Feyz Medical Sciences Journal
2026, Volume 30, Issue 5
Pages: 625-644
Doi: 10.48307/FMSJ.2026.30.5.625
Review Article

Effects of Different Types of Exercise Training on Osteocalcin and Osteopontin Levels in Healthy Adults and Adults with Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis

Fatemeh Kazeminasab [1], Omid Zafarmand [2*], Sahar Parseh [3]

[1] Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanities, University of Kashan, Kashan, Iran
[2] Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Humanities, University of Yasouj, Yasouj, Iran
[3] Department of Sports Physiology, Faculty of Sports Sciences and Physical Education, Shahid Chamran Ahvaz, Ahvaz, Iran

[*]**Corresponding author: Omid Zafarmand,** Department of Physical Education and Sports Sciences, Faculty of Humanities, University of Yasouj, Yasouj, Iran
Email: Omidzafarmand2202@gmail.com

Received: 1 February 2026 **Revised:** 17 August 2026 **Accepted:** 17 August 2026

Abstract

Background and Aim: Osteocalcin (OCN) and osteopontin (OPN) are important bone biomarkers, and studies have reported inconsistent findings regarding the effects of exercise on their levels. This study aimed to investigate the effects of different types of exercise on OCN and OPN levels in adults with and without disease through a systematic review and meta-analysis.

Methods: This study was conducted in accordance with the Cochrane and PRISMA guidelines. A systematic search was performed from database inception through December 13, 2025, using PubMed, Scopus, Web of Science, Google Scholar, Magiran, Noormags, Irandoc, and SID. Eligible studies were randomized or non-randomized controlled clinical trials investigating exercise interventions in adults aged ≥18 years, both with and without disease, and including exercise and control groups. Non-original, animal, uncontrolled, or combined-intervention studies, as well as studies that lacked sufficient data or OCN/OPN outcomes, were excluded. Effect sizes were calculated using standardized mean differences (SMDs) with 95% confidence intervals (CIs). Heterogeneity was assessed using I^2, and publication bias was assessed using funnel plots and Egger's test. Analyses were performed using CMA2.

Results: Overall, 23 studies involving 28 exercise interventions and 740 adults were included. Exercise significantly increased OCN levels compared with the control groups (SMD = 0.792, 95% CI: 0.310–1.274, $P < 0.001$, $I^2 = 87.448\%$), whereas no significant change was observed in OPN levels (SMD = −0.161, 95% CI: −0.816–0.493, $P = 0.629$, $I^2 = 38.905\%$).

Conclusion: Different types of exercise increase OCN levels in adults with and without disease but do not significantly affect OPN levels. Given the high heterogeneity and potential publication bias for OCN, these findings should be interpreted cautiously. High-quality clinical trials with standardized methodologies are warranted.

Keywords: Exercise Training, Osteocalcin, Osteopontin, Adults, Chronic Diseases

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.48307/FMSJ.2026.30.5.625]

Copyright© 2026. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms. Downloaded from: http://feyz.kaums.ac.ir/

Extended Abstract

Background and Objective

OCN, which is primarily produced by osteoblasts, has been identified as a bone-derived hormone that may play a role in regulating insulin secretion and improving insulin sensitivity [3]. In contrast, OPN is an extracellular matrix glycoprotein that, in addition to its involvement in bone formation and remodeling, contributes to the regulation of inflammatory responses and immune cell function. Increased OPN levels under certain metabolic conditions have been associated with chronic inflammation and insulin resistance [5]. Therefore, although both OCN and OPN are considered biomarkers related to bone function and metabolic status, their biological pathways and functions differ. The relationship between them can be better explained within the context of the complex interaction between bone, inflammation, and energy metabolism [6,7].

Exercise is one of the most important non-pharmacological interventions and may play a role in the prevention and management of metabolic disorders through its effects on energy metabolism, systemic inflammation, and bone tissue function [8]. Current evidence suggests that mechanical and metabolic stimuli induced by various types of exercise can influence bone cell activity and the secretion of bone-derived factors. However, bone biomarker responses to exercise may vary depending on factors such as exercise type, intensity, and duration, as well as the characteristics of the studied population and the participants' health status [9,10]. Therefore, investigating the effects of different exercise modalities on biomarkers such as OCN and OPN in healthy individuals and patients may provide a better understanding of the mechanisms underlying bone adaptation and energy metabolism.

Despite the findings reported in previous meta-analyses, the present study has several important differences from earlier research. Previous meta-analyses have primarily focused on the effects of exercise on OCN in specific age groups or populations, such as children and adolescents [17], or have examined only a single bone biomarker (OCN) [10]. In contrast, the present study comprehensively investigates the effects of various exercise modalities (aerobic, resistance, combined, and other training methods) on two key bone biomarkers, OCN and OPN, in adults with and without disease. Furthermore, by including diverse clinical and non-clinical populations, this study enables the evaluation of bone biomarker responses to exercise under different health conditions.

Therefore, the aim of the present study was to conduct a systematic review and meta-analysis to investigate the effects of various exercise interventions on OCN and OPN levels in adults with and without disease. The findings of this study may contribute to a better understanding of the biological response of bone to exercise and assist in the development of evidence-based exercise programs.

Methods

This study was designed based on the Cochrane and PRISMA guidelines. A systematic search was conducted from database inception through December 13, 2025, in the following databases: PubMed, Scopus, Web of Science, Google Scholar, Magiran, Noormags, Irandoc, and SID.The inclusion criteria comprised all randomized and non-randomized controlled clinical trials that investigated the effects of various exercise interventions on OCN and OPN levels in adults(≥18 years) of both sexes, with and without disease, included at least an exercise intervention group and a control group, and provided sufficient data for effect size calculation.The exclusion

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.48307/FMSJ.2026.30.5.625]

criteria included non-original studies, animal studies, studies without a control group, studies with inseparable combined interventions, studies lacking sufficient statistical data, and studies that did not report OCN or OPN outcomes. The standardized mean difference (SMD) with a 95% confidence interval was used to calculate the effect size. Study heterogeneity was assessed using the I^2 statistic, and publication bias was evaluated using funnel plots and Egger's test. Data analysis was performed using CMA2 software.

Results

A total of 23 studies (28 exercise interventions), including 740 adult participants with and without diseases, were included in the meta-analysis. The results showed that various types of exercise significantly increased OCN levels (SMD=0.792, 95% CI: 0.310 to 1.274, P<0.001, I^2=87.448%) compared with the control group; however, changes in OPN levels (SMD=−0.161, 95% CI: −0.816 to 0.493, P=0.629, I^2=38.905%) were not statistically significant.

Conclusion

The findings of this meta-analysis indicate that the available evidence supports an association between exercise and increased OCN levels, whereas changes in OPN levels were not statistically significant. However, given the high heterogeneity among the included studies and the presence of publication bias in the analysis of OCN, these findings should be interpreted with caution. Although physical activity may contribute to improvements in certain indicators of bone metabolism, the current evidence is insufficient to determine the optimal type and dose of exercise or to confirm the clinical utility of OCN and OPN as biomarkers of the response to exercise. Therefore, well-designed randomized controlled trials with standardized methodologies, adequate sample sizes, and longer follow-up periods are warranted to confirm these findings.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.48307/FMSJ.2026.30.5.625]

مجله علوم پزشکی فیض
دوره ۳۰، شماره ۵ آذر و دی
صفحات: ٦٤٤-٦٢٥
Doi: 10.48307/FMSJ.2026.30.5.625
مقاله مروری

تأثیر انواع تمرینات ورزشی بر سطوح استئوکلسین و استئوپونتین در بزرگسالان سالم و مبتلا به بیماری‌ها: مرور نظام‌مند و فراتحلیل

فاطمه کاظمی نسب[۱]، امید ظفرمند[۲*]، سحر پارسه[۳]

[۱] گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران
[۲] گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران
[۳] گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی و تربیت بدنی، شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

دریافت مقاله: ۱۴۰۴/۱۱/۱۲ **اصلاح مقاله:** ۱۴۰۵/۰۵/۲۶ **پذیرش مقاله:** ۱۴۰۵/۰۵/۲۶

چکیده

زمینه و هدف: استئوکلسین (OCN) و استئوپونتین (OPN) از بیومارکرهای مهم استخوان هستند و مطالعات مختلف، نتایج متفاوتی درباره تأثیر ورزش بر سطوح آن‌ها گزارش کرده‌اند. بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی تأثیر انواع تمرینات ورزشی بر سطوح OCN و OPN در بزرگسالان مبتلا و غیرمبتلا به بیماری‌ها، به روش مرور نظام‌مند و فراتحلیل انجام شد.

روش‌ها: این مطالعه براساس دستورالعمل‌های کاکرین و PRISMA انجام شد. جست‌وجوی نظام‌مند از ابتدا تا ۲۲ آذر ۱۴۰۴ (۱۳ دسامبر ۲۰۲۵) در پایگاه‌های PubMed، Scopus، Web of Science، Google Scholar، Magiran، Noormags، Irandoc و SID انجام گرفت. معیارهای ورود شامل کارآزمایی‌های بالینی تصادفی و غیرتصادفی بود که تأثیر انواع تمرینات ورزشی بر سطوح OCN و OPN را در بزرگسالان ۱۸ سال و بالاتر، از هر دو جنس، بررسی کرده و دارای گروه مداخله تمرینی و شاهد بودند. برای محاسبه اندازه اثر از تفاوت میانگین استانداردشده (SMD) با فاصله اطمینان ۹۵٪ استفاده شد. ناهمگونی مطالعات با شاخص I^2 و سوگیری انتشار با نمودار قیفی و آزمون ایگر بررسی شد. تحلیل‌ها با نرم‌افزار CMA2 انجام گرفت.

یافته‌ها: در مجموع، ۲۳ مطالعه شامل ۲۸ مداخله ورزشی و ۷۴۰ شرکت‌کننده وارد فراتحلیل شدند. تمرینات ورزشی موجب افزایش معنادار سطح OCN در مقایسه با گروه شاهد شد (I^2=۸۷/۴۴۸، P<۰/۰۰۱، ۰/۳۱۰ الی ۱/۲۷۴ :CI ۹۵٪، SMD=۰/۷۹۲). بااین‌حال، تغییرات سطح OPN از نظر آماری معنادار نبود (I^2=۳۸/۹۰۵، P=۰/۶۲۹، ۰/۸۱۶- الی ۰/۴۹۳ :CI ۹۵٪، SMD=-۰/۱۶۱).

نتیجه‌گیری: انواع تمرینات ورزشی موجب افزایش سطح OCN در بزرگسالان مبتلا و غیرمبتلا به بیماری‌ها می‌شوند، اما تأثیر معناداری بر سطح OPN ندارند. با توجه به ناهمگونی بالای مطالعات و احتمال سوگیری انتشار در مطالعات OCN، تفسیر این یافته‌ها باید با احتیاط انجام شود. انجام کارآزمایی‌های بالینی با کیفیت بالا و روش‌شناسی استاندارد برای تأیید این نتایج ضروری است.

کلیدواژه‌ها: تمرینات ورزشی، استئوکلسین، استئوپونتین، بزرگسال، بیماری مزمن

*نویسنده مسئول: **امید ظفرمند** پست الکترونیک: Omidzafarmand2202@gmail.com
آدرس: گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-29]
[DOI: 10.48307/FMSJ.2026.30.5.625]

مقدمه

اختلالات متابولیک و بیماری‌های وابسته به آن‌ها، از جمله چاقی و دیابت نوع دو، از مهم‌ترین مسائل سلامت عمومی در سطح جهانی به شمار می‌روند [۱]. یافته‌های جدید نشان می‌دهد که بافت استخوان تنها یک ساختار حمایتی نیست، بلکه به‌عنوان یک اندام فعال در فرآیندهای متابولیکی، در تنظیم تعادل انرژی نیز نقش دارد [۳،۲]. در این راستا، برخی زیست‌نشانگرهای استخوانی، از جمله استئوکلسین (Osteocalcin; OCN) و استئوپونتین (Osteopontin; OPN)، به‌عنوان عوامل کلیدی در تعامل میان متابولیسم استخوان و متابولیسم انرژی مطرح شده‌اند [۴].

OCN که عمدتاً توسط استئوبلاست‌ها تولید می‌شود، به‌عنوان یک هورمون مشتق از استخوان مطرح است که می‌تواند در تنظیم ترشح انسولین و بهبود حساسیت به آن نقش داشته باشد [۳]. در مقابل، OPN یک گلیکوپروتئین ماتریکس خارج سلولی است که علاوه بر مشارکت در فرآیندهای استخوان‌سازی و بازسازی استخوان، در تنظیم پاسخ‌های التهابی و عملکرد سلول‌های ایمنی نیز نقش دارد و افزایش سطوح آن در برخی شرایط متابولیکی با التهاب مزمن و مقاومت به انسولین مرتبط گزارش شده است [۵]. بنابراین، اگرچه OCN و OPN هر دو به‌عنوان نشانگرهای مرتبط با عملکرد استخوان و وضعیت متابولیکی بدن مطرح هستند، اما مسیرهای زیستی و عملکردهای آن‌ها متفاوت بوده و ارتباط میان آن‌ها بیشتر در چارچوب تعامل پیچیده بین استخوان، التهاب و متابولیسم انرژی قابل تبیین است [۷،۶].

تمرینات ورزشی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مداخلات غیردارویی، از طریق تأثیر بر متابولیسم انرژی، التهاب سیستمیک و عملکرد بافت استخوان، می‌توانند در پیشگیری و مدیریت اختلالات متابولیکی نقش داشته باشند [۸]. شواهد موجود نشان می‌دهد که محرک‌های مکانیکی و متابولیکی ناشی از انواع تمرینات ورزشی می‌توانند بر فعالیت سلول‌های استخوانی و ترشح فاکتورهای مشتق از استخوان تأثیرگذار باشند. بااین‌حال، پاسخ بیومارکرهای استخوانی به تمرین ممکن است تحت تأثیر عواملی مانند نوع، شدت و مدت تمرین، ویژگی‌های جمعیت مورد مطالعه و وضعیت سلامت افراد متفاوت باشد [۱۰،۹]. ازاین‌رو، بررسی اثر انواع تمرینات ورزشی بر بیومارکرهایی مانند OCN و OPN در افراد سالم و مبتلا به بیماری، می‌تواند درک بهتری از سازوکارهای سازگاری استخوان و متابولیسم انرژی فراهم کند.

با وجود افزایش مطالعات در زمینه اثرات تمرینات ورزشی بر بیومارکرهای استخوانی، نتایج پژوهش‌های انجام‌شده درباره تغییرات سطوح سرمی OCN و OPN همچنان یکسان نیست. برخی مطالعات افزایش معنادار OCN پس از تمرینات ورزشی را گزارش کرده‌اند [۱۲،۱۱]. در حالی که برخی دیگر تغییرات معناداری مشاهده نکرده‌اند [۱۴،۱۳]. همچنین، نتایج مربوط به OPN متناقض بوده و در برخی مطالعات کاهش سطوح آن پس از تمرین گزارش شده است [۱۵]، اما در مطالعه‌ای دیگر تغییر قابل‌توجهی مشاهده نشده است [۱۶]. در همین راستا، یک مطالعه مرور نظام‌مند و فراتحلیل نشان داد که تمرینات ورزشی می‌توانند موجب افزایش معنادار سطوح سرمی OCN شوند [۱۰]. یک فراتحلیل دیگر گزارش کرد که تمرینات ورزشی باعث افزایش OCN در کودکان و نوجوانان شده است [۱۷]. بااین‌حال، به دلیل تفاوت در ویژگی‌های جمعیت مورد مطالعه، نوع و مدت تمرینات و شرایط بالینی شرکت‌کنندگان، هنوز شواهد جامعی درباره اثر تمرینات ورزشی بر OCN و OPN در بزرگسالان با و بدون بیماری وجود ندارد.

با وجود نتایج گزارش‌شده در فراتحلیل‌های پیشین، مطالعه حاضر دارای تفاوت‌های مهمی با پژوهش‌های قبلی است. فراتحلیل‌های گذشته عمدتاً بر اثر تمرینات ورزشی بر OCN در گروه‌های سنی یا جمعیت‌های خاص مانند کودکان و نوجوانان تمرکز داشته‌اند [۱۷] یا تنها یک بیومارکر استخوانی (OCN) را مورد بررسی قرار داده‌اند [۱۰]. در مقابل، مطالعه حاضر به‌صورت جامع اثر انواع تمرینات ورزشی (هوازی، مقاومتی، ترکیبی و سایر روش‌های تمرینی) را بر دو بیومارکر کلیدی استخوانی شامل OCN و OPN در بزرگسالان با و بدون بیماری بررسی کرده است. همچنین، این مطالعه با دربرگیری جمعیت‌های مختلف بالینی و غیربالینی، امکان ارزیابی پاسخ بیومارکرهای استخوانی به تمرین در شرایط متفاوت سلامت را فراهم می‌سازد. بنابراین، هدف مطالعه حاضر انجام یک مرور نظام‌مند و فراتحلیل برای بررسی اثر انواع تمرینات ورزشی بر سطوح OCN و OPN در بزرگسالان با و بدون بیماری است. نتایج این پژوهش می‌تواند به درک بهتر پاسخ بیولوژیکی استخوان به تمرین و طراحی برنامه‌های ورزشی مبتنی بر شواهد کمک کند.

روش‌ها

جامعه و نمونه آماری

این پژوهش یک فراتحلیل با رویکرد مرور نظام‌مند بود که با هدف بررسی تأثیر انواع تمرینات ورزشی بر بیومارکرهای متابولیسم استخوان (OCN و OPN) در بزرگسالان با و بدون بیماری انجام شد. طراحی و گزارش مطالعه براساس دستورالعمل‌های کاکرین (Cochrane) و پریزما (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses, PRISMA) انجام شده است [۱۸, ۱۹].

راهبرد و استراتژی‌های جستجوی مطالعات

برای شناسایی تمامی مطالعات منتشرشده مرتبط با تأثیر انواع تمرینات ورزشی بر بیومارکرهای متابولیسم استخوان (OCN و OPN) در بزرگسالان با و بدون بیماری، یک جستجوی نظام‌مند و ساختاریافته در چندین پایگاه علمی بین‌المللی انجام گرفت. این جستجو مطابق دستورالعمل پریزما (PRISMA) نسخه ۲۰۲۰ طراحی شد و شامل جستجوی الکترونیکی، جستجوی دستی و مرور

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.48307/FMSJ.2026.30.5.625]

منابع مطالعات مرتبط بود. بر همین اساس، پایگاه‌های داده جستجو شده برای مقالات انگلیسی‌زبان شامل پاب‌مد (PubMed)، اسکوپوس (Scopus)، وب‌آوساینس (Web of Science) و گوگل اسکالر (Google Scholar) و برای مقالات فارسی‌زبان شامل مگیران (Magiran)، نورمگز (Noormags)، ایرانداک (Irandoc)و جهاد دانشگاهی (SID) بودند. جستجو از ابتدا تا ۲۲ آذر ۱۴۰۴ / ۱۳ دسامبر ۲۰۲۵ انجام گرفت. هنگام تدوین راهبرد جستجو، از عملگرهای بولی AND، OR و گاهی NOT برای ترکیب کلیدواژه‌ها استفاده شد و جستجوی مقالات فارسی‌زبان و انگلیسی‌زبان با استفاده از کلیدواژه‌های زیر انجام گرفت:

("ورزش" OR "فعالیت بدنی" OR "تمرین ورزشی" OR "تمرین هوازی" OR "تمرین مقاومتی" OR "تمرین قدرتی" OR "تمرین استقامتی" OR "تمرین ترکیبی" OR "تمرین تناوبی با شدت بالا") AND ("HIIT" OR "استئوکلسین" OR "OCN" OR "استئوکلسین غیروکربوکسیله" OR "ucOC" OR "استئوپونتین" OR "OPN") AND ("بزرگسال" OR "بزرگسالان")

("Exercise" OR "Physical Activity" OR "Exercise Training" OR "Aerobic Exercise" OR "Resistance Training" OR "Strength Training" OR "Endurance Training" OR "Combined Training" OR "High-Intensity Interval Training" OR "HIIT") AND ("Osteocalcin" OR "OCN" OR "Undercarboxylated Osteocalcin" OR "ucOC" OR "Osteopontin" OR "OPN") AND ("Adult" OR "Adults")

نتایج حاصل از جستجوی PubMed، Scopus، Web of Science، Google Scholar، Magiran، Noormags، Irandoc و SID پس از استخراج، وارد فرآیند غربالگری شدند. در مرحله نخست، رکوردهای تکراری حذف گردیدند. سپس عناوین و چکیده مطالعات باقی‌مانده به‌صورت مستقل توسط سه محقق بررسی شد و مطالعاتی که با سؤال پژوهش یا معیارهای ورود مطابقت نداشتند، حذف شدند. در مرحله بعد، متن کامل مطالعات بالقوه مرتبط بررسی و واجد شرایط بودن آن‌ها براساس معیارهای ورود و خروج از پیش تعیین‌شده ارزیابی شد. مطالعاتی که فاقد طراحی مناسب، گروه مقایسه، داده‌های مورد نیاز یا متغیرهای اصلی پژوهش بودند، از فرآیند انتخاب حذف شدند. در نهایت، مطالعات واجد شرایط پس از تأیید نهایی وارد مرحله استخراج داده‌ها، ارزیابی کیفیت روش‌شناختی و انجام فراتحلیل شدند.

چارچوب PICO

این مطالعه مرور نظام‌مند و فراتحلیل براساس چارچوب PICOطراحی و اجرا شد. در این چارچوب، جمعیت مورد مطالعه (Population)شامل بزرگسالان (۱۸ سال و بالاتر) با و بدون بیماری بود. مداخله ورزشی (Intervention) شامل انواع تمرینات ورزشی ساختاریافته، از جمله تمرین هوازی، تمرین مقاومتی، تمرین ترکیبی، تمرین استقامتی و تمرین تناوبی با شدت بالا (HIIT) بود. مقایسه (Comparison) شامل گروه شاهد بود که هیچ‌گونه برنامه تمرین ورزشی دریافت نکرده یا مراقبت معمول را دریافت کرده بودند. پیامدها (Outcomes) شامل تغییرات سطوح بیومارکرهای متابولیسم استخوان OCN و OPN اندازه‌گیری‌شده در سرم یا پلاسما بودند. بر این اساس، سؤال اصلی پژوهش این بود که آیا انواع تمرینات ورزشی می‌توانند در مقایسه با گروه شاهد یا مقادیر پایه، سطوح بیومارکرهای متابولیسم استخوان OCN و OPN را در بزرگسالان با و بدون بیماری تغییر دهند یا خیر؟

معیارهای ورود و خروج مطالعات

معیارهای ورود شامل کارآزمایی‌های بالینی تصادفی (Randomized Controlled Trial, RCT)و مطالعات غیرتصادفی-(Non-Randomized Controlled Trial, Non-RCT) بودند که اثر انواع تمرینات ورزشی را در مقایسه با گروه شاهد در بزرگسالان (۱۸ سال به بالا) از هر دو جنس، با و بدون بیماری، بررسی کرده بودند. مطالعات باید دارای حداقل یک گروه مداخله تمرینی و یک گروه شاهد بوده و یکی از بیومارکرهای OCNیا OPN را گزارش کرده باشند. همچنین، وجود داده‌های کافی برای محاسبه اندازه اثر و استفاده از روش‌های معتبر آزمایشگاهی مانند ELISA الزامی بود. تنها مطالعات منتشرشده به زبان فارسی یا انگلیسی وارد تحلیل شدند.

معیارهای خروج شامل مطالعات غیر اصیل (مرورهای سیستماتیک، فراتحلیل‌ها، نامه به سردبیر، خلاصه‌های همایش و پایان‌نامه‌های فاقد داده قابل استخراج) بودند که از تحلیل حذف شدند. همچنین، مطالعات حیوانی، مطالعات فاقد گروه شاهد یا فاقد امکان مقایسه مستقیم و مطالعات دارای مداخلات ترکیبی (تمرین همراه با مداخلات دارویی یا تغذیه‌ای بدون امکان تفکیک اثر تمرین) کنار گذاشته شدند. مطالعاتی که هیچ‌یک از بیومارکرهای مورد نظر، OCN یا OPN، را گزارش نکرده یا داده‌های آماری کافی برای محاسبه اندازه اثر نداشتند نیز حذف شدند. در نهایت، مطالعاتی با روش‌های غیر استاندارد سنجش بیومارکرها یا مطالعاتی که داده‌های آن‌ها قابل دسترسی نبود نیز از تحلیل خارج شدند.

گردآوری و ثبت اطلاعات

پس از شناسایی و انتخاب مطالعات واجد شرایط طبق معیارهای ورود و خروج، فرآیند جمع‌آوری داده‌ها به‌صورت سیستماتیک و استاندارد انجام شد. این مرحله شامل اطلاعات مندرج در جدول-۲ مربوط به جزئیات ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها، شامل نویسنده اول و سال انتشار مطالعه، کشور، تعداد آزمودنی‌ها و جنسیت، متغیرها، سن و شاخص توده بدنی، و در جدول ۳، توصیف پروتکل‌های تمرین، شامل نویسنده اول و سال انتشار مطالعه، نوع مداخله، طول مداخله، تعداد جلسات در هفته و

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.48307/FMSJ.2026.30.5.625]

شدت تمرین بود که استخراج شد [۲۱،۲۰]. چنانچه داده‌های کافی برای انجام فراتحلیل در مقاله ارائه نشده بود، با نویسنده مسئول از طریق ایمیل تماس گرفته شد تا اطلاعات مورد نیاز دریافت گردد. در موارد عدم دسترسی به داده‌های خام یا عدم پاسخ‌دهی نویسندگان، مقادیر مورد نیاز از نمودارهای موجود در مقالات با استفاده از نرم‌افزار GetData Graph Digitizer استخراج شد. به‌منظور افزایش دقت و کاهش خطای اندازه‌گیری، استخراج داده‌ها به‌صورت مستقل و در دو نوبت توسط محققین انجام شد و در صورت نیاز، انحراف استاندارد (Standard Deviation, SD) از خطای استاندارد میانگین (Standard Error of the Mean, SEM) با استفاده از فرمول $SD = SEM \times \sqrt{n}$ که در آن n حجم نمونه هر گروه بود محاسبه شد [۲۲،۲۰].

در صورت عدم دسترسی به داده‌های مورد نیاز پس از تماس با نویسندگان و عدم امکان استخراج از نمودارها، مطالعات از تحلیل حذف شدند. داده‌ها به‌طور مستقل توسط هر سه محقق جمع‌آوری شد و اختلافات احتمالی از طریق تبادل نظر برطرف شد و در جدول-۲ ارائه شده است.

ارزیابی معیارهای کیفیت مطالعات

مطالعات واردشده به این فراتحلیل، متناسب با نوع طراحی مطالعه، از نظر کیفیت روش‌شناختی و خطر سوگیری ارزیابی شدند. به‌طور مشخص، کیفیت روش‌شناختی مطالعات کارآزمایی تصادفی‌سازی‌شده (RCT) با استفاده از چک‌لیست PEDro [23,24]و خطر سوگیری مطالعات غیرتصادفی (Non-RCT) با استفاده از ابزار Risk Of Bias In Non-randomized Studies of Interventions (ROBINS-I)بررسی شد.

در این فراتحلیل، کیفیت روش‌شناختی مطالعات RCT بر اساس ۱۱ معیار چک‌لیست PEDro ارزیابی شد. مطابق دستورالعملPEDro ، معیار نخست، مربوط به معیارهای ورود، در محاسبه امتیاز نهایی لحاظ نمی‌شود. همچنین، با توجه به ماهیت مداخلات ورزشی و عدم امکان عملی کورسازی شرکت‌کنندگان و درمانگران یا مجریان مداخله در اغلب مطالعات، دو معیار مربوط به کورسازی شرکت‌کنندگان و درمانگران نیز قابل اجرا نبودند و در محاسبه امتیاز نهایی در نظر گرفته نشدند. بنابراین، امتیاز کیفیت روش‌شناختی مطالعات RCT بر اساس ۹ معیار قابل ارزیابی محاسبه شد. برای هر معیار، در صورت احراز، نمره ۱ («بله») و در صورت عدم احراز، نمره ۰ («خیر») در نظر گرفته شد؛ بنابراین، دامنه امتیاز نهایی مطالعات از ۰ تا ۹ بود. بر اساس آستانه تعیین‌شده در این مطالعه، مطالعات با امتیاز ۶ یا بیشتر به‌عنوان مطالعات با کیفیت بالا و مطالعات با امتیاز کمتر از ۶ به‌عنوان مطالعات با کیفیت متوسط طبقه‌بندی شدند. این آستانه‌بندی با هدف ایجاد یک چارچوب شفاف و یکسان برای تفسیر کیفیت روش‌شناختی مطالعات انجام شد.

معیارهای مورد استفاده شامل موارد زیر بودند:

۱. **تخصیص تصادفی شرکت‌کنندگان به گروه‌ها**، به‌منظور کاهش سوگیری انتخاب؛
۲. **پنهان‌سازی تخصیص** (Allocation Concealment)، به‌منظور جلوگیری از آگاهی پژوهشگران یا شرکت‌کنندگان از توالی تخصیص پیش از ورود به مطالعه؛
۳. **همسانی گروه‌ها در ابتدای مطالعه** از نظر مهم‌ترین ویژگی‌های پایه و متغیرهای اصلی، به‌گونه‌ای که تفاوت قابل‌توجهی بین گروه‌ها وجود نداشته باشد؛
۴. **کورسازی ارزیاب پیامدها**، به‌منظور کاهش سوگیری در اندازه‌گیری و ثبت نتایج؛
۵. **پیگیری مناسب شرکت‌کنندگان**، به‌گونه‌ای که داده‌های حداقل ۸۵ درصد افراد تخصیص یافته در پایان مطالعه در دسترس باشد؛
۶. **انجام تحلیل بر اساس اصل قصد درمان** (Intention-to-Treat; ITT)، به این معنا که شرکت‌کنندگان بر اساس گروه اولیه تخصیص‌یافته تحلیل شوند، حتی در صورت عدم تکمیل مداخله یا خروج از مطالعه؛
۷. **گزارش مقایسه‌های آماری بین گروه‌ها** برای پیامدهای اصلی مطالعه، به‌منظور ارزیابی اثربخشی مداخله؛
۸. **ارائه برآوردهای نقطه‌ای و شاخص‌های پراکندگی**، از جمله میانگین و انحراف معیار یا سایر شاخص‌های مناسب، به‌منظور افزایش شفافیت گزارش نتایج و امکان استفاده از داده‌ها در فراتحلیل؛ و
۹. **گزارش کامل نتایج آماری پیامدهای اصلی**، شامل مقدار P و، در صورت امکان، فاصله اطمینان (Confidence Interval; CI)، به‌منظور قضاوت دقیق‌تر درباره معناداری آماری و اندازه اثر.

نتایج ارزیابی کیفیت روش‌شناختی مطالعات RCT در جدول-۳ ارائه شده است.

همچنین، خطر سوگیری در مطالعات Non-RCT با استفاده از ابزار ROBINS-Iارزیابی شد. این ابزار خطر سوگیری را در هفت حوزه شامل سوگیری ناشی از عوامل مخدوش‌کننده (Bias due to Confounding)، سوگیری در انتخاب شرکت‌کنندگان (Bias in Selection of Participants)، سوگیری در طبقه‌بندی مداخلات (Bias in Classification of Interventions)، سوگیری ناشی از انحراف از مداخلات موردنظر (Bias due to Deviations from Intended Interventions)، سوگیری ناشی از داده‌های ناقص (Bias due to Missing Data)، سوگیری در اندازه‌گیری پیامدها (Bias in Measurement of Outcomes) و سوگیری در

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-29]
[DOI: 10.48307/FMSJ.2026.30.5.625]

انتخاب نتایج گزارش‌شده (Bias in Selection of the Reported Result) بررسی می‌کند.

در هر یک از این حوزه‌ها، مطالعات بر اساس یکی از سطوح خطر سوگیری پایین (Low)، متوسط (Moderate)، جدی (Serious)، بحرانی (Critical) یا بدون اطلاعات کافی (No Information)طبقه‌بندی شدند. در نهایت، با در نظر گرفتن ارزیابی تمامی حوزه‌ها، قضاوت کلی درباره خطر سوگیری هر مطالعه انجام شد. برخلاف ابزارهای دارای امتیاز عددی، ROBINS-I امتیاز کلی عددی ارائه نمی‌کند و خطر سوگیری را برای هر حوزه و در نهایت برای کل مطالعه، به‌صورت کیفی گزارش می‌کند. استفاده از این ابزار امکان ارزیابی نظام‌مند و متناسب خطر سوگیری در مطالعات Non-RCT را فراهم کرده و به بررسی دقیق‌تر تأثیر سوگیری‌های احتمالی بر نتایج فراتحلیل کمک می‌کند.

نتایج ارزیابی خطر سوگیری مطالعات Non-RCT در جدول ۴ ارائه شده است.

ارزیابی کیفیت روش‌شناختی و خطر سوگیری مطالعات RCT و Non-RCT به‌صورت مستقل توسط هر سه پژوهشگر انجام شد و در موارد وجود اختلاف‌نظر، اختلاف‌ها از طریق بحث و تبادل‌نظر و دستیابی به توافق میان پژوهشگران برطرف شد.

تجزیه و تحلیل آماری

این فراتحلیل با هدف بررسی تأثیر انواع تمرینات ورزشی بر بیومارکرهای متابولیسم استخوان، شامل استئوکلسین (OCN) و استئوپونتین (OPN)، انجام شد. برای تحلیل داده‌ها، میانگین، انحراف معیار و حجم نمونه هر مطالعه استخراج و تفاوت میانگین استانداردشده(Standardized Mean Difference; SMD) به همراه فاصله اطمینان ۹۵ درصد (95% Confidence Interval; 95% CI) محاسبه شد. تحلیل‌ها با استفاده از مدل اثرات تصادفی (Random-Effects Model) انجام گرفت [۲۵].

ناهمگونی بین مطالعات با استفاده از شاخص I^2ارزیابی شد و بر اساس دستورالعمل کاکرین، به چهار سطح شامل ناهمگونی کم (<25%)، خفیف (۲۵–۵۰٪)، متوسط (۵۰–۷۵٪) و زیاد (>75%)طبقه‌بندی شد [۲۷،۲۶]. به‌منظور بررسی پایداری نتایج و تأثیر هر یک از مطالعات بر برآورد کلی اندازه اثر، تحلیل حساسیت به روش حذف تک‌مطالعه‌ای (Leave-One-Out) انجام شد. در صورت وجود ناهمگونی قابل‌توجه، تحلیل‌های تکمیلی، شامل متارگرسیون (Meta-regression) و تحلیل زیرگروه (Subgroup Analysis)، برای شناسایی منابع احتمالی ناهمگونی انجام شد.

برای بررسی احتمال سوگیری انتشار (Publication Bias)، از نمودار قیفی (Funnel Plot) و آزمون ایگر (Egger's Test) استفاده شد و سطح معناداری آماری کمتر از ۰.۰۵ در نظر گرفته شد.

تمامی تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار Comprehensive Meta-Analysis (CMA)، نسخه ۲ (Biostat, Inc., Englewood, NJ, USA) انجام شد [۲۹،۲۸].

ملاحظات اخلاقی: این مطالعه فراتحلیل بر اساس مطالعات منتشر شده قبلی و داده‌های در دسترس عمومی انجام شد. هیچ‌گونه مداخله مستقیمی بر روی انسان یا حیوان صورت گرفته نشد؛ بنابراین، اخذ تأییدیه کمیته اخلاق و رضایت آگاهانه ضروری نیست. اصول صداقت علمی، محرمانگی اطلاعات، ارجاع‌دهی صحیح و گزارش بی‌طرفانه نتایج در تمام مراحل پژوهش رعایت شد. این پروتکل در سامانه PROSPERO با کد CRD420261490291 ثبت شده است.

نتایج

در جستجوی نظام‌مند انجام‌شده در پایگاه‌های اطلاعاتی بین‌المللی، تعداد ۱۰۸۱ مقاله از PubMed، ۱۰۳۵ مقاله از Scopus، ۱۱۵۳ مقاله از Web of Science و ۳۸۰۰ مقاله از Google Scholar شناسایی شد. با توجه به محدودیت Google Scholar در اعمال راهبردهای جستجوی پیشرفته مشابه پایگاه‌های اطلاعاتی تخصصی، تمامی نتایج بازیابی‌شده مورد بررسی قرار نگرفت. از مجموع ۳۸۰۰ نتیجه شناسایی‌شده، ۱۰۰ صفحه اول نتایج، معادل ۱۰۰۰ رکورد اولیه، بر اساس ترتیب نمایش در Google Scholar بررسی و غربالگری شد. پس از بررسی عنوان و چکیده، در مجموع ۴۲۶۹ رکورد از پایگاه‌های اطلاعاتی بین‌المللی برای ادامه فرایند غربالگری شناسایی شد. نحوه جستجوی مطالعات در پایگاه‌های اطلاعاتی در جدول ۱ ارائه شده است.

همچنین، به‌منظور شناسایی مطالعات تکمیلی، جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی داخلی انجام شد که طی آن ۶ مقاله از Magiran، ۴ مقاله از NoorMags، ۳ مقاله از IranDoc و ۶ مقاله از SID استخراج شد. در مجموع، ۱۹ مقاله دیگر به نتایج جستجوی اولیه افزوده شد. بنابراین، با تجمیع نتایج حاصل از تمامی پایگاه‌های اطلاعاتی، تعداد 4288رکورد وارد مرحله غربالگری شد.

در مرحله نخست، پس از حذف ۲۵۵۲ رکورد تکراری، تعداد ۱۷۳۶رکورد برای ارزیابی اولیه باقی ماند. بررسی عنوان و چکیده نشان داد که ۱۶۷۷ مقاله با معیارهای ورود به مطالعه مطابقت ندارند و از فرایند بررسی حذف شدند. در نتیجه، ۵۹ مقاله برای ارزیابی متن کامل انتخاب شد.

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-29]

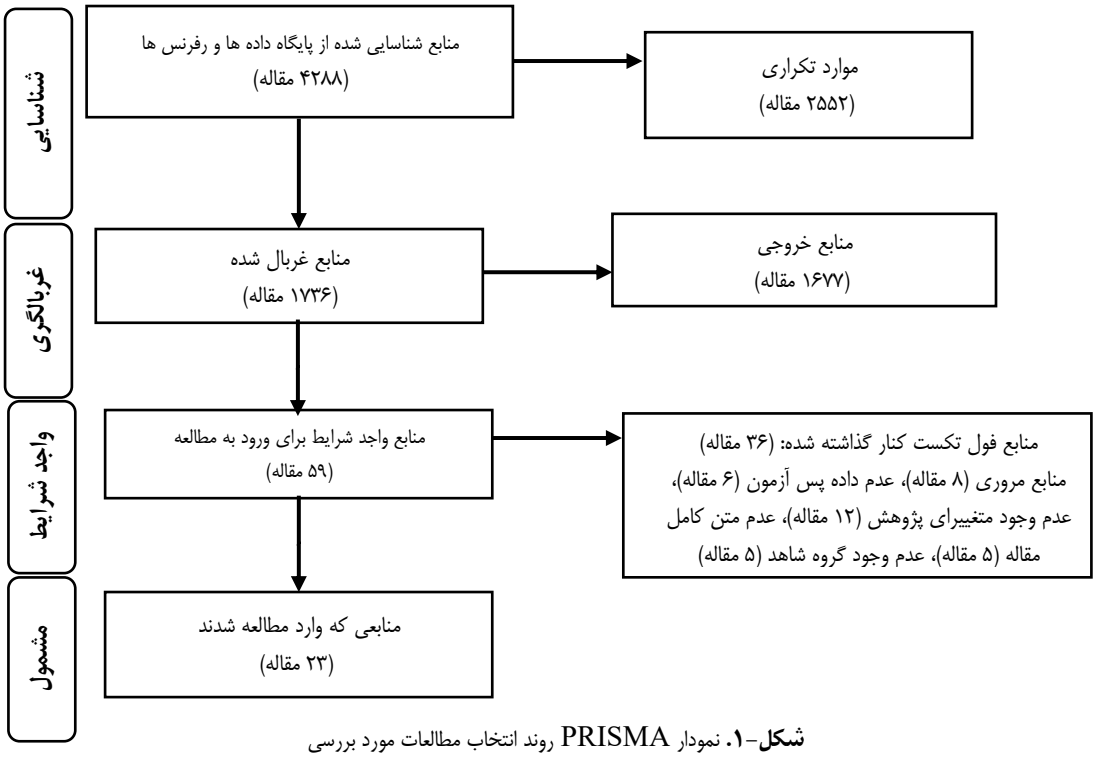
[DOI: 10.48307/FMSJ.2026.30.5.625]

در مرحله ارزیابی متن کامل، ۳۶ مطالعه به دلایل مختلف از ادامه فرایند حذف شدند. این دلایل شامل مطالعه مروری (۸ مقاله)، عدم ارائه داده‌های پس‌آزمون (۶ مقاله)، عدم وجود متغیرهای موردنظر پژوهش (۱۲ مقاله)، در دسترس نبودن متن کامل مقاله (۵ مقاله) و عدم وجود گروه شاهد (۵ مقاله) بود. در نهایت، ۲۳ مطالعه معیارهای ورود را احراز کردند و وارد فرایند ارزیابی کیفی و فراتحلیل شدند.

جدول-۱. نحوه جستجوی مطالعات خارجی

پایگاه‌ها	دستور جستجو	نتایج
PubMed	("Exercise"[Mesh] OR exercise* OR "physical activity" OR "exercise training" OR training OR "aerobic exercise" OR "resistance training" OR "strength training" OR "endurance training" OR "combined training" OR "high-intensity interval training" OR HIIT) AND ("Osteocalcin"[Mesh] OR osteocalcin OR OCN OR "undercarboxylated osteocalcin" OR ucOC OR "Osteopontin"[Mesh] OR osteopontin OR OPN) AND (adult* OR men OR women OR human*)	1081
Scopus	TITLE-ABS-KEY (exercise* OR "physical activity" OR "exercise training" OR training OR "aerobic exercise" OR "resistance training" OR "strength training" OR "endurance training" OR "combined training" OR HIIT OR "high intensity interval training") AND TITLE-ABS-KEY (osteocalcin OR OCN OR "undercarboxylated osteocalcin" OR ucOC OR osteopontin OR OPN) AND TITLE-ABS-KEY (adult* OR men OR women)	1035
Web of science	TS=(exercise* OR "physical activity" OR "exercise training" OR training OR "aerobic exercise" OR "resistance training" OR "strength training" OR "combined training" OR HIIT OR "high intensity interval training") AND TS=(Osteocalcin OR OCN OR "undercarboxylated osteocalcin" OR ucOC OR osteopontin OR OPN) AND TS=(adult* OR men OR women)	1153
Google Scholar	(exercise OR "exercise training" OR "physical activity" OR "aerobic exercise" OR "resistance training" OR HIIT OR "combined training") AND (adults OR men OR women) AND ("osteocalcin" OR OCN OR "undercarboxylated osteocalcin") OR ("osteopontin" OR OPN) AND (adult* OR men OR women)	1000

روند جستجو، غربالگری، انتخاب و ورود مطالعات به فراتحلیل در **شکل-۱، نمودار PRISMA** ، ارائه شده است. مطالعات واردشده شامل کارآزمایی‌های بالینی تصادفی‌شده (**RCT**) و مطالعات غیرتصادفی (**Non-RCT**) بودند. از مجموع ۲۳ مطالعه واردشده، **۱۳ مطالعه دارای طراحی RCT و ۱۰ مطالعه دارای طراحی Non-RCT** بودند.



شکل-۱. نمودار PRISMA روند انتخاب مطالعات مورد بررسی

ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها

در مجموع تعداد ۷۴۰ شرکت کننده بزرگسال با و بدون بیماری با میانگین سنی ۳/۷۲ ± ۴۱/۹۳ سال و شاخص توده بدنی ۲/۹۳ ± ۳۱/۳۴ کیلوگرم بر متر مربع در مطالعات مورد بررسی قرار گرفتند. در گروه مداخله تمرین ورزشی تعداد ۴۱۹ شرکت کننده با میانگین سنی ۴/۲۲ ± ۴۲/۱۳ سال و شاخص توده بدنی ۲/۷۴ ± ۳۰/۷۴ کیلوگرم بر متر مربع و در گروه شاهد تعداد ۳۲۱ شرکت کننده با میانگین سنی ۳/۵۰ ± ۴۲/۰۸ سال و شاخص توده بدنی

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-29]
[DOI: 10.48307/FMSJ.2026.30.5.625]

۲/۷۴ ± ۳۱/۲۳ کیلوگرم بر متر مربع بودند. در مطالعات وارد شده، گروه شاهد هیچ‌گونه تمرین ورزشی انجام ندادند. تعداد شرکت کنندگان در مطالعات حداقل ۱۶ نفر [۱۲, ۱۴, ۳۰, ۳۱] و حداکثر ۶۲ نفر [۳۲] بودند، ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها در جدول-۲ ارائه شده است.

جدول-۲. ویژگی توصیفی آزمودنی‌ها

محققان – سال انتشار	کشور	نمونه (جنسیت)	نوع مطالعه	ویژگی شرکت کنندگان	متغییر	سن (سال)	شاخص توده بدن (کیلوگرم بر متر مربع)
						انحراف استاندار ± میانگین	انحراف استاندار ± میانگین
Yaris و همکاران [۳۳]	ترکیه	۳۲ زن	RCT	یائسه دارای اضافه وزن و چاق	OCN	مداخله (۱۵ نفر) : ۴۸ تا ۶۰ سال شاهد (۱۷ نفر) : ۴۸ تا ۶۰ سال	مداخله : ۴/۹۰ ± ۳۲/۲۰ شاهد : ۵/۲۰ + ۳۲/۲۰
Deniz و Aksoy [۳۴]	ترکیه	۴۵ زن	RCT	یائسه با کاهش توده استخوان	OCN	مداخله (۲۲ نفر) : ۴۵ تا ۶۵ سال شاهد (۲۳ نفر) : ۴۵ تا ۶۵ سال	مداخله : – شاهد : –
Alghadir و همکاران [۳۵]	عربستان سعودی	۶۰ زن	RCT	پوکی استخوان	OCN	مداخله (۳۰ نفر) : ۳/۹۰ ± ۴۱/۸۰ شاهد (۳۰ نفر) : ۳/۷۰ ± ۴۳/۵۰	مداخله : ۳/۹۰ ± ۲۳/۹۰ شاهد : ۲/۶۰ + ۲۲/۹۰
Amato و همکاران [۱۲]	ایتالیا	۱۶ زن و مرد	RCT	مولتیپل اسکلروزیس	OCN	مداخله (۸ نفر) : ۲۰ تا ۵۵ سال شاهد (۸ نفر) : ۲۰ تا ۵۵ سال	مداخله : – شاهد : –
سلیمانی و همکاران [۳۶]	ایران	۲۰ زن	Non-RCT	سرطان استئوسارکرم پس از پیوند	OCN	مداخله (۱۰ نفر) : ۴/۰۰ ± ۲۴/۹۰ شاهد (۱۰ نفر) : ۴/۰۰ ± ۲۴/۸۰	مداخله : ۴/۰۰ ± ۳۵/۵۰ شاهد : ۶/۰۰ + ۳۵/۵۰
حبیب زاده و همکاران [۳۷]	ایران	۳۰ مرد	Non-RCT	آسم	OCN	مداخله (۱۵ نفر) : ۳۵ تا ۴۵ سال شاهد (۱۵ نفر) : ۳۵ تا ۴۵ سال	مداخله : – شاهد : –
فخری و همکاران [۱۱]	ایران	۲۴ دختر	RCT	اضافه وزن	OCN	مداخله (۱۲ نفر) : ۰/۸۵ ± ۲۰/۲۵ شاهد (۱۲ نفر) : ۰/۸۱ ± ۲۲/۰۰	مداخله : ۲/۰۵ ± ۲۸/۴۴ شاهد : ۲/۷۲ + ۲۸/۷۳
دشتی و همکاران [۱۳]	ایران	۲۰ زن	Non-RCT	اضافه وزن و چاق	OCN	مداخله (۱۰ نفر) : ۵/۱۴ ± ۳۲/۴۰ شاهد (۱۰ نفر) : ۴/۳۳ ± ۳۵/۲۰	مداخله : ۱۸/۱۲ ± ۳۳/۶۰ شاهد : ۵/۶۵ + ۳۱/۱۰
Yang و همکاران [۱۵]	چین	۶۰ زن و مرد	RCT	دیابت نوع دو	OCN	مداخله (۳۰ نفر) : ۷/۳۶ ± ۴۷/۷۳ شاهد (۳۰ نفر) : ۸/۸۲ ± ۴۵/۲۰	مداخله : ۲/۹۴ ± ۲۴/۶۴ شاهد : ۲/۱۸ + ۲۵/۲۵
محمدرحیمی و همکاران [۳۸]	ایران	۴۰ زن و مرد	Non-RCT	سندرم متابولیک	OCN	مداخله (۱۰ نفر) ۱: ۴/۸۰ ± ۴۴/۸۰ مداخله (۱۰ نفر) ۲: ۵/۱۰ ± ۴۶/۱۰ مداخله (۱۰ نفر) ۳: ۴/۲۰ ± ۴۴/۹۰ شاهد (۱۰ نفر): ۵/۱۰ ± ۴۶/۴۰	مداخله ۱ : ۲/۰۰ ± ۳۵/۸۰ مداخله ۲ : ۱/۸۰ ± ۳۶/۵۰ مداخله ۳ : ۱/۳۰ ± ۳۵/۲۰ شاهد : ۱/۳۰ ± ۳۶/۰۰
رستمی زاده و همکاران [۳۹]	ایران	۳۶ مرد	Non-RCT	اضافه وزن	OCN	مداخله (۱۱ نفر) ۱ : ۲/۲۳ ± ۳۱/۵۰ مداخله (۱۱ نفر) ۲ : ۲/۲۳ ± ۳۱/۵۰ شاهد (۱۴ نفر): ۲/۲۳ ± ۳۱/۵۰	مداخله ۱ : ۱/۰۴ ± ۲۸/۳۳ مداخله ۲ : ۱/۰۵ ± ۲۸/۷۶ شاهد : ۰/۸۲ ± ۲۸/۷۵
طلوعی زاده و همکاران [۴۰]	ایران	۲۴ مرد	Non-RCT	اضافه وزن	OCN	مداخله (۱۲ نفر): ۵/۸۴ ± ۵۱/۱۸ شاهد (۱۲ نفر): ۵/۴۲ ± ۵۲/۶۵	مداخله : ۲/۸۷ ± ۲۹/۴۱ شاهد : ۲/۶۱ + ۲۸/۱۲
قربانیان و بارانی [۴۱]	ایران	۴۰ زن	Non-RCT	دیابت نوع دو	OCN	مداخله (۲۰ نفر): ۵/۷۸ ± ۵۲/۵۵ شاهد (۲۰ نفر): ۳/۶۷ ± ۵۳/۴۰	مداخله : ۳/۳۲ ± ۳۱/۳۱ شاهد : ۲/۵۷ + ۳۲/۴۶
Marinho و همکاران [۱۶]	برزیل	۲۶ زن و مرد	RCT	دیالیز	OCN OP	مداخله (۱۴ نفر): ۱۰/۹۰ ± ۴۴/۷۰ شاهد (۱۲ نفر) : ۱۰/۹۰ ± ۴۹/۵۰	مداخله : ۴/۱۰ ± ۲۵/۸۰ شاهد : ۳/۱۰ + ۲۶/۶۰
کاملی و همکاران [۳۰]	ایران	۱۶ زن	Non-RCT	اضافه وزن	OCN	مداخله (۸ نفر): ۳/۱۱ ± ۳۸/۳۸ شاهد (۸ نفر): ۴/۱۰ ± ۴۰/۳۸	مداخله : ۴/۰۹ ± ۲۷/۹۸ شاهد : ۴/۸۹ + ۲۸/۴۱
Kim و همکاران [۴۲]	کره جنوبی	۳۹ مرد	RCT	چاق	OCN	مداخله (۲۹ نفر): ۲/۷۵ ± ۲۴/۸۶ شاهد (۱۰ نفر): ۲/۸۰ ± ۲۶/۶۰	مداخله : ۲/۳۷ ± ۲۸/۴۹ شاهد : ۲/۴۳ + ۲۸/۱۹
علی پور و همکاران [۴۳]	ایران	۲۰ زن	Non-RCT	چاق	OCN	مداخله (۱۰ نفر): ۲/۵۰ ± ۳۰/۶۰ شاهد (۱۰ نفر): ۲/۱۳ ± ۳۰/۱۰	مداخله : ۱/۱۰ ± ۳۱/۳۹ شاهد : ۲/۳۲ + ۳۲/۳۷
Basat و همکاران [۴۴]	ترکیه	۳۵ زن	RCT	یائسه	OCN	مداخله (۱۱ نفر) ۱: ۴/۹۰ ± ۵۵/۹۰	مداخله ۱ : ۴/۷۰ ± ۲۵/۰۰ مداخله ۲ : ۳/۵۰ ± ۲۶/۴۰ شاهد : ۳/۷۰ ± ۲۷/۵۰

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.48307/FMSJ.2026.30.5.625]

						مداخله (۱۲ نفر) ۲ : ۲/۹۰ ± ۵۵/۶۰ شاهد (۱۲ نفر): ۴/۰۰ ± ۵۶/۲۰	
عباس زاده و همکاران [۳۱]	ایران	۱۶ زن	Non-RCT	اضافه وزن و چاق	OCN OPN	مداخله (۹ نفر): ۴/۰۹ ± ۳۹/۳۳ شاهد (۷ نفر): ۳/۳۶ ± ۳۹/۴۳	مداخله: ۴/۹۷ ± ۲۹/۰۴ شاهد: ۳/۴۹ + ۲۷/۱۱
خورشیدی و همکاران [۴۵]	ایران	۲۱ مرد	Non-RCT	دیابتی نوع دو	OCN	مداخله (۱۱ نفر): ۳/۳۰ ± ۴۶/۳۶ شاهد (۱۰ نفر): ۳/۲۰ ± ۴۵/۸۰	مداخله: ۲/۵۰ ± ۳۰/۶۹ شاهد: ۲/۶۰ + ۳۰/۵۰
Adami و همکاران [۴۶]	ایتالیا	۴۲ زن	RCT	سالم و کم تحرک	OCN	مداخله (۲۴ نفر) : ۱/۴۰ ± ۴۲/۳۰ شاهد (۱۸ نفر): ۱/۶۰ ± ۴۲/۸۰	مداخله: ۳/۶۰ ± ۲۴/۳۰ شاهد: ۳/۹۰ + ۲۴/۹۰
Klentrou و همکاران [۱۴]	کانادا	۱۶ زن	RCT	یائسه	OCN	مداخله (۹ نفر): ۴/۱۰ ± ۵۲/۷۰ شاهد (۷ نفر): ۵/۶۰ + ۵۳/۴۰	مداخله : – شاهد : –
Vincent و همکاران [۳۲]	آمریکا	۶۲ زن و مرد	RCT	سالم	OCN	مداخله (۲۴ نفر) ۱ : ۶/۰۰ ± ۶۷/۶۰ مداخله (۲۲ نفر) ۲ : ۷/۰۰ ± ۶۶/۶۰ شاهد (۱۶ نفر) : ۵/۰۰ ± ۷۱/۰۰	مداخله ۱: – مداخله ۲ : – شاهد: –

ویژگی‌های پروتکل‌های تمرینی

۲۳ مطالعه (با ۲۸ مداخله تمرین ورزشی) با تعداد ۷۴۰ شرکت کننده بزرگسال با و بدون بیماری وارد مطالعه فراتحلیل حاضر شدند. حداقل مدت مداخله در گروه تمرین ورزشی در هر جلسه حداقل ۱۲ تا ۱۶ دقیقه [۳۳] و حداکثر ۹۰ دقیقه [۴۶] بود. مدت مداخله در گروه تمرین ورزشی حداقل ۴ هفته [۳۴] و حداکثر ۶ ماه [۱۶] بود که تعداد جلسات مداخله در گروه تمرین ورزشی در هر هفته حداقل ۲ [۱۲] و حداکثر ۵ جلسه [۱۵, ۴۰] بود. شدت مداخله تمرینی در گروه تمرین ورزشی با شدت حداقل ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه [۳۲] و حداکثر ۹۰ تا ۹۵ درصد ضربان قلب [۳۳] بود، ویژگی‌های پروتکل‌های تمرینات ورزشی در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول-۳. ویژگی پروتکل‌های تمرینی

محققان – سال انتشار	نوع تمرین	طول مداخله به هفته (جلسه)	مدت زمان مداخله	شدت مداخله
Yarisو همکاران [۳۳]	تناوبی با شدت بالا	۶ (۳)	۱۲ تا ۱۶ دقیقه	تمرین تناوبی با شدت ۹۰ تا ۹۵ درصد ضربان قلب بیشینه
Deniz و Aksoy [۳۴]	هوازی	۴ (۳)	۳۰ دقیقه	تمرین هوازی با شدت ۴۰ تا ۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه
Alghadir و همکاران [۳۵]	تناوبی با شدت بالا	۱۶ (۳)	۴۰ دقیقه	تمرین تناوبی با شدت ۸۰ تا ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه
Amato و همکاران [۱۲]	تناوبی با شدت بالا	۸ (۲)	۳۰ دقیقه	–
سلیمانی و همکاران [۳۶]	پیلاتس	۱۰ (۳)	۴۰ تا ۶۰ دقیقه	تمرین پیلاتس با شدت ۵۰ تا ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه
حبیب زاده و همکاران [۳۷]	هوازی	۱۰ (۳)	۳۰ تا ۶۰ دقیقه	تمرین هوازی با شدت ۵۵ تا ۷۵ درصد ضربان قلب ذخیره
فخری و همکاران [۱۱]	تناوبی با شدت بالا	۶ (۳)	–	تمرین تناوبی با شدت ۸۵ تا ۹۵ درصد ضربان قلب بیشینه
دشتی و همکاران [۱۳]	تناوبی با شدت بالا	۸ (۳)	۲۰ دقیقه	تمرین تناوبی با شدت ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه
Yang و همکاران [۱۵]	هوازی	۱۲ (۵)	۳۰ دقیقه	تمرین هوازی با شدت ۶۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی
محمدرحیمی و همکاران [۳۸]	مداخله ۱ : هوازی مداخله ۲ : مقاومتی مداخله ۳ : ترکیبی	۱۲ (۳)	مداخله ۱ : ۴۳ دقیقه مداخله ۲ : ۴۵ دقیقه مداخله ۳ : –	تمرین هوازی (تناوبی) با شدت ۷۰ تا ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه تمرین مقاومتی با شدت ۴۰ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه تمرین ترکیبی (هوازی و مقاومتی) که تمرین هوازی (تناوبی) با شدت ۷۰ تا ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه و تمرین مقاومتی با شدت ۴۰ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه
رستمی زاده و همکاران [۳۹]	مداخله ۱ : هوازی مداخله ۲ : مقاومتی	۸ (۳)	مداخله ۱ : ۶۰ دقیقه مداخله ۲ : ۶۰ دقیقه	تمرین هوازی با شدت ۵۵ تا ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه تمرین مقاومتی با شدت ۵۵ تا ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه
طلوعی زاده و همکاران[۴۰]	هوازی در آب	۸ (۵)	۶۰ دقیقه	تمرین هوازی در آب با شدت ۴۵ تا ۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه
قربانیان و بارانی[۴۱]	هوازی	۱۰ (۳)	۴۵ تا ۶۰ دقیقه	تمرین هوازی با شدت ۴۵ تا ۶۰ درصد ضربان قلب ذخیره
Marinho و همکاران[۱۶]	مقاومتی	۶ ماه (۳)	–	–
کاملی و همکاران [۳۰]	هوازی (ایروبیک، استپ پاو موزون)	۸ (۳)	۴۵ دقیقه	تمرین هوازی (ایروبیک، استپ پاو موزون) با شدت ۶۵ تا ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه
Kim و همکاران [۴۲]	هوازی	۸ (۴)	–	تمرین هوازی با شدت ۶۵ تا ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.48307/FMSJ.2026.30.5.625]

علی پور و همکاران [۴۳]	مقاومتی	۸ (۳)	–	تمرین مقاومتی با شدت ۵۵ تا ۷۵ درصد حداکثر یک تکرار بیشینه
Basat و همکاران [۴۴]	قدرتی	۶ ماه (۳)	۶۰ دقیقه	–
عباس زاده و همکاران [۳۱]	هوازی	۱۶ (۳)	۳۵ دقیقه	تمرین هوازی با شدت ۶۵ تا ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه
خورشیدی و همکاران [۴۵]	هوازی	۱۰ (۳)	۴۵ تا ۶۰ دقیقه	تمرین هوازی با شدت ۵۰ تا ۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه
Adami و همکاران [۴۶]	هوازی	۶ ماه (۳ تا ۴)	۹۰ دقیقه	–
Klentrou و همکاران [۱۴]	ترکیبی (چند وجهی)	۱۲ (۳)	۶۵ دقیقه	تمرین ترکیبی با شدت ۷۵ درصد ضربان
Vincent و همکاران [۳۲]	مداخله ۱ : مقاومتی با شدت بالا مداخله ۲ : مقاومتی با شدت پایین	۶ ماه (۳)	مداخله ۱ : ۳۰ دقیقه مداخله ۲ : ۳۰ دقیقه	تمرین مقاومتی با شدت بالا ۸۰ درصد با حداکثر یک تکرار بیشینه تمرین مقاومتی با شدت پایین ۵۰ درصد با حداکثر یک تکرار بیشینه

کیفیت مطالعات

نتایج بررسی کیفیت مطالعات واردشده RCT با استفاده از Pedro نشان داد که حداقل امتیاز کیفیت مقالات ۵ و حداکثر امتیاز ۷ بود، نتایج ارزیابی کیفیت مطالعات در جدول-۴ ارائه شده است. به‌طور کلی، مطالعات دارای کیفیت روش‌شناختی متوسط تا خوب بودند که نشان دهنده رعایت مناسب اصول طراحی پژوهش، اجرای مداخله و گزارش نتایج در اغلب مطالعات است. بنابراین، مطالعات وارد شده از کیفیت قابل قبولی برای بررسی در فراتحلیل حاضر برخوردار بودند.

جدول-٤. ارزیابی کیفیت روش‌شناختی مطالعات واردشده RCT بر اساس چک‌لیست PEDro

مطالعه – سال	۱) تصادفی‌سازی	۲) پنهان‌سازی تخصیص	۳) همسانی گروه‌ها در ابتدا	۴) یکسانی گروه‌ها در ابتدا از نظر وزن بدن	۵) کورسازی ارزیاب	۶) تعداد افراد خارج شده از پژوهش کمتر از ۱۵ درصد	۷) تجزیه و تحلیل به صورت (ITT) (خون‌گیری توسط تکنسین آزمایشگاه)	۸) مقایسه آماری بین گروه‌ها	۹) گزارش میانگین، انحراف معیار و میزان معناداری (p value)	امتیاز
Yarisو همکاران [۳۳]	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۶
Deniz و Aksoy [۳۴]	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۶
Alghadir و همکاران [۳۵]	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۷
Amato و همکاران [۱۲]	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۶
فخری و همکاران [۱۱]	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۷
Yang و همکاران [۱۵]	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۶
محمدرحیمی و همکاران [۳۸]	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۶
Marinho و همکاران [۱۶]	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۵
Kim و همکاران [۴۲]	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۷
Basat و همکاران [۴۴]	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۶
Adami و همکاران [۴۶]	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۶
Klentrou و همکاران [۱۴]	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۶
Vincent و همکاران [۳۲]	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۵

نتایج ارزیابی خطر سوگیری مطالعات Non-RCT با استفاده از ابزار ROBINS-I در جدول-۵ ارائه شده است. بر اساس این ارزیابی، خطر سوگیری کلی در تمامی مطالعات در سطح متوسط قرار داشت. در حوزه‌های عوامل مخدوش‌کننده و انتخاب شرکت‌کنندگان، اکثر مطالعات دارای خطر سوگیری متوسط بودند، در حالی که در یک مطالعه در حوزه انتخاب شرکت‌کنندگان دارای خطر سوگیری پایین [۳۷] ارزیابی شد. همچنین، تمامی مطالعات در حوزه‌های طبقه‌بندی مداخله، انحراف از مداخله موردنظر، داده‌های ناقص، اندازه‌گیری پیامدها و انتخاب نتایج گزارش شده دارای خطر سوگیری پایین بودند. در مجموع، هیچ یک از مطالعات دارای خطر سوگیری جدی یا بحرانی در هیچ‌یک از حوزه‌های ارزیابی نبودند.

جدول-۵. ارزیابی کیفیت روش‌شناختی مطالعات واردشده Non-RCT بر اساس ROBINS-I

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.48307/FMSJ.2026.30.5.625]

مطالعه – سال	عوامل مخدوش‌کننده	انتخاب شرکت‌کنندگان	طبقه‌بندی مداخله	انحراف از مداخله	داده‌های ناقص	اندازه‌گیری پیامد	انتخاب نتایج	خطر سوگیری کلی
سلیمانی و همکاران [۳۶]	متوسط	متوسط	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	متوسط
حبیب زاده و همکاران [۳۷]	متوسط	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	متوسط
دشتی و همکاران [۱۳]	متوسط	متوسط	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	متوسط
رستمی زاده و همکاران [۳۹]	متوسط	متوسط	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	متوسط
طلوعی زاده و همکاران [۴۰]	متوسط	متوسط	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	متوسط
قربانیان و بارانی [۴۱]	متوسط	متوسط	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	متوسط
کاملی و همکاران [۳۰]	متوسط	متوسط	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	متوسط
علی پور و همکاران [۴۳]	متوسط	متوسط	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	متوسط
عباس‌زاده و همکاران [۳۱]	متوسط	متوسط	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	متوسط
خورشیدی و همکاران [۴۵]	متوسط	متوسط	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	متوسط

نتایج فراتحلیل

اثر تمرینات ورزشی بر OCN

نتایج تجزیه‌وتحلیل ۲۸ مداخله نشان داد که تمرینات ورزشی در مقایسه با گروه شاهد، با افزایش معنادار سطح OCN در بزرگسالان با و بدون بیماری همراه بود (P<۰/۰۰۱، ۰/۳۱۰ الی ۱/۲۷۴ :CI ۹۵٪، SMD=۰/۷۹۲) نتایج این فراتحلیل در شکل-۳ ارائه شده است. بررسی ناهمگونی بین مطالعات با استفاده از شاخص I^2 نشان داد که میزان ناهمگونی قابل‌توجه بود (I2=۸۷/۴۴۸، P<۰/۰۰۱). نتایج تحلیل حساسیت به روش حذف تک‌مطالعه‌ای (Leave-One-Out) نشان داد که حذف هر یک از مطالعات به‌صورت جداگانه، تأثیر قابل‌توجهی بر اندازه اثر کلی نداشت و برآورد کلی اثر از پایداری مناسبی برخوردار بود.

برای بررسی سوگیری انتشار، ۲۸ مداخله با استفاده از آزمون رگرسیون Egger و ارزیابی بصری نمودار قیفی بررسی شدند. نتایج آزمون Egger نشان داد که عدم تقارن نمودار قیفی از نظر آماری معنادار بود (P<۰/۰۰۱)، که می‌تواند نشان‌دهنده احتمال وجود سوگیری انتشار یا اثر مطالعات کوچک باشد. بااین‌حال، معناداری آزمون Egger لزوماً به معنای وجود قطعی سوگیری انتشار نیست و ممکن است تحت تأثیر ناهمگونی قابل‌توجه بین مطالعات نیز قرار گرفته باشد. نتایج آزمون Egger و نمودار قیفی در شکل-۴ ارائه شده است.

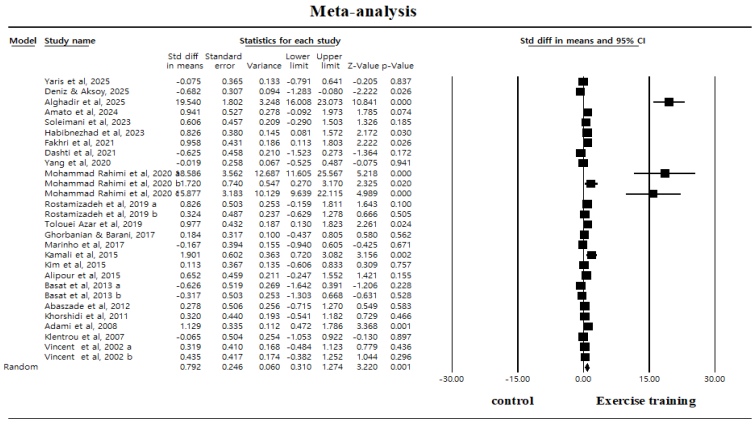
با توجه به ناهمگونی قابل‌توجه مشاهده‌شده (I^2=۸۷/۴۴۸)، امکان انجام متارگرسیون برای بررسی منابع ناهمگونی ارزیابی شد؛ بااین‌حال، به دلیل محدود بودن تعداد مطالعات در برخی سطوح متغیرهای تعدیل‌کننده، از جمله نوع مداخله و ویژگی‌های پروتکل تمرینی، متارگرسیون انجام نشد؛ زیرا اجرای مدل‌های متارگرسیون در چنین شرایطی می‌توانست به برآوردهای ناپایدار و کاهش توان آماری منجر شود. بنابراین، تحلیل‌های زیرگروه از پیش تعیین‌شده (Pre-specified) بر اساس ویژگی‌های مداخلات ورزشی، با هدف بررسی منابع بالقوه ناهمگونی و ارزیابی پایداری اندازه اثر در زیرگروه‌های مختلف انجام شد.

نتایج تحلیل زیرگروه براساس نوع مداخله تمرینات ورزشی (هوازی، مقاومتی و ترکیبی) نشان داد که تمرینات هوازی با افزایش معنادار OCN (P<۰/۰۰۲، ۰/۳۹۴ الی ۱/۷۷۵ :CI ۹۵٪، SMD=۱/۰۸۵) نسبت به گروه شاهد در بزرگسالان با و بدون بیماری همراه شود، اما تمرینات مقاومتی با تغییر غیرمعنادار OCN (P=۰/۱۵۹ ، ۰/۱۰۱- الی ۰/۶۱۵ :CI ۹۵٪، SMD=۰/۲۵۷) و تمرینات ترکیبی (P=۰/۳۴۰، ۸/۰۱۶- الی ۲۳/۲۰۸ :CI ۹۵٪، SMD=۷/۵۹۶) همراه شد. نتایج تحلیل زیرگروه براساس تعداد هفته مداخلات تمرینات ورزشی نشان داد که انواع تمرینات ورزشی کمتر از ۸ هفته با تغییر غیرمعنادار OCN (P=۰/۰۶۹، ۰/۰۳۳- الی ۰/۸۶۸ :CI ۹۵٪، SMD=۰/۴۱۷) نسبت به گروه شاهد در بزرگسالان با و بدون بیماری همراه بود، اما انواع تمرینات ورزشی با بیشتر از ۸ هفته با افزایش معنادار (P<۰/۰۰۱، ۰/۵۰۱ الی ۲/۰۵۸ :CI ۹۵٪، SMD=۱/۲۸۰) همراه شد. نتایج تحلیل زیرگروه براساس تعداد جلسات در هفته نشان داد که انواع تمرینات ورزشی در مداخلات کمتر از ۳ جلسه با افزایش معنادار OCN (P<۰/۰۰۲، ۰/۳۴۲ الی ۱/۵۲۱ :CI ۹۵٪، SMD=۰/۹۳۱) نسبت به گروه شاهد در بزرگسالان با و بدون بیماری همراه بود، اما انواع تمرینات ورزشی در مداخلات بیشتر از ۳ جلسه با تغییر غیرمعنادار OCN (P=۰/۰۹۲، ۰/۰۸۵- الی ۱/۱۲۰ :CI ۹۵٪، SMD=۰/۵۱۸) همراه شد. نتایج تحلیل زیرگروه براساس مدت زمان تمرین در هر جلسه نشان داد که انواع تمرینات ورزشی در مداخلات با مدت کمتر از ۴۵ دقیقه با افزایش معنادار OCN (P<۰/۰۰۴، ۰/۲۱۳ الی ۲/۲۲۱ :CI ۹۵٪، SMD=۱/۳۱۶) و با مدت بیشتر از ۴۵ دقیقه (P<۰/۰۱۱، ۰/۱۱۳ الی ۰/۸۵۹ :CI ۹۵٪، SMD=۰/۴۸۶) نسبت به گروه شاهد در بزرگسالان با و بدون بیماری همراه شد. نتایج تحلیل زیرگروه براساس شدت تمرینات ورزشی نشان داد که انواع تمرینات ورزشی با شدت کمتر از ۷۰

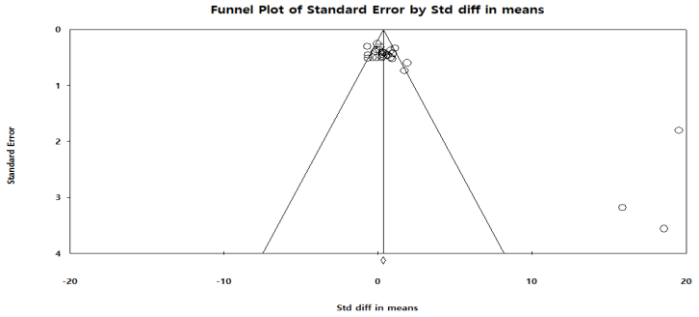
[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.48307/FMSJ.2026.30.5.625]

درصد با تغییر غیرمعنادار (P=۰/۱۷۱، ۰/۱۳۸- الی ۰/۷۸۰ :CI ٪۹۵، SMD=۰/۳۲۱) نسبت به گروه شاهد در بزرگسالان با و بدون بیماری همراه شد، اما انواع تمرینات ورزشی با شدت بیشتر از ۷۰ درصد با افزایش معنادار OCN (P<۰/۰۰۱، ۰/۸۰۵ الی ۲/۷۲۸ :CI ٪۹۵، SMD=۱/۷۶۷) همراه شد.



شکل-۳. نمودار فارست پلات، اثر انواع تمرینات ورزشی بر OCN در بزرگسالان با و بدون بیماری



شکل-٤. نمودار فانل پلات، اثر انواع تمرینات ورزشی بر OCN در بزرگسالان با و بدون بیماری

اثر تمرینات ورزشی بر OPN

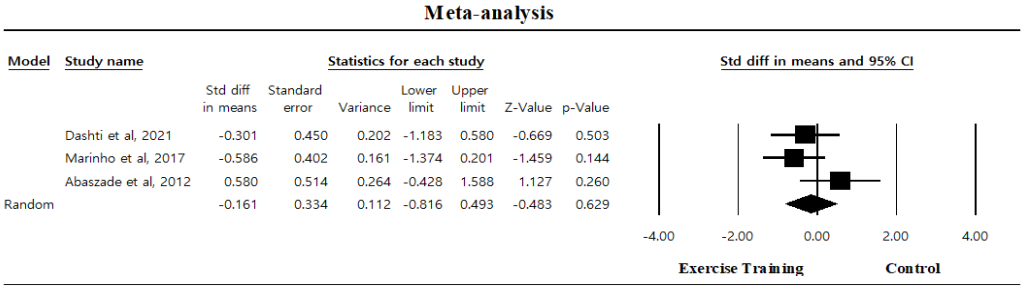
تجزیه و تحلیل داده‌های ۳ مداخله نشان داد گروه تمرینات ورزشی با تغییر غیرمعنادار OPN (P=۰/۶۲۹، ۰/۸۱۶- الی ۰/۴۹۳ :CI ٪۹۵، SMD=-۰/۱۶۱) نسبت به گروه شاهد در بزرگسالان با و بدون بیماری همراه شد، نتایج در شکل ۵ ارائه شده است. با استفاده از آزمون I2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی غیرمعنادار (I2=۳۸/۹۰۵، P=۰/۱۹۵) وجود دارد. تحلیل حساسیت نشان داد که حذف هیچ‌یک از مطالعات تأثیر قابل توجهی بر برآورد کلی اندازه اثر نداشت و نتایج پایدار باقی ماند.

سوگیری انتشار برای OPN بر اساس ۳ مداخله با استفاده از آزمون رگرسیون Egger و بررسی بصری نمودار قیفی ارزیابی شد. نتایج آزمون Egger برای OPN نشان داد که عدم تقارن نمودار قیفی از نظر آماری معنادار نبود (P=۰/۱۳۷). بنابراین، نتایج آزمون Eggerو نمودار قیفی با احتیاط تفسیر شدند. بر اساس توصیه‌های روش‌شناختی، آزمون Egger و ارزیابی بصری نمودار قیفی زمانی از اعتبار و توان آماری کافی برخوردارند که تعداد مطالعات یا مداخلات وارد شده برای هر پیامد حداقل حدود ۱۰ مورد باشد. در تعداد کمتر از این، توان آزمون برای شناسایی عدم تقارن نمودار قیفی و سوگیری انتشار محدود است و احتمال بروز نتایج کاذب (مثبت یا منفی) افزایش می‌یابد. بنابراین، با وجود انجام این تحلیل، نتایج مربوط به سوگیری انتشار برای OPN باید با احتیاط تفسیر شوند و نمی‌توان بر اساس آن‌ها در مورد وجود یا عدم وجود سوگیری انتشار نتیجه‌گیری قطعی کرد. نتایج آزمون Egger و نمودار قیفی در شکل ۶ ارائه شده است.

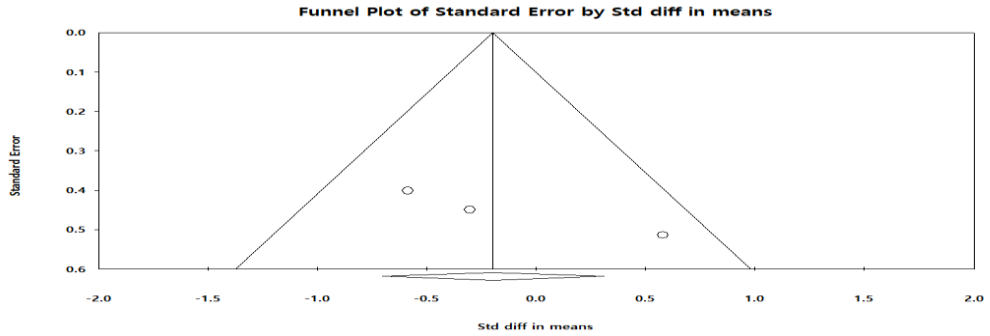
اگرچه ناهمگونی بین مطالعات در سطح متوسط و از نظر آماری غیرمعنادار بود (I2=۳۸/۹۰۵، P=۰/۱۹۵)، به‌منظور بررسی تأثیر ویژگی‌های مطالعات بر اندازه اثر و ارزیابی منابع احتمالی تغییرپذیری بین مطالعات، تحلیل زیرگروه انجام شد. نتایج این تحلیل در ادامه ارائه شده است. نتایج تحلیل زیرگروه براساس نوع مداخله تمرینات ورزشی (هوازی و مقاومتی) نشان داد که تمرینات هوازی با تغییر غیرمعنادار OPN (P=۰/۸۱۳، ۰/۷۵۶- الی ۰/۹۶۴ :CI ٪۹۵، SMD=۰/۱۰۴) و تمرینات مقاومتی (P=۰/۱۴۴ ، ۱/۳۷۴- الی ۰/۲۰۱ :CI ٪۹۵، SMD=-۰/۵۸۶) نسبت به گروه شاهد در بزرگسالان با و بدون بیماری همراه شد. نتایج تحلیل زیرگروه براساس تعداد هفته مداخلات تمرینات ورزشی نشان داد که انواع تمرینات ورزشی کمتر از ۸ هفته با تغییر غیرمعنادار OPN (P=۰/۵۰۳، ۱/۱۸۳- الی ۰/۵۸۰ :CI ٪۹۵، SMD=-۰/۳۰۱) و انواع تمرینات ورزشی با بیشتر از ۸ هفته (P=۰/۹۳۵ ، ۱/۱۸۷- الی ۱/۰۹۲ :CI ٪۹۵، SMD=-۰/۰۴۸) نسبت به گروه شاهد در بزرگسالان با و بدون بیماری همراه شد. نتایج تحلیل زیرگروه براساس تعداد جلسات در هفته نشان داد که انواع تمرینات ورزشی در مداخلات کمتر از ۳ جلسه با تغییر

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-29]
[DOI: 10.48307/FMSJ.2026.30.5.625]

غیرمعنادار OPN (P=۰/۶۲۹، ۰/۸۱۶- الی ۰/۴۹۳ :CI ۹۵٪، SMD=-۰/۱۶۱) نسبت به گروه شاهد در بزرگسالان با و بدون بیماری همراه شد. نتایج تحلیل زیرگروه براساس مدت زمان تمرین در هر جلسه نشان داد که انواع تمرینات ورزشی در مداخلات با مدت کمتر از ۴۵ دقیقه با تغییر غیرمعنادار OPN (P=۰/۸۱۳، ۰/۷۵۶- الی ۰/۹۶۴ :CI ۹۵٪، SMD=۰/۱۰۴) نسبت به گروه شاهد در بزرگسالان با و بدون بیماری همراه شد. نتایج تحلیل زیرگروه براساس شدت تمرینات ورزشی نشان داد که انواع تمرینات ورزشی با شدت کمتر از ۷۰ درصد با تغییر غیرمعنادار OPN (P=۰/۲۶۰، ۰/۴۲۸- الی ۱/۵۸۸ :CI ۹۵٪، SMD=۰/۵۸۰) و با شدت بیشتر از ۷۰ درصد (P=۰/۵۰۳، ۱/۱۸۳- الی ۰/۵۸۰ :CI ۹۵٪، SMD=-۰/۳۰۱) نسبت به گروه شاهد در بزرگسالان با و بدون بیماری همراه شد.



شکل ۵: نمودار فارست پلات، اثر انواع تمرینات ورزشی بر OPN در بزرگسالان با و بدون بیماری



شکل-۶. نمودار فانل پلات، اثر انواع تمرینات ورزشی بر OPN در بزرگسالان با و بدون بیماری

بحث

هدف از فراتحلیل حاضر، بررسی تأثیر انواع تمرینات ورزشی بر بیومارکرهای متابولیسم استخوان، شامل استئوکلسین (OCN) و استئوپونتین (OPN)، در بزرگسالان با و بدون بیماری بود. در مجموع، ۲۳ مطالعه شامل ۲۸ مداخله ورزشی و ۷۴۰ شرکت‌کننده بزرگسال وارد فراتحلیل شدند. نتایج نشان داد که تمرینات ورزشی با افزایش معنادار سطح OCN همراه بود، درحالی‌که تأثیر آن بر سطح OPN از نظر آماری معنادار نبود.

از نظر سوگیری انتشار، نتایج آزمون Egger برای OCN معنادار بود که می‌تواند نشان‌دهنده وجود عدم تقارن در نمودار قیفی و احتمال سوگیری انتشار یا اثر مطالعات کوچک باشد. بااین‌حال، معناداری آزمون Egger لزوماً به معنای وجود قطعی سوگیری انتشار نیست و ممکن است تحت تأثیر ناهمگونی قابل‌توجه بین مطالعات نیز قرار گرفته باشد. بنابراین، یافته‌های مربوط به OCN باید با احتیاط تفسیر شوند؛ زیرا احتمال دارد اندازه اثر تجمیعی تحت تأثیر انتشار نامتناسب مطالعات و یا اثر مطالعات کوچک قرار گرفته باشد. در این مطالعه، روش Trim-and-Fill برای تعدیل اثر احتمالی سوگیری انتشار به‌کار گرفته نشد.

در مقابل، آزمون Egger برای OPN شواهد آماری معناداری از عدم تقارن نمودار قیفی نشان نداد. بااین‌حال، از آنجا که تنها ۳ مداخله برای OPN در فراتحلیل وارد شد، توان آماری آزمون Egger برای شناسایی عدم تقارن و سوگیری انتشار بسیار محدود است. بنابراین، عدم معناداری این آزمون نباید به‌عنوان شواهد قطعی مبنی بر نبود سوگیری انتشار تفسیر شود. در مجموع، اگرچه شواهد آماری روشنی از سوگیری انتشار برای OPN مشاهده نشد، محدودیت تعداد مطالعات مانع از رد قطعی احتمال سوگیری انتشار می‌شود. ازاین‌رو، برای دستیابی به برآورد دقیق‌تر از اثر واقعی تمرینات ورزشی بر OCN و OPN، انجام مطالعات بیشتر، به‌ویژه مطالعاتی با حجم نمونه مناسب و گزارش نتایج خنثی یا غیرمعنادار، ضروری است.

یافته‌های تحلیل زیرگروه در این فراتحلیل نشان داد که پاسخ OCN به تمرینات ورزشی ممکن است با نوع و ویژگی‌های تجویز تمرین، از جمله مدت مداخله، تعداد جلسات هفتگی، مدت هر جلسه و شدت تمرین، متفاوت باشد. در میان انواع تمرین، تمرینات هوازی با افزایش معنادار OCN همراه بودند، درحالی‌که تمرینات مقاومتی و ترکیبی تغییر معناداری در این بیومارکر ایجاد نکردند. این یافته ممکن است نشان‌دهنده تفاوت در پاسخ‌های فیزیولوژیک و

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-29]
[DOI: 10.48307/FMSJ.2026.30.5.625]

متابولیک ناشی از انواع مختلف فعالیت بدنی باشد. به‌عنوان مثال، فعالیت هوازی می‌تواند از طریق بهبود حساسیت به انسولین، افزایش ظرفیت اکسیداتیو و تقویت تعاملات استخوان–عضله بر تنظیم OCN تأثیر بگذارد؛ بااین‌حال، برای تأیید این سازوکارها به شواهد مستقیم انسانی بیشتری نیاز است.

از نظر مدت مداخله، تمرینات با طول مدت بیش از ۸ هفته با افزایش معنادار OCN همراه بودند، درحالی‌که مداخلات کوتاه‌تر از ۸ هفته اثر معناداری نشان ندادند. همچنین، مداخلات با کمتر از ۳ جلسه تمرین در هفته و تمرینات با شدت بیش از ۷۰ درصد با افزایش معنادار OCN همراه بودند. در مورد مدت هر جلسه، هر دو گروه کمتر و بیشتر از ۴۵ دقیقه با افزایش معنادار OCN همراه بودند، اگرچه اندازه اثر در مداخلات کوتاه‌تر بیشتر بود. این یافته‌ها می‌تواند بیانگر آن باشد که پاسخ OCN به ورزش تا حدی تحت تأثیر دوز و ویژگی‌های تجویز تمرین قرار دارد. بااین‌حال، به دلیل احتمال وجود تفاوت‌های زمینه‌ای بین مطالعات و تعداد محدود مطالعات در برخی زیرگروه‌ها، این نتایج باید با احتیاط تفسیر شوند و نمی‌توان بر اساس آن‌ها رابطه علت و معلولی قطعی میان ویژگی‌های تمرین و افزایش OCN استنباط کرد.

در مقابل، تحلیل‌های زیرگروه مربوط به OPN نشان داد که هیچ‌یک از انواع تمرینات ورزشی بررسی‌شده، شامل تمرینات هوازی و مقاومتی، با تغییر معنادار OPN همراه نبودند. همچنین، در زیرگروه‌های مربوط به مدت مداخله، تعداد جلسات هفتگی، مدت هر جلسه و شدت تمرین نیز تغییر معناداری در سطح OPN مشاهده نشد. بااین‌حال، از آنجا که تنها تعداد محدودی از مداخلات در تحلیل OPN وارد شدند، قدرت آماری این تحلیل‌ها پایین بوده و نتایج زیرگروه‌ها باید اکتشافی تلقی شوند. بنابراین، عدم مشاهده اثر معنادار در این زیرگروه‌ها لزوماً به معنای مستقل بودن پاسخ OPN از ویژگی‌های برنامه تمرینی نیست و ممکن است تحت تأثیر حجم نمونه محدود و ناهمگونی ویژگی‌های مطالعات قرار گرفته باشد.

یافته‌های این فراتحلیل نشان داد که تمرینات ورزشی موجب افزایش معنادار سطح OCN در بزرگسالان می‌شوند، درحالی‌که تأثیر آن‌ها بر OPN از نظر آماری معنادار نبود. این یافته در مورد OCN با نتایج فراتحلیل رحیمی و همکاران و مرور سیستماتیک Marinho و همکاران همسو است که افزایش OCN پس از مداخلات ورزشی را گزارش کرده‌اند [۱۰, ۱۷]. همچنین، برخی مطالعات اولیه افزایش سطح OCN پس از تمرینات ورزشی را گزارش کرده‌اند [۱۲, ۳۴, ۳۵]، درحالی‌که در برخی مطالعات دیگر تغییر معناداری مشاهده نشده است [۱۵, ۱۶] و حتی در یک مطالعه کاهش OCN گزارش شده است [۳۳].

در مورد OPN، مطالعات موجود محدود بوده و نتایج متفاوتی گزارش کرده‌اند. برای مثال، Klentrou و همکاران گزارش کردند که ۱۲ هفته تمرین ترکیبی با شدت ۷۵ درصد ضربان قلب، تغییر معناداری در OCN ایجاد نکرد [۱۴]. در زمینه OPN نیز عباس‌زاده و همکاران نشان دادند که ۱۶ هفته تمرین هوازی با شدت ۶۵ تا ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه با افزایش قابل‌توجه OPN همراه بود [۳۱]. در مقابل، دشتی و همکاران گزارش کردند که ۸ هفته تمرین تناوبی شدید با شدت ۹۰ درصد ضربان قلب بیشینه با کاهش معنادار OPN همراه بود [۱۳]. همچنین، Marinho و همکاران نشان دادند که ۶ ماه تمرین مقاومتی تغییر قابل‌توجهی در سطح OPN ایجاد نکرد [۱۶].

تفاوت میان یافته‌های مطالعات پیشین و نتایج فراتحلیل حاضر می‌تواند ناشی از تفاوت در نوع، شدت و مدت تمرین، ویژگی‌های جمعیت مورد مطالعه، وضعیت سلامت و متابولیک شرکت‌کنندگان، حجم نمونه، روش اندازه‌گیری بیومارکرها و زمان نمونه‌گیری باشد. علاوه بر این، تفاوت در شرایط پایه شرکت‌کنندگان و پاسخ‌های فیزیولوژیک آن‌ها به تمرین می‌تواند تا حدی ناهمگونی مشاهده‌شده در نتایج مطالعات را توضیح دهد.

افزایش OCN در پاسخ به تمرینات ورزشی را می‌توان تا حدی با تحریک بازسازی و سازگاری استخوان توضیح داد. بارهای مکانیکی ناشی از فعالیت بدنی می‌توانند از طریق فعال‌سازی استئوسیت‌ها و مسیرهای پیام‌رسانی سلولی، از جمله Wnt/β-catenin و MAPK، فعالیت استئوبلاست‌ها را افزایش داده و در نتیجه سنتز و آزادسازی OCN را تحت تأثیر قرار دهند [۴۷]. بااین‌حال، غلظت OCN علاوه بر فعالیت بدنی، تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله وضعیت ویتامین K، میزان بازسازی استخوان، سن و وضعیت متابولیک قرار دارد [۱۰].

OCN علاوه بر نقش شناخته‌شده خود در متابولیسم استخوان، در تنظیم متابولیسم انرژی نیز مطرح شده است و احتمال می‌رود از طریق مسیرهایی مانند PI3K/Akt و PGC-1α بر برداشت گلوکز و عملکرد میتوکندری تأثیر بگذارد. بااین‌حال، شواهد انسانی در این زمینه همچنان محدود و ناهمگون است [۴۸]. از سوی دیگر، محور استخوان–عضله یک سیستم تنظیمی دوسویه و پیچیده است و OCN تنها یکی از عوامل دخیل در این تعامل محسوب می‌شود. بنابراین، آثار سودمند تمرینات ورزشی احتمالاً حاصل تعامل چندین مسیر فیزیولوژیک، از جمله بهبود حساسیت به انسولین، افزایش عملکرد میتوکندری و کاهش التهاب، است و نمی‌توان این آثار را صرفاً به افزایش OCN نسبت داد [۴۹].

افزایش OCN در پاسخ به تمرین ممکن است با بهبود حساسیت به انسولین و تنظیم متابولیسم گلوکز همراه باشد؛ بااین‌حال، این ارتباط احتمالاً بخشی از یک پاسخ تطابقی گسترده‌تر به فعالیت بدنی است و بر اساس شواهد موجود نمی‌توان افزایش OCN را به‌عنوان یک اثر مستقیم و مستقل از سایر سازوکارهای متابولیک در نظر گرفت[۵۰].

مکانیسم اثر تمرینات ورزشی بر OPN هنوز به‌طور کامل مشخص نشده است. OPN به‌عنوان یک پروتئین ماتریکسی، در فرایندهای مختلفی از جمله التهاب، بازسازی بافت و ترمیم عضله نقش دارد و احتمالاً از طریق مسیرهای پیام‌رسانی متعددی، از جمله

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.48307/FMSJ.2026.30.5.625]

TGF-β، MMPs، PI3K/Akt، MAPK/ERK وNF-κB ، در این فرایندها مشارکت می‌کند [۵۲،۵۱]. بااین‌حال، بخش قابل‌توجهی از شواهد موجود در این زمینه از مطالعات پیش‌بالینی حاصل شده است و شواهد انسانی همچنان محدود است.

یافته‌های فراتحلیل حاضر نشان داد که تمرینات ورزشی تأثیر معناداری بر سطح OPN ندارند. این عدم مشاهده اثر ممکن است با تفاوت در نوع، شدت و مدت تمرین، ویژگی‌های شرکت‌کنندگان، وضعیت سلامت و متابولیک، و زمان نمونه‌گیری پس از مداخله مرتبط باشد [۵۳]. همچنین، تعداد بسیار محدود مطالعات واردشده در تحلیل OPN می‌تواند یکی از عوامل مهم در عدم مشاهده اثر معنادار باشد و احتمال خطای نوع دوم را افزایش دهد. بنابراین، نمی‌توان بر اساس شواهد فعلی، عدم پاسخ OPN به تمرین را قطعی تلقی کرد.

در مجموع، با توجه به محدودیت شواهد موجود، OPNدر حال حاضر نمی‌تواند به‌عنوان یک بیومارکر قطعی و قابل‌اعتماد برای ارزیابی پاسخ به تمرینات ورزشی در بزرگسالان با و بدون بیماری مطرح شود. انجام مطالعات بالینی با حجم نمونه کافی، طراحی استاندارد، پروتکل‌های تمرینی مشخص و زمان‌بندی مناسب نمونه‌گیری می‌تواند به روشن‌تر شدن نقش OPN در پاسخ به تمرینات ورزشی کمک کند [۵۴].

محدودیت‌ها

این فراتحلیل با چند محدودیت همراه بود. نخست، تعداد مطالعات مربوط به OPN محدود بود و تنها سه مداخله در این تحلیل وارد شد که می‌تواند توان آماری و قابلیت تعمیم نتایج را کاهش دهد. همچنین، در برخی مطالعات اطلاعات مربوط به متغیرها و پیامدهای مورد نظر به‌طور کامل گزارش نشده بود و عدم رعایت کامل استانداردهای گزارش‌دهی، از جمله CONSORT، فرایند استخراج و مقایسه داده‌ها را با چالش مواجه کرد.

از سوی دیگر، ناهمگونی بالایی در نتایج OCN مشاهده شد که می‌تواند ناشی از تفاوت در ویژگی‌های شرکت‌کنندگان، نوع، شدت و مدت تمرین و روش‌های اندازه‌گیری بیومارکرها باشد. همچنین، وجود مطالعات غیرتصادفی و برخی مطالعات با حجم نمونه محدود یا کیفیت روش‌شناختی متوسط می‌تواند بر استحکام شواهد و برآورد اندازه اثر تأثیر گذاشته باشد.

برای OCN شواهدی از سوگیری انتشار مشاهده شد که احتمال بیش‌برآورد اثر واقعی را مطرح می‌کند؛ در مقابل، برای OPNشواهد معناداری از سوگیری انتشار مشاهده نشد، هرچند به دلیل تعداد کم مطالعات، نمی‌توان این احتمال را به‌طور قطعی رد کرد. همچنین، استفاده از مقیاس PEDro برای ارزیابی مطالعات غیرتصادفی ممکن است با محدودیت‌هایی همراه باشد.

در نهایت، این مطالعه تنها OCN و OPN را بررسی کرد و سایر بیومارکرهای مرتبط با متابولیسم استخوان مورد ارزیابی قرار نگرفتند. انجام مطالعات آینده با حجم نمونه بزرگ‌تر، طراحی روش‌شناختی استانداردتر و ارزیابی طیف گسترده‌تری از بیومارکرهای استخوانی توصیه می‌شود.

نتیجه‌گیری

نتایج این فراتحلیل نشان می‌دهد که تمرینات ورزشی با افزایش معنادار سطح OCN همراه است، در حالی که تغییرات OPN معنادار نبود. بااین‌حال، به دلیل ناهمگونی بالای مطالعات و شواهد مربوط به سوگیری انتشار در تحلیل OCN، این یافته‌ها باید با احتیاط تفسیر شوند. اگرچه فعالیت بدنی ممکن است بر برخی شاخص‌های متابولیسم استخوان تأثیرگذار باشد، شواهد موجود برای تعیین نوع و دوز بهینه تمرین و نیز تأیید کاربرد بالینی OCN و OPN به‌عنوان بیومارکرهای پاسخ به تمرین کافی نیست. بنابراین، انجام کارآزمایی‌های تصادفی‌شده با طراحی استاندارد، حجم نمونه کافی و دوره‌های پیگیری طولانی‌تر برای تأیید و تبیین این یافته‌ها ضروری است.

تشکر و قدردانی: بدین‌وسیله نگارندگان مراتب سپاس و قدردانی صمیمانه خود را از تمامی پژوهشگرانی که با در اختیار قرار دادن داده‌های مطالعات خود، زمینه انجام و تکمیل این پژوهش را فراهم کردند، اعلام می‌دارند.

نقش نویسندگان: همه نویسندگان در نگارش اولیه مقاله یا بازنگری آن سهیم بودند و همه با تایید نهایی مقاله حاضر، مسئولیت دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می‌پذیرند.

تضاد منافع: نویسندگان تصریح می‌کنند که هیچ گونه تضاد منافعی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

منابع

1. Allocca S, Monda A, Messina A, Casillo M, Sapuppo W, Monda V, et al. Endocrine and metabolic mechanisms linking obesity to type 2 diabetes: implications for targeted therapy. Healthcare (Basel). 2025;13(12):1437.doi:10.3390/healthcare13121437 PMid:40565464 PMCid:PMC12193533

2. Smith C, Lin X, Parker L, Yeap BB, Hayes A, Levinger I. The role of bone in energy metabolism: a focus on osteocalcin. Bone. 2024;188:117238. doi:10.1016/j.bone.2024.117238 PMid:39153587

3. Martiniakova M, Biro R, Kovacova V, Babikova M, Zemanova N, Mondockova V, et al. Current knowledge of bone-derived factor osteocalcin: its role in the management and treatment of diabetes mellitus, osteoporosis, osteopetrosis and inflammatory joint diseases. J Mol Med (Berl). 2024;102(4):435-52. doi:10.1007/s00109-024-02418-8 PMid:38363329 PMCid:PMC10963459

4. Karsenty G. Osteocalcin: a multifaceted bone-derived hormone. Annu Rev Nutr. 2023;43:55-71. doi:10.1146/annurev-nutr-061121-091348 PMid:37603430 PMCid:PMC11059196

5. Cicekli I, Saglam D, Takar N. A new perspective on metabolic syndrome with osteopontin: a

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.48307/FMSJ.2026.30.5.625]

comprehensive review. Life (Basel). 2023;13(7). doi:10.3390/life13071608 PMid:37511983 PMCid:PMC10381599
6. Viswanath A, Vidyasagar S, Amrutha Sukumar C. Osteocalcin and metabolic syndrome. Clin Med Insights Endocrinol Diabetes. 2023; 16: 117955142 31206729. doi:10.1177/11795514231206729 PMid:37954481 PMCid:PMC10634259
7. Liu J, Wei Y, Zang P, Wang W, Feng Z, Yuan Y, et al. Circulating osteocalcin is associated with time in range and other metrics assessed by continuous glucose monitoring in type 2 diabetes. Diabetol Metab Syndr. 2022;14(1):109. doi:10.1186/s13098-022-00863-4 PMid:35927761 PMCid:PMC9351112
8. Sofra X, Badami S. Adverse effects of sedentary lifestyles: inflammation, and high-glucose induced oxidative stress-a double blind randomized clinical trial on diabetic and prediabetic patients. Health. 2020;12:1029-48. doi:10.4236/health.2020.128076
9. Heinrich K, Crawford D, Johns B, Frye J, Gilmore K. Affective responses during high-intensity functional training compared to high-intensity interval training and moderate continuous training. Sport Exerc Perform Psychol. 2019;9:115-27. doi:10.1037/spy0000159
10. Mohammad Rahimi GR, Niyazi A, Alaee S. The effect of exercise training on osteocalcin, adipocytokines, and insulin resistance: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Osteoporos Int. 2021;32(2):213-24. doi:10.1007/s00198-020-05592-w PMid:32803318
11. Fakhri F, Fakhri S, Shakeryan S, Alizadeh A. Effect of six weeks of high intensity interval training on under-carboxylated osteocalcin serum levels, insulin resistance, and lipid profile in overweight girls: randomized clinical trial. Iran J Obstet Gynecol Infertil. 2021;23(12):57-66.
12. Amato A, Proia P, Alioto A, Rossi C, Pagliaro A, Ragonese P, et al. High-intensity interval training improves bone remodeling, lipid profile, and physical function in multiple sclerosis patients. Sci Rep. 2024; 14(1):16195. doi:10.1038/s41598-024-66448-5 PMid:39003295 PMCid:PMC11246443
13. Dashti N, Rezaeian N, Karimi M, Kooroshfard N. The effect of high intensity interval training on serum levels of osteopontin and insulin resistance index in sedentary overweight and obese women. J Sport Exerc Physiol. 2021;14(2):115-26. doi:10.52547/joeppa.14.2.115
14. Klentrou P, Slack J, Roy B, Ladouceur M. Effects of exercise training with weighted vests on bone turnover and isokinetic strength in postmenopausal women. J Aging Phys Act. 2007;15(3):287-99. doi:10.1123/japa.15.3.287 PMid:17724395
15. Yang D, Li YL, Fan XJ, Liang HM, Han R. The impact of exercise on serum irisin, osteocalcin, and adiponectin levels and on glycolipid metabolism in patients with type 2 diabetes. Int J Clin Exp Med. 2020;13(10):7816-24.
16. Marinho SM, Mafra D, Pelletier S, Hage V, Teuma C, Laville M, et al. In hemodialysis patients, intradialytic resistance exercise improves osteoblast function: a pilot study. J Ren Nutr. 2016;26(5):341-5. doi:10.1053/j.jrn.2016.03.002 PMid:27113628
17. Miao T, Li X, Zhang W, Yang F, Wang X. Effects of high-impact jumping versus resistance exercise on bone mineral content in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. PeerJ. 2025; 13:e19616. doi:10.7717/peerj.19616 PMid:40611942 PMCid:PMC12225634
18. Kazeminasab F, Kerchi AB, Sharafifard F, Zarreh M, Forbes SC, Camera DM, et al. The effects of creatine supplementation on upper- and lower-body strength and power: a systematic review and meta-analysis. Nutrients. 2025;17(17). doi:10.3390/nu17172748 PMid:40944139 PMCid:PMC12430374
19. Khalafi M, Sakhaei MH, Kazeminasab F, Rosenkranz SK, Symonds ME. Exercise training, dietary intervention, or combined interventions and their effects on lipid profiles in adults with overweight and obesity: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. Nutr Metab Cardiovasc Dis. 2023;33(9):1662-83. doi:10.1016/j.numecd.2023.05.024 PMid:37414662
20. Zafarmand O, Soori R. The effect of exercise training on chemerin, vaspin, and body composition in type 2 diabetics: a systematic review and meta-analysis. Iran J Diabetes Lipid Disord. 2025;25(4):273-88. doi:10.18502/ijdl.v25i4.20235
21. Zafarmand O, Attarzadeh Hosseini SR. The effect of aerobic training on leptin and acylated ghrelin in overweight and obese people: a systematic review and meta-analysis. J Appl Health Stud Sport Physiol. 2025;12(2):28-49.
22. Zafarmand O, Mogharnasi M, Moghadasi M. The effect of exercise training on serum levels of adipokines related to energy homeostasis (adropin, asprosin) and insulin resistance in patients with type 2 diabetes or obesity: a systematic review and meta-analysis. J Appl Health Stud Sport Physiol. 2024;11(2):23-43.
23. Zafarmand O, Mogharnasi M, Saremi A. The effect of aerobic exercise on plasma levels of fibroblast growth factor 21 and insulin resistance in individuals with cardiometabolic disorders: a meta-analysis. J Exerc Physiol Spec Popul. 2025.
24. Zafarmand O, Mogharnasi M. The effect of exercise training on myonectin and insulin resistance in overweight and obese people: a systematic review and meta-analysis. Sport Physiol Manag Investig. 2025;16(4):191-208.
25. Zafarmand O, Kazeminasab F, Mogharnasi M. The effect of aerobic exercise on lipid profile and plasma levels of tumor necrosis factor-alpha in overweight and obese children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. J Ilam Univ Med Sci. 2025;33(5):94-118.
26. Gaeini AA, Zafarmand O, Hosseini M. The effect of aerobic training on resistin and insulin resistance in type 2 diabetics: a systematic review and meta-analysis. HUMS-JPM. 2025; 12(1): 87. doi:10.18502/ijdl.v25i4.20235
27. Molaei K, Zafarmand O, Mogharnasi M. The effect of aerobic exercise on liver enzymes and insulin resistance in people with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. Metab Exerc. 2025;15(1): 121-144..

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.48307/FMSJ.2026.30.5.625]

28. Kazeminasab F, Soori R, Zafarmand O. The effect of exercise training and green tea supplementation on improving glycemic indices in adults with overweight and obesity: a systematic review and meta-analysis. J Prev Med. 2024;11(3):291-308.
29. Zarreh M, Kazeminasab F, Bahrami Kerchi A, Sharafifard F, Zafarmand O. Differential effects of whey protein supplementation on strength across various muscle groups in adults: a systematic review and meta-analysis. Sport Physiol. 2025;17(67):79-102. doi:10.3390/nu17172748 PMid:40944139 PMCid:PMC12430374
30. Kamali K, Abbasi Daloii A, Abdi A, Ziaolhagh SJ, Barari A. Effect of 8-weeks aerobic training on undercarboxylated osteocalcin, hs-CRP and insulin resistance in overweight women. J Sabzevar Univ Med Sci. 2015;22(5):823-31.
31. Abbaszadeh Surti HE, Hojjatollah K. The effects of sixteen weeks of selected aerobic training on serum osteopontin and osteocalcin in sedentary middle-aged women. J Sport Exerc Physiol. 2012;5(2).
32. Vincent KR, Braith RW. Resistance exercise and bone turnover in elderly men and women. Med Sci Sports Exerc. 2002;34(1):17-23. doi:10.1097/00005768-200201000-00004 PMid:11782642
33. Yarış S, Yetgin M, Agopyan A, Kasımay Ö, Gedikbasi A, Demirci H, et al. Impact of high-intensity interval training on bone metabolism and the metabolic and hormonal profiles of postmenopausal women. Istanbul Med J. 2025;26:5-10. doi:10.4274/imj.galenos.2024.08505
34. Deniz KN, Kasapoğlu-Aksoy MK. The effect of aerobic exercise on bone formation and resorption markers and the quality of life tests in postmenopausal osteopenic patients. BMC Musculoskelet Disord. 2025;26(1): 385. doi:10.1186/s12891-025-08578-z PMid:40259282 PMCid:PMC12010522
35. Alghadir AH, Gabr SA, Iqbal A. Concurrent effects of high-intensity interval training and vitamin D supplementation on bone metabolism among women diagnosed with osteoporosis: a randomized controlled trial. BMC Musculoskelet Disord. 2025;26(1):381. doi:10.1186/s12891-025-08275-x PMid:40259289 PMCid:PMC12010601
36. Soleimani A, Fathi M, Bahrami M. The effects of rehabilitation exercises with vitamin D consumption on the serum level of osteocalcin, insulin resistance, and the function of pancreatic beta cells in people with osteosarcoma cancer after bone marrow stem cell transplantation. Pejouhesh Dar Pezeshki. 2024;47(4):82-95.
37. Habibnezhad M, Askari B, Farajtabar BS, Askari A. The effect of detraining following an endurance training program on bone metabolism markers in asthmatic men. 2023. doi:10.61186/mlj.17.4.13
38. Mohammad Rahimi GR, Bijeh N, Rashidlamir A. Effects of exercise training on serum preptin, undercarboxylated osteocalcin and high molecular weight adiponectin in adults with metabolic syndrome. Exp Physiol. 2020;105(3):449-59. doi:10.1113/EP088036 PMid:31869474
39. Rostamizadeh M, Elmieh A, Rahmaninia F. Effects of aerobic and resistance trainings on relation between blood biochemical parameters and body composition with bone turnover markers in overweight men. J Shahid Sadoughi Univ Med Sci. 2019;27(5):1540-55. doi:10.18502/ssu.v27i5.1522
40. Tolouei Azar J, Ghaffari G, Tofighi A. Effect of 8 weeks of selected aquatic aerobic training on bone formation and density indices in overweight middle-aged men. Med J Tabriz Univ Med Sci Health Serv. 2019;41(5):89-99. doi:10.34172/mj.2019.062
41. Ghorbanian B, Barani A. The relationship between serum osteocalcin and PTH concentrations with glycemic, lipid and adiposity parameters subsequent 10-weeks of aerobic training in women with type 2 diabetes. J Health Promot Manag. 2017;6(3):22-7. doi:10.21859/jhpm-07013
42. Kim YS, Nam JS, Yeo DW, Kim KR, Suh SH, Ahn CW. The effects of aerobic exercise training on serum osteocalcin, adipocytokines and insulin resistance on obese young males. Clin Endocrinol (Oxf). 2015;82(5):686-94. doi:10.1111/cen.12601 PMid:25174991 PMCid:PMC10342435
43. Alipour Y, Abbassi Daloii A, Barari A, Abdi A. Effects of resistance training on serum levels of undercarboxylated osteocalcin, adiponectin and insulin sensitivity in obese women. Tehran Univ Med J. 2015;73(9):668-73.
44. Basat H, Esmaeilzadeh S, Eskiyurt N. The effects of strengthening and high-impact exercises on bone metabolism and quality of life in postmenopausal women: a randomized controlled trial. J Back Musculoskelet Rehabil. 2013;26(4):427-35. doi:10.3233/BMR-130402 PMid:23948830
45. Khorshidi M, Matinhomaee H, Azarbayjani MA, Hossein-nezhad M. Effect of one period of aerobic exercise on serum levels of alkaline phosphatase and osteocalcin in patients with type 2 diabetes. J Shahid Sadoughi Univ Med Sci. 2011;19(5):676-85.
46. Adami S, Gatti D, Viapiana O, Fiore CE, Nuti R, Luisetto G, et al. Physical activity and bone turnover markers: a cross-sectional and a longitudinal study. Calcif Tissue Int. 2008;83(6):388-92. doi:10.1007/s00223-008-9184-8 PMid:18949504
47. Zhao Z, Yan K, Guan Q, Guo Q, Zhao C. Mechanism and physical activities in bone-skeletal muscle crosstalk. Front Endocrinol (Lausanne). 2023; 14:1287972. doi:10.3389/fendo.2023.1287972 PMid:38239981 PMCid:PMC10795164
48. Karsenty G, Mera P. Molecular bases of the crosstalk between bone and muscle. Bone. 2018; 115:43-9. doi:10.1016/j.bone.2017.04.006 PMid:28428077 PMCid:PMC6557139
49. Mera P, Laue K, Ferron M, Confavreux C, Wei J, Galán-Díez M, et al. Osteocalcin signaling in myofibers is necessary and sufficient for optimum adaptation to exercise. Cell Metab. 2016;23(6):1078-92. doi:10.1016/j.cmet.2016.05.004 PMid:27304508 PMCid:PMC4910629
50. Kanazawa I. Osteocalcin as a hormone regulating glucose metabolism. World J Diabetes. 2015;6(18):1345-54. doi:10.4239/wjd.v6.i18.1345 PMid:26722618 PMCid:PMC4689779

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.48307/FMSJ.2026.30.5.625]

51. Wang Y, Hong L, Jiang J, Zhang X, Chen J, Diao H. Osteopontin may improve postinjury muscle repair via matrix metalloproteinases and TGF-β activation in regular exercise. Int J Med Sci. 2023;20(9):1202-11. doi:10.7150/ijms.82925 PMid:37575268 PMCid:PMC10416718

52. Panda VK, Mishra B, Nath AN, Butti R, Yadav AS, Malhotra D, et al. Osteopontin: a key multifaceted regulator in tumor progression and immunomodulation. Biomedicines. 2024;12(7). doi:10.3390/biomedicines12071527 PMid:39062100 PMCid:PMC11274826

53. Pagel CN, Wasgewatte Wijesinghe DK, Taghavi Esfandouni N, Mackie EJ. Osteopontin, inflammation and myogenesis: influencing regeneration, fibrosis and size of skeletal muscle. J Cell Commun Signal. 2014;8(2):95-103. doi:10.1007/s12079-013-0217-3 PMid:24318932 PMCid:PMC4063988

54. Raman A, Peiffer JJ, Hoyne GF, Lawler NG, Currie A, Fairchild TJ. Exercise-induced responses in matrix metalloproteinases and osteopontin are not moderated by exercise format in males with overweight or obesity. Eur J Appl Physiol. 2023;123(5):1115-24. doi:10.1007/s00421-023-05133-3 PMid:36648516 PMCid:PMC10119240

How to Cite this Article:
Kazeminasab F, Zafarmand O, Parseh S. Effects of Different Types of Exercise Training on Osteocalcin and Osteopontin Levels in Healthy Adults and Adults with Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. Feyz Med Sci J. 2026; 30(5):625-644. doi: 10.48307/FMSJ.2026.30.5.625

[Downloaded from feyz.kaums.ac.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.48307/FMSJ.2026.30.5.625]