

مقاله اصلی

اثر ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی بر شاخص‌های همودینامیک، کسر تخلیه‌ای و ظرفیت عملکردی در بیماران قلبی - عروقی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۰۳ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۱۴

خلاصه

مقدمه: امروزه بیماری‌های غیرواگیر به علت پیشرفت فناوری و تغییر سبک زندگی به صورت ساکن، بی‌حرکی و غیرفعال، سبب بروز مشکلاتی در رابطه با سلامتی و تندرستی مانند بیماری‌های قلبی - عروقی بخصوص بیماری‌های شریان کرونری شده است. هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر تمرین ترکیبی (استقامتی - مقاومتی) بر شاخص‌های منتخب همودینامیکی، کسرتخلیه‌ای و ظرفیت عملکردی بیماران قلبی - عروقی می‌باشد.

روش کار: در این پژوهش که با طرح پیش آزمون و پس آزمون همراه با گروه کنترل انجام شد، ۲۴ بیمار داوطلب به طور تصادفی در ۲ گروه تمرین ترکیبی (۱۲ نفر) و کنترل (۱۲ نفر) تقسیم شدند. گروه تمرین ترکیبی به مدت ۳ ماه، هفته‌ای ۳ جلسه تمرینات هوازی و مقاومتی را انجام دادند. سنجش‌های متغیرها ۲۴ ساعت قبل از نخستین جلسه تمرین و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین انجام شد. در بخش آمار استنباطی، از آزمون تی زوجی، برای مقایسه تفاوت‌های درون گروهی و از آزمون تحلیل کوواریانس برای مقایسه تفاوت‌های بین گروهی با استفاده از نرم افزار اس پی اس نسخه ۲۶ استفاده شد.

نتایج: بر اساس آزمون تی زوجی کاهش معنی‌داری در میزان فشار خون سیستولی و دیاستولی، مقاومت منظم عروقی و افزایش معنی‌دار در کسرتخلیه‌ای، ظرفیت عملکردی، حجم ضربه‌ای، برون ده قلبی، شاخص برون ده قلبی، شاخص سرعت خون و شاخص شتاب خون در گروه تمرین ترکیبی پس از تمرینات مشاهده گردید ($p < 0.05$). این کاهش در گروه کنترل معنی‌دار نبود. تحلیل کوواریانس نشان داد سطوح این متغیرها در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی‌داری بهبود یافته بود ($p < 0.05$).

نتیجه‌گیری: به طور کلی نتایج نشان داد اجرای تمرینات ترکیبی استقامتی و مقاومتی، می‌تواند باعث بهبود شاخص‌های همودینامیکی و کسر تخلیه‌ای و ظرفیت عملکردی در بیماران قلبی عروقی شود.

کلمات کلیدی: تمرین ترکیبی، بیماری قلبی عروقی، شاخص‌های همودینامیک، کسرتخلیه‌ای و ظرفیت عملکردی

بی‌تا جواهرحقیقی^۱

عبدالعلی بنائی فر^{۲*}

اردشیرظفری^۳

سجاد ارشدی^۲

ولی اله شاهدی^۴

^۱گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران جنوب، دانشگاه

آزاد/اسلامی، تهران، ایران

^۲دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد تهران جنوب،

دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

*نویسنده مسئول

^۳استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد زنجان، دانشگاه

آزاد اسلامی، تهران، ایران

^۴استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، واحد پرند، دانشگاه

آزاد اسلامی، تهران، ایران

Email: A_banaeifar@azad.ac.ir

مقدمه

بیماری‌های قلبی عروقی (CVDs)^۱ چالش پیشرو در سلامت عمومی است که بیشترین سهم را از عوارض و مرگ و میر در سراسر جهان دارد. طبق آمار انجمن قلب آمریکا (AHA) در سال ۲۰۲۰ در ایالات متحده، بیماری عروق کرونر قلب (CHD)^۳ علت اصلی (۴۱.۲٪) مرگ و میرهای منتسب به CVD در ایالات متحده بود (۱). علیرغم پیشرفت‌های قابل توجه در درمان و پیشگیری، هنوز میزان مرگ و میر و عوارض این بیماری بالا است و کیفیت زندگی در این بیماران پایین می‌باشد (۲). کم تحرکی زمینه‌ساز بسیاری از بیماری‌های قلبی-عروقی از جمله گرفتگی عروق کرونری است (۴ و ۳). اثربخشی بازتوانی قلبی مبتنی بر تمرینات ورزشی روی مرگ و میر، ابتلا به بیماری و کیفیت زندگی مرتبط با سلامت بیماران عروق کرونری قلب به طور گسترده‌ای مورد پذیرش واقع گردیده است (۵). شواهد پیشنهاد می‌کنند که برنامه‌های توانبخشی قلبی مبتنی بر تمرین علاوه بر ظرفیت عملکردی قلب و عروق، بهبودهایی در شاخص‌های التهابی، بهبود عملکرد اتونومیک و بهبود کیفیت زندگی، و در مجموع کاهش عمده شروع ابتلاء به بیماری‌های قلبی عروقی و مرگ و میر ناشی از آن را موجب می‌شوند (۶). در بیماران قلبی، اغلب تمرینات هوازی دینامیک طولانی مدت به دلیل خستگی عضلانی موضعی، غیرقابل تحمل است. بنابراین، ممکن است با انجام تمرینات استقامتی-مقاومتی همزمان، با بهبود ساختار توده عضلانی باعث افزایش ظرفیت ورزشی زیر بیشینه و کاهش محدودیت‌های عملکردی در انجام وظایف روزمره زندگی و بنابراین منجر به بهبود کیفیت زندگی این بیماران شود (۷ و ۸). این شیوه تمرینی (استقامتی-مقاومتی) باعث ایجاد اثرات متفاوتی بر فعالیت‌های اتونومیک و ساختاری قلب میشود. علاوه بر انواع مختلف تمرینات، عامل شدت و مدت زمان تمرین نیز از اصول مهم طراحی تمرینات با توجه به وضعیت و شدت بیماری محسوب می‌شود (۹).

جیوکسیان و همکاران (۲۰۲۳) در یک مطالعه متاآنالیز تمرینات استقامتی را یک راه امیدوارکننده برای افزایش عملکرد، تمرین قدرت عضلانی و آمادگی قلبی تنفسی در یک چرخه تمرینی می‌شمرد و گنجاندن تمرینات مقاومتی همراه با تمرینات هوازی (برای افزایش استقامت) را در یک برنامه، به عنوان تمرین همزمان، یک استراتژی تمرینی محبوب برای توسعه جنبه‌های مختلف قابلیت‌های فیزیولوژیکی، تقویت اثرات فردی حاصل از تمرینات استقامتی و قدرتی، و افزایش عملکرد حرکتی بیش از تمرین به تنهایی است (۱۰).

برای سنجش تغییرات همودینامیکی قلب و عروق از روش امپدانس کاردیوگرافی (ICG)^۴ استفاده می‌شود (۱۱) که یک روش غیرتهاجمی برای بررسی همودینامیک جریان خون در آئورت و وضعیت مایعات سینه‌ای می‌باشد. به طور کلی شاخص‌های ارائه شده در روش ICG به سه دسته تقسیم می‌شوند. دسته اول شامل شاخص‌هایی می‌باشد که بطور مستقیم محاسبه می‌شوند (محتوای مایعات سینه‌ای، مرحله پیش تزریقی خون، شاخص سرعت خروج خون، ضربان قلب، شاخص شتاب خروج خون، زمان تزریق بطن چپ. دسته دوم شامل شاخص‌هایی می‌باشد که با توجه به داده‌های بدست آمده قلبی و از طریق فرمول‌های مشخص بدست می‌آیند: حجم ضربه‌ای، برون ده قلبی، میانگین فشار سرخرگی، نسبت زمان سیستولی و مقاومت منظم عروقی، کار قلب چپ. دسته سوم شامل شاخص‌هایی می‌باشد که با توجه به رویه سطحی بدن (BSA)^۵ محاسبه می‌شوند: شاخص ضربه‌ای، شاخص قلبی، شاخص مقاومت منظم عروقی، شاخص کار قلب چپ (۱۲).

در بیماران مبتلا به بیماری عروق کرونر قلب (CAD)^۶، کسر تخلیه بطن چپ (LVEF)^۷ یک شاخص مهم سلامت قلب است و می‌تواند بینشی در مورد شدت و پیش‌آگهی بیماری ارائه دهد (لایتون و همکاران ۲۰۲۲). بیمارانی که EF پایینی دارند،

^۴ Impedance Cardio Graphy^۵ Body Surface Area^۶ Coronary Artery Disease^۷ Left Ventricular Ejection Fraction^۱ Cardio Vascular Disease^۲ American Heart Association^۳ Coronary Heart Disease

می‌توانند علائمی مانند خستگی و تنگی نفس را تجربه کنند، زیرا قلب نمی‌تواند مقدار مناسب خون را برای تأمین نیازهای بدن پمپ کند و این امر منجر به بی‌حرکی می‌شود (۱۳). ظرفیت عملکردی، توانایی بیشینه فرد برای انجام یک فعالیت بدنی یا ورزشی فراتر از مقادیر در وضعیت استراحت تعریف می‌شود که برای برآورد آن از یک آزمون پیشرونده ورزشی با اندازه‌گیری مقادیر VO_{2peak} استفاده می‌شود (۱۴). VO_{2peak} یک پیش‌بینی‌کننده مستقل قدرتمند، برای مرگ و میر کلی و قلبی عروقی در بیماران مبتلا به بیماری‌های قلبی عروقی می‌باشد (۱۵). مطالعات گوناگون قلبی عروقی، ایمنی و اثربخشی تمرین ورزشی هوازی که معمولاً با شدت سبک تا متوسط اجرا می‌شود را ثابت کرده‌اند. از سوی دیگر، قدرت عضلانی برای عملکرد بهینه فرد ضروری است و نشان داده شده است در بیماران قلبی ایسکمیک، قدرت عضلانی و متعاقب آن ظرفیت عملکردی یا ورزشی کاهش می‌یابد (۱۶). بنابراین، به نظر می‌رسد که تمرین مقاومتی به عنوان بخشی از برنامه توانبخشی، جهت افزایش قدرت عضلانی و افزایش ظرفیت هوازی مورد استفاده قرار گیرد.

با مروری بر مطالعات انجام شده، ابهامات و نتایج مختلفی در حوزه نوع تمرینات برای بیماران قلبی - عروقی وجود دارند که این پژوهش در نظر دارد به آنها بپردازد. امیری و همکاران (۲۰۲۳) تفاوت معنی‌داری در فشار خون دیاستولیک و فشار خون سیستولیک پس از ۸ هفته تمرینات ترکیبی گزارش ندادند اما بهبود قابل توجهی در VO_{2peak} ، کسر تخلیه‌ای و ضربان قلب استراحت پس از هر دو روش تمرین هوازی و ترکیبی گزارش کردند به طوریکه این بهبودها در گروه تمرین ترکیبی بیشتر بود (۱۷). ملکی و همکاران (۲۰۱۹) بهبود قابل توجهی بر پارامترهای همودینامیک بیماران کاندید پیوند قلب با تمرینات ترکیبی گزارش کردند. اما عدم تغییرات فشار سیستولی و دیاستولی از دیگر نتایج این پژوهش بود (۱۸) مدنی و همکاران (۲۰۲۳) کاهش معنادار فشار خون سیستولی و دیاستولی بیماران عروق کرونری بعد از ۱۲ هفته تمرین اسقامتی و قدرتی را گزارش کردند (۱۹). آندرسون و همکاران (۲۰۲۰) تمرینات

هوازی را تأثیرگذار بر کسر تخلیه‌ای در بیماران CAD گزارش کردند (۲۰). وهرنس و همکاران (۲۰۲۲) عدم تأثیر تمرینات مقاومتی به تنهایی بر کسر تخلیه‌ای را گزارش کردند (۲۱). سیوف و همکاران (۲۰۲۴) عدم افزایش کسر تخلیه‌ای با تمرین تناوبی روی بیماران قلبی با کسر تخلیه بین ۴۰-۵۰٪ اعلام کردند (۲۲). با بررسی مطالعات قبلی با فرض اثر گذاری تمرینات اسقامتی و مقاومتی همزمان بر عملکرد همودینامیکی و بیومکانیکی، در این تحقیق تلاش خواهد شد تا به این پرسش پاسخ داده شود که آیا توانبخشی قلبی مبتنی بر تمرینات ترکیبی (اسقامتی - مقاومتی) بر عملکرد همودینامیکی و ظرفیت عملکردی و کسر تخلیه‌ای عضله قلب بیماران قلبی تأثیرگذار بوده است؟

روش کار

طراحی مطالعه

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی است. شامل طرح پیش آزمون - پس آزمون و گروه کنترل است. اندازه‌گیری‌های مربوطه و همچنین اطلاعات تکمیلی شرکت کنندگان در کلینیک تخصصی قلب و عروق، ریه و طب ورزشی دکتر محمد جواد ملکی انجام شد.

جامعه آماری

جامعه آماری این پژوهش کلیه مراجعه کنندگان کلینیک تخصصی قلب و عروق، ریه و طب ورزشی با سابقه بیماری قلبی عروقی، دامنه سنی بین ۶۰ تا ۷۵ سال بودند. نمونه‌ای آماری به صورت هدفمند به منظور کسب حجم نمونه و تعداد گروهها براساس خروجی نرم افزار G POWER، ۱۲ آزمودنی براساس معیارهای ورود و خروج به مطالعه، جهت گروه مداخله ورزشی انتخاب شدند و ۱۲ آزمودنی که علاقه‌ای به حضور در برنامه تمرینی نداشتند به عنوان گروه کنترل انتخاب شدند. تعداد این افراد ۳۰ نفر بود که ۴ نفر با تشخیص پزشک به علت داشتن بیماری‌های درجه‌ای و زمینه‌ای و ۲ نفر به علت مشکلات ارتوپدی از مطالعه خارج شدند.

معیارهای ورود و خروج

در این مرحله باتوجه به بررسی و غربالگری اولیه، بیماران قلبی عروقی در محدوده سنی ۶۰-۷۵ سال با $EF < 40\%$ و گرفتگی عروق کرونری ۵۰-۷۰٪ که بیماری این افراد توسط مراکز تخصصی قلب و عروق با استفاده از روش آنژیوگرافی تأیید شده است و طبق ACSM^۱ و انجمن قلب آمریکا (AHA)، از هر گونه شرایط پزشکی جدی شامل بیماری عروق کرونر قلب ناپایدار، نارسایی قلبی جبران نشده، فشار خون ریوی شدید (که اجازه شرکت ایمن در ورزش را ندارند) نداشته باشند، جهت گروه مداخله ورزشی انتخاب شدند. و بیمارانی که اعتیاد به سیگار و الکل، سابقه شرکت در فعالیتهای ورزشی در ۳ ماهه اخیر، مشکل ارتوپدی (که قادر به انجام حرکات ورزشی نبودند) و افرادی که قصد داشتند بیش از ۱ هفته در طول دوره از مداخله به دور باشند، از مطالعه خارج شدند.

پروتکل تمرینی:

تمرینات گرم کردن شامل دو بخش ۵ دقیقه‌ای بود. بخش اول شامل راه رفتن که با افزایش تدریجی شدت انجام شد. هدف از این بخش گرم کردن عضلات، آماده سازی بیماران برای تمرینات کششی و افزایش آرام ضربان قلب بود. بخش دوم تمرینهای کششی بود که بر کشش عضلات قسمت بالایی بدن و قسمت پایین (عضلات پشت ساق پا، پشت پا و چهارسر ران) تمرکز داشت. هر حرکت کششی به مدت ۱۰ تا ۱۵ ثانیه اجرا شد. تمرینات هوازی بر روی تجهیزات مانند دوچرخه ثابت، تردمیل در ابتدا با شدت ۶۰ تا ۷۵ درصد حداکثر ضربان قلب انجام گرفت که در ابتدای کار به مدت ۲۰ دقیقه بود. سپس به تدریج، زمان و شدت تمرین افزایش یافت. با بهبود وضعیت فیزیکی، مدت زمان بخش اصلی تمرین در هر جلسه یک دقیقه افزایش پیدا کرد. همچنین ضربان قلب فشار خون و تغییرات احتمالی در الکتروکاردیوگرام قبل و حین ورزش کنترل میشد. تمرینات مقاومتی ۴۰ تا ۶۰٪ ۱RM، دو بار در هفته، ۲ ست ۱۰ تا ۲۰ تکرار بود (۱۵ دقیقه). از هفته چهارم به بعد، به تدریج شدت تمرین با توجه به وضعیت آزمودنی‌ها اضافه شد. حرکات

مقاومتی با وزنه و دستگاه، شامل بالا بردن وزنه‌ها به بالای سر در حالت نشسته و فلکشن افقی شانه در حالت خوابیده، پرس پا. اکستنشن زانو بود. همچنین آزمودنی‌ها حرکات تعلیقی با دستگاه کراس اسلینگ را با دامنه کوتاه انجام دادند. در آخر فرآیند سرد کردن کامل در مدت ۱۰ دقیقه صورت گرفت. هدف از انجام آن کاهش تدریجی ضربان قلب، کاهش آهسته سرعت حرکات و بازگرداندن بدن به حالت استراحت بود. در حین سرد کردن برای کمک به کاهش درد عضلات در حین تمرین فعالیتهای کششی انجام شد. در هر جلسه تمرینی قبل و بعد از تمرینات، فشارخون، تعداد ضربان قلب و میزان اشباع اکسیژن خون شریانی وزن آزمودنی‌ها اندازه گیری و یادداشت میشد.

لوازم اندازه گیری: ضربان سنج پولار (polar H9, FinlandHeart sensors)، قد سنج و ترازو (SECA, Hamburg Germany) و دستگاه پالس اکسی متری پرتابل (CONTEC, china)، کاردیواسکرین (Niccomo, Germany) و نوارگردان (Hi Life, Switzerland) و دستگاه اکوکاردیوگراف مدل VIVD3 ساخت جنرال الکتریک (America).

سنجش متغیرهای پژوهش:

اندازه‌گیری متغیرهای همودینامیک بوسیله امپدانس کاردیوگرافی (ICG) که به آن دستگاه کاردیو اسکرین نیز میگویند در حالت استراحت قبل و بعد از مداخله از برنامه تمرینی اندازه گیری شد. از آزمودنی‌ها خواسته شد ۲۴ ساعت قبل از تست، خواب کافی داشته و از فعالیت ورزشی خودداری کنند. دستگاه با هشت الکتروود به آزمودنی متصل می‌شود. دو جفت الکتروود سینه‌ای و گردنی تزریقی و دو جفت الکتروود دریافتی که بالای جفت گردنی و پایین جفت سینه‌ای متصل می‌شوند. جهت ارزیابی مقادیر کسر تخلیه‌ای بیماران، قبل و بعد از مداخله تمرین از دستگاه اکوکاردیوگراف مدل VIVD3 ساخت کشور جنرال الکتریک آمریکا استفاده گردید. اکوکاردیوگرافی روشی غیر تهاجمی است که بدون ایجاد برش و درد، اطلاعات متعدد بیومکانیکی قلب از جمله کسر تخلیه‌ای را نشان می‌دهد. جهت تعیین ظرفیت عملکردی آزمودنی‌ها از

¹ American College of Sports Medicine

آزمون بروس استفاده شد. تمام آزمون‌ها زیر نظر پزشک متخصص قلب انجام شد. آزمون با استفاده از دستگاه نمایشگر الکترودیوگرام و دستگاه ۱۲ لیدی (مجهز به ارزیاب کامپیوتری) و بر اساس دستورالعمل تعدیل شده بروس انجام گرفت.

ملاحظات اخلاقی

این پژوهش با کد اخلاق IR.IAU.VARAMIN.REC.1403.028 اجرا شد و پروتکل‌های اخلاقی معاهده‌ی هلسینکی رعایت شد. شرکت کنندگان در پژوهش پس از تکمیل پرسشنامه شامل اطلاعات شخصی سوابق پزشکی، ورزشی و فرم رضایتنامه با آگاهی از نحوه اجرای کار، وارد مطالعه شدند. اطلاعات ورزشکاران حاضر در این مطالعه کاملاً ناشناس باقی ماند و بعد از مطالعه نیز تمامی این اطلاعات محفوظ ماند.

تحلیل آماری:

برای توصیف متغیرها از آمار توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد و رسم جداول) و برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از شاپیرو ویلک استفاده شد. پس از اطمینان از طبیعی بودن، برای بررسی معنی داری تغییرات درپیش آزمون و پس آزمون از آزمون آماری T زوجی و در صورت مشاهده تفاوت معنادار، جهت بررسی اختلافات میان گروهی در پیش آزمون از آزمون پیگیری بونفرونی، و از روش آماری آنالیز کوواریانس (ANCOVA) استفاده گردید. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۶ انجام گرفت و سطح معنی داری $p \leq 0.05$ در نظر گرفته شد.

نتایج

مشخصات جمعیت شناختی هریک از دو گروه کنترل و تمرین در شاخص‌های سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی بایکدیگر همگن بودند و ازلحاظ آماری تفاوت معنی داری نداشتند (جدول ۱). بر اساس نتایج آزمون زوجی، مقایسه پیش آزمون و پس آزمون میزان فشارخون سیستولی و دیاستولی و مقاومت منظم عروقی، کاهش معنادار ($p < 0.05$) و حجم ضربه‌ای، برون ده قلبی، شاخص برون ده قلبی، شاخص سرعت خون و شاخص

شتاب خون و همچنین کسرتخلیه‌ای و ظرفیت عملکردی افزایش معنادار ($p < 0.05$)، پس از دوازده هفته تمرین ترکیبی مشاهده شد. و براساس نتایج آزمون آنکوا، گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل، پس از دوازده هفته تمرین ترکیبی در فشارخون سیستولی، فشارخون دیاستولی و مقاومت منظم عروقی، کاهش معنی دار و در حجم ضربه‌ای، برون ده قلبی، شاخص برون ده قلبی، شاخص سرعت خون، کسرتخلیه‌ای و ظرفیت عملکردی افزایش معناداری مشاهده شد. اما تفاوت معناداری در شاخص شتاب خون مشاهده نشد ($p > 0.05$) (جدول ۲ و ۳).

جدول ۱. مشخصات توصیفی شرکت کنندگان در پژوهش

براساس میانگین و انحراف معیار

ویژگی‌ها	گروه تمرین	گروه کنترل
تعداد	۱۲	۱۲
جنس	مرد وزن	مرد وزن
سن (سال)	67 ± 8	67 ± 8
قد (سانتی متر)	168.33 ± 7.38	169.13 ± 6.93
وزن (کیلوگرم)	84.25 ± 6.15	84.17 ± 6.71
شاخص توده بدن (BMI)	28.45 ± 0.55	28.22 ± 0.54

بر اساس نتایج آزمون زوجی، مقایسه پیش آزمون و پس آزمون میزان فشارخون سیستولی و دیاستولی و مقاومت منظم عروقی، کاهش معنادار ($p < 0.05$) و حجم ضربه‌ای، برون ده قلبی، شاخص برون ده قلبی، شاخص سرعت خون و شاخص شتاب خون و همچنین کسرتخلیه‌ای و ظرفیت عملکردی افزایش معنادار ($p < 0.05$)، پس از دوازده هفته تمرین ترکیبی مشاهده شد. و براساس نتایج آزمون آنکوا، گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل، پس از دوازده هفته تمرین ترکیبی در فشارخون سیستولی، فشارخون دیاستولی و مقاومت منظم عروقی، کاهش معنی دار و در حجم ضربه‌ای، برون ده قلبی، شاخص برون ده قلبی، شاخص سرعت خون، کسرتخلیه‌ای و ظرفیت عملکردی

افزایش معناداری مشاهده شد. اما تفاوت معناداری در شاخص شتاب خون مشاهده نشد ($p > 0.05$) (جدول ۲ و ۳).

جدول ۲. میانگین (انحراف معیار) شاخص‌های کسرتخلیه‌ای و ظرفیت عملکردی در بیماران گروه تمرین و کنترل قبل و بعد از مداخله ورزشی

متغیر	گروه تمرین		گروه کنترل		P درون گروهی	P میان گروهی
	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون		
ای کسرتخلیه (%)	۳۹/۷۶ ± ۲/۴۱	۴۵/۵۰ ± ۳/۶۷	۳۸/۵۰ ± ۲/۱۲	۳۷/۶۳ ± ۲/۰۶	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱#
ظرفیت عملکردی (ml/kg/m)	۲۰/۷۵ ± ۲/۳۸	۲۲/۴۵ ± ۲/۴۰	۲۰/۸۰ ± ۲/۴۱	۲۰/۵۰ ± ۲/۳۸	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۰#

*تفاوت معنی دار درون گروهی #: تفاوت معنی دار برون گروهی

جدول ۳. میانگین (انحراف معیار) شاخص‌های همودینامیک در بیماران گروه تمرین و کنترل، قبل و بعد از مداخله ورزشی

متغیر	گروه تمرین		گروه کنترل		P درون گروهی	P میان گروهی
	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون		
فشارخون سیستولی (میلی لیتر)	۱۴۳/۶۶ ± ۱۷/۲۶	۱۲۱/۲۵ ± ۱۲/۴۵	۱۴۳/۷۵ ± ۱۸/۱۶	۱۳۹/۶۰ ± ۱۷/۱۷	۰/۰۰۰*	۰/۰۰۱#
فشارخون دیاستولی (میلی لیتر)	۹۰/۲۵ ± ۱۱/۲۱	۷۸/۹۱ ± ۱۲/۲۲	۸۹/۹۳ ± ۱۱/۱۳	۸۸/۸۵ ± ۱۲/۱۵	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱#
حجم ضربه ای (ml)	۶۲/۸۳ ± ۱۰/۸۲	۷۴/۴۲ ± ۹/۱۹	۶۴/۰۰ ± ۹/۵۶	۶۴/۱۷ ± ۱۰/۳۷	۰/۰۰۰*	۰/۰۰۰#
برون ده قلبی (L/Min)	۴/۷۱ ± ۰/۸۹	۵/۰۹ ± ۰/۸۱	۴/۵۹ ± ۱/۰۳	۴/۶۰ ± ۰/۹۸	۰/۰۰۲*	۰/۰۰۵#
شاخص برون ده قلبی (L/min/ m^2)	۲/۸۸ ± ۰/۶۴	۳/۲۴ ± ۰/۵۱	۲/۸۰ ± ۰/۶۸	۲/۸۵ ± ۰/۷۳	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۴#
شاخص سرعت خون (msec)	۲۵/۸۳ ± ۴/۹۹	۳۰/۵۸ ± ۳/۳۲	۲۶/۸۳ ± ۴/۸۸	۲۵/۵۰ ± ۴/۴۸	۰/۰۰۲*	۰/۰۰۰#
شاخص شتاب خون (sec^2)	۵۵/۰۸ ± ۱۰/۰۷	۵۹/۷۵ ± ۱۰/۱۵	۵۸/۸۳ ± ۱۰/۲۱	۵۹/۳۳ ± ۱۰/۶۲	۰/۰۰۳*	۰/۰۱۴
مقاومت منظم عروقی (Beats/min)	۱۷۴۶/۶۷ ±	۱۲۳۸/۶۷ ±	۱۶۵۲/۵۰ ±	۱۶۵۱/۴۲ ±	۰/۰۰۰*	۰/۰۰۰#

*تفاوت معنی دار درون گروهی #: تفاوت معنی دار برون گروهی

بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی منجر به کاهش معنی‌دار میزان فشارخون سیستولی و دیاستولی در بیماران قلبی عروقی درحالت استراحت شد. در حالی که در بیماران گروه کنترل که در هیچ گونه فعالیت ورزشی شرکت نکرده بودند، تغییر معناداری مشاهده نشد. همچنین مقادیر فشارخون سیستولی و دیاستولی گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل، افزایش معناداری پس از دوازده هفته تمرین ترکیبی نشان داد. همسو با مطالعه حاضر، مدنی و همکاران (۲۰۲۳) کاهش معنادار فشار خون سیستولی و دیاستولی بیماران عروق کرونری بعد از ۱۲ هفته تمرین اسقامتی و قدرتی را گزارش کردند (۱۹). همچنین ناطقی و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهشی نشان داد اجرای تمرینات ترکیبی هوازی و مقاومتی به مدت ۱۶ هفته (۴ جلسه تمرین هفتگی، ۲ جلسه هوازی و ۲ جلسه مقاومتی پویا)، فشار خون سیستولی و دیاستولی در گروه تمرین ترکیبی پس از تمرینات و همچنین در مقایسه با گروه کنترل به طور معنی‌داری کاهش یافته بود. تمرینات هوازی با شدت ۴۰-۶۵ درصد اکسیژن مصرفی بیشینه و تمرینات مقاومتی پویا با شدت ۵۵ درصد تکرار بیشینه و هر کدام به مدت ۷۰ تا ۸۰ دقیقه اجرا شد (۲۳). اما مطالعات طالبی فرد و همکاران (۲۰۲۱) و امیری همکاران (۲۰۲۳) ناهمو با مطالعه حاضر بود. طالبی فرد و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی، پس از هشت هفته تمرین ترکیبی هوازی به همراه مقاومتی دمی، عدم تغییر در فشارخون دیاستول را گزارش کردند (۲۴). امیری و همکاران (۲۰۲۳) اثر ۸ هفته تمرینات توانبخشی قلبی، هوازی و ترکیبی (هوازی - مقاومتی) را بر شاخص‌های همودینامیک و بیومکانیکی در مردان مسن مبتلا به بیماری عروق کرونر مورد بررسی قرار دادند و تفاوت معنی‌داری در فشار خون دیاستولیک و فشار خون سیستولیک مشاهده نکردند (۱۷). همچنین محمودی و همکاران (۲۰۲۰) تفاوت معنی‌داری در فشارخون سیستولی و دیاستولی پس از ۸ هفته تمرین استقامتی - مقاومتی همزمان، در بیماران مبتلا به نارسایی مزمن قلبی مشاهده نکردند که احتمالاً علت آن تفاوت در پروتکل تمرینی و زمان کمتر مداخله، نسبت به ۱۲ هفته مطالعه

حاضر می باشد (۲۵). محمودی و همکاران علت عدم کاهش فشارخون سیستولی و دیاستولی را، استفاده بیماران هر ۲ گروه تمرین و کنترل، از داروهای پایین آورنده فشار خون ذکر کردند. در مطالعه ما احتمالاً ۱۲ هفته تمرین استقامتی و مقاومتی با بهبود عملکرد اندوتلیال (تولید NO^۱ و اتساع عروق) و کاهش فعالیت سمپاتیک و تغییر ساختار عروقی و کاهش سفتی عروق، باعث کاهش فشار خون سیستولی و دیاستولی شده است.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی منجر به افزایش معنی‌دار حجم ضربه‌ای (SV)^۲ در بیماران قلبی عروقی شد. در حالی که در بیماران گروه کنترل که در هیچ گونه فعالیت ورزشی شرکت نکرده بودند، تغییر معناداری مشاهده نشد. همچنین مقادیر حجم ضربه‌ای گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل، افزایش معنی‌داری پس از دوازده هفته تمرین ترکیبی داشت. همسو با پژوهش حاضر، کریش و همکاران (۲۰۲۴) در پژوهشی، ۷۲ بیمار مبتلا به بیماری عروق کرونر قلب را به ۲ گروه تمرین هوازی و کنترل به مدت ۳ ماهه شرکت دادند. تست ورزش قلبی ریوی با دوچرخه کارسنج، به همراه کاردیوگرافی امپدانس (ICG) جهت اندازه‌گیری‌های همودینامیک ارزیابی شدند. افزایش حجم ضربه‌ای (SV) در گروه تمرین را نشان دادند (۲۶). همچنین گومسا و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای نشان داده شده‌اند که بعد از اجرای ۱۲ هفته تمرین مقاومتی با ۶۰٪ IRM، ۳ روز در هفته، حجم ضربه‌ای در بیماران مبتلا به CHF بهبود قابل ملاحظه‌ای داشته است (۲۷). آندرسون و همکاران (۲۰۲۰) تمرینات هوازی را تأثیرگذار بر برخی از شاخص‌های همودینامیک از جمله حجم ضربه‌ای (SV) در بیماران CAD دانسته‌اند. پس از یک دوره ۱۲ هفته‌ای (۴ جلسه در هفته) ۴۰ دقیقه دوچرخه ثابت با سرعت ۷۰-۸۰٪ حداکثر ضربان قلب، افزایش حجم ضربه‌ای مشاهده شد (۲۰). ناجی و همکاران (۲۰۲۴) در یک مطالعه مروری، در مقایسه بین تمرینات هوازی، مقاومتی و ترکیبی

¹ Nitric Oxide² Stroke Volume

(هوازی - مقاومتی) روی بیماران عروق کرونری، مشاهده کردند که هر ۳ نوع تمرین، افزایش معنادار حجم ضربه‌ای (SV) را به دنبال داشت. اما تأثیر تمرین ترکیبی بیشتر از هوازی یا مقاومتی به تنهایی بود. مکانیسم احتمالی افزایش حجم ضربه‌ای پیرو تمرین ترکیبی را بهبود پیش بار و کاهش پس بار و بهبود اکسیژن رسانی به میوکارد و افزایش توده عضلانی باید دانست. افزایش حجم ضربه‌ای در مطالعه حاضر احتمالاً در اثر کاهش ایسکمی میوکارد و افزایش خون رسانی به عضله قلب صورت می‌گیرد. همچنین در اثر تمرینات هوازی، پس بار و مقاومت منظم عروقی کاهش می‌یابد بنابراین قلب با مقاومت کمتری در برابر تزریق خون مواجه است (۲۸).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی منجر به افزایش CO^2 , CI^1 در بیماران قلبی عروقی شد. در حالی که در گروه کنترل تغییر معناداری مشاهده نشد. همچنین CO و CI گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل، تغییر معنی داری پس از دوازده هفته تمرین ترکیبی داشت. نقیبه و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهشی، تأثیر یک دوره تمرین ترکیبی بر پاسخ‌های همودینامیکی بیماران عروق کرونری مرد میانسال را مورد بررسی قرار داد. کاهش معنادار در فشار خون، افزایش معنادار برون ده قلبی (CO) و شاخص قلبی (CI) نتایج این پژوهش بود. همچنین بیان کردند تمرینات ترکیبی احتمالاً از طریق سازگاریهای محیطی، مرکزی و قلبی موجب بهبود پاسخ‌های همودینامیکی قلبی بیماران می‌شود (۲۹). کریش و همکاران (۲۰۲۴) در پژوهشی، ۷۲ بیمار مبتلا به بیماری عروق کرونر قلب را به ۲ گروه تمرین هوازی و کنترل به مدت ۳ ماهه شرکت دادند. افزایش CO و CI (۱۷٪) در گروه تمرین را نشان دادند (۲۶). افزایش مشاهده شده پس از مداخله تمرینی در مطالعه حاضر، احتمالاً از طریق مکانیسم‌های مشابهی که توسط کریش و همکاران پیشنهاد شده است قابل تبیین می‌باشد که می‌تواند به علت بهبود عملکرد دیاستولیک و افزایش پرشدن بطنی، کاهش مقاومت عروق محیطی و افزایش حساسیت به کاتکولامین‌ها

باشد. یافته‌های پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد که در حین فعالیت ورزشی، برونده قلبی با افزایش قابل ملاحظه ضربان قلب و حجم ضربه‌ای (SV) افزایش می‌یابد اما با بروز تکیکاردی و کاهش زمان دیاستول، زمان کمتری برای پرشدن دیاستولی در اختیار بطن چپ خواهد بود ازاینرو، در حین فعالیت ورزشی به منظور حفظ روند افزایشی حجم ضربه‌ای می‌بایست عملکرد دیاستولی بطن چپ افزایش یابد. شایان ذکر است که افزایش تحریک سمپاتیک، ترشح کاتکولامینها و بازگشت وریدی موجب افزایش عملکرد انقباضی قلب و کاهش حجم پایان سیستولی بطن چپ می‌شود و همزمان با آن، میزان اتساع پذیری بطن افزایش می‌یابد و در نتیجه، پرشدن بطنی سریعتر صورت می‌گیرد. این مکانیسم‌ها، حجم ضربه‌ای را حفظ می‌کنند و مانع از افزایش فشار دیاستولی بطن می‌شوند (۳۰).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی منجر به افزایش ACI^4 , VI^3 در بیماران قلبی عروقی شد. در حالی که در گروه کنترل تغییر معناداری مشاهده نشد. همچنین VI گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل، تغییر معنی داری پس از دوازده هفته تمرین ترکیبی داشت. ACI نشان دهنده شتاب خون در آئورت در ۲۰-۱۰ میلی ثانیه ابتدایی باز شدن دریچه آئورت می‌باشد و VI سرعت جریان خون در آئورت می‌باشد. مقالات اندکی روی این ۲ شاخص در دسترس است. همسو با تحقیق حاضر، ملکی و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی، تأثیر تمرینات همزمان هوازی و مقاومتی بر روی پارامترهای همودینامیک بیماران کاندید پیوند قلب مورد مطالعه قرار دادند. نتایج مطالعه نشان داد، سرعت خروج خون (VI) و شتاب خروج خون (ACI) پس از مداخله ورزشی، افزایش معنادار داشته است (۱۸). مهمترین عامل تأثیر گذار بر ACI و VI انقباض پذیری میوکارد می‌باشد که البته پیش بار و پس بار نیز بی تأثیر بر آن نمی‌باشد. افزایش پیش بار موجب افزایش حجم پایان دیاستولی (EDV) شده و از طریق مکانیزم استارلینگ موجب انقباض قوی تر میوکارد و افزایش شاخص های مورد نظر میشود. در مطالعه

³ Velocity Index⁴ Acceleration Index¹ Cardiac Index² Cardiac Output

حاضر احتمالاً ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی از طریق افزایش وازودیلاسیون، تنظیم سیستم اتونوم قلبی و بهبود جریان دیاستولیک و کاهش فیبروز قلبی، باعث افزایش ACI, VI شده است.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی منجر به کاهش مقاومت عروق سیستمیک (SVR)^۱ در بیماران قلبی عروقی شد. در حالی که در گروه کنترل تغییر معناداری مشاهده نشد. همچنین SVR گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل، تغییر معنی داری پس از دوازده هفته تمرین ترکیبی داشت. آندرسون و همکاران (۲۰۲۰) تمرینات هوازی را تأثیر گذار بر برخی از شاخص‌های همودینامیک از جمله SVR در بیماران CAD دانسته‌اند. پس از یک دوره ۱۲ هفته‌ای (۴ جلسه در هفته) ۴۰ دقیقه دوچرخه ثابت با سرعت ۷۰-۸۰٪ حداکثر ضربان قلب، کاهش SVR، مشاهده شد. ملکی و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی، تأثیر تمرینات همزمان هوازی و مقاومتی بر روی پارامترهای همودینامیک بیماران کاندید پیوند قلب مورد مطالعه قرار دادند. نتایج مطالعه نشان داد، مقاومت عروق سیستمیک (SVR) پس از مداخله ورزشی، افزایش معنادار داشته است (۱۸). سفتی شریانی و عملکرد اندوتلیال به عنوان تغییرات اصلی قلبی عروقی برجسته هستند، که در آن افزایش استرس اکسیداتیو سیستمیک و عروقی و التهاب نقش کلیدی ایفا می‌کنند. ورزش، پاسخ آنتی‌اکسیدانی را افزایش می‌دهد، استرس اکسیداتیو و سیگنال‌های پیش‌التهابی مرتبط با سن را کاهش می‌دهد. تغییرات متوالی در تنش برشی (Shearstress) و افزایش آن ناشی از فعالیت ورزشی منظم، منجر به افزایش فعالیت زیستی نیتریک اکساید و بهبود عملکرد اندوتلیال عروقی می‌شود (۳۱). چنانچه عاملی بتواند مقاومت عروق سیستمیک (SVR) را کاهش دهد، باعث کاهش پس بار و درحقیقت، مقاومت عروق در برابر حرکت جریان خون میشود که این تغییر منجر به افزایش ظرفیت عروق برای جابه جایی خون و تعدیل فشارخون در حین فعالیت ورزشی میگردد. بنابراین، میتوان اینگونه نتیجه‌گیری کرد که تمرین ترکیبی با کاهش مقاومت عروق در برابر حرکت جریان

خون موجب افزایش بازگشت وریدی و افزایش حجم ضربه‌ای و برونده قلبی میشود (۳۲). تمرینات استقامتی با بهبود عملکرد اندوتلیال و افزایش تولید NO، تعدیل سیستم عصبی (کاهش تون سمپاتیک و افزایش تون واگ)، افزایش رگ‌زایی (آنژیوژنز) و تمرینات مقاومتی با افزایش توده عضلانی و تغییر ساختار عروقی و سازگارهای ساختاری، باعث کاهش مقاومت عروق در برابر حرکت جریان خون می‌گردد. در مطالعه حاضر احتمالاً، تمرینات ترکیبی اثرات سینرژیک ایجاد کرده و موجب کاهش معنادار SVR پس از ۱۲ هفته مداخله، شده است.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی منجر به کاهش معنی دار EF^۲ در بیماران قلبی عروقی شد. در حالی که در بیماران گروه کنترل که در هیچ گونه فعالیت ورزشی شرکت نکرده بودند، تغییر معناداری مشاهده نشد. همچنین سطوح EF گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل، کاهش معناداری پس از دوازده هفته تمرین ترکیبی داشت. همسو با پژوهش حاضر محمودی و همکاران (۲۰۲۰)، تغییرات ساختار قلب و فشار خون پس از یک دوره تمرین استقامتی- مقاومتی همزمان در بیماران مبتلا به نارسایی مزمن قلبی را مورد بررسی قرار دادند. ۷۶ بیمار در محدوده سنی ۶۵ تا ۷۹ سال با کسر تخلیه‌ای EF < ۴۰٪ به طور تصادفی به دو گروه مساوی تمرین و شاهد تقسیم شدند. در گروه تمرین، افزایش کسر تخلیه‌ای مشاهده شد (۲۵). آندرسون و همکاران (۲۰۲۰) تمرینات هوازی را تأثیر گذار بر کسر تخلیه‌ای در بیماران CAD گزارش کردند. پس از یک دوره ۱۲ هفته‌ای (۴ جلسه در هفته) ۴۰ دقیقه دوچرخه ثابت با سرعت ۷۰-۸۰٪ حداکثر ضربان قلب، کسر تزریقی افزایش معنی دار داشت (۲۰). ناهمسو با مطالعه حاضر، نتیجه پژوهش سیوف و همکاران (۲۰۲۴) بود. ۸ هفته تمرین تناوبی روی ۱۲ بیمار قلبی با کسر تخلیه بین ۴۰-۵۰٪، EF بیماران را تغییری نداد و علت احتمالی آن میتواند تمرین تداومی با شدت ۵۰-۶۰٪ حداکثر اکسیژن مصرفی باشد که بار حجمی کمتری ایجاد می‌کند و بنابراین محرک کافی برای هایپرتروفی بطن چپ نیست (۲۲). همچنین وهرنس و همکاران (۲۰۲۲) در یک

² Ejection Fraction¹ Systemic Vascular Resistance

مطالعه مروری تأثیر تمرینات مقاومتی بر کسر تخلیه‌ای بطن چپ (EF) در بیماران قلبی - عروقی را مورد بررسی قرار دادند (۲۱). آنها گزارش کردند که تمرین مقاومتی به تنهایی، تغییرات ناچیزی بر روی EF دارد اما باعث بهبود قدرت عضلانی، عملکرد فیزیکی و کیفیت زندگی می‌شود و اگر با تمرینات هوازی همراه باشد، منجر به افزایش ۲-۵ درصدی کسرتزریقی می‌شود. این افزایش معنی دار نبود اما می‌بایست اهمیت و ضرورت تمرین ترکیبی (هوازی و مقاومتی) را جهت افزایش EF در بیماران قلبی - عروقی در نظر گرفت. تمرینات استقامتی با بهبود انقباض پذیری و پرشدگی بطن چپ، کاهش مقاومت عروق محیطی و ارتقای عملکرد اندوتلیال، منجر به کاهش پس‌بار و افزایش برون‌ده قلبی و حجم ضربه‌ای و کسرتخلیه‌ای می‌شوند. تمرینات مقاومتی با افزایش قدرت عضلانی، بهبود تحمل فعالیت، کاهش بار قلبی، موجب افزایش حجم ضربه‌ای و ارتقای EF می‌شود. به نظر می‌رسد ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی در مطالعه حاضر با تلفیق این سازگاری‌ها، اثرات سینرژیک ایجاد کرده و موجب بهبود قابل توجه EF در بیماران قلبی عروقی شده است.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ۱۲ هفته تمرینات ترکیبی منجر به افزایش Vo2peak در بیماران قلبی عروقی شد. در حالی که در گروه کنترل تغییر معناداری مشاهده نشد. همچنین Vo2peak گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل، تغییر معناداری پس از دوازده هفته تمرین ترکیبی داشت. پژوهش ما همسو با امیری و همکاران (۲۰۲۳) و توفاس و همکاران (۲۰۲۱) و کونستر و همکاران (۲۰۱۷) و دوناسکیمنتو و همکاران (۲۰۲۳) بود. دوناسکیمنتو و همکاران (۲۰۲۳) در یک کار آزمایشی بالینی تصادفی، ۲۷ شرکت کننده مبتلا به نارسایی قلبی میانگین سنی ۷۰ ± ۶۰ و EF < 40% به طور تصادفی به ۲ گروه تمرینات عملکردی و قدرتی تقسیم کردند (۱۲ هفته، سه بار در هفته و در مجموع ۳۶ جلسه). Vo2peak در هر ۲ گروه افزایش معنادار نشان داد (۳۳). امیری و همکاران (۲۰۲۳) اثر ۸ هفته تمرینات توانبخشی قلبی، هوازی و ترکیبی (هوازی - مقاومتی) را بر شاخص‌های همودینامیک و بیومکانیکی در مردان مسن

مبتلا به بیماری عروق کرونر مورد بررسی قرار دادند. نتایج پژوهش بهبود قابل توجهی در Vo2peak، پس از هر دو روش تمرین هوازی و ترکیبی گزارش شد. این بهبود در گروه تمرین ترکیبی بیشتر بود (۱۷). توفاس و همکاران (۲۰۲۱) به مقایسه تمرینات هوازی، مقاومتی و ترکیبی بر روی ۶۰ بیمار مرد ۵۵-۷۰ سال مبتلا به CAD پرداختند. نتایج پژوهش نشان داد ۴ ماه تمرینات ترکیبی بهترین نتایج را در بهبود VO2Peak و کاهش استرس اکسیداتیو داشت. بهبود Vo2peak در گروه هوازی ۱۰٪، گروه مقاومتی ۳٪ و گروه ترکیبی ۱۶٪ مشاهده شد. مکانیسم احتمالی این بهبود را افزایش اکسیژن رسانی به عضلات و کاهش آسیب اکسیداتیو به سلول‌های قلبی دانستند. بهبود ظرفیت عملکردی می‌تواند متأثر از بهبود در همودینامیک تمرین، کاهش مقاومت محیطی و افزایش مقادیر برون‌ده قلبی و حجم ضربه‌ای باشد (۳۴).

نتیجه گیری

با توجه به نتایج بدست آمده، به نظر می‌رسد برنامه توانبخشی قلبی مبتنی بر تمرینات ترکیبی (استقامتی - مقاومتی) به مدت ۱۲ هفته هر هفته ۳ جلسه، باعث بهبود معنی‌دار عملکرد شاخص‌های همودینامیک بیماران قلبی (شامل فشار خون دیاستولی و سیستولی، حجم ضربه‌ای، برون ده قلبی، شاخص برون ده قلبی، مقاومت منظم عروقی، شاخص سرعت خون و شاخص شتاب خون) و کسر تخلیه‌ای و ظرفیت عملکردی گردد. با توجه به نتایج بدست آمده، بهبود در این متغیرها که ناشی از عملکرد انقباضی قلب می‌باشد می‌تواند موجب برگشت بیمار به کار و زندگی قبل از بیماری، افزایش بقا، محدود کردن اثرات و پیشرفت آترواسکلروز، کاهش تکرار رویداد قلبی، و بهبود کیفیت زندگی گردد.

تشکر و قدردانی

در پایان، از جناب آقای دکتر محمد جواد ملکی و از همکاری جناب آقای مهدی کارگری به عنوان کارشناس ارشد بیومکانیک ورزشی و همچنین بیماران مرکز پزشکی ورزشی دکتر ملکی که در پیشبرد این مقاله نقش بسزایی داشتند سپاسگزاری می‌شود.

مشارکت نویسندگان

تعارض منافع

تمام نویسندگان در آماده سازی این مقاله مشارکت یکسان

در این مطالعه تضاد منافع وجود ندارد.

داشته‌اند.

References

1. Tsao CW, Aday AW, Almarzooq ZI, Beaton AZ, Bittencourt MS, Boehme AK, et al. Heart Disease and Stroke Statistics—2023 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 2023; 147:e93–e621
2. Savarese G, Lund LH. Global public health burden of heart failure. *Cardiac Fail Rev* 2017; 3(1): 7–11
3. Meijers WC, van der Velde AR, Muller Kobold AC, Dijk-Brouwer J, Wu AH, Jaffe A, de Boer RA. Variability of biomarkers in patients with chronic heart failure and healthy controls. *European journal of heart failure*. 2017 Mar;19(3):357-65.
4. Kilim SR, Lakshmi PV. A study on affect of severity of exercise on platelet function. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*. 2015 Jul 20;4(58):10027-33
5. Van De Heyning CM, De Maeyer C, Pattyn N, Beckers PJ, Cornelissen VA, et al. Impact of aerobic interval training and continuous training on left ventricular geometry and function: a SAINTEX-CAD substudy. *Int J Cardiol*. 2018; 15(257):193-198.
6. Lavie CJ, Thomas RJ, Squires RW, Allison TG, Milani RV. Exercise Training and Cardiac Rehabilitation in Primary and Secondary Prevention of Coronary Heart Disease. *J Mayo Clin Proceed*. 2009; 84(4):373-383.
7. Maiorana A, O'Driscoll G, Cheetham C, Collis J, Goodman C, Rankin S, et al. Combined aerobic and resistance exercise training improves functional capacity and strenght in CHF. *J Appl Physiol* 2000;88(5): 1565-70.
8. Maiorana A, O'Driscoll G, Dembo L, Cheetham C, Goodman C, Taylor R, et al. Effect of aerobic and resistance exercise training on vascular function in heart failure. *Am J Physiology-Heart Circulatory Physiol* 2000; 279(4): H1999-H2005
9. Pollock ML, Gaesser G, Butcher JD, Després JP, Dishman RK, Franklin BA, et al. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 975-91.
10. Jiuxiang Gao , Liang Yu. Effects of concurrent training sequence on VO2max and lower limb strength performance: A systematic review and meta-analysis. ;Volume 14 - 2023 ;Sec. Exercise Physiology doi.org/10.3389/fphys.2023.1072679
11. Sardar G S, Rao K, Despero B, et al. Effect of strength and balance training in children with Down's syndrome: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*.2011: 25, PP. 425–432.
12. Sarlak Z, Kashi A, and Shariatzadeh M. The effect of a selected training program on cardiovascular performance in adults with Down syndrome. *ExercisePhysiology (ResearchinSportsSciences)*,(19),0-0.SID.
13. Rariden BS, Boltz AJ, Brawner CA. Sedentary time and cumulative risk of preserved and reduced ejection fraction heart failure: from the multi-ethnic study of atherosclerosis. *J Card Fail*. 2019 ;25:418–24. [DOI] [PubMed] [Google Scholar]
14. Ghroubi S, Marazzi G. Effects of a low intensity dynamic-resistance training protocol using an isokinetic dynamometer on muscular strength and aerobic capacity after coronary artery bypass grafting. *Ann Phys Rehabil Med* 2013, 56(2), 85-101.
15. Kunutsor S. K., Kurl S., Khan H., Zaccardi F., Rauramaa R., Laukkanen J. A. Oxygen uptake at aerobic threshold is inversely associated with fatal cardiovascular and all-cause mortality events. *Annals of Medicine*. 2017;49(8):698–709. doi: 10.1080/07853890.2017.1367958. [DOI] [PubMed] [Google Scholar]
17. Amiri R, Sadeghi H, Borhani Z. The Effect of Cardio, Aerobic and Concurrent Rehabilitation on Hemodynamic and Biomechanical Indicators in Older Men With Coronary Artery Disease. *J Rehab Med. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*;2023 ; 12(3):432-445. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.3.2>
18. Maleki MJ, Fatollahi H, Feylizadeh A, Abedi B. The effect of rehabilitation training and total checkup as a noninvasive method on hemodynamic parameters in patients who candidate for heart transplantation. 2019. *Int Arch Health Sci*;6:24-9.
19. Madani Z, Najafi A, Asghar Nadi A, Mahmoodi A, et al. Investigation of Changes in Hemodynamic Factors Following Cardiac Rehabilitation in Patients Referred to Cardiac Rehabilitation Department of Mazandaran Heart Center. *J Mazandaran Univ Med Sci* 2023; 33 (Supple 2): 203-211
21. Wehrens B, Schwaab B, Reiss N, Schmidt T. Resistance Training in Patients With Coronary Artery Disease, Heart Failure, and Valvular Heart Disease: A Review With Special Emphasis On Old Age, Frailty, And Physical Limitations. *Cardiopulm Rehabil Prev*. 2022 Sep 1;42(5):304-315doi: 10.1097/HCR.0000000000000730
22. Seyof J, Seyedeh M. The effect of eight weeks of continuous exercise on injected fraction and peak oxygen consumption in cardiac patients, Second National Conference on Modern Research in Sports Sciences, 2024. Marvdasht, <https://civilica.com/doc/2167986>

23. Nateghi N, Damirchi A, Mehrabani J, Piran R. The effect of combined exercise training on cardiovascular inflammatory markers, lipid profile and blood pressure in hypertensive men. 2023, Vol 12, Number 1, Metabolism and Exercise A bioannual journal.
24. Talebifard H, Asgharpour H, Rezaeeshirazi R, Saiari A. The effect of eight weeks of combined continuous aerobic training with inspiratory muscle training on maximal oxygen consumption, cardiac function indices and pulmonary volumes in patients with heart failure. Razi J Med Sci. 2021 ;28(9):58-67
25. Mahmoodi Z, Shabani R, Hojjati zidashti Z, Gholipour M. Changes in the structure of the heart and blood pressure after a period of concurrent endurance-resistance training in patients with chronic heart failure. Medical Science Journal of Islamic Azad University, Tehran Medical Branch; 2020; 30(3): 267-276
26. Kirsch M, Vitiello M, Trachsel LD, Boidin M, Lalongé J, Juneau M, Bherer L, Nigam, Gayda M. Cardiac hemodynamics phenotypes and individual responses to training in coronary heart disease patients. 22 April 2024. <https://doi.org/10.1111/sms.14633>. 34(4)
27. Gomesa A, Correia M, Soares A, Cucatob G, Limac A, Cavalcantea B, et al. Effects of Resistance Training on Cardiovascular Function in Patients with Peripheral Artery Disease: A Randomized Controlled Trial. J Strength Cond Res 2018; 32(4): 1072-80.
28. Naghibi S, Kordi M R, Maleki M. The effect of a combined exercise program on left ventricular contractile function in coronary artery patients. (2008) ;25(4): 474-481
29. Naghibi S, Kordi M R, Maleki M J, Yarmohammadi M. Effect of Concurrent Training on Hemodynamic Responses in Male Patients with Coronary Artery Disease. jrehab 2007; 8 (3) :6-11. URL: <http://rehabilitationj.uswr.ac.ir/article-1-195-fa.html>
30. Sekiguchi M, Adachi H, Oshima S, Taniguchi K, Hasegawa A, Kurabayashi M. Effect of changes in left ventricular diastolic function during exercise on exercise tolerance assessed by exercise-stress tissue Doppler echocardiography. International Heart Journal. 2009; 50(6): 763-71
31. Elssar M, Álvarez A, Sosa P, Angulo J, Rodríguez L. Effect of Physical Activity/Exercise on Oxidative Stress and Inflammation in Muscle and Vascular Aging. 2022 Aug 5;23(15):8713. doi: 10.3390/ijms23158713. PMID: PMC9369066. PMID: 35955849
32. Mourrot L, Boussuges A, Campo P, Maunier S, Debussche X, Blanc P. Cardiovascular rehabilitation increase arterial compliance in type 2 diabetic patients with coronary artery disease. Diabetes research and Clinical Practice. 2009; 84(2): 138-44.
33. Do Nascimento D, Machado K, Martins P, Lumertz Saffi M, Goldraich L, Silveira A, et al (2023). Functional training improves peak oxygen consumption and quality of life of with heart failure: a randomized clinical trial. BMC Cardiovascular Disorders. 2023, 23:381. <https://doi.org/10.1186/s12872-023-03404-7>
34. Jensen D, Atwood JE, Froelicher V, McKirnan MD, Battler A, Ashburn W, et al. Improvement in ventricular function during exercise studied with radionuclide ventriculography after cardiac rehabilitation. The American Journal of Cardiology. 2010; 46(5):770-7. [DOI:10.1016/0002-9149(80)90427-0] [PMID]

*Original Article***The effect of 12 weeks of combined training on hemodynamic indices, ejection fraction, and functional capacity in cardiovascular patients**

Received: 25/09/2025 - Accepted: 04/01/2026

Bitajavaherhighi¹
Abdolali Banaifar^{*2}
Ardeshtir Zafari³
Sajjad Arshadi²
Valiollah Shahedi⁴

¹ Department of Exercise Physiology,
ST.C., Islamic Azad University, South
Tehran Branch, Tehran, Iran

² Department of Exercise Physiology,
ST.C., Islamic Azad University, South
Tehran Branch, Tehran, Iran

³ Assistant Professor, Department of
Exercise Physiology, Faculty of
Physical Education and Sport Sciences,
Azad University, Zanjan Branch, Iran

⁴ Assistant Professor, Department of
Exercise Physiology, Islamic Azad
University, Parand Branch, Iran

Email: A_banaeifar@azad.ac.ir

Abstract

Introduction: Nowadays, non-communicable diseases due to technological advancement and lifestyle changes in a sedentary, inactive and inactive manner have caused health and wellness problems such as cardiovascular diseases, especially coronary artery diseases. The aim of the present study was to investigate the effect of combined exercise (endurance-resistance) on selected hemodynamic indices, ejection fraction and functional capacity of cardiovascular patients.

Methods: In this study, which was conducted with a pre-test and post-test design with a control group, 24 volunteer patients were randomly divided into 2 combined exercise groups (12 people) and control (12 people). The combined exercise group performed 3 sessions of aerobic and resistance exercises per week for 3 months. The measurements of the variables were performed 24 hours before the first exercise session and 48 hours after the last exercise session. In the inferential statistics section, paired t-test was used to compare intra-group differences and analysis of covariance was used to compare inter-group differences using SPSS version 26 software.

Results: Based on paired t-test, a significant decrease in systolic and diastolic blood pressure, systemic vascular resistance, and a significant increase in ejection fraction, functional capacity, stroke volume, cardiac output, cardiac output index, blood velocity index, and blood acceleration index were observed in the combined exercise group after training ($P<0.05$). This decrease was not significant in the control group. Covariance analysis showed that the levels of these variables had improved significantly compared to the control group ($P<0.05$).

Conclusion: In general, the results showed that performing combined endurance and resistance exercises can improve hemodynamic indices, ejection fraction, and functional capacity in cardiovascular patients.

Keywords: Combined exercise, cardiovascular disease, hemodynamic indices, ejection fraction, and functional capacity.