتی (P=0.7، SMD=-0.09)، به کاهش مقادیر گردشی CRP در بیماران مبتلا به COPD منجر می‌شود؛ اما این تغییر معنادار نیست؛ همچنین داده‌ها برای IL-6 نشان داد که تمرین هوازی (P=0.1، SMD=-0.55) نسبت به تمرین مقاومتی (P=0.8، SMD=-0.06) و ترکیبی (P=0.1، SMD=-0.46) به کاهش غیرمعنادار مقادیر گردشی IL-6 در این بیماران می‌انجامد؛ همچنین نتایج برای TNF-α نشان داد که هیچ‌کدام از تمرینات هوازی (P=0.5، SMD=-0.4)، ترکیبی (P=0.8، SMD=-0.4) و مقاومتی (P=0.7، SMD=-0.09) آثار چشمگیری بر مقادیر گردشی TNF-αدر بیماران مبتلا به COPD ندارد.

نتایج تحلیل زیرگروهی بر اساس طول مدت مداخلهٔ تمرین نشان داد که مدت تمرین بیشتر از هشت هفته (P=0.2، SMD=-0.73) نسبت به مدت کمتر از هشت هفته (P=0.5، SMD=-0.17)، به کاهش مقادیر گردشی CRP در بیماران مبتلا به COPD منجر می‌شود؛ اما این تغییر معنادار نیست؛ همچنین داده‌ها برای IL-6 نشان داد که مدت تمرین بیشتر از هشت هفته (P=0.3، SMD=-0.31) و مدت کمتر از هشت هفته (P=0.7، SMD=-0.1) به کاهش غیرمعنادار مقادیر گردشی IL-6 در این بیماران می‌انجامد؛ همچنین داده‌ها برای TNF-α نشان داد که مدت تمرین بیشتر از هشت هفته (P=0.5، SMD=-0.58) و کمتر از هشت هفته (P=0.8، SMD=-0.12) به کاهش غیرمعنادار مقادیر گردشی IL-6 در این بیماران منجر می‌گردد.

متارگرسیون: نتایج آزمون متارگرسیون برای CRP نشان داد که طول مداخلهٔ ورزشی (هفته) اثر معنی‌داری بر

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-09-05]

کاهش CRP دارد (P=0.004، درحالی‌که آثار معنی‌دار برای TNF-α و IL-6 مشاهده نشد(P≥0.05).

بحث و نتیجه‌گیری

هدف پژوهش مرور نظام‌مند و فراتحلیل حاضر بررسی اثر تمرین ورزشی بر نشانگرهای التهابی در بیماران مبتلا به بیماری مزمن انسداد ریوی (COPD) بود. نتایج اصلی پژوهش نشان داد که تمرین ورزشی سبب کاهش غیرمعنادار CRP سرمی (با اندازهٔ اثر متوسط برابر با ۰/۴-) در بیماران مبتلا به COPD می‌شود؛ بااین‌حال، تغییرات IL-6 و TNF-α چشمگیر نبودند. اندازهٔ اثر تمرین ورزشی برای کاهش سطوح IL-6 بسیار کم (۰/۱۶-) و برای کاهش سطوح TNF-α سرمی اندک (۰/۳۵-) بود. نکتهٔ قابل‌توجه این است که نتایج تحلیل زیرگروهی بر اساس نوع تمرین نشان داد که تمرین هوازی با اندازهٔ اثر متوسط (۰/۵۵-) به کاهش سطوح CRP سرمی در بیماران COPD منجر می‌شود؛ اما به‌هرحال، این تغییر معنادار نیست؛ همچنین یافته‌ها نشان داد که تمرین هوازی با اندازهٔ اثر متوسط (۰/۵۵-) به کاهش IL-6 سرمی این بیماران می‌انجامد؛ اما این تغییرات معنادار نیست؛ همچنین نتایج نشان داد که تمرین هوازی و تمرینات ترکیبی هرکدام با اندازهٔ اثر متوسط (۰/۴-) به کاهش سطوح TNF-α سرمی در بیماران COPD منجر می‌گردد که البته این تغییرات معنادار نیست. یکی از علل معنادار نبودن داده‌ها ناهمگونی بالای مطالعات است که می تواند بر روی نتایج اثرگذار باشد.

التهاب یکی از فرایندهای مهم در پاتوژنز بیماری COPD است و سیتوکین‌های التهابی ازجمله CRP، TNF-α و IL-6 به‌عنوان نشانگرهای زیستی اساسی برای بیماری‌های ریوی عمل می‌کنند (۲۹, ۳۰)؛ بااین‌حال، مطالعات پیشین که به بررسی CRP و IL-6 به‌عنوان نشانگرهای التهابی در بیماران ریوی پرداخته‌اند، نتایج متناقضی را گزارش کرده‌اند؛ بنابراین، نتایج مطالعات در رابطه با التهاب و بیماری‌های ریوی بحث‌برانگیز است (۳۱, ۳۲)؛ برای مثال، احمدی ابهری و همکاران گزارش کرده‌اند که سطوح بالاتر CRP با حجم بازدم اجباری (forced expiratory volume) و ظرفیت حیاتی اجباری (forced vital capacity) پایین‌تر مرتبط است (۳۲)؛ اما مطالعهٔ فوگارتی و همکاران هیچ ارتباطی میان CRP و FEV1 و FVC در افراد ۸۰-۱۷ سال مشاهده نکرد (۳۱). در مطالعهٔ دیگر، سطوح IL-6 بالاتر در بیماران آسم بزرگ‌سال با کاهش عملکرد ریه مرتبط بود، درحالی‌که با میزان CRP ارتباطی نداشت (۳۳).

نتایج برخی از مطالعات حاکی از آن است که سطوح نشانگرهای التهابی TNF-α، IL-6 و CRP پس از یک دوره تمرین هوازی در بیماران COPD به‌طور معناداری کاهش یافت (۱۵, ۲۴). از سوی دیگر، در پژوهش‌های دیگر اثر تمرینات ورزشی بر سطوح نشانگرهای التهابی در بیماری‌های متابولیک ازجمله دیابت نوع دو بررسی‌شده است و نتایج نشان داد، تمرین ورزشی به مدت ۱۲ هفته به کاهش چشمگیری در IL-6 در گردش بیماران مبتلا به دیابت نوع ۲ منجر می‌شود (۳۴)؛ همچنین میکلسن و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که تمرین استقامتی سبب کاهش معنادار نشانگرهای التهابی CRP و IL-6 در افراد مسن می‌گردد (۳۵)، درحالی‌که سوگاوارا و همکاران به این نتیجه رسیدند که پس از یک دوره تمرین ورزشی با شدت کم به همراه یک تغذیهٔ ضدالتهابی، سطوح سیتوکین‌های التهابی در بیماران COPD مسن به‌طور قابل‌توجهی کاهش یافت (۳۶). علاوه بر این، در مطالعهٔ لارسن و همکاران، کاهش TNF-α پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی در بیماران قلبی مشاهده شد (۳۷)؛ همچنین شواهدی از کاهش IL-6 و TNF-α سرمی پس از تمرینات ورزشی طولانی‌مدت در زنان چاق وجود دارد (۳۸).

سازوکارهای دقیق تأثیر فعالیت بدنی بر کاهش التهاب به‌طور کامل مشخص نشده است. یکی از سازوکارهای احتمالی آثار تمرین ورزشی بر بهبود وضعیت التهاب، مسیرهای سیگنال‌دهی درون‌سلولی است که با واسطهٔ نیتریک اکساید انجام می‌شود. نیتریک اکساید ارتباط تنگاتنگی با وضعیت التهابی دارد و به‌عنوان یک میانجی مهم التهاب عمل می‌کند. آنزیم نیتریک اکساید سنتتاز (eNOS) بیان مولکول های پیش‌التهابی مانند عامل هسته‌ای-□K و سیکلواکسیژناز ۲ و همچنین سایتوکاین‌های پیش‌التهابی را تنظیم می‌کند. نیتریک اکساید مشتق‌شده از eNOS نقش مهمی در برخی از

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-09-05]

وقایع اساسی التهاب مانند چسبندگی سلولی، تعدیل نفوذپذیری عروق و رگ‌زایی دارد. نکتهٔ قابل‌توجه این است که پس از انجام فعالیت ورزشی با شدت متوسط، سطح نیتریک اکساید افزایش می‌یابد و به بهبود عملکرد عضلانی و مهار التهاب منجر می‌شود (۳۹)؛ همچنین تمرینات ورزشی تولید سلول‌های تک‌هسته‌ای سیتوکین‌های التهابی (TNF-α و IL-1α) را کاهش می‌دهد، درحالی‌که بر تولید سیتوکین‌های ضدالتهابی (IL-10، IL-4 و TGFβ1) می‌افزاید (۴۰). تمرین ورزشی تعداد TNF-α تولیدی توسط مونوسیت‌ها تعداد مونوسیت‌های CD14+ و CD16+ را کاهش می‌دهد (۴۱)؛ همچنین تمرین ورزشی بیان گیرندهٔ شبه‌تول ۴ (Toll-like receptor-4) سطح سلولی مونوسیت را که یک گیرندهٔ سیگنال‌دهی لیپوپلی ساکارید (lipopolysaccharide) است، کاهش می‌دهد و به تضعیف پاسخ‌های حاد ایمنی به عفونت یا تروما کمک می‌کند (۴۲, ۴۳)؛ بنابراین، نتایج این مطالعات حاکی از آن است که در پاسخ به انقباضات مکرر عضلانی، یک تنظیم منفی تولید سیتوکین‌ها از سلول‌های ایمنی انجام می‌شود (۴۴). علاوه بر این، سازوکارهای احتمالی آثار ضدالتهابی تمرینات ورزشی شامل کاهش درصد چربی بدن، تجمع ماکروفاژها در بافت چربی، مهار TNF-α، IL-6 آزادشده از عضلات و مسیرهای ضدالتهابی کولینرژیک است. عواملی که به دنبال تمرینات ورزشی آزاد می‌شود؛ مانند گلوکوکورتیکوئیدها یا سایر هورمون‌های استرس (به‌عنوان‌مثال اپی‌نفرین) و یا IL-6، به کاهش التهاب حاد در پاسخ به شرایط التهابی ازجمله بیماری انسداد مزمن ریوی منجر می‌گردد. یکی از سازوکارهای احتمالی دیگر اثر تمرین ورزشی بر کاهش التهاب، کاهش لپتین، کاهش آدیپوست‌ها و درنهایت، کاهش سایتوکاین‌های التهابی و مهار مسیرهای التهابی است (۴۵).

نقاط قوت و محدودیت‌ها: پژوهش حاضر چندین نقطهٔ قوت دارد. با توجه به اینکه تفاوت در نوع تمرین و مدت تمرین می‌تواند بر نتایج فراتحلیل اثرگذار باشد، دستورالعمل های ورزشی مطالعات واردشده در این فراتحلیل شامل انواع تمرینات ورزشی ازجمله مقاومتی، هوازی و ترکیبی بود که با انجام فراتحلیل زیرگروهی بر اساس نوع تمرین، به تفاوت اثر تمرینات هوازی، مقاومتی و ترکیبی بر نشانگرهای التهابی در بیماران COPD پاسخ داده شد.

مطالعهٔ حاضر محدودیت‌هایی نیز داشت. تعداد مطالعاتی که اثر تمرین ورزشی بر نشانگرهای التهابی در بیماران COPD را بررسی کردند، محدود بود و در فراتحلیل حاضر، امکان بررسی نقش تمرین ترکیبی بر میزان CRP سرمی به علت نبود مطالعهٔ مرتبط وجود نداشت؛ همچنین نتایج نشان داد که ناهمگونی بالایی در نتایج مطالعات وجود دارد که این موضوع باید در زمان تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در نظر گرفته شود. با افزایش تعداد مطالعات اولیه در سال‌های آینده، انجام یک مطالعهٔ فراتحلیل با تعداد مطالعات بیشتر برای انجام تحلیل زیرگروهی بر اساس سن، BMI و مؤلفه‌های دیگر دستورالعمل تمرینی ازجمله مدت هر جلسهٔ تمرین، شدت تمرین و تعداد جلسات در هفته لازم و ضروری به‌نظر می‌رسد.

نتایج مطالعه مرور نظام‌مند و فراتحلیل حاضر نشان می دهد که احتمالاً تمرین هوازی باعث بهبود التهاب مزمن خفیف در بیماران COPD می‌شود که احتمالاً به‌واسطهٔ کاهش در نشانگر التهابی CRP است. یافته‌های فراتحلیل حاضر به نقش مهم یکی از مؤلفه‌های سبک زندگی یعنی تمرین ورزشی در بهبود وضعیت التهابی بیماران COPD می پردازد و از نقش احتمالی تمرین هوازی به‌عنوان یک راهکار غیردارویی برای کاهش وضعیت التهاب بیماران COPD حمایت می‌کند.

سپاس‌گزاری

بدین‌وسیله از پژوهشگرانی که با ارائهٔ داده‌های کمی به تکمیل این مطالعهٔ فراتحلیل کمک کردند، سپاس‌گزاری می‌شود.

تعارض منافع

نویسندگان مقاله اعلام می‌نمایند که هیچ‌گونه تعارض منافعی وجود ندارد.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-09-05]

References

1. Emtner M, Hallin R, Arnardottir RH, Janson C. Effect of physical training on fat-free mass in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). Ups J Med Sci 2015;120:52-8. doi: 10.3109/03009734.2014.990124.
2. Lareau SC, Fahy B, Meek P, Wang A. Chronic obstructive pulmonary disease (COPD). Am J Respir Crit Care Med 2019;199:P1-P2. doi: 10.1164/rccm.1991P1.
3. Adeloye D, Song P, Zhu Y, Campbell H, Sheikh A, Rudan I. Global, regional, and national prevalence of, and risk factors for, chronic obstructive pulmonary disease (COPD) in 2019: a systematic review and modelling analysis. Lancet Respir Med 2022;10:447-58. doi: 10.1016/S2213-2600(21)00511-7.
4. Liang W, Yang Y, Gong S, Wei M, Ma Y, Feng R, et al. Airway dysbiosis accelerates lung function decline in chronic obstructive pulmonary disease. Cell Host Microbe 2023;31:1054-70. e9. doi: 10.1016/j.chom.2023.04.018.
5. Van Der Vlist JJ, Thomas WJ. The potential anti-inflammatory effect of exercise in chronic obstructive pulmonary disease. Respiration 2010;79:160-74. doi: 10.1159/000233264.
6. Palma G, Sorice GP, Genchi VA, Giordano F, Caccioppoli C, D'Oria R, et al. Adipose tissue inflammation and pulmonary dysfunction in obesity. Int J Mol Sci 2022;23:7349. doi: 10.3390/ijms23137349.
7. Cruthirds CL, Deutz NE, Mizubuti YG, Harrykissoon RI, Zachria AJ, Engelen MP. Abdominal obesity in COPD is associated with specific metabolic and functional phenotypes. Nutr Metab (Lond) 2022;19:1-12. doi: 10.1186/s12986-022-00714-z.
8. Obling N, Backer V, Hurst JR, Bodtger U. Nasal and systemic inflammation in chronic obstructive pulmonary disease (COPD). Respir Med 2022;195:106774. doi: 10.1016/j.rmed.2022.106774.
9. Khalafi M, Symonds ME. The impact of high-intensity interval training on inflammatory markers in metabolic disorders: A meta-analysis. Scand J Med Sci Sports 2020;2020-36. doi: 10.1111/sms.13754.
10. Khalafi M, Symonds ME, Akbari A. The impact of exercise training versus caloric restriction on inflammation markers: a systemic review and meta-analysis. Crit Rev Food Sci Nutr 2022;62:4226-41. doi: 10.1080/10408398.2021.1873732.
11. Kazeminasab F, Sadeghi E, Afshari-Safavi A. Comparative Impact of Various Exercises on Circulating Irisin in Healthy Subjects: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. Oxid Med Cell Longev 2022; 2022. doi: 10.1155/2022/8235809.
12. Kazeminasab F, Baharlooie M, Khalafi M. The Impact of Exercise on Serum Levels of Leptin and Adiponectin in Obese Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. IJEM 2022;23:409-25.
13. 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:e13275. doi: 10.1111/obr.13275.
14. 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 2021;20:23-33. doi: 10.1007/s42000-020-00245-3.
15. Abd El-Kader SM, Al-Jiffri OH, Ashmawy EM, Gaowgzeh RAM. Treadmill walking exercise modulates bone mineral status and inflammatory cytokines in obese asthmatic patients with long term intake of corticosteroids. Afr Health Sci 2016;16:798-808. doi: 10.4314/ahs.v16i3.21.
16. Borges RC, Carvalho CR. Impact of resistance training in chronic obstructive pulmonary disease patients during periods of acute exacerbation. Arch Phys Med Rehabil 2014;95:1638-45. doi: 10.1016/j.apmr.2014.05.007.
17. Casaburi R, Bhasin S, Cosentino L, Porszasz J, Somfay A, Lewis MI, et al. Effects of testosterone and resistance training in men with chronic obstructive pulmonary disease. Am J Respir Crit Care Med 2004;170:870-8. doi: 10.1164/rccm.200305-617OC.
18. Kaminsky DA, Guntupalli KK, Lippmann J, Burns SM, Brock MA, Skelly J, et al. Effect of yoga breathing (pranayama) on exercise tolerance in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized, controlled trial. J Altern Complement Med 2017;23:696-704. doi: 10.1089/acm.2017.0102.
19. Knaut C, Bonfanti Mesquita C, Dourado VZ, De Godoy I, Tanni SE. Evaluation of inflammatory markers in patients undergoing a short-term aerobic exercise program while hospitalized due to acute exacerbation of COPD. Int J Inflam 2020; 2020. doi: 10.1155/2020/6492720.
20. Liu Y, Wang H, Nie B, Liu Y. Consequences of aerobic resistance exercise combined with Liprimar in the treatment of Chronic obstructive pulmonary disease. Progress in nutrition 2021; 23.
21. Petersen A, Mittendorfer B, Magkos F, Iversen M, Pedersen B. Physical activity

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-09-05]

counteracts increased whole-body protein breakdown in chronic obstructive pulmonary disease patients. Scand J Med Sci Sports 2008;18:557-64. doi: 10.1111/j.1600-0838.2007.00727.x.
22. Troosters T, Probst VS, Crul T, Pitta F, Gayan-Ramirez G, Decramer M, et al. Resistance training prevents deterioration in quadriceps muscle function during acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. Am J Respir Crit Care Med 2010;181:1072-7. doi: 10.1164/rccm.200908-1203OC.
23. Uzeloto JS, de Toledo-Arruda AC, Silva BS, Braz AM, de Lima FF, Grigoletto I, et al. Effect of physical training on cytokine expression in CD4+ T lymphocytes in subjects with stable COPD. Ther Adv Respir Dis 2022;16:17534666221091179 .doi: 10.1177/17534666221091179.
24. Wang CH, Chou PC, Joa WC, Chen LF, Sheng TF, Ho SC, et al. Mobile-phone-based home exercise training program decreases systemic inflammation in COPD: a pilot study. BMC Pulm Med 2014;14:1-9. doi: 10.1186/1471-2466-14-142.
25. Wang J, Zhang Y, Zhou X, Zhao G, Liu Y, Song M. Effects of rehabilitation training on cardiopulmonary function, life quality and inflammatory factors in serum of elderly patients with COPD. Int J Clin Exp Med 2020;13:8095-101.
26. Wen H, Wang L. Reducing effect of aerobic exercise on blood pressure of essential hypertensive patients: A meta-analysis. Medicine (Baltimore) 2017;96: e6150. doi: 10.1097/MD.0000000000006150.
27. Abd El-Kade SM, Al-Jiffri OH. Exercise alleviates depression related systemic inflammation in chronic obstructive pulmonary disease patients. Afr Health Sci 2016;16:1078-88.doi: 10.4314/ahs.v16i4.25.
28. Toennesen LL, Meteran H, Hostrup M, Geiker NRW, Jensen CB, Porsbjerg C, et al. Effects of exercise and diet in nonobese asthma patients—a randomized controlled trial. J Allergy Clin Immunol Pract 2018;6:803-11. doi: 10.1016/j.jaip.2017.09.028.
29. Chen H, Wang D, Bai C, Wang X. Proteomics-based biomarkers in chronic obstructive pulmonary disease. J Proteome Res 2010;9:2798-808. doi: 10.1021/pr100063r.
30. Fattouh M, Alkady O. Inflammatory biomarkers in chronic obstructive pulmonary disease. Egypt J Chest Dis Tuberc 2014; 63:799-804. doi: 10.1016/j.ejcdt.2014.06.011.
31. Fogarty AW, Jones S, Britton JR, Lewis SA, McKeever TM. Systemic inflammation and decline in lung function in a general population: a prospective study. Thorax 2007;62:515-20. doi: 10.1136/thx.2006.066969.
32. Ahmadi-Abhari S, Kaptoge S, Luben RN, Wareham NJ, Khaw KT. Longitudinal association of C-reactive protein and lung function over 13 years: The EPIC-Norfolk. Am J Epidemiol 2014;179:48-56 doi: 10.1093/aje/kwt208.
33. Ilmarinen P, Tuomisto LE, Niemelä O, Danielsson J, Haanpää J, Kankaanranta T, et al. Comorbidities and elevated IL-6 associate with negative outcome in adult-onset asthma. Eur Respir J 2016;48:1052-62. doi: 10.1183/13993003.02198-2015.
34. Dekker MJ, Lee S, Hudson R, Kilpatrick K, Graham TE, Ross R, Robinson LE. An exercise intervention without weight loss decreases circulating interleukin-6 in lean and obese men with and without type 2 diabetes mellitus. Metabolism 2007;56:332-8.doi: 10.1016/j.metabol.2006.10.015.
35. Mikkelsen U, Couppé C, Karlsen A, Grosset J, Schjerling P, Mackey A, et al. Life-long endurance exercise in humans: circulating levels of inflammatory markers and leg muscle size. Mech Ageing Dev 2013;134:531-40. doi: 10.1016/j.mad.2013.11.004.
36. Sugawara K, Takahashi H, Kashiwagura T, Yamada K, Yanagida S, Homma M, et al. Effect of anti-inflammatory supplementation with whey peptide and exercise therapy in patients with COPD. Respir Med 2012;106:1526-34. doi: 10.1016/j.rmed.2012.07.001.
37. Larsen AI, Aukrust P, Aarsland T, Dickstein K. Effect of aerobic exercise training on plasma levels of tumor necrosis factor alpha in patients with heart failure. Am J Cardiol 2001;88:805-8. doi: 10.1016/S0002-9149(01)01859-8.
38. You T, Berman DM, Ryan AS, Nicklas BJ. Effects of hypocaloric diet and exercise training on inflammation and adipocyte lipolysis in obese postmenopausal women. J Clin Endocrinol Metab 2004;89:1739-46. doi: 10.1210/jc.2003-031310.
39. Scheele C, Nielsen S, Pedersen BK. ROS and myokines promote muscle adaptation to exercise. Trends Endocrinol Metab 2009;20:95-9. doi: 10.1016/j.tem.2008.12.002.
40. Smith JK, Dykes R, Douglas JE, Krishnaswamy G, Berk S. Long-term exercise and atherogenic activity of blood mononuclear cells in persons at risk of developing ischemic heart disease. JAMA 1999;281:1722-7. doi: 10.1001/jama.281.18.1722.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-09-05]

41. Timmerman KL, Flynn MG, Coen PM, Markofski MM, Pence BD. Exercise training-induced lowering of inflammatory (CD14+ CD16+) monocytes: a role in the anti-inflammatory influence of exercise? J Leukoc Biol 2008;84:1271-8. doi: 10.1189/jlb.0408244.
42. Gleeson M, McFarlin B, Flynn M. Exercise and Toll-like receptors. Exerc Immunol Rev 2006;12:34-53.
43. McFarlin BK, Flynn MG, Campbell WW, Craig BA, Robinson JP, Stewart LK, et al. Physical activity status, but not age, influences inflammatory biomarkers and toll-like receptor 4. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2006;61:388-93. doi: 10.1093/gerona/61.4.388.
44. Garrod R, Ansley P, Canavan J, Jewell A. Exercise and the inflammatory response in chronic obstructive pulmonary disease (COPD)—Does training confer anti-inflammatory properties in COPD? Med Hypotheses 2007;68:291-8. doi: 10.1016/j.mehy.2006.07.028.
45. Wood J, Vieira VJ, Keylock K. Exercise, inflammation, and innate immunity. Neurol Clin 2006;24:585-99. doi: 10.1016/j.iac.2009.02.011.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-09-05]