

Review Article

Effects of Different Exercise Modalities on Cardiac Function in Women with an Emphasis on Advanced Imaging Techniques (Echocardiography): A Review Study

Amir Hossein Hormati Oughoulbaig¹ , Marefat Siahkhouhian¹ , Asadollah Asadi^{*2} ,

Reza Farzizadeh¹ 

¹ Department of Sports Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

² Department of Biology, Faculty of Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

 Corresponding author:

Department of Sports Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

Email:

m_siahkhouhian@uma.ac.ir - asady@uma.ac.ir

Tel: +98 9144511435

Postal Code: 5619913131

Received: February 19, 2026

Revised: May 05, 2026

Accepted: May 06, 2026

Citation:

Hormati Oughoulbaig A.H, Siahkhouhian M, Asadi A, Farzizadeh R. Effects of Different Exercise Modalities on Cardiac Function in Women with an Emphasis on Advanced Imaging Techniques (Echocardiography): A Review Study. J Shahid Sadoughi Uni Med Sci 2026; 34(5): 10206-222.

Introduction: Cardiovascular diseases continue to be a major cause of mortality among women, and regular physical activity is widely considered one of the most effective non-pharmacological strategies for maintaining cardiovascular health. However, the structural and functional cardiac responses to various forms of exercise may differ between women and men owing to physiological, hormonal, body composition, and health-status differences. In recent years, advanced imaging modalities, including speckle-tracking echocardiography, three-dimensional echocardiography, cardiac stress testing, and other novel approaches to assessing cardiac function, have enabled more precise evaluation of structural and functional cardiac changes. Accordingly, the present study was conducted to systematically review published research on the effects of different types of exercise on cardiac function in women, with particular emphasis on findings derived from advanced imaging techniques.

Methods: This study was conducted as a systematic review. Articles published between 2020 and 2025 were retrieved from PubMed, Scopus, Web of Science, and the Islamic World Science Citation Database (ISC) using specialized keywords related to exercise training, cardiac function, women, and advanced imaging methods. Following the removal of duplicate records and the screening of titles, abstracts, and full texts, eligible studies were selected according to predefined inclusion criteria. The inclusion criteria comprised a focus on women, the application of advanced imaging methods for the assessment of cardiac function, presentation of valid quantitative data, and publication in peer-reviewed scientific journals. The methodological quality of the selected studies was assessed using the standard Downs and Black checklist.

Results: A total of 16 eligible studies were included in the review. The findings showed that, in most studies, aerobic and endurance training were associated in most studies with improved myocardial strain, increased peak oxygen uptake (VO_{2peak}), enhanced systolic and diastolic cardiac function, and greater functional cardiac capacity. Differences related to sex, age, body composition, blood pressure status, and individual physiological conditions were also observed in the magnitude of training responses. Some studies further suggested that exercise type, intensity, and duration may influence the extent of cardiac adaptations. Moreover, advanced imaging methods, particularly speckle-tracking echocardiography, were shown to be more sensitive than conventional approaches in detecting subtle functional changes, including alterations in myocardial strain, and therefore played an

important role in the accurate assessment of exercise-induced cardiac adaptations.

Conclusion: Available evidence indicates that regular exercise training, especially aerobic and endurance exercise, exerts beneficial effects on cardiac function in women; however, the magnitude of these responses is influenced by individual characteristics, health status, body composition, and the type of training program. Advanced imaging modalities can contribute substantially to the precise detection of functional cardiac changes, the design of personalized exercise programs, and the improvement of cardiovascular prevention and care strategies in women. Future well-designed studies with standardized designs and larger sample populations may further clarify sex-specific cardiac responses to different forms of exercise training.

Keywords: Speckle-tracking echocardiography, women's cardiac function, exercise training, stress testing, myocardial strain.

تأثیر انواع تمرینات ورزشی بر عملکرد قلب زنان با تأکید بر روش‌های تصویربرداری پیشرفته (اکوکاردیوگرافی): یک مطالعه مروری

امیرحسین حرمتی اوغول بیگ^۱ ID، معرفت سیاهکوهیان^۱ ID✉، اسداله اسدی^{۲*} ID، رضا فرضی‌زاده^۱ ID

^۱ گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

^۲ گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

نویسنده مسئول: ✉

معرفت سیاهکوهیان، اسداله اسدی
گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده
علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه
محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

پست الکترونیک:

asady@uma.ac.ir

m_siahkohian@uma.ac.ir

تلفن: ۰۹۱۲۵۰۳۲۳۴۶

صندوق پستی: ۵۶۱۹۹۱۳۱۳۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۳۰

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۲/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۲/۱۶

ارجاع:

حرمتی اوغول بیگ، امیرحسین،
سیاهکوهیان معرفت، اسدی اسداله،
فرضی‌زاده رضا. تأثیر انواع تمرینات
ورزشی بر عملکرد قلب زنان با
تأکید بر روش‌های تصویربرداری
پیشرفته (اکوکاردیوگرافی): یک
مطالعه مروری. مجله علمی
پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی
شهید صدوقی یزد ۱۴۰۵؛ ۳۴ (۵):
۱۰۲۲۲-۱۰۲۰۶.

مقدمه: بیماری‌های قلبی‌عروقی همچنان یکی از مهم‌ترین علل مرگ‌ومیر در زنان به شمار می‌روند و فعالیت بدنی منظم به‌عنوان یکی از مؤثرترین راهکارهای غیردارویی برای حفظ سلامت قلب و عروق شناخته می‌شود. با این حال، پاسخ‌های ساختاری و عملکردی قلب زنان به انواع مختلف تمرینات ورزشی به دلیل تفاوت‌های فیزیولوژیک، هورمونی، ترکیب بدنی و وضعیت سلامت، ممکن است با مردان متفاوت باشد. در سال‌های اخیر، توسعه روش‌های تصویربرداری پیشرفته از جمله اکوکاردیوگرافی اسپکل ترکینگ، اکوکاردیوگرافی سه‌بعدی، تست‌های استرس قلبی و سایر روش‌های نوین ارزیابی عملکرد قلب، امکان بررسی دقیق‌تر تغییرات عملکردی و ساختاری قلب را فراهم کرده است. از این‌رو، مطالعه حاضر با هدف مرور ساختاریافته شواهد پژوهشی منتشرشده درباره تأثیر انواع تمرینات ورزشی بر عملکرد قلب در زنان، با تأکید بر یافته‌های حاصل از روش‌های تصویربرداری پیشرفته، انجام شد.

روش بررسی: این مطالعه به‌صورت مرور ساختاریافته انجام شد. مقالات منتشرشده در فاصله سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۵ از پایگاه‌های اطلاعاتی PubMed، Scopus، Web of Science و ISC با استفاده از کلیدواژه‌های تخصصی مرتبط با تمرینات ورزشی، عملکرد قلب، زنان و روش‌های تصویربرداری پیشرفته جستجو شدند. پس از حذف مقالات تکراری و بررسی عنوان، چکیده و متن کامل، مطالعات واجد شرایط بر اساس معیارهای ورود انتخاب شدند. معیارهای ورود شامل تمرکز بر زنان، استفاده از روش‌های تصویربرداری پیشرفته برای ارزیابی عملکرد قلب، ارائه داده‌های کمی معتبر و انتشار در مجلات علمی معتبر بود. کیفیت مطالعات منتخب نیز با استفاده از پرسشنامه استاندارد دان و بلک مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج: در مجموع ۱۶ مطالعه واجد شرایط وارد مرور شدند. نتایج نشان داد که تمرینات هوازی و استقامتی در اغلب مطالعات با بهبود کرنش عضله قلب (Myocardial Strain)، افزایش VO₂peak، بهبود عملکرد سیستمی و دیاستولی قلب و ارتقای ظرفیت عملکردی قلب همراه بودند. همچنین تفاوت‌های مرتبط با جنس، سن، ترکیب بدنی، وضعیت فشارخون و شرایط فیزیولوژیک افراد در میزان پاسخ به تمرینات مشاهده شد. برخی مطالعات نیز نشان دادند که نوع، شدت و مدت تمرین ورزشی می‌تواند بر میزان سازگاری‌های قلبی مؤثر باشد. علاوه بر این، روش‌های تصویربرداری پیشرفته، به‌ویژه اکوکاردیوگرافی اسپکل ترکینگ، نسبت به روش‌های متداول حساسیت بیشتری در شناسایی تغییرات عملکردی ظریف از جمله تغییرات کرنش عضله قلب داشته و نقش مهمی در ارزیابی دقیق سازگاری‌های قلبی ناشی از تمرین ایفا کردند.

نتیجه‌گیری: شواهد موجود نشان می‌دهد که انجام منظم تمرینات ورزشی، به‌ویژه تمرینات هوازی و استقامتی، اثرات سودمندی بر عملکرد قلبی زنان دارد؛ با این حال، میزان این پاسخ‌ها تحت تأثیر ویژگی‌های فردی، وضعیت سلامت، ترکیب بدنی و نوع برنامه تمرینی قرار می‌گیرد. استفاده از روش‌های تصویربرداری پیشرفته می‌تواند در شناسایی دقیق تغییرات عملکردی قلب، طراحی برنامه‌های تمرینی شخصی‌سازی‌شده و ارتقای راهبردهای پیشگیری و مراقبت قلبی‌عروقی در زنان نقش مؤثری داشته باشد. انجام مطالعات آینده با طراحی استاندارد و حجم نمونه بیشتر نیز می‌تواند به تبیین بهتر تفاوت‌های پاسخ قلبی زنان به انواع تمرینات ورزشی کمک کند.

واژه‌های کلیدی: اکوکاردیوگرافی اسپکل ترکینگ، عملکرد قلب زنان، تمرین ورزشی، تست

استرس، کرنش میوکارد

مقدمه

ورزش منظم بدنی به‌طور گسترده به‌عنوان یکی از ارکان اصلی سلامت قلب و عروق شناخته می‌شود و نقش بسیار مؤثری در پیشگیری و کنترل انواع بیماری‌های قلبی ایفا می‌کند (۱). در چند دهه‌ی اخیر، پیشرفت‌های چشمگیری در تکنیک‌های تصویربرداری قلبی رخ داده است؛ به‌ویژه ظهور روش‌های پیشرفته‌ای مانند اکوکاردیوگرافی اسپکل‌ترکینگ و اکوکاردیوگرافی تنشی که توانایی ما را در ارزیابی ساختار و عملکرد قلب در پاسخ به فعالیت ورزشی به‌طور قابل‌توجهی افزایش داده‌اند (۲، ۳). این ابزارهای تصویربرداری امکان ارزیابی دقیق تغییر شکل عضله قلب، عملکرد بطن‌ها و تغییرات همودینامیک حین فعالیت بدنی را فراهم می‌کنند و اطلاعات ارزشمندی فراتر از شاخص‌های سنتی اکوکاردیوگرافی در اختیار ما قرار می‌دهند (۴). از آنجا که بیماری‌های قلبی عروقی همچنان یکی از مهم‌ترین عوامل مرگ و میر و ناتوانی در سراسر جهان هستند، درک این‌که انواع مختلف ورزش چگونه بر عملکرد قلب تأثیر می‌گذارند به‌ویژه در زنان که ممکن است پاسخ‌های فیزیولوژیکی متفاوتی داشته باشند به یکی از محورهای اصلی پژوهش‌های نوین تبدیل شده است (۵). با وجود اینکه فواید ورزش برای سلامت قلب و عروق به‌خوبی شناخته شده است، علاقه‌مندی فزاینده‌ای به بررسی این موضوع وجود دارد که انواع مختلف فعالیت ورزشی چگونه به‌طور خاص بر عملکرد قلب در زنان تأثیر می‌گذارند (۶). این تفاوت‌ها نه‌تنها درک ما را از سلامت قلب و عروق در زنان افزایش می‌دهد، بلکه به تدوین برنامه‌های ورزشی شخصی‌سازی‌شده و بهینه‌سازی مدیریت بالینی نیز کمک می‌کند (۷، ۸). این روش‌های تصویربرداری به‌ویژه در اندازه‌گیری دقیق تغییرات ظریف کرنش میوکارد (Myocardial Strain) که شاخصی از میزان تغییر شکل یا تغییر طول عضله قلب در طول چرخه انقباض و انبساط است و یکی از شاخص‌های حساس ارزیابی عملکرد میوکارد محسوب می‌شود و مکانیک بطن‌ها که با روش‌های متداول قابل شناسایی نبوده، کاربرد بالینی ارزشمندی دارند (۹، ۱۰). با توجه به شواهد موجود درباره تفاوت‌های جنسیتی در پاسخ قلبی به ورزش، بررسی این واکنش‌های متفاوت در زنان و مردان نسبت به انواع مختلف تمرینات ورزشی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، نه‌تنها درک ما را از سلامت قلب و عروق در زنان افزایش می‌دهد، بلکه به تدوین برنامه‌های ورزشی شخصی‌سازی‌شده و بهینه‌سازی

مدیریت بالینی نیز کمک می‌کند (۱۱). مطالعات اخیر که از روش‌های تصویربرداری پیشرفته بهره گرفته‌اند، جنبه‌های ظریف‌تری از سازگاری قلب با ورزش در زنان را روشن کرده‌اند. برای مثال، اکوکاردیوگرافی مبتنی بر ردیابی لکه‌ای (Speckle-tracking) نشان داده است که برنامه‌های منظم تمرینات استقامتی می‌توانند باعث بهبود قابل‌توجهی در شاخص‌های کشش عضله قلب، مانند کشش طولی جهانی (Global Longitudinal Strain: GLS)، شوند (۱۲، ۱۳). علاوه بر این، شواهد نشان می‌دهند که افزایش فشارخون در حین ورزش لزوماً نشانه‌ای از بروز حوادث قلبی عروقی در زنان نیست، و این موضوع دیدگاه‌های سنتی درباره بالا رفتن فشار خون ناشی از ورزش را به چالش می‌کشد (۱۴). افزون بر این، مقایسه میان روش‌های مختلف تست استرس مانند نوار قلب ورزشی، اکوکاردیوگرافی استرس با دوبوتامین، و اکوکاردیوگرافی استرس ناشی از ورزش، تفاوت‌هایی را در میزان حساسیت تشخیصی و صرفه‌جویی اقتصادی نشان داده‌اند؛ به‌ویژه در جمعیت زنان، این تفاوت‌ها برجسته‌تر بوده‌اند (۱۵). این یافته‌ها بر اهمیت به‌کارگیری روش‌های تصویربرداری و آزمون‌های تشخیصی متناسب با ویژگی‌های فردی تأکید دارند، تا بتوان عملکرد قلب را به‌درستی ارزیابی کرد و تصمیمات بالینی دقیق‌تری برای زنانی که در انواع مختلف فعالیت‌های بدنی مشارکت دارند، اتخاذ نمود. با وجود پیشرفت‌های چشمگیر در درک واکنش‌های قلبی نسبت به ورزش در زنان، همچنان خلأهای مشخصی در ادبیات علمی این حوزه وجود دارد؛ از جمله: تمرکز بیشتر مطالعات بر اثرات کوتاه‌مدت، کمبود پژوهش‌های طولی، و نبود استانداردهایی در پروتکل‌های تصویربرداری (۱۶). بیشتر مطالعات موجود عمدتاً بر تأثیرات کوتاه‌مدت یا گروه‌های خاصی مانند ورزشکاران استقامتی یا بیمارانی با مشکلات قلبی شناخته‌شده تمرکز دارند، و در نتیجه داده‌های محدودی درباره انواع مختلف تمرینات ورزشی و اثرات بلندمدت آن‌ها بر سلامت قلب زنان در دسترس است (۱۷). علاوه بر این، کمبود مطالعات طولی و گسترده‌ای که به‌طور جامع بررسی کنند چگونه عواملی مانند سن، وضعیت هورمونی و ترکیب بدنی بر مکانیک عضله قلب و سازگاری‌های عملکردی آن در طول زمان تأثیر می‌گذارند، به‌وضوح احساس می‌شود (۱۸). افزون بر این، با وجود آن‌که تکنیک‌های تصویربرداری پیشرفته دقت تشخیص را افزایش داده‌اند، نبود استانداردهایی در پروتکل‌ها و معیارهای تفسیر میان مراکز

استراتژی جستجو در پایگاه Web of Science نیز به صورت زیر بود:

TS=("exercise echocardiography" OR "cardiac strain" OR "myocardial strain" OR "GLS" OR "RV function") AND TS=("aerobic training" OR "endurance exercise" OR "stress test") AND TS=("women" OR "female") AND PY=(2020–2025)

جستجوی فارسی در SID با کلیدواژه‌های «اکوکاردیوگرافی ورزشی»، «کرنش قلبی»، «عملکرد بطن راست»، «تفاوت جنسیتی در پاسخ قلب» و «تمرینات ورزشی در زنان» انجام شد. پس از حذف مقالات تکراری، غربالگری عنوان و چکیده، و ارزیابی متن کامل، ۱۶ مطالعه واجد شرایط وارد مرور شدند. (جدول ۱) خلاصه‌ای از مشخصات مطالعات بررسی شده و یافته‌های اصلی آن‌ها درباره عملکرد قلب بانوان در پاسخ به انواع تمرینات ورزشی را نشان می‌دهد. کیفیت روش‌شناسی مطالعات با پرسشنامه دان و بلک (جدول ۲) ارزیابی گردید. فلوجارت مراحل انتخاب در (شکل ۱) ارائه شده است.

معیارهای ورود و خروج به مطالعه:

۱. مطالعه می‌بایست به طور مشخص به بررسی اثر یک یا چند نوع تمرین ورزشی (هوازی، استقامتی، تناوبی شدید، یا ترکیبی) یا آزمون‌های استرس قلبی (مانند تست ورزش قلبی-ریوی، اکوکاردیوگرافی استرس با ورزش یا دوبوتامین) بر عملکرد قلب (شامل شاخص‌هایی مانند کرنش میوکارد، کسر جهشی، عملکرد دیاستولیک، یا ظرفیت هوازی) پرداخته باشد.
۲. داده‌های خروجی مطالعه:
۳. مطالعه می‌بایست حاوی داده‌های عددی و بالینی معتبر باشد، از جمله:

۱. شاخص‌های کرنش میوکارد شامل کرنش طولی کلی بطن چپ Global Longitudinal Strain; GLS، کرنش طولی کلی بطن راست Right Ventricular Global Longitudinal Strain; RV-GLS و کرنش قطعه‌ای Segmental Strain
۲. ظرفیت هوازی (VO₂peak) یا (VO₂max)
۳. شاخص‌های همودینامیک (فشار خون، ضربان قلب، RPP)
۴. پارامترهای اکوکاردیوگرافی (E/A، e'، LVEF، LV mass و)
۴. ابزارهای اندازه‌گیری: مطالعه می‌بایست از ابزارهای پیشرفته تصویربرداری (حداقل یکی از موارد زیر) استفاده کرده باشد:
۱. اکوکاردیوگرافی اسپکل ترکیک (STE)

مختلف، موجب کاهش قابلیت تعمیم‌پذیری یافته‌ها شده است (۱۹). پر کردن این خلأهای علمی برای سه هدف ضروری است: تدوین توصیه‌های ورزشی شخصی‌سازی شده و مبتنی بر شواهد، بهینه‌سازی پیامدهای قلبی-عروقی در زنان، و بهبود مراقبت‌های بالینی متناسب با ویژگی‌های جنسیتی، بر همین اساس، این مرور ساختاریافته با هدف ارزیابی جامع اثرات انواع مختلف تمرینات ورزشی بر عملکرد قلب زنان انجام شده است. تأکید اصلی بر تکنیک‌های تصویربرداری پیشرفته مانند اکوکاردیوگرافی مبتنی بر ردیابی لکه‌ای (اسپکل-ترکیک) و تست‌های استرس می‌باشد. این مطالعه با تلفیق شواهد حاصل از پژوهش‌های متنوع، این جنبه‌های مانند سازگاری‌های عضله قلب، واکنش‌های اختصاصی جنسیتی، و کاربرد بالینی ابزارهای تشخیصی نوظهور را روشن می‌سازد. در نهایت، هدف نهایی شناسایی شکاف‌های موجود در دانش فعلی و فراهم ساختن پایه‌ای علمی برای بهینه‌سازی توصیه‌های ورزشی و مراقبت‌های قلبی-عروقی متناسب با ویژگی‌های زنان است.

روش بررسی

در این مطالعه مرور ساختاریافته، تلاش شد مجموعه‌ای از پژوهش‌هایی که طی سال‌های اخیر درباره تأثیر ورزش بر ساختار و عملکرد قلب منتشر شده‌اند، مورد بررسی قرار گیرد. تمرکز اصلی بر مطالعاتی بود که از روش‌های تصویربرداری نوین مانند اکوکاردیوگرافی اسپکل ترکیک و همچنین تست‌های استرس ورزشی برای ارزیابی پاسخ‌های قلبی بهره برده‌اند.

نحوه جستجوی منابع: دوره زمانی جستجو با توجه به هدف مرور مطالعات اخیر و تحولات روش‌های تصویربرداری قلبی از سال ۲۰۲۰ به بعد، بازه ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۵ تعیین شد. جستجوی سیستماتیک در پایگاه‌های داده‌ی انگلیسی شامل PubMed، Scopus، Web of Science و معتبرترین پایگاه فارسی ISC انجام شد. همچنین، برای پوشش جامع‌تر مطالعات، از موتور جستجوی Google Scholar نیز استفاده شد. استراتژی جستجو در پایگاه Scopus به صورت زیر بود:

TITLE-ABS-KEY ("exercise echocardiography" OR "cardiac strain" OR "myocardial strain" OR "GLS" OR "RV function") AND TITLE-ABS-KEY ("aerobic training" OR "endurance exercise" OR "stress test") AND TITLE-ABS-KEY ("women" OR "female" OR "sex difference") AND PUBYEAR > 2019 AND PUBYEAR < 2026

کاهش ظرفیت ورزشی و تضعیف شاخص‌های اکوکاردیوگرافی همراه بودند (۲۶، ۲۷). همچنین افزایش فشارخون حین ورزش در زنان دارای چاقی شکمی با بازسازی پاتولوژیک قلب همراه بود (۳۰). هرچند این پاسخ فشار اغراق آمیز لزوماً به افزایش مرگ‌ومیر منجر نمی‌شود (۳۱). در تشخیص بیماری عروق کرونر، اکوکاردیوگرافی استرس با ورزش و دوبوتامین حساسیت مشابهی داشتند، اما روش اول مقرون به‌صرفه‌تر بود (۳۲، ۳۳). ظرفیت عملکردی پایین با افزایش مرگ‌ومیر همراه بود (۳۰). استرس حاد ناشی از دو ماراتن نیز موجب کاهش گذرای عملکرد دهلیزی و اتساع حفرات قلبی شد که طی دو هفته بازگشت پذیر بود (۳۴). در نهایت، اکوکاردیوگرافی استرس پیش از بارداری دز زنان مبتلا به تنگی دریچه‌های چپ قلب، پیامدهای مادر و جنین را بهبود بخشید (۳۵). در مجموع، این یافته‌ها نشان می‌دهد که ورزش تأثیر مثبتی بر قلب زنان دارد اما پاسخ نهایی به ویژگی‌های فردی آنان وابسته است. برای ارزیابی کیفیت روش‌شناسی مطالعات وارد شده، از چک لیست Downs and Black با حداکثر امتیاز ۲۷ استفاده شد (Downs & Black, 1998) (۳۶). این ابزار پنج حیطه اصلی شامل گزارش‌دهی (۱۰ نمره)، اعتبار داخلی از منظر سوگیری (۷ نمره)، کنترل عوامل مخدوش‌کننده (۶ نمره)، اعتبار خارجی (۳ نمره) و قدرت مطالعه (۱ نمره) را دربر می‌گیرد. نمره کل هر مطالعه از مجموع این حیطه‌ها محاسبه شد و حداکثر نمره ممکن ۲۷ در نظر گرفته شد. بر این اساس، مطالعات با نمره ۲۰ تا ۲۷ به‌عنوان مطالعات با کیفیت بالا، نمره ۱۵ تا ۱۹ با کیفیت متوسط و نمره کمتر از ۱۵ به‌عنوان مطالعات با کیفیت پایین طبقه‌بندی شدند. ارزیابی توسط دو داور به‌صورت مستقل انجام و اختلاف‌نظرها با بحث و توافق نهایی داور سوم اصلاح گردید.

۲. اکوکاردیوگرافی سه‌بعدی

۳. اکوکاردیوگرافی استرس (ورزشی یا دوبوتامین)

۴. تست ورزش قلبی-ریوی (CPET) همچنین تست‌های فیزیولوژیک مورد استفاده باید از اعتبار علمی برخوردار باشند (یعنی پروتکل استاندارد شده و در مجلات معتبر قبلاً معرفی شده باشند).

۵. منبع انتشار:

۶. مطالعه می‌بایست در مجلات علمی معتبر که دارای نمایه

(index) در پایگاه‌های اصلی (PubMed, Scopus, WOS)

(ISC) هستند، منتشر شده باشد. مقالات کنفرانسی، پایان‌نامه‌ها

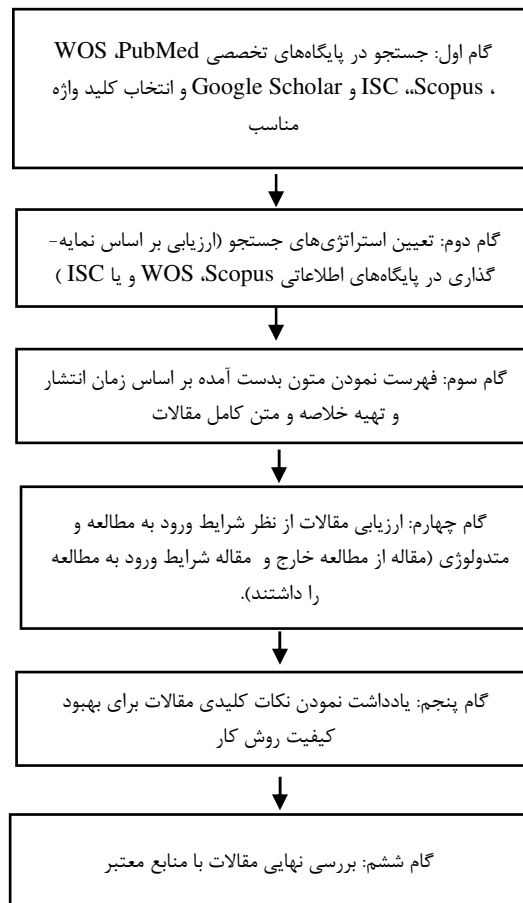
(بدون انتشار در مجله)، و گزارش‌های موردی وارد نشوند.

شیوه تحلیل مطالب: پس از انتخاب نهایی مقالات، دو نویسنده به‌طور مستقل اطلاعات اصلی هر پژوهش شامل عنوان، کشور محل اجرا، نوع طراحی مطالعه، مشخصات جمعیت مورد بررسی، متغیرهای کلیدی، ابزارهای مورد استفاده و نتایج مهم را استخراج کرده و در یک جدول خلاصه نمودند. در موارد اختلاف بین دو نویسنده، با بحث و توافق حل و فصل شد و در صورت عدم توافق، نویسنده سوم به‌عنوان داور نهایی تصمیم‌گیری کرد.

نتایج

مشخصات و یافته‌های مطالعات وارد شده در این مرور در جدول ۱ خلاصه شده است. بر اساس مطالعات ارائه‌شده در جدول ۱، تمرینات هوازی و استقامتی در زنان موجب بهبود کرنش طولی کلی (۲۰) و افزایش اوج اکسیژن مصرفی (۲۰، ۲۱) می‌شوند. همچنین بهبود کرنش قطعه‌ای بطن راست (۲۲)، نقش سن در پاسخ قلبی و عروقی (۲۳) تأثیر سابقه بارداری (۲۴، ۲۵)، ترکیب بدنی (۲۶، ۲۷)، وضعیت هورمونی (۲۸) و نوع تمرین (۲۹) گزارش شده است. در زنان پیش یائسه، چاقی و فشارخون بالا با

شکل ۱. روند انتخاب مقالات



جدول ۱. خلاصه مشخصات و یافته‌های مطالعات بررسی‌شده درباره عملکرد قلب بانوان در پاسخ به انواع تمرینات ورزشی با استفاده از تصویربرداری پیشرفته

نویسندگان	نام مجله و سال انتشار	نام مطالعه	نوع مطالعه	روش مطالعه	متغیرهای مستقل	متغیرهای وابسته	نتایج
موری و همکاران (20)	European Journal of Sport Science, 2024	تأثیر مثبت ورزش بر کرنش طولی جهانی در زنان در معرض خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی	کارآزمایی متقاطع تصادفی شده	۱۵ زن در معرض خطر HTN/T2DM، به صورت متقاطع، ۸ هفته تمرین هوازی و ۸ هفته کنترل (بدون تمرین) را سپری کردند.	تمرین هوازی (۸ هفته)	GLS, VO2 پیک	بهبود کرنش طولی جهانی و اوج اکسیژن مصرفی پس از ورزش ؛ تفاوت (p≤0.001) بین گروهی معنی‌دار (d=1.02)
خالد و همکاران (32)	Pakistan Biomedical Journal,	ارزیابی بیماری عروق کرونر مشکوک یا شناخته	مطالعه مقطعی توصیفی	۲۶۰ بیمار تحت استرس اکوکاردیوگرافی	نوع تست استرس (اکوی ورزشی)	تشخیص ، وقوع CAD، عوارض جانبی،	اکوی ورزشی در ۶۱/۵٪ موارد ایمن‌تر و منتخب؛ عوارض

June 2022	شده با اکوکاردیوگرافی ورزشی و اکوکاردیوگرافی استرس دوبوتامین	(۱۶۰ نفر اکوی ورزشی، ۱۰۰ نفر اکو دوبوتامین) قرار گرفتند.	در مقابل اکو دوبوتامین	شاخص حرکت (WMSI) دیواره	DSE جانبی در (۲۹٪) بیشتر
پتیرو و همکاران (30)	Revista Española de Cardiología, 2020	پیش‌بینی علل مختلف مرگ و میر با اکوکاردیوگرافی ورزشی در زنان	مطالعه کوهورت آینده‌نگر	۴۷۱۴ زن تحت اکوکاردیوگرافی استرس ورزشی (پروتکل بروس) با میانگین پیگیری ۴/۷ سال.	ظرفیت عملکردی (7 METs <) پایین با افزایش مرگ و میر کلی و اختصاصی همراه؛ ایسکمی پیش‌بین مرگ قلبی
بوزاس-موسکرا و همکاران (31)	Revista Clínica Española, 2020	افزایش بیش از حد فشار خون با ورزش مرگ و میر یا رویدادهای قلبی شدید را در زنان پیش‌بینی نمی‌کند	مطالعه کوهورت آینده‌نگر	۳۹۴۲ زن با CAD مشکوک یا شناخته شده تحت اکوکاردیوگرافی ورزشی و پیگیری به مدت ۳/۵ سال.	پیش‌بین EBPIE مستقل مرگ یا رویدادها نبود؛ زنان مرگ EBPIE با و میر پایین‌تری داشتند
سوتیناتان و همکاران (33)	European Heart Journal, 2023	اثربخشی مقایسه‌ای الکتروکاردیوگرافی ورزشی در مقابل اکوکاردیوگرافی ورزشی در زنان با بیماری عروق کرونر مشکوک: یک مطالعه تصادفی‌سازی شده	کارآزمایی بالینی تصادفی‌شده کنترل‌دار	۴۱۶ زن با احتمال متوسط CAD به دو گروه Ex-ESE و ECG تصادفی شدند و به مدت ۲/۹ سال پیگیری شدند.	ارزش اخباری (PPV) مثبت، استفاده از منابع هزینه‌ها کمتر (۷/۴٪) اما استفاده از منابع بیشتر (۳۰٪) مشابه PPV Ex-ECG vs؛ هزینه اولیه ECG کمتر (۷/۴٪) اما استفاده از منابع بیشتر
پاکین و همکاران (26)	Journal of Clinical Medicine, 2024	پاسخ فشار خون به ورزش در مردان و زنان با فشار خون طبیعی و چاقی شکمی: ارتباط با بازسازی نامطلوب قلبی	مطالعه مقطعی تحلیلی	۱۵۸ فرد با چاقی شکمی و BP<140/90 تحت CPET و اکوکاردیوگرافی قرار گرفتند.	در زنان با HRE ضخامت دیواره و جرم بطن چپ بالاتر همراه؛ در مردان با افزایش ضخامت نسبی دیواره
دابرو و همکاران (27)	Journal of Cardiovascular Development and Disease, 2022	تأثیر چاقی و اجزای توده بدنی بر تحمل ورزش و شاخص‌های زیستی در زنان مبتلا به فشارخون بالا در	مطالعه مقطعی تحلیلی	۱۸۸ زن مبتلا به فشارخون به دو گروه چاق و غیرچاق تقسیم و تحت CPET و اکوکاردیوگرافی قرار گرفتند.	ظرفیت تمرین (VO2 AT)، عملکرد بطن دیاستولیک بطن چپ

دوره قبل از یائسگی	دوره قبل از یائسگی	دوره قبل از یائسگی	دوره قبل از یائسگی	دوره قبل از یائسگی	دوره قبل از یائسگی	دوره قبل از یائسگی	دوره قبل از یائسگی
لاسوکا و همکاران (34)	Frontiers in Physiology, July 2022	بازسازی دهلیزی ناشی از ورزش در دوندگان تفریحی زن ماراتون با استفاده از اکوکاردیوگرافی سه بعدی و ردیابی اسپکل	مطالعه طولی (قبل-بعد)	۲۷ دونده تفریحی زن قبل، بلافاصله بعد و ۲ هفته پس از ماراتون تحت اکوی سه بعدی و STE قرار گرفتند.	دوی ماراتون	حجم و عملکرد دهلیز راست و (D با ۳) چپ (STE)	بلافاصله پس از ماراتون: اتساع، افزایش RA عملکرد انقباضی دهلیزها، اتساع و کاهش عملکرد RV؛ بازگشت پس از ۲ هفته
سجوردارسون و همکاران (21)	Physiological Reports, 2024	تأثیر شدت و مدت تمرین شنا بر سازگاری های ساختاری و عملکردی قلب در زنان مبتلا به فشار خون خفیف	کارآزمایی تصادفی شده کنترل دار	۶۲ زن با فشار خون خفیف به سه گروه شنا با شدت بالا (HIS)، شنا با شدت متوسط (MOD) و کنترل تقسیم شدند.	شدت و مدت تمرین شنا	ساختار بطن (LVM، LVIDd)، عملکرد دیاستولیک (E/A، e')	و HIS هر دو گروه افزایش MOD و بهبود E/A؛ MOD همچنین بهبود GLS و LVIDd
بیل و همکاران (24)	ESC Heart Failure, 2020	تأثیر تعداد زایمان بر فیزیولوژی ورزش در زنان مبتلا به نارسایی قلبی با کسر جهشی حفظ شده (HFpEF)	مطالعه کوهورت گذشته نگر	۵۸ زن مبتلا به HFpEF کاترئیزاسیون قلبی راست و اکوکاردیوگرافی در حالت استراحت و ورزش قرار گرفتند.	تعداد زایمان (پاریتی) ۰-۲ در مقابل (۳≤)	ظرفیت ورزش (workload)، همودینامیک (PCWP، RAP)، عملکرد بطن چپ	زنان با ≤۳ زایمان workload و PCWP پایین تر، EF بیشتر، RAP پایین تر
فلین و همکاران (23)	Echo Research & Practice, 2026	فشار خون، ضربان قلب و حاصل ضرب فشار-ضربان در اکوکاردیوگرافی استرس ورزشی با دوچرخه خوابیده در بیماران با نتایج نرمال	مطالعه مقطعی گذشته نگر	آنالیز ۲۶۰ تست SBSE نرمال (با پروتکل استاندارد ۲۵ وات) در یک جمعیت بدون گزینش با درد قفسه سینه.	سن، جنس	ضربان قلب پیک، فشار خون سیستولیک RPP، پیک، زمان تمرین	تفاوت های سنی و جنسی در پاسخ های RPP فیزیولوژیک؛ پیک با افزایش سن تغییر نکرد (ممکن است معیار بهتری برای تلاش باشد)
کاندلا دیاز کانسترو دیوید مونتر (29)	Journal of Applied Physiology, 2023	بهبود اختصاصی جنسیتی در فوتوپ قلبی زنان مسن با ترکیب خون گیری و تمرین ورزشی	کارآزمایی بالینی (مداخله ای) بدون گروه کنترل	۲۹ فرد مسن سالم (۱۵ زن، ۱۴ مرد) تحت ۱۰٪ خون گیری و ۸ هفته تمرین	جنسیت، مداخله ترکیبی (خون گیری + تمرین)	تحمل ارتواستاتیک، حجم و (OT) عملکرد بطن چپ، جرم بطن چپ	در زنان بهبود OT یافت (۱۱٪) اما در مردان تغییر نکرد؛ LVM زنان افزایش و بهبود عملکرد

(e', دیاستولیک E/A) نشان دادند		تناوبی شدید قرار گرفتند.					
FWLS و Strain در RV بازال ورزشکاران کمتر تفاوتی GLS بود؛ نداشت؛ پس از GLS ورزش حاد کاهش یافت	طولی Strain جهانی (GLS)، Strain RV دیواره آزاد ، (FWLS) Strain Segment ال (بازال، اپیکال)	ورزش استقامتی (در مقابل کنترل)، ورزش حاد استقامتی	جستجوی جامع تا مارس ۲۰۲۴، شامل ۲۰ مطالعه با ۱۱۸۶ شرکت کننده.	مرور سیستماتیک و متاآنالیز	عملکرد بطن راست در ورزشکاران استقامتی با استفاده از اکوکاردیوگرافی ردیابی اسپکل: یک متاآنالیز	BMC Cardiovascular Disorders , 2025	گوئو و همکاران (22)
تفاوت جنسی در LA کرنش رزرواً در بیماران ≤ ۶۰ سال؛ کرنش رزرواً در هر دو LA جنس پیش بین پیک VO2 مستقل	کرنش دهلیز چپ (رزرواً، کاندویت، انقباضی)، درصد پیش بینی شده پیک VO2	جنسیت ورزشی	۵۳۲ بیمار HCM تحت CPET و اکوکاردیوگرافی با آنالیز STE قرار گرفتند.	مطالعه هم گروهی گذشته نگر با تطبیق امتیاز تمایل	تفاوت های جنسیتی در مکانیک کرنش دهلیز چپ و ظرفیت ورزش در کاردیومیوپاتی هیپر تروفیک	Cardiovascular Diagnosis and Therapy, 2024	ژو و همکاران (25)
ورزش مزمن سطوح را BK و TK با افزایش داد؛ LVEDDI و همبستگی LVMI منفی و با همبستگی مثبت	سطوح پلاسمایی ، BK و TK شاخص های اکوکاردیوگرافی (LVEDDI ، LVMI)	وضعیت ورزشی (ورزشکار/غیر ورزش حاد/مزمن	۲۲ زن ورزشکار و ۲۲ زن غیرورزشکار تحت ورزش حاد (بروس) و مزمن (۱۲ هفته شنا) و اکوکاردیوگرافی قرار گرفتند.	مطالعه مورد-شاهدهی	ارتباط متقابل بین تمرین ورزشی، هیپر تروفی قلبی و سیستم کالیکرئین-کینین بافتی در زنان ورزشکار و غیرورزشکار	Journal of Cardiovascular and Thoracic Research, 2022	حیدری و همکاران (28)
در تنگی میترال: TSE گروه بدون MPE و نیاز به PTMC بیشتر؛ در تنگی آئورت تفاوت معنی دار نبود	پیامدهای نامطلوب مادری و (MPE) جنینی/نوزادی (FNE)	TSE انجام قبل از بارداری	۴۷ زن باردار با تنگی دریچه میترال یا آئورت (۲۹ نفر با TSE قبل از بارداری، ۱۸ نفر بدون آن) از نظر پیامدها بررسی شدند.	مطالعه هم گروهی گذشته نگر	مشاوره قبل از بارداری با استفاده از اکوکاردیوگرافی استرس ورزشی با تردمیل برای زنان باردار مبتلا به تنگی دریچه سمت چپ قلب	Northern Clinics of Istanbul, 2022	محمدی و همکاران (35)

جدول ۲. سنجش کیفیت مقالات توسط پرسشنامه دان و بلیک

نویسنده	کیفیت	خطای	متغیرهای	قدرت	قابلیت	امتیاز کل	توضیح خلاصه
مطالعه	گزارش دهی	سوگیری	مخدوش کننده	مطالعه	تعمیم	(۰-۲۷)	
	(۰-۱۰)	(۰-۷)	(۰-۶)	(۰-۱)	(۰-۳)		

موری و همکاران (۲۰)	۹	۶	۵	۱	۲	۲۳	گزارش کامل با Randomization و blinding، کنترل نسبی متغیرها (اگرچه Washout متغیر)، قدرت مطالعه مناسب، تعمیم‌پذیری خوب به زنان با HTN/T2DM.
خالد و همکاران (۳۲)	۶	۵	۴	۰	۲	۱۷	گزارش نسبتاً خوب، اما سوگیری انتخاب و اطلاعات وجود دارد. کنترل ضعیف متغیرهای مخدوش‌کننده و قدرت پایین مطالعه (حجم نمونه کوچک، عدم آنالیز چندمتغیره). تعمیم‌پذیری محدود به دلیل تمرکز بودن.
پتیرو و همکاران (۳۰)	۸	۶	۵	۱	۲	۲۲	گزارش کامل با حجم نمونه بزرگ، سوگیری محدود، کنترل خوب متغیرها (با آنالیز چندمتغیره)، قدرت مطالعه بالا، تعمیم‌پذیری خوب به زنان با CAD مشکوک.
بوزاس-موسکرا و همکاران (۳۱)	۸	۶	۵	۱	۲	۲۲	گزارش کامل با حجم نمونه بزرگ، سوگیری محدود، کنترل خوب متغیرها، قدرت مطالعه بالا، تعمیم‌پذیری خوب به زنان با CAD.
سوتیناتان و همکاران (۳۳)	۹	۷	۶	۱	۳	۲۶	گزارش کامل با Randomization، کورسازی مناسب، کنترل عالی متغیرها، قدرت مطالعه بالا (محاسبه حجم نمونه)، تعمیم‌پذیری عالی به دلیل طراحی چندمرکزی.
پاکین و همکاران (۲۶)	۸	۶	۵	۱	۲	۲۲	گزارش خوب و دقیق، سوگیری محدود، کنترل نسبی متغیرها (با آنالیز چندمتغیره)، قدرت مطالعه مناسب، تعمیم‌پذیری خوب به افراد با چاقی شکمی.
دابروا و همکاران (۲۷)	۷	۵	۵	۰	۲	۱۹	گزارش خوب، سوگیری متوسط (مقطعی)، کنترل نسبی متغیرها، قدرت مطالعه پایین (حجم نمونه نسبتاً کوچک)، تعمیم‌پذیری محدود به زنان پره‌منوپوز با فشارخون.
لاسوکا و همکاران (۳۴)	۷	۴	۳	۰	۲	۱۶	گزارش متوسط، سوگیری بالا (عدم گروه کنترل، عدم اندازه‌گیری حین ورزش)، کنترل ضعیف متغیرهای مخدوش‌کننده، قدرت مطالعه پایین (حجم نمونه کوچک)، تعمیم‌پذیری محدود.
سجوردارسون و همکاران (۲۱)	۸	۶	۵	۱	۲	۲۲	گزارش کامل با Randomization و blinding، کنترل نسبی متغیرها (اگرچه سیکل قاعدگی کنترل نشده)، قدرت مطالعه مناسب، تعمیم‌پذیری خوب به زنان با فشارخون خفیف.

بیل و همکاران (۲۴)	۸	۶	۵	۱	۲	۲۲	گزارش کامل با پروتکل تهاجمی دقیق، سوگیری محدود، کنترل نسبی متغیرها، قدرت مطالعه مناسب، تعمیم‌پذیری خوب به زنان با HFpEF.
فلین و همکاران (۲۳)	۷	۵	۴	۰	۲	۱۸	گزارش خوب با تعاریف روشن و آنالیز آماری مناسب. سوگیری انتخاب (جمعیت علامت‌دار) و اطلاعات (گذشته‌نگر) وجود دارد. کنترل نسبی متغیرها، اما قدرت مطالعه پایین در آنالیزهای زیرگروهی.
کاندلا دیاز-کانسترو دیوید (۲۹)	۸	۶	۶	۱	۲	۲۳	گزارش دقیق و کامل. سوگیری محدود و کنترل خوب متغیرها. قدرت مطالعه مناسب. تعمیم‌پذیری به جمعیت‌های غیرسالم نیازمند بررسی است.
گوئو و همکاران (۲۲)	۹	۶	۵	۱	۳	۲۴	گزارش کامل با جستجوی جامع و آنالیزهای آماری مناسب. سوگیری انتشار بررسی شده و کنترل نسبی متغیرها. قدرت مطالعه خوب (متاآنالیز). تعمیم‌پذیری خوب، اما محدودیت در تنوع مطالعات اولیه.
ژو و همکاران (۲۵)	۸	۶	۶	۱	۲	۲۳	گزارش کامل با تطبیق امتیاز تمایل، کنترل خوب متغیرهای مخدوش‌کننده. سوگیری محدود. قدرت مطالعه مناسب. تعمیم‌پذیری به سایر مراکز نیازمند تأیید است.
حیدری و همکاران (۲۸)	۶	۴	۴	۰	۲	۱۶	گزارش متوسط، سوگیری بالا (عدم کورسازی، عدم کنترل عوامل مخدوش‌کننده مانند رژیم غذایی)، کنترل ضعیف متغیرها، قدرت مطالعه پایین (حجم نمونه کوچک)، تعمیم‌پذیری محدود.
محمدی و همکاران (۳۵)	۷	۴	۴	۰	۲	۱۷	گزارش متوسط. سوگیری انتخاب بالا (به دلیل مسائل اخلاقی) و کنترل ضعیف متغیرها. قدرت مطالعه بسیار پایین (حجم نمونه کوچک). تعمیم‌پذیری محدود.

بحث

هدف اصلی این مطالعه مروری ساختاریافته، ترکیب و ارزیابی شواهد اخیر درباره تأثیر انواع مختلف فعالیت‌های بدنی بر عملکرد قلب در زنان بود، به‌ویژه از طریق روش‌های تصویربرداری پیشرفته مانند اکوکاردیوگرافی مبتنی بر ردیابی لکه‌ای (Speckle-Tracking Echocardiography; STE) و اکوکاردیوگرافی استرس. در ابتدا، تحلیل ترکیبی از ۱۶ مطالعه واردشده در چهار محور اصلی انجام شد: تأثیر ورزش بر کرنش میوکارد و ظرفیت هوازی، تنوع پاسخ قلبی بر اساس عوامل فردی (سن، بارداری، ترکیب بدنی، وضعیت هورمونی)، نقش فشارخون و چاقی، و مقایسه روش‌های تشخیصی و تغییرات حاد. تحلیل مطالعات منتخب الگوهای ثابتی را نشان داد که بیانگر تأثیر قابل‌اندازه‌گیری تمرینات ورزشی در اشکال گوناگون آن بر ساختار و عملکرد قلب در زنان است. بهبود در تغییر شکل عضله قلب (میوکارد)، افزایش ظرفیت هوازی، و تفاوت‌های قابل‌توجه در الگوهای پاسخ قلبی در میان انواع مداخلات و جمعیت‌های مختلف مشاهده شد. این یافته‌های ترکیبی از همه ۱۶ مطالعه استخراج گردید. این نتایج، ارزش ابزارهای تصویربرداری پیشرفته را در شناسایی تغییرات عملکردی ظریف تأیید می‌کنند و در عین حال بر تفاوت‌های فردی ناشی از عواملی مانند ترکیب بدنی، خطر اولیه بیماری‌های قلبی-عروقی، و نوع تمرین ورزشی تأکید دارند. چندین مطالعه نیز یافته‌های اصلی این پژوهش را تأیید می‌کنند، در حالی که برخی دیگر شواهد متضادی ارائه می‌دهند که پیچیدگی واکنش‌های قلبی مرتبط با ورزش در زنان را برجسته می‌سازد. برای نمونه، مطالعه‌ای از زاچر و همکاران در سال ۲۰۲۰ بر روی ورزشکاران نخبه زن در رشته‌های والیبال و فوتبال نشان داد که تمرینات ورزشی طولانی‌مدت موجب اختلال در کشش بطن چپ یا عملکرد دیاستولیک نمی‌شود یافته‌ای که با نتایج ما در خصوص حفظ عملکرد قلبی علی‌رغم تغییرات ساختاری هم‌راستا است (۳۷). به‌طور مشابه، پژوهش اگلوند و همکاران در سال ۲۰۱۷ نشان داد که زنان پیش‌پائسه پس از یک برنامه منظم تمرینات هوازی، بهبود قابل‌توجهی در کشش طولی جهانی (GLS) و اوج مصرف اکسیژن (VO_{2peak}) داشتند. این یافته‌ها تأثیر محافظتی ورزش بر سلامت قلب در این گروه جمعیتی را تقویت می‌کند (۳۸). در مقابل، مطالعه‌ی کوسوفسکی و همکاران در سال ۲۰۲۴ بر روی زنانی با پاسخ‌های پرفشاری اغراق‌آمیز به ورزش، افزایش جرم بطن چپ و کاهش

تطابق‌پذیری دیاستولیک را گزارش کرد که نشان‌دهنده شروع بازسازی نامطلوب و ناسازگار قلبی در مراحل اولیه است (۳۹). این یافته‌ها با برخی از نتایج مرور ما در تضاد هستند، چرا که در مرور حاضر، افزایش فشارخون حین ورزش به‌طور مداوم با پیامدهای ساختاری نامطلوب همراه نبود. این تفاوت ممکن است ناشی از تفاوت در ویژگی‌های جمعیتی شرکت‌کنندگان باشد، به‌ویژه با توجه به حضور زنان دارای عوامل خطر زمینه‌ای در گروه مورد بررسی این مطالعه. علاوه بر این، مطالعات حیوانی مانند پژوهش سابو و همکاران در سال ۲۰۱۸ که بر روی موش‌های فاقد تخمدان (اووارکتومی‌شده) انجام شد، نشان داده‌اند که تمرینات با شدت متوسط موجب کاهش فیبروز عضله قلب و بهبود تطابق‌پذیری بطن می‌شود. این نتایج از ایده‌ی محافظت قلبی وابسته به استروژن از طریق فعالیت بدنی حمایت می‌کنند (۴۰). با این حال، در مدل‌های پرفشاری خون مانند مطالعه شولتز و همکاران در سال ۲۰۰۷، تمرین ورزشی منجر به افزایش جرم قلبی شد بدون آن‌که بهبود عملکردی مشاهده شود. این موضوع نشان می‌دهد که وجود بیماری‌های هم‌زمان می‌تواند مسیر سازگاری قلب با ورزش را تغییر دهد و حتی آن را به سمت الگوهای نامطلوب سوق دهد (۴۱). در نهایت، مطالعه هولتزمن و همکاران در سال ۲۰۲۳ بر اهمیت تحلیل‌های مبتنی بر جنسیت در تصویربرداری قلبی تأکید کرد و به کم‌نمایی زنان در کارآزمایی‌های بزرگ حوزه ورزش و قلب اشاره داشت؛ نکته‌ای که در مرور حاضر نیز مورد تأکید قرار گرفته است. این ناهمگونی‌ها در میان مطالعات مختلف، ضرورت به‌کارگیری رویکردهای پژوهشی لایه‌بندی‌شده و شخصی‌سازی‌شده را در بررسی واکنش‌های قلبی-عروقی به ورزش در زنان برجسته می‌سازند (۴۲).

این مطالعه با چندین محدودیت همراه است که باید موردتوجه قرار گیرد. نخست، ناهمگونی مطالعات واردشده از نظر ویژگی‌های جمعیتی، پروتکل‌های تمرینی، و روش‌های تصویربرداری، توانایی تعمیم‌گسترده یافته‌ها را محدود می‌کند. بیشتر مطالعات بر زیرگروه‌های خاصی مانند ورزشکاران استقامتی یا زنانی با عوامل خطر قلبی-عروقی تمرکز داشته‌اند که لزوماً نماینده جمعیت عمومی زنان نیستند. علاوه بر این، تنوع در طراحی مطالعات از جمله مطالعات مقطعی، مشاهده‌ای، و کارآزمایی‌های تصادفی کنترل‌شده ممکن است سوگیری‌هایی را وارد کند که مقایسه مستقیم نتایج را دشوار می‌سازد. محدود

دهلیزی و اتساع حفرات قلبی می‌شود که طی دو هفته باز می‌گردد. استفاده از تصویربرداری پیشرفته (به ویژه اکوکاردیوگرافی اسپکل‌ترکینگ) امکان شناسایی دقیق این تغییرات ظریف و شخصی‌سازی برنامه‌های ورزشی را فراهم می‌کند، هرچند به دلیل ناهمگونی مطالعات و کمبود پژوهش‌های طولی، تعمیم یافته‌ها به کل جمعیت زنان نیازمند احتیاط است.

حامی مالی

نویسندگان از حمایت‌های علمی و فراهم‌سازی زیرساخت‌های پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی در انجام این مطالعه قدردانی می‌کنند.

تعارض در منافع

وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان

این مطالعه برگرفته از رساله دکتری فیزیولوژی ورزشی در دانشگاه محقق اردبیلی است. آقای **امیرحسین حرمتی اوغول بیگ** به‌عنوان دانشجوی دکتری در طراحی و اجرای مطالعه، گردآوری داده‌ها و تدوین اولیه مقاله مشارکت داشته است. دکتر **معرفت سیاهکوهیان** به‌عنوان استاد راهنمای اول و دکتر **اسداله اسدی** به‌عنوان استاد راهنمای دوم، در هدایت علمی پژوهش، نظارت بر مراحل اجرای مطالعه و بازبینی محتوای علمی مقاله نقش داشته‌اند. همچنین دکتر **رضا فرضی‌زاده** به‌عنوان استاد مشاور، در ارائه مشاوره تخصصی و اصلاحات علمی مقاله مشارکت داشته است.

بودن دوره‌های پیگیری در بسیاری از مطالعات نیز دیدگاه ما را نسبت به سازگاری‌های بلندمدت قلبی یا پیامدهای نامطلوب محدود می‌کند. از سوی دیگر، اتکا به داده‌های منتشرشده و احتمال سوگیری انتشار به نفع نتایج مثبت، می‌تواند بر جامعیت شواهد تأثیر بگذارد. در نهایت، کم‌نمایی گروه‌های قومی متنوع در ادبیات موجود، قابلیت کاربرد یافته‌ها را در جمعیت‌های مختلف کاهش می‌دهد و بر لزوم انجام پژوهش‌های فراگیرتر در آینده تأکید دارد.

نتیجه‌گیری

تمرینات هوازی و استقامتی در زنان موجب بهبود کرنش طولی جهانی بطن‌ها، افزایش اوج اکسیژن مصرفی و ارتقاء عملکرد دیاستولیک می‌شوند، اما پاسخ قلبی به ورزش در میان زنان یکسان نبوده و به‌طور چشمگیری تحت تأثیر عواملی مانند سابقه بارداری کاهش استرین (کرنش) دهلیز چپ و ظرفیت ورزشی، چاقی و ترکیب بدنی (تضعیف عملکرد دیاستولیک و تحمل ورزش به‌ویژه در زنان پیش‌یائسه)، افزایش فشارخون حین ورزش (که در زنان با چاقی شکمی با بازسازی پاتولوژیک قلب همراه است اما لزوماً پیش‌بین مرگ و میر نیست) و سن و وضعیت هورمونی قرار دارد. در تشخیص بیماری عروق کرونر در زنان، اکوکاردیوگرافی استرس با ورزش حساسیتی مشابه با نوع دوبوتامین دارد اما مقرون به‌صرفه‌تر است و انجام آن پیش از بارداری در زنان با تنگی دریچه‌های چپ قلب، پیامدهای مادر و جنین را بهبود می‌بخشد. همچنین استرس حاد ورزشی مانند دوی ماراتن در زنان آماتور باعث تغییرات گذرا در عملکرد

References:

1. Jin L, Diaz-Canestro C, Wang Y, Tse MA, Xu A. *Exerkines and cardiometabolic benefits of exercise: from bench to clinic*. EMBO Molecular Medicine. 2024;16(3):432–44.
2. Leitman M, Tyomkin V, Peleg E, Zyssman I, Rosenblatt S, Sucher E, et al. *Speckle tracking imaging in normal stress echocardiography*. Journal of Ultrasound in Medicine. 2017;36(4):717–24.
3. Ureche C, Sascău R, Țăpoi L, Covic A, Moroșanu C, Voroneanu L, et al. *Multi-modality cardiac imaging in advanced chronic kidney disease*. Echocardiography. 2019;36(7):1372–80.
4. Man DE, Motofealea AC, Buda V, Velimirovici DE, Bodea O, Duda-Seiman DM, et al. *Left atrial strain in patients with chronic heart failure with preserved ejection fraction: a narrative review*. Life. 2025;15(2):313.

5. Rabinovich-Nikitin I, Crandall M, Kirshenbaum LA. *Circadian regulation of genetic and hormonal risk factors of cardiovascular disease in women*. Canadian Journal of Physiology and Pharmacology. 2022;101(1):1–7.
6. Tardo DT, Papadakis M. *Are the cardiovascular benefits and potential risks of physical activity and exercise dependent on race, ethnicity, or sex?* Canadian Journal of Cardiology. 2025;41(3):456–69.
7. Ayesh H, Nasser SA, Ferdinand KC, Carranza Leon BG. *Sex-specific factors influencing obesity in women: bridging the gap between science and clinical practice*. Circulation research. 2025;136(6):594–605.
8. Tamargo J, Rosano G, Walther T, Duarte J, Niessner A, Kaski JC, et al. *Gender differences in the effects of cardiovascular drugs*. European Heart Journal–Cardiovascular Pharmacotherapy. 2017;3(3):163–82.
9. Gunasekaran P, Panaich S, Briasoulis A, Cardozo S, Afonso L. *Incremental value of two dimensional speckle tracking echocardiography in the functional assessment and characterization of subclinical left ventricular dysfunction*. Current cardiology reviews. 2017;13(1):32–40.
10. Jain V, Ghosh R, Gupta M, Saijo Y, Bansal A, Farwati M, et al. *Contemporary narrative review on left atrial strain mechanics in echocardiography: cardiomyopathy, valvular heart disease and beyond*. Cardiovascular diagnosis and therapy. 2021;11(3):924.
11. Sanchis-Gomar F, Perez MV, Perez-Quilis C, Lippi G, Lavie CJ, Haddad F, et al. *The acquisition of cardiovascular adaptation to aerobic exercise: when does it begin and how does it evolve depending on intrinsic and extrinsic factors?* Canadian Journal of Cardiology. 2025;41(3):386–97.
12. Krishnamoorthy V, Chaikittisilpa N, Lee J, Mackensen GB, Gibbons EF, Laskowitz D, et al. *Speckle tracking analysis of left ventricular systolic function following traumatic brain injury: a pilot prospective observational cohort study*. Journal of neurosurgical anesthesiology. 2020;32(2):156.
13. Qadir A, Purra S, Misgar RA, Chhabra A, Shah S, Wani AI, et al. *Curative Parathyroidectomy in Primary Hyperparathyroidism Improves Both Systolic and Diastolic Cardiac Dysfunction: A Six-Month Follow-Up Study at a Tertiary Care Hospital*. Clinical Endocrinology. 2025;102(5):510–6.
14. Krzesiak A, Enea C, Faivre J-F, Bescond J, Vanderbrouck C, Cognard C, et al. *Combined cardiovascular effects of ovariectomy and high-intensity interval training in female spontaneously hypertensive rats*. Journal of Applied Physiology. 2024;136(5):1195–208.
15. Gebska MA, Williford NN, Schadler AJ, Laxson C, Alvarez P, Briasoulis A, et al. *Pharmacological vs exercise stress echocardiography for detection of cardiac allograft vasculopathy*. Mayo Clinic Proceedings: Innovations, Quality & Outcomes. 2020;4(1):65–75.
16. Pergola V, Avesani M, Reffo E, Da Pozzo S, Cavaliere A, Padalino M, et al. *Unveiling the gothic aortic arch and cardiac mechanics: Insights from young patients after arterial switch operation for d-transposition of the great arteries*. Monaldi Archives for Chest Disease. 2024;94(1).
17. Lasocka-Koriat Z, Lewicka-Potocka Z, Kaleta-Duss A, Siekierzycka A, Kalinowski L, Lewicka E, et al. *Differences in cardiac adaptation to exercise in male and female athletes assessed by noninvasive techniques: a state-of-the-art review*. American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology. 2024.
18. Alvares LAM, Ferreira RES, Nakamoto FP, Dos Santos Quaresma MVL, Santos LM, Degani-Costa LH, et al. *Physical fitness, hormonal profile, nutritional and psychological aspects assessment of transgender women volleyball players submitted to physical tests: protocol paper of a prospective cohort*. BMJ Open Sport & Exercise Medicine. 2023;9(3):e001641.

19. Dieudonne ZOJ, Gebreselassie KH, Mohammed TO, Khalid A, Nedjim SA, Kifle AT, et al. *Current Status of Prostate Biopsy in Africa: Are We Ready for a Targeted Biopsy?* The Prostate. 2025;85(7):638–45.
20. Murray J, Bennett H, Bezak E, Perry R. *Exercise positively impacts global longitudinal strain in women at risk of developing cardiovascular disease.* European Journal of Sport Science. 2024;24(5):527–36.
21. Sjúrdarson T, Nordsborg NB, Kristiansen J, Andersen LJ, Krstrup P, Kyhl K, et al. *The impact of exercise intensity and duration for swim training-induced adaptations in cardiac structure and function in women with mild hypertension.* Physiological Reports. 2024;12(21):e70116.
22. Guo C, Zhang H, Yang C, Hu P, Ma H, Ma Y, et al. *Right ventricular function in athletes engaged in endurance exercise using speckle tracking echocardiography: a meta-analysis.* BMC Cardiovascular Disorders. 2025;25(1):6.
23. Flynn J, Elliott B, Macnab A, Pearce K, Stout M, Dobson L. *Supine bicycle exercise blood pressure, heart rate and rate pressure product in patients with normal stress echocardiograms in an unselected chest pain population.* Echo Research & Practice. 2026;13(1):4.
24. Beale AL, Cosentino C, Segan L, Mariani JA, Vizi D, Evans S, et al. *The effect of parity on exercise physiology in women with heart failure with preserved ejection fraction.* ESC Heart Failure. 2020;7(1):214–23.
25. Xu B, Saijo Y, Smedira NG, Van Iterson E, Thamilarasan M, Popović ZB, et al. *Gender-related differences in left atrial strain mechanics and exercise capacity in hypertrophic cardiomyopathy: a propensity-score matched study from the Cleveland Clinic.* Cardiovascular Diagnosis and Therapy. 2024;14(4):609.
26. Paquin A, Mathieu M-A, Prémont C, Giguère I, Neyron A-S, Lê-Brassard M, et al. *Hypertensive Response to Exercise in Normotensive Men and Women with Abdominal Obesity: Association with Subclinical Adverse Cardiac Remodeling.* Journal of clinical medicine. 2024;14(1):16.
27. Bielecka-Dabrowa A, Gryglewska K, Sakowicz A, Rybak M, Janikowski K, Banach M. *Obesity and Body Mass Components Influence Exercise Tolerance and the Course of Hypertension in Perimenopausal Women.* Journal of cardiovascular development and disease. 2022;9(8):238.
28. Heidari B, Zolfaghari MR, Khademvatani K, Fattahi A, Zarezadeh R. *Interrelation among exercise training, cardiac hypertrophy, and tissue kallikrein-kinin system in athlete and non-athlete women.* Journal of Cardiovascular and Thoracic Research. 2022;14(3):159.
29. Diaz-Canestro C, Montero D. *Sex-specific improvement in cardiac phenotype in older females combining blood withdrawal and exercise training.* Journal of Applied Physiology. 2023;134(2):296–304.
30. Peteiro J, Bouzas-Mosquera A, Pertega S, Barbeito-Caamaño C, Broullón F, Vázquez-Rodríguez JM. *Prediction of different causes of mortality by exercise echocardiography in women.* Revista espanola de cardiologia (English ed). 2020;73(8):683–5.
31. Bouzas-Mosquera M, Mosquera AB, Peteiro J, Espina-Jerez B, Domínguez-Isabel P, Cantarino SG. *An exaggerated increase in blood pressure with exercise does not predict mortality or severe cardiovascular events in women referred for exercise echocardiography for clinical reasons.* Revista Clínica Española (English Edition). 2020;220(4):228–35.
32. Khalid MR, Ali I, Arbab IA, Ahmed I, Akhtar B, Sharfi MH. *Exercise Echocardiography and Dobutamine Stress Echocardiography in The Assessment of Suspected or Known Coronary Artery Disease: Exercise Echocardiography and Dobutamine Stress Echocardiography.* Pakistan BioMedical Journal. 2022:65–9.
33. Gurunathan S, Shanmuganathan M, Chopra A, Pradhan J, Aboud L, Hampson R, et al. *Comparative effectiveness of exercise electrocardiography versus exercise echocardiography in*

- women presenting with suspected coronary artery disease: a randomized study. *European Heart Journal Open*. 2023;3(3):oead053.
34. Lasocka Z, Lewicka-Potocka Z, Faran A, Daniłowicz-Szymanowicz L, Nowak R, Kaufmann D, et al. *Exercise-induced atrial remodeling in female amateur marathon runners assessed by three-dimensional and speckle tracking echocardiography*. *Frontiers in Physiology*. 2022;13:863217.
35. Mohammadi N, Shojaeifard M, Kashfi F, Larti F, Chenaghloou M, Rezaei Y, et al. *Preconception consultation using treadmill exercise stress echocardiography for pregnant women with the left-sided heart valve stenosis: A preliminary report*. *Northern Clinics of Istanbul*. 2022;9(6):550.
36. Downs SH, Black N. *The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions*. *Journal of epidemiology and community health*. 1998;52(6):377–84.
37. Zacher J, Blome I, Schenk A, Gorr E. *Cardiac adaptations in elite female football-and volleyball-athletes do not impact left ventricular global strain values: a speckle tracking echocardiography study*. *The international journal of cardiovascular imaging*. 2020;36(6):1085–96.
38. Egelund J, Jørgensen PG, Mandrup CM, Fritz-Hansen T, Stallknecht B, Bangsbo J, et al. *Cardiac adaptations to high-intensity aerobic training in premenopausal and recent postmenopausal women: The Copenhagen women study*. *Journal of the American Heart Association*. 2017;6(8):e005469.
39. Kosowski W, Aleksandrowicz K. *Hypertensive response to exercise as an early marker of disease development*. *Biomedicines*. 2024;13(1):30.
40. Szabó R, Karácsonyi Z, Börzsei D, Juhász B, Al-Awar A, Török S, et al. *Role of exercise-induced cardiac remodeling in ovariectomized female rats*. *Oxidative medicine and cellular longevity*. 2018;2018(1):6709742.
41. Schultz RL, Swallow JG, Waters RP, Kuzman JA, Redetzke RA, Said S, et al. *Effects of excessive long-term exercise on cardiac function and myocyte remodeling in hypertensive heart failure rats*. *Hypertension*. 2007;50(2):410–6.
42. Holtzman JN, Kaur G, Power JE, Barkhordarian M, Mares A, Goyal A, et al. *Underrepresentation of women in late-breaking cardiovascular clinical trials*. *Journal of Women's Health*. 2023;32(6):635–40.