The Effect of Resistance Training, Resistance Training-Forward Walking, and Resistance Training-Backward Walking on Cardiac and Physical Function of Middle-Aged Men

Najjarian Kakhki A[1], Hosseini Kakhak A.R[2], Khajeei R[3], Vakilian F[4]

1- Ph.D. Student of Exercise Physiology, Department of Physical Education, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran
2- Professor, Department of Sports Physiology, Faculty of Sports Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
3- Assistant Professor, Department of Physical Education, Islamic Azad University, Neyshabor branch, Neyshabor, Iran
4- Associate Professor of Cardiology, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

Received:2023.09.09 Accepted:2023.12.05

Abstract

Purpose: Backward walking compared to forward walking in combination with resistance training and their interference effect have been less studied. So, the purpose of this study was to compare the effect of three resistances, concurrent forward walking, and backward walking training on the physical and cardiac function in middle-aged male population.

Methods: In a semi-experimental study design, 48 middle-aged (mean age 56.5±4.3 years, mean weight 79.4 ±4.9 kg and mean body mass index 27 ±2.9 kg/m^2) were recruited and randomly assigned into four groups: Group 1) resistance training (n=8), Group 2) resistance–aerobic training forward walking/running (n=10), Group 3) resistance–aerobic training backward walking/running (n=11), and Group 4) control (n=9). The training was performed for eight weeks, three sessions per week. 48-h after the last exercise training, echocardiography (TAPSE, LVEDD, ESV, EF, and RHR), muscle strength, and aerobic capacity were performed. An analysis of variance with repeated measures of ANOVA was used to analyze the data ($p<0.05$).

Results: The results showed that despite improvement in aerobic capacity (Group1.2,3 and 4, 6.1, 8.4, 7.5, and 1.3 percent respectively) and muscle strength (Group1.2,3 and 4, 5.5, 2.15, 3.8, and -1.1 kg respectively), there was no significant difference between or within groups in any cardiac performance variables ($p>0.05$). However, the training improved some physical performance.

Conclusion: In middle-aged men, eight weeks of combined training regardless of aerobic type (forward or backward walking or running), although it improves aerobic capacity and muscle strength, has no significant effect on cardiac performance. Perhaps the duration or intensity of the training was not enough to affect these variables, which could be considered in future studies.

Keywords: Concurrent training, Cardiac performance, Backward walking, Middle-aged men

اثر سه برنامه تمرین مقاومتی، تمرین مقاومتی- راه رفتن به جلو و تمرین مقاومتی- راه رفتن به عقب بر عملکرد قلبی و جسمانی مردان میان‌سال

علی نجاریان کاخکی[۱]، سید علیرضا حسینی کاخک[۲]، رامبد خواجوی[۳]، فروه وکیلیان[۴]

هدف: تمرین راه رفتن به عقب در مقایسه با راه رفتن به جلو در ترکیب با تمرین مقاومتی و اثر تداخلی آن ها کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است. لذا هدف تحقیق حاضر مقایسه اثر سه برنامه تمرین مقاومتی، ترکیبی راه رفتن به جلو و راه رفتن به عقب بر عملکرد جسمانی و قلبی در مردان میان‌سال بود.

► **Please cite this article as:**
Najjarian Kakhki A, Hosseini Kakhak A.R, Khajeei R, Vakilian F.The Effect of Resistance Training, Resistance Training-Forward Walking, and Resistance Training-Backward Walking on Cardiac and Physical Function of Middle-Aged Men. **JPSR** 2023; 12(3): 68-79. **DOI:** 10.22038/JPSR.2023.74547.2539

روش بررسی: در یک طرح تحقیق نیمه‌تجربی، ۴۸ مرد میان‌سال (میانگین سنی ۴/۳ ± ۵۶/۵ سال، میانگین وزنی ۴/۹ ± ۷۹/۴ کیلوگرم و میانگین شاخص توده بدنی ۲/۹ ± ۲۷ کیلوگرم بر مترمربع مجذور قد) به مطالعه دعوت و به طور تصادفی به چهار گروه تقسیم شدند: گروه اول تمرین مقاومتی (۸ نفر)، گروه دوم تمرین مقاومتی هوازی راه رفتن/ دویدن رو به جلو (۱۰ نفر)، گروه سوم تمرین مقاومتی- هوازی راه رفتن/ دویدن رو به عقب (۱۱ نفر) و گروه چهارم کنترل (۹ نفر). تمرینات به مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته انجام شد. چهل و هشت ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، اکوکاردیوگرافی به منظور ارزیابی عملکرد قلبی (LVEDD, Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion; TAPSE, End Systolic Volume; ESV, Ejection Fraction; EF, Resting Heart Rtae; RHR) و آزمون قدرت عضلانی و ظرفیت هوازی صورت گرفت. داده ها توسط روش آماری آنالیزواریانس با اندازه‌گیری مکرر در سطح معنی‌داری $p<0.05$ با استفاده از توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته ها: نتایج تحقیق حاکی از آن بود که علیررغم بهبود ظرفیت هوازی (در گروه یک، دو، سه و چهار به ترتیب: ۶/۱، ۸/۴، ۷/۵ و ۱/۳درصد) و قدرت عضلانی (در گروه اول، دوم و سوم به ترتیب ۵/۵، ۲/۱ و ۳/۸ افزایش و در گروه چهارم ۱/۱- کیلوگرم کاهش) (p<۰/۰۵)، در هیچ یک از متغیرهای عملکرد قلبی تفاوتی بین و درون گروه ها وجود نداشت. به عبارتی تمرینات ورزشی تاثیر معنی‌داری بر متغیرهای عملکردی قلبی نداشت (p>۰/۰۵).

نتیجه گیری: در مردان میان‌سال سالم، هشت هفته تمرینات ترکیبی مقاومتی هوازی صرف نظر از نوع تمرین هوازی (راه رفتن رو به جلو یا راه رفتن رو به عقب) هر چند باعث بهبود عملکرد جسمانی می شود، اما اثری بر عملکرد قلبی ندارد. احتمالا مدت یا شدت تمرینات برای اثرگذاری بر این متغیرها کافی نبوده است که در تحقیقات آینده می تواند مد نظر قرار گیرد.

کلمات کلیدی: تمرینات ترکیبی، عملکرد قلبی، راه رفتن به عقب، مردان میان‌سال

نویسنده مسئول: سید علیرضا حسینی کاخک، hosseinik@um.ac.ir، ORCID: 0009-0007-7110-0569

آدرس: مشهد، میدان آزادی، پردیس دانشگاه، دانشگاه فردوسی، دانشکده علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزش

۱- دانشجوی دکتری گروه تربیت بدنی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور، نیشابور، ایران

۲- استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۳- استادیار گروه تربیت بدنی، دانشگاه ازاد اسلامی واحد نیشابور، نیشابور، ایران

۴- دانشیار گروه قلب، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران

مقدمه

با افزایش سن توانایی های جسمانی، ظرفیت ورزشی (از جمله سرعت راه رفتن و توانایی حمل بار) و همچنین عملکردهای قلبی (مانند سرعت انقباض‌پذیری میوکارد و کسر تزریقی) کاهش پیدا کرده (۱،۲) و بیماری های قلبی عروقی از جمله نارسایی قلبی و انفارکتوس میوکارد نیز در افراد میان‌سال (۴۵ تا ۶۴ سال) و مسن (بیشتر از ۶۵ سال) افزایش می یابد (۳)، لذا باید توجه خاصی به پیشگیری از بیماری های قلبی عروقی داشت و مشخص شده است تمرینات ورزشی می تواند نقش موثری هم در پیشگیری اولیه و هم ثانویه این بیماری ها در این سنین ایفا نماید (۵-۳) و حتی اختلالات قلبی بوجود آمده را معکوس نماید (۶). در همین راستا آمادگی جسمانی پایین به عنوان یکی از عوامل خطرزای نارسایی قلبی معرفی شده است (۷).

لذا تمرینات ورزشی در مرکز توجه برای جلوگیری از عوارض قلبی افزایش سن قرار دارد. در مورد نوع برنامه تمرینی ورزشی نیز بیشتر تحقیقات و دستورالعمل های معتبر بین‌المللی معتقدند یک برنامه تمرینی موثر برای پیشگیری و حتی درمان بیماری های قلبی عروقی باید ترکیبی از تمرینات هوازی و مقاومتی بوده (۵،۸،۹) و در دو یا سه روز در هفته انجام شود (۴،۸). البته وقتی صحبت از تمرینات ترکیبی به میان می آید، بحث تداخل این تمرینات روی دستاوردهای ورزشی نیز مطرح می‌شود که این اصل در طراحی برنامه تمرینی باید مد نظر قرار گیرد (۱۰).

بیشتر تحقیقاتی که در زمینه اثر تمرینات ورزشی بر عملکردهای قلبی انجام شده، اولا معمولا یا از تمرینات

هوازی یا مقاومتی به تنهایی و به صورت مجزا استفاده کرده اند، ثانیا، یا عمدتا روی بیماران دارای نارسایی قلبی انجام شده است. این تحقیقات روی‌هم‌رفته اتفاق نظر قابل توجهی راجع به اثرات مطلوب تمرینات ورزشی روی عملکرد جسمانی فرد و تا حدودی روی شاخص های قلبی داشته اند (۱۱،۱۲). یکی از اولین مطالعات نشان داد که تمرینات هوازی با شدت ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب بیشینه منجر به بهبود حداکثر اکسیژن مصرفی، ابعاد و ضخامت بطن چپ، حجم ضربه ای و کاهش ابعاد پایان سیستولی می شود (۱۳). در یکی از جدیدترین مطالعات (۷) نیز نشان داده شد که دو سال تمرین هوازی تناوبی در افراد میان‌سال (میانگین سن ۵۳ سال) منجر به کاهش سفتی دیواره بطن چپ (Left Ventricle; LV) کاهش ضربان قلب استراحت، افزایش حجم ضربه ای استراحت و افزایش حجم پایان دیاستولی بطن چپ (Left Ventricle End Diastolic Volume; LVEDV) می گردد. در مورد تمرینات مقاومتی نیز به عنوان مثال نتیجه مطالعه Lin و همکاران (۱۴) نشان داد که ۲۴ هفته تمرین مقاومتی با شدت بالا (دو جلسه در هفته) منجر به کاهش فشار خون دیاستولی، ضربان قلب استراحت و بهبود تغییرپذیری ضربان قلب (Heart Rate Variability; HRV) در مردان میان‌سال و مسن سالم گردید. تحقیقی دیگر نشان داد که هشت هفته تمرین هوازی با شدت متوسط (۵۰ درصد VO_{2max}) باعث کاهش ضربان قلب استراحت زنان یائسه می شود (۱۵). نتایج تحقیق Kiani و همکاران (۱۶) نیز حاکی از آن بود که هشت هفته تمرین ترکیبی هوازی مقاومتی، باعث افزایش معنی‌دار قطر پایان سیستولی و توده بطن چپ در زنان سالم میان‌سال می‌گردد.

موضوعی که به نظر می رسد در بخش هوازی تمرینات ترکیبی روی افراد میان‌سال تا کنون مورد مطالعه قرار نگرفته است، راه رفتن یا دویدن رو به عقب است. این شیوه تمرینی عمدتا روی آزمودنی های دارای مصدومیت، مشکلات ارتوپدی یا اوستئوآرتریت (۱۷-۱۹)، کمر درد (۲۰)، بیماری های سیستم عصبی (۲۱) یا به عنوان یک روش توانبخشی و یا روی افراد چاق (۲۲) بررسی شده است. راه رفتن یا دویدن رو به عقب در مقایسه با رو به جلو در شدت و مدت یکسان منجر به افزایش ضربان قلب، مصرف اکسیژن و درک فشار بیشتری می شود (۲۳-۲۶). بنابراین منطقی است که فرض شود اگر برنامه تمرین راه رفتن یا دویدن رو به عقب به برنامه تمرینی اضافه شود، نتایج متفاوتی بدست آید. هر چند در این زمینه تا کنون مطالعه ای صورت نگرفته است. با این حال، در یکی از تحقیقات Anandh و همکاران (۲۷) گزارش دادند که چهار هفته تمرین راه رفتن به عقب در مقابل راه رفتن به جلو در افراد سالمند منجر به بهبود سرعت راه رفتن و تعادل بیشتری می شود. همچنین، مطالعه Cha و همکاران (۲۸) نشان داد که ۲۰ دقیقه راه رفتن روی تردمیل (با شیب ۱۰ درصد) به صورت رو به عقب در مقایسه با رو به جلو به مدت چهار هفته (هر جلسه ۲۰ دقیقه و پنج جلسه در هفته) منجر به افزایش معنی‌دار تعادل، طول گام و سرعت راه رفتن در افراد جوان با سابقه جراحی ارتوپدی گردید.

بنابراین با بررسی تحقیقات گذشته مشخص می شودکه اضافه کردن تمرین هوازی راه رفتن و دویدن به عقب و مقایسه آن با همین نوع تمرین اما از نوع راه رفتن به جلو و مقایسه اثرات این دو نوع پروتکل تمرینی روی متغیرهای عملکرد قلبی و جسمانی مردان میان‌سال تا کنون مورد مطالعه قرار نگرفته است. لذا این تحقیق به دو هدف مشخص طراحی و اجرا گردید: اول: آیا بین دو نوع تمرین ترکیبی هوازی مقاومتی که تفاوت آن ها در جزء هوازی (راه رفتن به جلو در مقابل راه رفتن به عقب) می باشد تفاوتی از لحاظ تاثیرگذاری بر متغیرهای ظرفیت هوازی، قدرت عضلانی و شاخص‌های ساختاری قلبی وجود دارد یا نه؟ و دوم، آیا این روش تمرینی باعث اثر تداخلی روی این متغیرها جسمانی و قلبی می‌شود یا خیر؟

روش بررسی

این تحقیق از نوع تحقیقات نیمه تجربی بود که به صورت کاربردی و آزمون های اولیه- اجرای تمرینات و آزمون های ثانویه اجرا گردید. نمونه آماری این پژوهش را تعداد ۴۸ مرد با دامنه سنی ۵۰ تا ۶۰ سال تشکیل دادند که این تعداد با استفاده از نرم افزار G*Power (طرح آنوا با اندازه‌گیری مکرر، چهار گروه، دو مرحله اندازه‌گیری، و توان ۸۰ صدم) بدست آمد. آزمودنی ها به طور تصادفی به چهار گروه (هر گروه ۱۲ نفر) تقسیم شدند: گروه اول، تمرینات مقاومتی، گروه دوم، تمرینات مقاومتی- هوازی (راه رفتن/دویدون رو به جلو)، گروه سوم، تمرینات مقاومتی- هوازی (راه رفتن/دویدون رو به عقب)، و گروه چهارم،

کنترل تقسیم شدند. گروه کنترل به فعالیت های معمول و روزمره خود پرداختند و در هیچ برنامه تمرینی شرکت نکردند. سه گروه دیگر تمرینات را زیر نظر مربیان انجام دادند. معیارهای ورود به تحقیق عبارت بود از: سلامت جسمی و روانی (تایید شده توسط پزشک)، عدم انجام تمرینات ورزشی منظم در شش ماه گذشته، توانایی انجام تمرینات، و عدم مصرف دارو و مکمل. غیبت بیش از دو جلسه متوالی یا سه جلسه غیر متوالی و بروز هر گونه مصدومیت یا بیماری که باعث عدم شرکت در تمرینات یا آزمون ها شود نیز جزء شرایط خروج از پژوهش بود. همچنین مواردی که توسط متخصص قلب دارای نارسایی قلبی تشخیص داده می شد از روند تحقیق کنار گذاشته می شد. در ابتدای تحقیق تمام گروه- ها ۱۲ نفره بودند اما در روند تحقیق پنج نفر از گروه یک، دو نفر از گروه دو و سه و سه نفر از گروه چهار به دلایل مختلف از جمله شرکت در برنامه های ورزشی خارج از برنامه تحقیق، مصرف دارو یا مکمل، استعمال دخانیات، یا عدم شرکت در آزمون های ثانویه از برنامه تحقیق کنار گذاشته شدند.

پس از ثبت مشخصات آزمودنی ها، جلسه ای در محل سالن ورزشی برگزار شد. در این جلسه، توصیه های غذایی، بهداشتی، انتظارات، مشکلات و مصدومیت های احتمالی، نحوه درمان و غیره به طور کامل توضیح داده شد و از آزمودنی ها خواسته شد تا فقط برنامه های تمرینی محققین را انجام دهند و از شرکت در سایر فعالیت های ورزشی اجتناب نمایند. همچنین در این جلسه فرم رضایت‌نامه و پرسشنامه های مربوطه نیز توزیع، تکمیل و جمع‌آوری گردید. سپس آزمودنی‌ها به پزشک متخصص قلب ارجاع داده شدند تا علاوه بر انجام اکوکاردیوگرافی مجوز شرکت ایشان در برنامه ورزشی نیز صادر گردد. در یک جلسه‌ی مجزا نیز آزمون های ظرفیت هوازی (آزمون شش دقیقه پیاده‌روی) و قدرت عضلانی (آزمون قدرت پنجه دست) گرفته شد. سپس، با استفاده از روش قرعه‌کشی، آزمودنی ها به چهار گروه تقسیم بندی شدند. تمرینات سه گروه اول به صورت نظارت شده و زیر نظر مربیان مجرب انجام گرفت. چهل و هشت ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، آزمون های ثانویه در شرایط کاملا مشابه با آزمون های اولیه گرفته شد..

برنامه تمرینات

تمرینات سه جلسه در هفته، به مدت هشت هفته و هر جلسه حدود ۶۰ تا ۹۰ دقیقه انجام گردید. محل انجام تمرینات مجموعه سالن های ورزشی ۲۲ بهمن دانشگاه فردوسی مشهد بود. تمرینات سه گروه به طور همزمان در سالن های مجزا صورت می‌گرفت و مربیان بر انجام تمرینات نظارت کامل داشتند. البته گرم کردن به صورت همزمان و مشترک انجام می شد. گروه تمرینات مقاومتی پس از اتمام تمرینات، از سالن خارج می شدند اما دو گروه تمرینات ترکیبی، تمرینات هوازی را ادامه می دادند۵ تمرینات برای هر فرد به صورت شخصی‌سازی شده صورت می‌گرفت. تمرینات در سه گروه تمرینی با ۱۵ دقیقه گرم کردن شروع می‌شد و با ۱۰ دقیقه سرد کردن خاتمه می یافت.

برنامه تمرین مقاومتی

تمرینات مقاومتی با تاکید بر تمرین تمام عضلات بدن در هر جلسه و با استفاده از دستگاه های بدنسازی و وزنه های آزاد صورت می گرفت. این تمرینات در سه بخش بالاتنه (شامل پرس سینه، پرس سرشانه، کشش جانبی، حرکت دو سر بازو و سه سر بازو)، پایین‌تنه (پرس پا، بازکردن زانو و خم و راست کردن مچ پا) و عضلات مرکزی (دراز و نشست و پلانک) انجام می‌شد. شدت حرکات بر اساس تکرارها (۱۲-۱۰ تکرار) تعیین شد و حرکات در سه ست با فاصله استراحت ۳۰ و ۶۰ ثانیه به ترتیب بین ست‌ها و حرکات انجام گردید. مدت تقریبی تمرینات مقاومتی ۲۵ تا ۳۰ دقیقه بود.

برنامه تمرینات هوازی

تمرینات هوازی برای گروه های تمرین ترکیبی شامل سه بخش اصلی بود: بخش اول شامل ۱۰ دقیقه راه رفتن روی تردمیل با شدت حداقل چهار کیلومتر در ساعت بود و اجازه داشتند تا سرعت را تا مرحله ای که منجر به دویدن نشود بالا ببرند. بخش دوم عبارت بود از پنج دقیقه رکاب زدن روی دوچرخه ارگومتر. این دو مرحله برای هر دو گروه تمرین ترکیبی مشابه بود. اما پس از این دو مرحله، در مرحله سوم، گروه راه رفتن به جلو، راه رفتن روی تردمیل را به صورت مداوم ادامه می دادند، اما گروه راه رفتن به عقب روی تردمیل به کمک دستیار محقق، به صورت رو به

عقب راه می‌رفتند. بخش اختصاصی تمرین (یعنی راه رفتن به جلو و عقب) به صورت فزاینده زمانی اجرا می شد بدین-ترتیب که زمان راه رفتن روی تردمیل در دو هفته اول ۱۰ دقیقه، دو هفته بعد ۱۵ دقیقه، از هفته پنجم تا هشتم نیز هر جلسه افزایش یافت تا در هفته آخر به حدود ۳۰ تا ۳۵ دقیقه رسید. شدت تمرینات نیز با استفاده از ضربان‌سنج پولار یا ساعت هوشمند کنترل گردید، به طوری که محدوده ۷۰ تا ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه در نظر گرفته شد. البته به آزمودنی های همچنین آموزش داده شد تا از طریق نبض مچ دستی، ضربان را کنترل نمایند. به خاطر محدود بودن تعداد تردمیل ها، فقط تعدادی از آزمودنی ها در یک جلسه از تردمیل استفاده می‌کردند و بقیه آزمودنی ها تمرینات هوازی را در سالن انجام می‌دادند. البته در جلسه بعد جای این آزمودنی ها عوض می شد تا شرایط برای همه یکسان باشد. در زمانی که آزمودنی ها تمرینات راه رفتن رو به جلو یا عقب را در سالن ورزشی و روی زمین انجام می دادند، آن ها اجازه داشتند که در صورت تمایل و توانایی، راه رفتن را به دویدن رو به جلو یا عقب نیز تبدیل نمایند اما شدت تمرین در محدوده مشخص شده حفظ می‌گردید.

قد و وزن آزمودنی ها با حداقل لباس و در شرایط استاندارد با استفاده از قدسنج (با دقت ۰/۱ سانتی‌متر) و ترازوی Seca (با دقت ۱۰ گرم) ساخت آلمان اندازه‌گیری شد. نمایه توده بدن نیز از تقسیم وزن (کیلوگرم) به توان دوم قد (متر) بدست آمد.

قدرت هندگریپ یا پنجه دست با استفاده از دایناموتر دستی مدل سیهان کره جنوبی (SAEHAN, Korea, SH5001) گرفته شد. این آزمون دو بار تکرار شده و بهترین رکورد برای فرد ثبت گردید (۲۹). همبستگی بین دو بار اندازه‌گیری نیز محاسبه شد و ضریب همبستگی ۰/۹ بدست آمد.

برای ارزیابی ظرفیت هوازی از آزمون شش دقیقه پیاده-روی استفاده شد. در این آزمون، آزمودنی یک مسیر حدودا ۴۵ متری را به مدت شش دقیقه با راه رفتن با سرعت دلخواه طی می‌کند و مسافت پیموده شده بر اساس متر به عنوان رکورد فرد در نظر گرفته می‌شود (۳۰).

برای اندازه گیری ضربان قلب استراحت (RHR) از نوار قلبی یا ECG (Electrocardiogram) در حالت درازکش و بعد از ۱۰ دقیقه استراحت و برای ارزیابی عملکرد قلبی نیز از اکوکاردیوگرافی (Echocardiography) داپلر رنگی (سامسونگ HS60) استفاده شد. برای این منظور آزمودنی روی تخت به شانه چپ دراز کشیده، پروب دستگاه روی سینه در ناحیه قلب قرار گرفت و تصاویر مربوط به دیواره‌ها و دریچه‌های قلب ثبت گردید. برای ارزیابی عملکرد قلبی شاخص‌های زیر مورد بررسی قرار گرفت: TAPSE: میـزان جابجایی آنولوس دریچه سه لتی (شاخصی از عملکرد بطن راست)، LVEDD: حجم پایان دیاستولی بطن چپ، ESV: حجم پایان سیستولی، EF: کسر تزریقی.

از روش های آمار توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) برای توصیف داده ها استفاده شد. برای آزمون فرضیه ها و تحلیل داده ها ابتدا پیش‌فرض های آزمون های پارامتریک از جمله طبیعی بودن توزیع داده ها (با استفاده از آزمون کلوموگروف اسمیرنوف) و همگن بودن واریانس ها (با استفاده از آزمون لوین) مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول ۱). پس از حصول اطمبنان از برقرار بودن این پیش‌فرض ها، از آزمون آماری آنالیز واریانس با اندازه‌گیری تکراری و آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده گردید. این عملیات توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام و سطح معنی‌داری نیز $p<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد. تمام تجزیه و تحلیل های آماری توسط متخصص آمار صورت گرفت.

یافته ها

میانگین و انحراف استاندارد شاخص های تن‌سنجی و عملکردهای قلبی و جسمانی به تفکیک گروه ها در آزمون اولیه و ثانویه در جدول ۲ آورده شده است.

در تجزیه و تحلیل آماری، آزمون های کلوموگروف-اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) و لوین (Levene) به ترتیب حاکی از نرمال بودن توزیع داده ها و همگن بودن واریانس ها داشت. در جدول ۳ و ۴ نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری تکراری آمده است. همان‌طور که جدول ۲ نشان می دهد در مورد دو متغیر وزن و نمایه توده بدن اثر تعاملی زمان در گروه معنی‌دار نیست، به عبارتی بین گروه ها در مورد این دو متغیر تفاوتی وجود ندارد. اما در مورد ظرفیت هوازی و قدرت عضلانی بالاتنه اثر تعاملی زمان در گروه معنی دار بود. نتایج آزمون تقیبی بونفرونی نشان داد که هر چند بین گروه ها تفاوت معنی داری از لحاظ قدرت عضلانی و ظرفیت هوازی وجود

جدول ۱: نتایج آزمون های لوین، کلوموگروف- اسمیرنوف و شاپیروویلک

متغیر		لوین p-مقدار	کولوموگرف- اسمیرنوف p-مقدار	شاپیروویلک p-مقدار
وزن (کیلوگرم)	آزمون اولیه	۰/۴۳	۰/۱۵	۰/۲۰
	آزمون ثانویه	۰/۴۴	۰/۲۰	۰/۵۴
شاخص توده بدن	آزمون اولیه	۰/۷۹	۰/۲۰	۰/۳۰
	آزمون ثانویه	۰/۸۰	۰/۱۴	۰/۱۴
ظرفیت هوازی	آزمون اولیه	۰/۹۷	۰/۲۰	۰/۹۶
	آزمون ثانویه	۰/۶۰	۰/۲۰	۰/۶۶
قدرت پنجه دست	آزمون اولیه	۰/۸۴	۰/۱۹	۰/۸۹
	آزمون ثانویه	۰/۰۶	۰/۲۰	۰/۹۲
TAPSE	آزمون اولیه	۰/۰۶۷	۰/۲۰	۰/۵۴
	آزمون ثانویه	۰/۰۲۳	۰/۱۸	۰/۵۳
LVEDD	آزمون اولیه	۰/۲۶	۰/۰۹۸	۰/۰۹
	آزمون ثانویه	۰/۸۲	۰/۰۲	۰/۰۱۴
ESV	آزمون اولیه	۰/۰۱۷	۰/۲۰	۰/۵۸
	آزمون ثانویه	۰/۰۵۹	۰/۲۰	۰/۲۷
EF	آزمون اولیه	۰/۰۳۳	۰/۱۱	۰/۲۱
	آزمون ثانویه	۰/۳۵	۰/۶۵	۰/۰۹
RHR	آزمون اولیه	۰/۷۶	۰/۲۰	۰/۶۴
	آزمون ثانویه	۰/۵۴	۰/۲۰	۰/۵۲

TAPSE: Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion, LVEDD: Left Ventricle End Diastolic Diameter, ESV: End Systolic Volume, EF: Ejection Fraction, RHR: Resting Heart Rate

جدول۲: شاخص های تن‌سنجی و عملکرد جسمانی به تفکیک گروه های تحقیق

متغیرها		گروه اول (۷ نفر) (میانگین± انحراف معیار)	گروه دوم (۱۰ نفر) (میانگین± انحراف معیار)	گروه سوم (۱۰ نفر) (میانگین± انحراف معیار)	گروه چهارم (۹ نفر) (میانگین± انحراف معیار)
وزن (کیلوگرم)	آزمون اولیه	۷۸/۸ ± ۸	۸۲/۳ ±۱۱/۵	۷۴/۲ ± ۸/۲	۸۲/۴ ± ۹/۹
	آزمون ثانویه	۷۹/۲ ± ۷/۶	۸۱/۳ ± ۱۱	۷۳ ± ۷/۸	۸۲/۵ ± ۱۰
شاخص توده بدن (کیلوگرم/ مترمربع)	آزمون اولیه	۲۶/۶ ±۲/۶	۲۷/۴ ± ۳	۲۶/۲ ± ۲/۸	۲۸ ± ۳/۴
	آزمون ثانویه	۲۶/۸ ± ۲/۵	۲۷/۱ ± ۳	۲۵/۷ ± ۲/۶	۲۸/۱ ± ۳/۷
ظرفیت هوازی (متر)*	آزمون اولیه	۷۳۵ ± ۶۵	۷۱۷ ± ۴۷/۱	۶۹۸ ± ۳۶	۷۴۷ ± ۷۷
	آزمون ثانویه	۷۸۰ ± ۶۹	۷۸۳ ±۴۶	۷۵۵ ± ۶۴	۷۵۷ ± ۶۷
قدرت پنجه دست (پوند)	آزمون اولیه	۹۰ ± ۱۴	۹۳ ± ۱۴	۷۹ ± ۱۱	۸۷ ± ۱۵
	آزمون ثانویه	۹۵ ± ۱۶	۹۵ ± ۱۵	۸۲ ± ۱۹	۸۶ ± ۱۸

- داده‌های مربوط به ظرفیت هوازی قبلا در مقاله دیگری نیز گزارش شده است (۳۱)

جدول ۳: نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری تکراری در مورد وزن، نمایه توده بدن و قدرت پنجه دست

متغیر	اثر زمان			اثر گروه			اثر زمان در گروه		
	آماره آزمون	p-مقدار	اندازه اثر	آماره آزمون	p-مقدار	اندازه اثر	آماره آزمون	p-مقدار	اندازه اثر
وزن (کیلوگرم)	۰/۰۶	۰/۱۲	۲/۴	۰/۱۴	۰/۱۵	۱/۸	۰/۱۵	۰/۱۳	۱/۹
شاخص توده بدن (کیلوگرم/ مترمربع)	۰/۰۷	۰/۱۱	۲/۶۹	۰/۰۷	۰/۴۷	۰/۸۵	۰/۱۶	۰/۱۰	۲/۱
ظرفیت هوازی (متر)	۰/۵۶	۰/۰۰۱	۴۲/۴	۰/۰۵	۰/۶۲	۰/۵۸	۰/۲۲	۰/۰۳	۳/۲
قدرت پنجه دست (پوند)	۰/۶۶	۰/۰۰۱	۶۶/۲	۰/۰۴	۰,۷۰	۰/۴۷	۰/۳۶	۰/۰۰۲	۶/۴

جدول ۴: نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری تکراری در مورد متغیرهای عملکرد قلبی

متغیر	اثر زمان			اثر گروه			اثر زمان در گروه		
	آماره آزمون	p-مقدار	اندازه اثر	آماره آزمون	p-مقدار	اندازه اثر	آماره آزمون	p-مقدار	اندازه اثر
TAPSE	۴/۵	۰/۰۴	۰/۱۲	۱/۹	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۳۳	۰/۸۰	۰/۰۲
LVEDD	۰/۰۰۲	۰/۸۷	۰/۰۰۱	۱/۶	۰/۱۹	۰/۱۳	۱/۰۴	۰/۳۸	۰/۰۸
ESV	۳/۷	۰/۰۶	۰/۱۰	۲/۰۱	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۰۱	۰/۹۹	۰/۰۱
EF	۰/۰۳	۰/۸۴	۰/۰۰۱	۰/۵۵	۰/۶۴	۰/۰۴	۲/۵	۰/۰۷	۰/۱۸
RHR	۹/۷	۰/۰۵	۰/۲۱	۰/۶۸	۰/۵۶	۰/۰۶	۰/۶۴	۰/۵۸	۰/۰۵۶

TAPSE: Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion, LVEDD: Left Ventricle End Diastolic Diameter, ESV: End Systolic Volume, EF: Ejection Fraction, RHR: Resting Heart Rate

نداشت ($p<۰/۰۵$)، اما در مورد هر دو متغیر، در هر سه گروه تمرینی از قبل از تمرینات تا پس از تمرینات بهبود معنی‌داری در این دو متغیر اتفاق افتاد، اما در گروه کنترل این تغییرات معنی دار نبود. در جدول ۴ نیز نتایج آزمون آماری در مورد متغیرهای عملکرد قلبی ارائه شده است. همان طور که این جدول مشخص می شود در هیچ یک از این متغیرها اثر تعاملی زمان در گروه معنی دار نمی باشد، لذا بین گروه ها تفاوتی وجود ندارد.

بحث و نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که هشت هفته تمرین مقاومتی و تمرین ترکیبی مقاومتی- هوازی (راه رفتن و دویدن رو به جلو یا عقب) منجر به بهبود ظرفیت هوازی و قدرت عضلانی مردان میان‌سال می شود و بین این سه نوع برنامه تمرینی تفاوتی از لحاظ تاثیر بر این دو متغیر وجود ندارد. همچنین این تمرینات تاثیری بر شاخص های اکوکاردیوگرافی ساختار قلبی نداشت. مشابه با نتیجه مطالعه حاضر، نتایج Wood و همکاران (۳۲) نشان داد که ۱۲ هفته تمرین ترکیبی هوازی و مقاومتی منجر به بهبود عملکردهای جسمانی (ظرفیت هوازی و قدرت عضلانی) در افراد مسن می شود. هر چند بهبود قدرت عضلانی در گروه مقاومتی و ترکیبی بیشتر از گروه هوازی بود. البته در این مطالعه بر خلاف مطالعه ما ضربان قلب استراحت در هر سه گروه کاهش معنی داری داشت. در حالی که شدت تمرینات در هر دو بخش هوازی و مقاومتی مشابه مطالعه ما بود. لذا تفاوت احتمالی نتایج را می توان به سن بالاتر آزمودنی ها و طول مدت بیشتر تمرینات نسبت داد. در تایید نتایج تحقیق حاضر، مطالعه Khalafi و همکاران (۳۳) نیز نشان داد که تمرینات ترکیبی منجر به افزایش استقامت قلبی تنفسی و قدرت عضلانی در افراد میان‌سال و بزرگسال می شود، در صورتی‌که اثر منفی روی نتایج این دستاوردها در مقایسه با تمرینات هوازی یا مقاومتی به تنهایی ندارد.

بهبود معنی دار استقامت هوازی در اثر تمرینات منتخب در این مطالعه می تواند به دلایل مختلفی از جمله افزایش سنتز پروتئین و افزایش نسبت مویرگ به تارچه های عضلانی، افزایش تعداد میتوکندری و آنزیم های اکسیداتیو، کاهش بیان ژن های کاتابولیک و غیره نسبت داد (۳۴). افزایش قدرت عضلانی را نیز می توان به نوع تمرینات مقاومتی که در اکثر آن ها قدرت گرفتن پنجه دخالت داشته، افزایش سنتز پروتئین عضلانی و هایپرتروفی تارهای

عضلانی وابسته دانست (۳۴،۳۵). تمرینات ورزشی هوازی از طرق مختلفی هم در سطح مرکزی و هم محیطی بر عملکرد قلبی در سنین بالا اثر می‌گذارد. در سطح مرکزی، این تمرینات باعث تنظیم کاهشی گیرنده های بتا ۱ می شوند که در نتیجه پاسخ ضربان قلب به تمرین را بهبود می بخشند. همچنین این تمرینات برون‌ده قلبی و لذا VO2max را به علت افزایش در حجم ضربه ای ارتقاء می‌دهند. اما در سطح محیطی تمرینات هوازی منجر به بهبود ظرفیت هوازی از چندین طریق می شوند که از آن جمله می توان به افزایش پرفیوژن عضلات، یا افزایش برداشت اکسیژن از عضلات در حال فعالیت اشاره کرد. البته باید خاطر نشان کرد این تغییرات معمولا در اثر تمرینات طولانی مدت هوازی (بیش از یک سال) رخ می دهند (۳۶).

اما مطالعه حاضر نشان داد برنامه تمرین ترکیبی بر خلاف انتظار و فرضیه محقق، منجر به تاثیر معنی داری بر تغییرات ساختاری قلبی آزمودنی ها نشد. تحقیقات محدودی در زمینه اثر تمرینات ورزش بر عملکرد قلبی افراد میان‌سال و سالم انجام شده و بیشتر تحقیقات نیز روی بیماران قلبی بوده است. هر چند محدودیت و نقاط ضعف مهمی در این تحقیقات از جمله نداشتن گروه کنترل، حجم نمونه پایین یا عدم انتخاب تصادفی بیماران به چشم می‌خورد. به عنوان مثال در یک مطالعه که اثر هشت هفته تمرینات ورزشی بر مورفولوژی بطن چپ و راست بیماران دارای فشار خون بالا مورد مطالعه قرار گرفت، نتایج اکوکاردیوگرافی حاکی از عدم تاثیر تمرینات ورزشی بر عملکرد دیاستولی بطن چپ، مورفولوژی بطن چپ، ضخامت دیواره بطن راست، قطر بطن راست و همچنین کسر تزریقی بود (۳۸) که این مطالعه از محدودیت ها ذکر شده برخوردار بود. همچنین نتیجه مطالعه Eiji و همکاران (۳۹) نشان داد که چهار هفته تمرین ترکیبی (هوازی- مقاومتی) روی ۱۲ مرد ۲۰ تا ۳۰ سال غیر ورزشکار منجر به تغییرات معنی داری در LVEDD، قطر بطن راست و ضخامت دیواره بین دو بطن نگردید. این مطالعه نیز فاقد گروه شاهد بود، لذا باید نتایج آن با احتیاط تفسیر گردد. اما در مقابل نتیجه مطالعه Spence و همکاران (۴۰) نشان داد که ۱۲ هفته تمرین شدید هوازی و مقاومتی در مردان جوان غیر تمرین‌کرده منجر به افزایش ضخامت بطن چپ و ضخامت بین دو بطن (فقط در گروه تمرین هوازی شدید) و افزایش LVEDV در هر دو گروه تمرینی شد. البته لازم به ذکر است در این مطالعه تغییرات موروفولوژی قلب توسط MRI ارزیابی گردید، در حالی که در مطالعه حاضر از اکوکاردیوگرافی استفاده شد. همین طور، در مطالعه Jurca و همکاران (۱۵) کاهش ضربان قلب استراحت زنان یائسه پس از هشت هفته تمرینات هوازی با شدت متوسط گزارش گردید. در تحقیقی مشابه از لحاظ دوره تمرینی روی زنان سالم میان‌سال، نیز افزایش معنی دار قطر پایان سیستولی و توده بطن چپ پس از هشت هفته تمرین ترکیبی هوازی مقاومتی نشان داده شد (۱۶). Hoden و همکاران (۷) نیز نشان دادند که تمرینات هوازی منجر به افزایش معنی دار حجم پایان دیاستولی بطن چپ در مردان سالم میان‌سال می شود. علت این اختلاف نتیجه را می توان به طولانی بودن دوره تمرینات مطالعه مذکور نسبت داد (دو سال). همچنین در این مطالعه تمرینات به مدت چهار تا پنج روز در هفته و حداقل یک جلسه تمرین با شدت بالا (High-Intensity Interval Training; HIT) در هفته انجام می شد، در حالی‌که تمرینات ما سه جلسه در هفته و به صورت تداومی بود و قاعدتا از شدت و حجم کمتری در مقایسه با مطالعه Hoden و همکاران (۷) برخوردار بود. لذا حجم کلی و شدت تمرینات مطالعه مذکور به مراتب بیشتر از مطالعه ما می باشد و این اهمیت طول دوره تمرینی و همچنین شدت بالای تمرینات هوازی را برای اثرگذاری بر شاخص های عملکرد قلبی نشان می‌دهد. در مقاله مروری Markov و همکاران (۳۷) نیز عنوان شده است که در مردان میان‌سال و مسن بیشترین اثر تمرینات مقاومتی وقتی است که این تمرینات به مدت حداقل ۱۲ هفته، هر هفته سه جلسه و هر جلسه بیشتر از ۳۰ تا ۶۰ دقیقه و تمرینات مقاومتی مقدم بر تمرینات هوازی در یک جلسه انجام شود. در مورد تمرینات هوازی نیز بیشترین اثربخشی وقتی گزارش شده است که تمرینات به مدت ۲۱ هفته یا بیشتر، چهارجلسه در هفته و هر جلسه بیش از ۶۰ تا ۹۰ دقیقه باشد، که این موضوع می تواند در تحقیقات آینده مد نظر قرار گیرد. هر چند نتایج مطالعه حاضر نشان داد که مدت کمتر تمرینات ترکیبی (هشت هفته) هم می‌تواند بر قدرت و ظرفیت هوازی افراد میان‌سال تاثیرگذار باشد، اما این مدت یا شدت تمرینی احتمالا برای اثربخشی بر عملکردهای قلبی کافی نمی باشد.

عوامل گوناگونی بر سازگاری های قلبی به تمرینات ورزشی تاثیر دارند که از آن جمله می توان به مدت، نوع و

شدت تمرین اشاره کرد. برخی تحقیقات نشان داده اند که تمرینات هوازی طولانی مدت هم در انسان هم در حیوان باعث بهبود در عملکرد بطن چپ می شود (۴۱). در همین راستا نتیجه یک مطالعه متاآنالایز روی تحقیقات بین سال های ۱۹۶۶ تا ۲۰۰۶ نشان داد که تمرینات هوازی به طور معنی داری کسر تزریقی، حجم پایان دیاستولی و حجم پایان سیستولی را در بیماران دارای نارسایی قلبی بهبود می بخشد اما این اثر در مورد تمرینات ترکیبی یا تمرینات مقاومتی به تنهایی مشاهده نشد (۴۲). نتایج تحقیق Haykowski و همکاران (۴۳) نیز حاکی از آن است که تغییرات ضخامت یا قطر بطن چپ نیازمند دوره های طولانی مدت‌تر تمرینات برای نیل به این هدف است.

همان طور که پیشتر نیز عرض گردید راه رفتن و دویدن رو به عقب در مقایسه با راه رفتن و دویدن رو به عقب در سرعت مشابه باعث فشار بیشتری بر سیستم قلبی عروقی می شود (۲۶-۲۳) و بر همین اساس انتظار بر این بود اضافه کردن این تمرینات به تمرینات مقاومتی بتواند اثرات بیشتری بر ظرفیت هوازی یا شاخص های ساختاری قلب بگذارد، اما این امر اتفاق نیفتاد. مشخص شده است که اکسیژن مصرفی، ضربان قلب، سطح لاکتات خون و هزینه متابولیکی دویدن به عقب نزدیک به ۳۰ درصد بیشتر از دویدن رو به جلو است و این به معنای اعمال نیازهای انرژتیک و پاسخ های قلبی ریوی بیشتر این نوع فعالیت ورزشی است. همچنین نشان داده شده که در حین دویدن رو به عقب، به میزان ۱۰ درصد فراخوانی و فعاسازی بیشتری در عضلات اسکلتی صورت می‌گیرد (۴۴). اما با این‌حال بین دو روش تمرینی تفاوت معنی داری وجود نداشت، که شاید علت آن را بتوان به سرعت کمتر راه رفتن یا دویدن در گروه راه رفتن به عقب دانست. احتمالا مدت تمرین هشت هفته ای کفایت لازم را برای تسلط آزمودنی ها بر سرعت راه رفتن به عقب و حفظ تعادل نداشته است و آزمودنی ها مجبور بودند سرعت راه رفتن را در هنگام حرکت به عقب کاهش دهند و لذا فشار متابولیکی کاهش یافته و برابر گروه رو به جلو بود.

عامل دیگری که به نظر می رسد بر اثرگذاری تمرینات ورزشی بر سازگاری های قلبی دخیل باشد، شدت تمرین است (۴۱). هر چند معمولا به طور کلی از تمرینات شدید بخاطر افزایش خطر بیماری های قلبی پرهیز می شود، اما گزارش شده است که مخاطرات همراه با تمرینات با شدت بالا قابل توجه نمی‌باشد (۴۵). در حقیقت تحقیقات زیادی نشان داده اند که در بیمارن قلبی اثربخشی تمرینات ورزشی در شدت های بالا بیشتر است (۴۵،۴۶). هر چند باید ایمنی این نوع تمرینات نیز بدقت رعایت شود. نکته مهم دیگر اینکه این تمرینات تداخلی روی دستاوردهای تمرینی نداشته و نگرانی از این بابت وجود ندارد. همچنین با توجه به اینکه راه رفتن رو به عقب در زمان مشابه منجر به هزینه انرژی و فعالیت متابولیکی بیشتر و درگیری و سازگاری بیشتر سیستم عصبی می شود، می توان این نوع تمرین را البته به شرط حفظ یا افزایش سرعت راه رفتن یا دویدن به بخش تمرینات هوازی تمرینات ترکیبی اضافه کرد. تحقیق حاضر همانند هر تحقیق دیگری دارای محدودیت هایی بود که از آن جمله می توان به مدت نسبتا کوتاه دوره تمرینی (هشت هفته)، همچنین شدت نه چندان زیاد تمرینات و عدم کنترل دقیق فعالیت های بدنی خارج از برنامه تمرینی اشاره کرد که در تحقیقات آتی می تواند مورد توجه محققین قرار گیرد.

سپاسگزاری

از تمام آزمودنی های تحقیق و مدیریت تربیت بدنی دانشگاه فردوسی مشهد (دکتر علیرضا خادملو و دکتر حسین حاجتمند) قدردانی می شود. این تحقیق با کد اخلاق IR.IAU.NEYSHABUR.REC.1398.018 ثبت گردید

منابع

1. Strait JB, Lakatta EG. Aging-associated cardiovascular changes and their relationship to heart failure. Heart Fail Clin. 2012; 8(1): 143-164.

2. Hunter GR, McCarthy JP & Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. Sports Med 2004; 34: 329-348.

3. Trajković N, Đorđević D, Stanković M, Petrušič T, et al. Exercise-based interventions in middle-aged and older adults after myocardial infarction: a systematic review. Life (Basel) 2021; 11(9):1-14.

4. Williams MA, Haskell WL, Ades PA, et al. American heart association council on clinical cardiology; American heart association council on nutrition, physical activity, and metabolism. resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American heart association council on clinical cardiology and council on nutrition, physical activity, and metabolism. Circulation 2007; 116(5): 572-584.

5. Franklin BA, Eijsvogels TMH, Pandey A, Quindry J, Toth PP. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and cardiovascular health: A clinical practice statement of the ASPC Part I: Bioenergetics, contemporary physical activity recommendations, benefits, risks, extreme exercise regimens, potential maladaptations. Am J Prev Cardiol 2022; 13; 12: 100424.

6. Hotta K, Chen B, Behnke BJ, Ghosh P, et al. Exercise training reverses age-induced diastolic dysfunction and restores coronary microvascular function. J Physiol 2017; 595(12): 3703-3719.

7. Howden EJ, Sarma S, Lawley JS, Opondo M, et al. Reversing the cardiac effects of sedentary aging in middle age-a randomized controlled trial: implications for heart failure prevention. Circulation 2018; 137(15): 1549-1560.

8. Khadanga S, Savage PD, Ades PA. Resistance training for older adults in cardiac rehabilitation. Clin Geriatr Med 2019; 35(4): 459-468.

9. Thompson PD. The role of physical activity and exercise in preventive cardiology. Med Clin North Am 2022; 106(2): 249-258.

10. Wilson JM, Marin PJ, Rhea MR, Wilson SM, et al. Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. J Strength Cond Res 2012; 26(8): 2293-307.

11. Morris JH, Chen L. Exercise training and heart failure: a review of the literature. Card Fail Rev 2019, 5(1): 57-61.

12. Gielen S, Laughlin MH, O'Conner C, Duncker DJ. Exercise training in patients with heart disease: review of beneficial effects and clinical recommendations. Prog Cardiovasc Dis 2015; 57(4): 347-355.

13. DeMaria AN, Neumann A, Lee G, Fowler W, Mason DT. Alterations in ventricular mass and performance induced by exercise training in man evaluated by echocardiography. Circulation 1978; 57(2): 237-244.

14. Lin LL, Chen YJ, Lin TY, Weng TC. Effects of resistance training intensity on heart rate variability at rest and in response to orthostasis in middle-aged and older adults. Int J Environ Res Public Health 2022; 25; 19(17): 10579.

15. Jurca R, Church TS, Morss GM, Jordan AN, Earnest CP. Eight weeks of moderate-intensity exercise training increases heart rate variability in sedentary postmenopausal women. Am Heart J 2004; 147(5): e21.

16. Khani F, Nikbakht H, Ghazalian F, Barzegar M. The effect of endurance, resistance and concurrent training on the structure of the heart of healthy middle-aged women. J Jiroft Univ Med Sci 2020; 7 (1): 255-265.

17. Krishnan V, Pithadia K. Effect of retro walking versus balance training on pain and disability in patients with osteoarthritis of the knee: a randomized controlled trial. Bull Fac Phys Ther 2021; 26(19): 1-7.

18. Alghadir AH, Anwer S, Sarkar B, Paul AK, Anwar D. Effect of 6-week retro or forward walking program on pain, functional disability, quadriceps muscle strength, and performance in individuals with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial (retro-walking trial). BMC Musculoskelet Disord 2019; 20(1): 1-10.

19. Gondhalekar GA, Deo MV. Retrowalking as an adjunct to conventional treatment versus conventional treatment alone on pain and disability in patients with acute exacerbation of chronic knee osteoarthritis: a randomized clinical trial. N Am J Med Sci 2013; 5(2): 108-112.

20. Ansari S, Raza S, & Bhati P. Impact of retrowalking on pain, range of motion, muscle fatigability, and balance in collegiate athletes with chronic

mechanical low back pain. Sport Sci Health 2021; (17): 307-316.

21. DelMastro HM, Ruiz JA, Simaitis LB, Gromisch ES, et al. Effect of backward and forward walking on lower limb strength, balance, and gait in multiple sclerosis: a randomized feasibility trial. Int J MS Care 2023; 25(2): 45-50.

22. Alkhathami K, Soman A, Chandy S, Ramamoorthy B, Alqahtani B. Comparing the effects of retro and forward walking on serum adiponectin levels in obese young adults. J Taibah Univ Med Sci 2023; 18(5): 917-925.

23. Thomas KS, Hammond M, Magal M. Graded forward and backward walking at a matched intensity on cardiorespiratory responses and postural control. Gait Posture 2018; 65: 20-25.

24. Adesolaa M, Azeezo M. Comparison of cardiopulmonary responses to forward and backward walking and running. African J Biomed Res 2009; 2: 95 -100

25. Chaloupka EC, Kang J, Mastrangelo MA, Donnelly MS. Cardiorespiratory and metabolic responses during forward and backward walking. J Orthop Sports Phys Ther 1997; 25(5): 302-306.

26. Hooper TL, Dunn DM, Props JE, Bruce BA, et al. The effects of graded forward and backward walking on heart rate and oxygen consumption. J Orthop Sports Phys Ther 2004; 34(2): 65-71.

27. Anandh S, & Sajan Varughese S. Effectiveness of Forward Walking and Retro Walking on Balance and Walking Speed in Geriatric Population. Journal of Coastal Life Medicine 2023; 11(1): 1134–1139.

28. Cha HG, Kim TH, Kim MK. Therapeutic efficacy of walking backward and forward on a slope in normal adults. J Phys Ther Sci 2016; 28(6): 1901-1903.

29. Mendes J, Amaral TF, Borges N, Santos A, et al. Handgrip strength values of Portuguese older adults: a population based study. BMC Geriatr 2017; 23; 17(1):1-12.

30. Rikli RE, Jones CJ. Senior fitness test manual. Human Kinetics, 2nd edition 2013.

31. Najjarian Kakhki A, Hosseini Kakhak SA, Khajeei R, Vakilian Aghouee F. The comparison of the effect of strength training, strength training-forward walking/running, and strength training-backward walking/running on body composition and functional fitness of middle age men .Journal of Sport in Biomotor Sciences 2022; 27(1); 82-91.

32. Wood RH, Reyes R, Welsch MA, Favaloro-Sabatier J, et al. Concurrent cardiovascular and resistance training in healthy older adults. Med Sci Sports Exerc 2001; 33(10): 1751-1758.

33. Khalafi M, Sakhaei MH, Rosenkranz SK, Symonds ME. Impact of concurrent training versus aerobic or resistance training on cardiorespiratory fitness and muscular strength in middle-aged to older adults: A systematic review and meta-analysis. Physiol Behav 2022; 1(254):1-12

34. Irving, BA, Lanza IR, Henderson GC, Rao RR, et al. Combined training enhances skeletal muscle mitochondrial oxidative capacity independent of age. JCEM 2015; 100(4): 1654-1663.

35. Hurst C, Weston KL, McLaren SJ, Weston M. The effects of same-session combined exercise training on cardiorespiratory and functional fitness in older adults: a systematic review and meta-analysis. Aging Clin. Exp. Res 2019; 31(12): 1701-1717.

36. Vigorito C, Giallauria F. Effects of exercise on cardiovascular performance in the elderly. Front Physiol 2014; 5(20): 1-8.

37. Markov A, Hauser L & Chaabene H. Effects of concurrent strength and endurance training on measures of physical fitness in healthy middle-aged and older adults: a systematic review with meta-analysis. Sports Med 2023; (53): 437–455.

38. Leggio M, Mazza A, Cruciani G. et al. Effects of exercise training on systo–diastolic ventricular dysfunction in patients with hypertension: an echocardiographic study with tissue velocity and strain imaging evaluation. Hypertens Res 2014; 37 (7): 649-654.

39. Eiji P, Nikbakht H, Abednatanzi H. investigate the effect of short-term and long-term combined resistance (resistance-endurance) on some structural

variables of the heart of young non-athletic men. RJMS 2020; 27(9): 44-53.

40. Spence AL, Naylor LH, Carter HH, Buck CL, et al. A prospective randomised longitudinal MRI study of left ventricular adaptation to endurance and resistance exercise training in humans. J Physiol 2011; 589(22): 5443-5452.

41. Cavalcante PAM, Perilhão MS, Ariana A. da Silva, et al. Cardiac remodeling and physical exercise: a brief review about concepts and adaptations. International Journal of Sports Science 2016; 6(2): 52-61.

42. Haykowsky MJ, Liang Y, Pechter D, Jones LW, et al. A meta-analysis of the effect of exercise training on left ventricular remodeling in heart failure patients: the benefit depends on the type of training performed. J Am Coll Cardiol 2007; 19; 49(24): 2329-2336.

43. Haykowsky MJ, Dressendorfer R, Taylor D, Mandic S, Humen D. Resistance training and cardiac hypertrophy: unravelling the training effect. Sports Med 2002; 32(13): 837-849.

44. Uthoff A, Oliver J, Cronin J, Harrison C, Winwood P. A New Direction to Athletic Performance: Understanding the Acute and Longitudinal Responses to Backward Running. Sports Med 2018; 48(5): 1083-1096.

45. Rognmo O, Moholdt T, Bakken H, Hole T, et al. Cardiovascular risk of high- versus moderate-intensity aerobic exercise in coronary heart disease patients, Circulation 2012; 126 (12): 1436-1440.

46. Elliott A, Bentley D, Aromataris E. Effectiveness of high-intensity interval training in patients with coronary heart disease: a systematic review protocol, JBI Database of Systematic Reviews & Implementation Reports 2013; 11(8): 13- 22.

47. Gibala MJ, Little JP, Maureen J, Macdonald MJ. et al. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease .J Physiol 2012; 590 (5): 1077-1084