

# مقایسه تأثیر دو برنامه فعالیت ورزشی هوازی تداومی و تناوبی منتخب بر ظرفیت عملکردی بیماران پس از جراحی پیوند عروق اکلیلی

\* علی اصغر فلاحی<sup>۱</sup>، عباسعلی گائینی<sup>۲</sup>، محمدرضا کردی<sup>۳</sup>، مصطفی نجاتیان<sup>۴</sup>

## چکیده

**هدف:** تمرین ورزشی انواع مرگ‌ومیرها و همچنین مرگ‌ومیر ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی را با بهبود ظرفیت عملکرد قلب بیماران کاهش می‌دهد. هدف از انجام این پژوهش مقایسه تأثیرات تمرین‌های ورزشی تداومی و تناوبی هوازی پرشدت بر ظرفیت عملکردی بیماران قلبی متعاقب جراحی پیوند عروق اکلیلی است.

**روش بررسی:** در این مطالعه تجربی و مداخله‌ای، ۳۳ بیمار جراحی پیوند عروق اکلیلی (۳۰ مرد و ۳ زن) مطابق معیارهای لازم و به صورت در دسترس انتخاب و در سه گروه برنامه تمرینی تداومی هوازی (۱۲ نفر) شامل ۳۰ تا ۶۰ دقیقه فعالیت تداومی با شدت ۷۰ تا ۸۵ درصد حداکثر ضربان قلب، برنامه تمرینی تناوبی هوازی (۱۲ نفر) شامل ۲۸ تا ۴۴ دقیقه فعالیت تناوبی با شدت ۷۵ تا ۹۰ درصد ضربان قلب - در قالب ۳ دوره به همراه ۵ تا ۱۰ دقیقه استراحت بین هر دوره، حداکثر به مدت ۸ هفته و هر هفته ۳ مرتبه - و گروه کنترل (۹ نفر) قرار گرفتند. ارزیابی‌های لازم قبل و بعد از برنامه ورزشی از طریق اندازه‌گیری ظرفیت عملکردی با استفاده از تست ورزشی (پروتکل بروس اصلاح شده) انجام شد. آزمون‌های آماری t زوجی و تحلیل واریانس یک‌سویه به همراه آزمون تعقیبی دانت برای تجزیه تحلیل یافته‌ها استفاده شد.

**یافته‌ها:** بین ظرفیت عملکردی دو گروه تمرین تداومی و تناوبی بعد از انجام برنامه، تفاوت معناداری وجود نداشت. مقایسه ظرفیت عملکردی بعد از برنامه بین گروه‌های تمرینی (تمرین تداومی و تناوبی) و گروه کنترل، تفاوت معناداری را نشان داد ( $P=0.0017$ ). مقایسه دقیق‌تر نشان‌دهنده وجود تفاوت معنادار ظرفیت عملکردی بین گروه تداومی و کنترل ( $P=0.0009$ ) و عدم وجود تفاوت معنادار بین گروه تناوبی و کنترل بود.

**نتیجه‌گیری:** یافته‌های این پژوهش لزوم طراحی هر دو برنامه تمرینی تداومی و تناوبی پرشدت هوازی برای بیماران مبتلا به گرفتگی عروق کرونر و به خصوص بیماران قرار گرفته تحت جراحی پیوند عروق اکلیلی و همچنین بهبود سلامتی و بهداشت بیماران قلبی در آینده را نشان می‌دهد.

**کلید واژه‌ها:** بیماری عروق کرونری، تمرین ورزشی، ظرفیت توانایی عملکردی

- ۱- دانشجوی دکترای فیزیولوژی ورزشی دانشگاه تهران
- ۲- دکترای فیزیولوژی ورزشی، استاد گروه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه تهران
- ۳- دکترای فیزیولوژی ورزشی، دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه تهران
- ۴- متخصص قلب و عروق، دانشیار مرکز قلب تهران، دانشگاه تهران

دریافت مقاله: ۸۹/۲/۲  
پذیرش مقاله: ۹۰/۲/۱۵

\* آدرس نویسنده مسئول:

تهران، میدان انقلاب، کارگر شمالی، خیابان پانزدهم، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تهران، گروه فیزیولوژی ورزشی  
\* تلفن: ۰۹۳۶۳۴۷۱۱۸۹

\* رایانامه: ali.fallahi۶۲@gmail.com



مقدمه

در سال‌های اخیر پژوهش‌های انجام شده تأثیر مثبت فعالیت ورزشی در افراد مبتلا به اختلال شدید قلبی عروقی را نشان می‌دهد. اگرچه، هنوز نتایج ضد و نقیضی درباره نوع و شدت فعالیت ورزشی برای کسب فواید مطلوب بیشتر وجود دارد (۴) این پژوهش‌ها نشان می‌دهند فعالیت ورزشی منظم اثرات نامطلوب و بدتر کننده شدت بیماری قلبی را بعد از عمل کاهش می‌دهد (۲،۳). اخیراً مشخص شده است ظرفیت فعالیت ورزشی اوج با اندازه‌گیری مستقیم باز جذب اکسیژن اوج (VO<sub>2</sub>peak) بهترین پیش‌بینی کننده مرگ‌ومیر ناشی از رویدادهای قلبی و همه انواع مرگ‌ومیرها در بین بیماران قلبی عروقی پایدار است (۲،۳).

حداکثر توانایی قلبی عروقی در بیماران قلبی به صورت ظرفیت توانایی عملکردی بیان می‌شود. همچنین طبق تعریف، ظرفیت عملکردی (FC) توانایی بیشینه فرد برای انجام یک فعالیت بدنی و یا ورزشی فراتر از مقادیر استراحتی می‌باشد. ظرفیت عملکردی نشان‌دهنده حداکثر توانایی دستگاه قلبی عروقی برای تأمین نیازهای بدن هنگام تلاش بیشینه است که برای ارزیابی آن از یک تست ورزشی پیش‌رونده استفاده می‌گردد (۱،۵). از آنجایی که ظرفیت توانایی عملکردی و استقامت قلبی عروقی از مهم‌ترین عوامل نشان‌دهنده توانایی برای فعالیت‌های روزمره در همه افراد و همچنین بیماران قلبی هستند ارزیابی آن اطلاعات تشخیصی و پیش‌بینی کننده مفیدی را برای استفاده در مراکز بالینی ارائه می‌دهد (۵). همان‌گونه که پژوهش‌ها نشان می‌دهند ظرفیت عملکردی و توان هوازی بیشینه از مهم‌ترین عوامل نشان‌دهنده وضعیت و توانایی بیماران قلبی است که بعد از بروز انفارکتوس میوکارد (MI) و عمل جراحی بهترین نشانگر بهبودی و توانایی فرد برای بازگشت به زندگی عادی است. ظرفیت عملکردی به مت بیان می‌شود و هر یک مت نشان‌دهنده ۳۰۵ میلی لیتر اکسیژن مصرفی به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن در دقیقه است. انجمن قلب نیویورک<sup>۱</sup> (NYHA) بر اساس میزان مت مصرفی بیماران قلبی سیستم طبقه‌بندی را ارائه کرده است که بر اساس آن برنامه‌های توانبخشی قلبی عروقی انجام می‌شود.

از بین بیماران قلبی عروقی بیماران بعد از عمل جراحی قلب باز به خاطر بی‌تحرکی مطلق دوره عمل و بعد از آن و دردهای ناخواسته در محل‌های جراحی شده از ظرفیت توانایی عملکردی پایینی برخوردارند (۵،۶). در این بین بیماران بعد از عمل جراحی بایپس عروق کرونری شرایط خاصی دارند. توانایی عملکردی این بیماران به خاطر جراحی قلب و باز شدن قفسه سینه، جراحی

پاها و دست‌ها (به منظور برداشت رگ برای پیوند به قلب) به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد. برخی از پیامدهای نامطلوب عمل جراحی و بی‌تحرکی اجباری دیگر شامل درد محل جراحی (سینه)، درد محل‌های برداشت رگ (سینه، دست‌ها و پاها)، کاهش کیفیت زندگی، افسردگی شدید، کاهش میل جنسی، کاهش اشتها، عوارض تداخل‌های دارویی شامل افزایش تعریق بیش از حد (۶) و کاهش عملکرد بطن راست (۷) می‌باشد. هدمن و همکارانش با بررسی عملکرد بطن راست بعد از عمل جراحی بایپس عروق کرونری به این نتیجه رسیدند عملکرد بطن راست بعد از CABG کاهش می‌یابد و این کاهش با ظرفیت فعالیت ورزشی و عملکردی ارتباط دارد (۷). از این رو فعالیت‌های ورزشی کنترل شده برای بازگرداندن این افراد و بازتوانی آنها مورد توصیه مراکز طب ورزشی معتبر می‌باشد و فعالیت ورزشی نقش بسیار مهمی برای بازتوانی و افزایش توانایی آنها برای انجام فعالیت‌های روزمره و بازگشت به محل کار آنها دارد.

شواهدی نشان می‌دهند فعالیت ورزشی پرشدت در مقایسه با فعالیت ورزشی با شدت و سطح متوسط و کم در بیماران مبتلا به بیماری عروق کرونری (۸)، نارسایی قلبی مزمن (۱۰،۹)، عملکرد ناقص بطن چپ (۱۱) و در افراد سالم (۱۲) سازگاری‌های قلبی و عروقی و فواید بیشتری به همراه دارند. در منابع اخیر فعالیت ورزشی با شدت VO<sub>2</sub>peak ۹۰٪ بالاترین دامنه برای انجام برنامه ورزشی است (۴). این شدت از فعالیت ورزشی هوازی را تنها می‌توان با انجام فعالیت ورزشی تناوبی در نمونه‌های انسانی و حیوانی انجام داد.

دلیل آن دوره‌های استراحتی است که بین مراحل به بیماران اجازه می‌دهد دوره‌های کار کوتاه مدت را با شدت بالاتر (که توانایی قلب برای پمپ خون را به چالش می‌کشد) در مقایسه با فعالیت‌های ورزشی تداومی انجام دهند. هرچند فعالیت ورزشی هوازی تداومی نیز در صورتی که با شدت بالا و کنترل شده انجام شود ممکن است فواید مشابهی را به همراه داشته باشد. همچنین اغلب پروتکل‌های ورزشی انجام شده در پژوهش‌ها برای بازتوانی بیماران قلبی تداومی است (۱۷-۱۴).

از آنجایی که دو پروتکل ورزشی تداومی و تناوبی از رایج‌ترین پروتکل‌های توانبخشی بیماران قلبی هستند، در سال‌های اخیر پژوهش‌هایی با مقایسه تأثیر پروتکل‌های تداومی و تناوبی بر توانایی عملکردی و شاخص‌های قلبی عروقی بیماران انسداد ریوی مزمن (۲۰۱۰) (۲۶)، بیماران پر فشارخونی (۲۰۱۰) (۲۷)، سندرم متابولیک (۲۰۰۸) (۱۸) و بیماران عروق کرونری



(۲۰۰۷)(۱۹) انجام گرفته است. دوره‌های تمرین تناوبی هوازی با شدت  $VO_{2peak}$  ۹۰٪ اختلال در انقباض پذیری عضله قلبی را کاهش داده، هاپرتروفی پاتولوژیک را تقلیل داده، و بیان پپتیدهای دهلیزی میوکارد رت‌های بعد از انفارکتوس مبتلا به نارسایی قلبی را کاهش می‌دهد (۱۳). در یکی از معدود پژوهش‌های انجام‌شده با هدف مقایسه تمرینات تداومی و تناوبی هوازی بر بیماران قلبی، ویسلف و همکارانش (۲۰۰۷) تأثیر تمرین اینتروال هوازی پرشدت (۹۵٪ ضربان قلب اوج) و تمرین تداومی با شدت متوسط (۷۰٪ بیشترین ضربان قلب اندازه‌گیری شده) به مدت ۱۲ هفته بررسی شد. نتایج این پژوهش تأثیر بیشتر تمرین تناوبی (۴۶٪) در مقایسه با تمرین تداومی (۱۴٪) را نشان داد (۱۹). همچنین دارن و همکارانش (۲۰۰۵)(۲۰) در پژوهش خود به بررسی تأثیر ۱۲ هفته برنامه ورزشی تداومی کم شدت شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۳۰ دقیقه فعالیت ورزشی هوازی در ۶۵٪ ضربان قلب ذخیره، تمرین مقاومتی استاندارد و ۱۰ دقیقه سرد کردن و برنامه گروه تداومی پرشدت شامل ۲ دقیقه فعالیت ورزشی پرشدت (۹۰ درصد ضربان قلب ذخیره)، ۲ دقیقه بازیافت (۴۰ درصد ضربان قلب ذخیره) با ۳ دوره تناوبی ۱۰ دقیقه‌ای بر روی ۳ وسیله تردمیل، تمرین پله ۱ و رکاب زدن بر روی ارگومتر بازویی و پا به صورت ترکیبی بود، بر ظرفیت عملکردی بیماران عروق کرونری پرداخت. نتایج این پژوهش نشان‌دهنده تأثیر مشابه و تقریباً یکسان هر دو پروتکل تداومی و تناوبی پرشدت بود. بنابراین نتایج این پژوهش‌ها و پژوهش‌های اخیر گایدا و همکارانش (۲۰۰۸)(۱۵) به تأثیر بیشتر و همچنین متناقض تمرین پرشدت تناوبی در مقایسه با تمرین تداومی بر ظرفیت عملکردی و توان هوازی بیماران عروق کرونری و نارسایی قلبی اشاره می‌کند. از طرفی با توجه به اینکه پژوهش‌های اشاره شده و پژوهش‌های دیگر شدت فعالیت ورزشی را از مهم‌ترین عوامل افزایش‌دهنده ظرفیت عملکردی دانسته‌اند، ما در این پژوهش سعی کردیم تا آنجا که ممکن است شدت فعالیت ورزشی بیشتری را انتخاب کنیم که البته با کنترل برای بیماران خطرناک نباشد. از این رو ما با طراحی دو شیوه تمرینی تناوبی هوازی جدید با شدت بالا (با الگوگیری از دو پژوهش ویسلف و همکارانش و واربورتن و همکارانش) برنامه تداومی با شدت متوسط به بالا بر ظرفیت عملکردی و توانایی هوازی بیماران POST CABG پرداختیم.

### روش بررسی

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون با گروه کنترل است و با هدف مقایسه تأثیر دو برنامه تمرین

ورزشی هوازی تداومی پیش‌رونده فردی و تناوبی عمومی بر ظرفیت عملکردی بیماران POST CABG انجام شد.

### آزمودنی‌های جامعه آماری و نحوه انتخاب نمونه‌ها

جامعه آماری این پژوهش را تمامی بیماران POST CABG شامل می‌شدند که از تاریخ ۸۸/۱۲/۲ تا ۸۸/۳/۲۰ برای انجام برنامه بازتوانی به بخش بازتوانی مرکز قلب تهران مراجعه کرده بودند. برای شرکت در پژوهش از طریق فراخوان از همه بیماران علاقه‌مند دعوت به همکاری شد و بعد از آن ارزیابی‌های بالینی اولیه، شدت و میزان بیماری قلبی، بررسی EF و ناهنجاری‌های قلبی عروقی دیگر توسط پزشک متخصص به عمل آمد. بیمارانی که EF کمتر از ۳۰ و تاکی کاردیا یا برادی کاردیا داشتند و ظرفیت عملکردی آنها کمتر از ۵ مت بود حذف شدند و از آن بین ۳۳ بیمار (۳۰ مرد و زن) که واجد شرایط بوده و منع حرکتی نداشتند، به صورت داوطلبانه و غیر تصادفی انتخاب گردیدند. از بین بیماران شرکت‌کننده در طرح، ۱۲ نفر (۱۱ مرد و ۱ زن) در برنامه گروه تمرین ورزشی هوازی تداومی، ۱۲ نفر (۱۱ مرد و ۱ زن) در برنامه گروه تمرین ورزشی هوازی تناوبی، و ۹ نفر (۸ مرد و ۱ زن) نیز در گروه کنترل قرار داده شدند. قبل از شروع برنامه تمرین ورزشی کلیه آزمودنی‌ها طبق برنامه از پیش تعیین‌شده برای شرکت در برنامه بازتوانی در جلسه آموزش مشترکی شرکت کردند و با نحوه انجام برنامه آشنا شدند.

### آزمون‌ها:

آزمون‌ها شامل ارزیابی قد (استادیومتر با مدل SECA، ساخت کشور آلمان با دقت ۰٫۰۱ میلی متر)، وزن (ترازو با مدل SECA ساخت کشور آلمان با دقت ۰٫۰۱ کیلوگرم)، فشار خون (دستگاه فشارخون دیجیتال مدل Medical Spacelab's ساخت کشور آمریکا)، ارزیابی ضربان قلب (با استفاده از ضربان سنج پولار مدل CE، Polar beat T3، N2965 0537 ساخت کشور فنلاند) و ریتم قلبی از طریق EKG (دستگاه الکتروکاردیوگرام، مدل MHC ۱۲۰۰ ساخت کشور آمریکا)، و تست ورزشی (مدل Kansas USA ساخت کشور آمریکا) بود. به منظور پایایی آزمون‌ها کلیه آزمون‌ها در یک محل ثابت و زیر نظر محقق، پزشکان و کارکنان مرکز و از طریق یک برنامه مشترک انجام گردید.

**تست ورزشی:** به بیماران توصیه شد سه ساعت قبل از زمان تعیین‌شده جهت انجام آزمون، از خوردن غذای سنگین خودداری کنند. همچنین از کلیه بیماران خواسته شد همه داروهای قلبی خود را مصرف کنند. پروتکل تست ورزش بروس اصلاح شده بود.



با توجه به شرایطشان ۵ تا ۱۰ دقیقه استراحت می‌کردند. به بیماران گروه کنترل نیز گفته شد فعالیت‌های معمول خود را انجام دهند و هر روز ۳۰ تا ۴۵ دقیقه را به پیاده‌روی اختصاص دهند.

ملاحظات کلی در جلسات انجام برنامه‌های ورزشی: ۱- برای بررسی وضعیت جسمانی و فیزیولوژیکی بیمار در ابتدا و انتهای هر جلسه فشارخون بیماران و ضربان قلب آنها ارزیابی شد، در صورت بروز ناهنجاری حاد هنگام فعالیت ورزشی در همان لحظه از الکتروکاردیوگرام بیمار پرینت گرفته شد و شدت فعالیت ورزشی کاهش یافت و با توجه به وضعیت بیمار و در صورت وجود علائمی از قبیل درد در ناحیه سینه، سرگیجه، حالت تهوع و... برنامه قطع شد و بیمار به همراه پرونده و شرح حال آن جلسه به متخصصین مربوطه ارجاع داده شد. ۲- در حین برنامه ورزشی با توجه به دایر بودن سیستم کنترل از راه دور<sup>۱</sup> (مدل Telemetry ساخت شرکت ایرانی Avesina) عواملی از قبیل ریتم و ناهنجاری‌های رخ داده در حین فعالیت ورزشی (برای مثال PHC، PVC، افت قطعه<sup>۲</sup> ST و معکوس شدن موج T) و همچنین ضربان قلب کنترل شد. ۴- برای اطمینان از پیش‌رونده بودن و در صورت نیاز اصلاح برنامه، شدت، تغییرات فشارخون، ضربان قلب و سرعت دستگاه در دقایق ۵، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ ثبت شد و با جلسات قبل مقایسه گردید و در صورت بهبود برای افزایش انگیزه بیمار به وی گفته شد. ۵- برای افزایش میل و رغبت بیماران برای شرکت در برنامه و همچنین تغییر الگوی کم‌تحرکی آنها و بهبود نگرش آنها نسبت به فعالیت ورزشی قبل از شرکت در برنامه همچنین در طول جلسات از فواید اختصاصی برنامه ورزشی گفته شد.

### روش‌های آماری:

برای توصیف ویژگی‌های اولیه آزمودنی‌ها از روش‌های آمار توصیفی (میانگین، انحراف معیار استاندارد)، برای بررسی نرمال بودن توزیع متغیرها از آزمون کلموگروف - اسمیرنوف (S-K)، برای بررسی تأثیر فعالیت ورزشی در گروه‌های ورزشی از آزمون t زوجی و برای بررسی و مقایسه گروه‌ها از آزمون تحلیل واریانس یک‌سویه به همراه آزمون تعقیبی دانت استفاده شد. کلیه محاسبات آماری از طریق نرم‌افزار آماری SPSS ویرایش ۱۶ انجام شد و نمودارها نیز با کمک نرم‌افزار EXCEL ویرایش ۲۰۱۰ طراحی گردید.

### یافته‌ها

ویژگی‌های اولیه آزمودنی‌های شرکت‌کننده در پژوهش در جدول ۲ آورده شده است. نتایج بررسی‌های آماری با استفاده از آزمون

آزمون بدین صورت انجام گردید که بعد از ورود بیمار به اتاق آزمون، دوازده اشتقاق مربوط به ارزیابی نوار قلب بیمار بر روی سینه بیمار نصب گردید و کابل‌های مربوطه در جای مخصوص به خود نصب شد سپس بیمار به روی تردمیل فراخوانده شد و با اجرا کردن برنامه از طریق کامپیوتر متصل به تردمیل مراحل آزمون طبق پروتکل آغاز گردید از بیمار خواسته شد تا در حین تست ورزش در صورت بروز درد در ناحیه سینه یا در اندام و تنگی نفس این موضوعات را به متخصص آزمون گزارش کند. علاوه بر این، در انتهای هر مرحله از آزمون فشارخون بیمار از طریق دستگاه فشارخون دستی و گوشی اندازه‌گیری می‌شد و در کامپیوتر ثبت می‌گردید. همچنین، در مراحل مختلف انجام آزمون، EKG بیمار ثبت شد و در صورت بروز هرگونه مشکل اعم از افت قطعه ST، معکوس شدن موج T و همچنین وجود اختلال در ریتم ضربان (PHC، PVC)، درد در ناحیه سینه، درد در اندام و محل‌های برداشت رگ، خستگی عمومی و... آزمون قطع می‌گردید و دلیل قطع شدن تست ورزش بر روی گزارش آزمون ذکر می‌گردید.

برنامه تمرین ورزشی هوازی تداومی: این برنامه پیش‌رونده با توجه به توانایی اولیه فرد و بعد از انجام تست ورزش مرحله اول و بر اساس اصول علم تمرینی و توصیه‌های کالج طب ورزشی آمریکا (ACSM) طراحی شد. برخی از مهم‌ترین اصول علم تمرین که با شرایط و مشکلات بیماران نیز هماهنگ بود و در برنامه بکار گرفته شد عبارت بودند از: افزایش پیش‌رونده بار کار، متنوع بودن برنامه، تنظیم برنامه به صورت فردی و هدفمند (برای افزایش ظرفیت عملکردی). برنامه تداومی بر روی دو وسیله تردمیل و ارگومتر دستی طبق پروتکل جدول ۱ تنظیم گردید. بیماران بعد از انجام فعالیت بر روی تردمیل (مدل HP Cosmos ساخت کشور آلمان) و بعد ارزیابی فشارخون فعالیت بر روی ارگومتر دستی مدل Techno gym ساخت کشور ایتالیا را انجام می‌دادند.

تمرین ورزشی هوازی تناوبی: برنامه ورزشی این گروه مشابه با پژوهش ویسلف و همکارانش (۱۹)، دارن و همکارانش (۲۰) و استانداردهای کالج طب ورزشی آمریکا ACSM طراحی و بر اساس پروتکل جدول ۱ انجام شد. طبق وضعیت و شرایط اولیه بیمار و نتایج تست ورزش که بر روی پرونده بیمار ثبت شده بود محدوده ضربان قلب و سطح و شدت یا میزان سرعت بر روی تردمیل و مقاومت و یا وات دستگاه‌های ارگومتر دستی و دوچرخه ثابت (مدل Techno gym) برای هر بیمار بر روی برگ کنترل ورزشی پرونده وی ثبت گردید. بیماران بین تناوب‌ها





بحث

عملکردی و تایید نتایج پژوهش حاضر، و از آنجا که یکی از اهداف این پژوهش یافتن روش بهتر برای افزایش بیشتر ظرفیت توانایی عملکردی بیماران CABG بود، به بررسی و مقایسه میزان (مطلق) و درصد افزایش توانایی عملکردی در پژوهش‌های انجام شده و مقایسه آنها با پژوهش حاضر که در جدول ۴ خلاصه شده است می‌پردازیم. در ابتدا به بررسی سازوکارها و دلایل احتمالی افزایش ظرفیت عملکردی می‌پردازیم.

ظرفیت توانایی عملکردی و اکسیژن مصرفی اوج یا بیشینه، پیشگویی‌کننده مرگ ناشی از بیماری قلبی و هر نوع اختلال دیگر می‌باشند (۱،۲). بنابراین، حتی افزایش توان هوازی به مقدار ناچیز نه تنها باعث بهبودی ظرفیت عملکردی بیمار می‌شود بلکه امید به زندگی دوباره در این بیماران را به میزان زیادی افزایش می‌دهد. برخی از مهم‌ترین سازوکار تأثیر فعالیت ورزشی در مورد افزایش توان هوازی (۲۲) را می‌توان این‌گونه برشمرد:

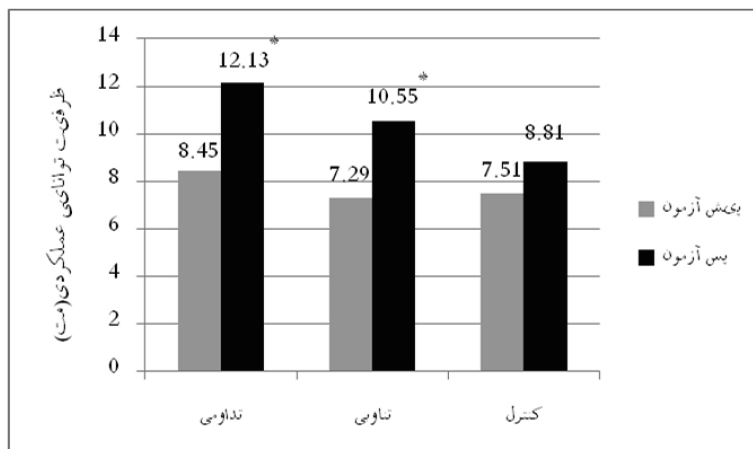
**سازگارهای مرکزی - قلبی:** افزایش برون‌ده قلبی، افزایش حجم خون، افزایش حجم پایان دیاستولی، افزایش کسر تزریقی، کاهش مقاومت محیطی عروق، افزایش پر شدن دیاستولی بطن چپ و کاهش نارسایی کرونوتروپیک قلب، بهبود شل شدگی و انبساط اندوتلیوم شریان‌های کرونری و محیطی.

**سازگاری‌های محیطی:** بهبود ظرفیت هوازی عضلات اسکلتی از طریق بهبود جریان خون محیطی و دستگاه انرژی هوازی عضله و همچنین سازگاری‌های ساختاری و عملکردی عضلانی. افزایش عوامل تنظیم‌کننده جریان خون در بخش‌های گوناگون بدن و افزایش توانایی اکسایشی عضلات اسکلتی.

در مورد بیماران POST CABG می‌توان به موارد احتمالی دیگری نیز اشاره کرد: بهبود سریع‌تر محل‌های عمل و برداشت رگ در پاها و دست‌ها، افزایش اعتماد به نفس و کاهش استرس و

بدون شک بیماری‌های قلبی عروقی در جامعه کنونی عامل اصلی مرگ‌ومیر است، شیوع بالای مرگ‌ومیر در بین این بیماران و همچنین ناتوانی به وجود آمده بعد از بروز بیماری و درمان‌های بالینی باعث شده است پژوهش‌های متعددی در این رابطه صورت گیرد. عوامل متعددی موجب بروز این بیماری می‌شوند که کم‌تحرکی از مهم‌ترین دلایل است. با توجه به این موضوع و فواید اثربخش فعالیت‌های ورزشی، انجام این فعالیت‌ها با شیوه‌های گوناگون یکی از روش‌های درمانی برای بیماران قلبی عروقی است. از این رو بعد از عمل جراحی قلبی، فرایند بازتوانی قلبی بر مبنای فعالیت ورزشی بسیار موثر و اثربخش است که البته در این رابطه هر روز شواهد و فواید جدیدی بدست می‌آید.

از مهم‌ترین یافته‌های این پژوهش افزایش معنادار ظرفیت توانایی عملکردی بیماران CABG در هر دو گروه تمرین تداومی (۱۲،۸۳) معادل ۴۳،۳٪ و ۳،۶۶ (مت) و تناوبی (۱۱،۳۸) معادل ۴۴،۵٪ و ۳،۲۵ (مت) در مقایسه با گروه کنترل (۴،۶۴) معادل ۱۷،۶٪ و ۱،۳۲ (مت) بود که مقایسه با پژوهش‌های انجام‌شده تاکنون (جدول ۴) چشمگیر و قابل توجه است. این نتیجه با یافته‌های پژوهش‌های قلم قاش و همکارانش (۱۳۸۷)(۱)، گایدا و همکارانش (۲۰۰۸)(۱۵)، مازولینی و همکارانش (۲۰۰۸)(۱۴)، تنا و همکارانش (۲۰۰۸)(۱۸)، لگرامتته و همکارانش (۲۰۰۷)(۲۳)، ویسلوف و همکارانش (۲۰۰۷)(۱۵)، کنستانتین و همکارانش (۲۰۰۷)(۱۲)، بلاردینلی و همکارانش (۲۰۰۶)(۲۲)، دارن و همکارانش (۲۰۰۵)(۲۰)، روگنمو و همکارانش (۲۰۰۴)(۲۴) و رایب (۲۰۰۲)(۱۷)، موافق است و با بخشی از نتایج پژوهش‌های گنوبلز و همکارانش (۱۹۹۸)(۲۲) موافق نیست. در این رابطه با توجه به موافق بودن نتایج اکثر پژوهش‌ها در مورد تأثیر مثبت فزاینده فعالیت ورزشی بر ظرفیت



شکل ۱- میانگین ظرفیت توانایی عملکردی آزمودنی‌های گروه تداومی، تناوبی و کنترل قبل و بعد از برنامه فعالیت ورزشی منتخب

معناداری در آزمون مقایسه پیش آزمون و پس آزمون گروه‌ها در میزان  $(\alpha=0.05)$ .



افسردگی، برطرف شدن درد در نواحی برداشت رگ. در پژوهش حاضر میزان افزایش توانایی هوازی و ظرفیت توانایی عملکردی در گروه تمرینی تداومی: ۳،۶۶ مت (۴۳،۳٪)، تناوبی: ۳،۲۵ مت (۴۴،۵٪) و کنترل: ۱،۳۲ مت (۶،۱۷٪) بود. با توجه به مقایسه مدت زمان انجام پژوهش (۸ هفته)، سن آزمودنی‌ها، شدت فعالیت ورزشی و پروتکل‌های تداومی و تناوبی با پژوهش‌های انجام‌شده (جدول ۴) تا آنجایی که ما می‌دانیم: تاکنون در هیچ پژوهشی این میزان افزایش بدست نیامده است. تنها در پژوهش ویسلوف و همکارانش افزایش ۴۷ درصدی در توان هوازی اوج گزارش شده است که به نظر می‌رسد دلیل اصلی آن نیز زمان زیاد انجام پژوهش (یک سال) شدت بالاتر (۹۵٪ ضربان قلب بیشینه) در مقایسه با پژوهش حاضر که مدت زمان انجام آن ۲ ماه و شدت فعالیت در گروه تناوبی حداکثر ۹۰٪ حداکثر ضربان قلب، بود. البته با نتایج به دست آمده از گروه کنترل می‌توان بخشی از آن را به بازگشت خودبه‌خودی و طبیعی توان هوازی بعد از عمل نسبت داد. به نظر می‌رسد دلیل افزایش ۴۴-۴۳ درصدی توان هوازی در این پژوهش نظارت دقیق، شدت مناسب و مدت زمان مناسب، اصلاح برنامه و پیش‌رونده بودن آن باشد. همچنین از دلایل احتمالی و مورد توجه این یافته که نیاز به پژوهش‌های بیشتر دارد تنوع وسایل (تریدمیل، دوچرخه ثابت و ارگومتر بازویی) است که به نظر می‌رسد انجام فعالیت ورزشی با تنوع بیشتر و کار با اندام تحتانی و فوقانی سازگاری‌های مرکزی و محیطی بیشتر و بهتری را باعث می‌شود. از آنجا که افزایش توانایی عملکردی بدن و توانایی قلبی عروقی به هماهنگی‌ها و سازگاری‌های ایجادشده مرکزی (قلب) و محیطی (عضلات اسکلتی) نیاز دارد، ایجاد سازگاری‌های محیطی در عضلات هم‌راستا با سازگاری‌های مرکزی نتایج بهتری را در پی خواهد داشت. برای بدست آمدن سازگاری‌های مرکزی و محیطی بیشتر استفاده از حجم عضلانی بیشتر افزایش ظرفیت توانایی عملکردی بیشتری را در پی دارد که استفاده از عضلات اندام تحتانی و فوقانی با دستگاه‌های مختلف به افزایش ظرفیت توانایی عملکردی و توان قلبی عروقی کمک می‌کند.

از موارد مهم دیگری که در مورد پروتکل‌های تمرینی باید به آنها اشاره شود شدت فعالیت ورزشی است. در این پژوهش شدت هردو پروتکل ورزشی در حد بالا بود (تداومی ۷۰ تا ۸۵ درصد و تناوبی ۷۰ تا ۹۰ درصد ضربان قلب حداکثر) با مقایسه شدت پروتکل‌های انجام‌شده با توجه به جدول ۴ و با بررسی درصد افزایش ظرفیت توانایی عملکردی در این پژوهش‌ها به راحتی می‌توان دید که ارتباط مستقیم و بسیار قوی بین شدت فعالیت ورزشی و درصد افزایش توانایی عملکردی وجود دارد. برای مثال بالاترین توان هوازی به دست آمده در پژوهش‌های

انجام‌شده (جدول ۴) مربوط به پژوهش ویسلوف و همکارانش (۴۸٪ افزایش، شدت ۹۵٪ بیشینه ضربان قلب)، تنا و همکارانش (۳۵٪ افزایش، شدت: ۹۰ درصد بیشینه ضربان قلب) که البته آزمودنی‌های این پژوهش افراد مبتلا به سندرم متابولیکی بوده‌اند، دارن و همکارانش (۱۵٪ افزایش، شدت ۹۰٪ ضربان قلب ذخیره)، می‌باشند که در همه این پژوهش‌ها شدت فعالیت ورزشی در حد بیشینه طراحی‌شده و پروتکل انجام شده تناوبی بوده است.

از نتایج دیگر این پژوهش که نیاز به بحث دارد عدم تفاوت معنادار بین دو پروتکل تمرین تداومی و تناوبی و همچنین تفاوت معنادار بین تمرین تداومی و گروه کنترل و عدم وجود تفاوت معنادار بین گروه تناوبی و گروه کنترل است. در این پژوهش پروتکل تناوبی و تداومی هر دو شدت بالایی داشتند، ولی مدت زمان و کالری مصرفی تمرین تداومی کمی بیشتر از تمرین تناوبی بود که دلیل احتمالی معنادار بودن اختلاف بین گروه کنترل و گروه تمرین تداومی ممکن است مدت زمان بیشتر این پروتکل باشد. از طرفی در مقایسه با پژوهش‌های مشابه که دو پروتکل تمرین تداومی و تناوبی را مقایسه کرده‌اند شدت فعالیت ورزشی در هردو پروتکل این پژوهش بالا بود. برای مثال در پژوهش ویسلوف و همکارانش شدت فعالیت تداومی ۷۰ درصد ضربان قلب بیشینه، و تناوبی همان‌طوری که قبلاً گفته شد ۹۰٪ ضربان قلب بیشینه بوده است، در پژوهش دارن و همکارانش شدت فعالیت ورزشی تداومی ۶۵٪ ضربان قلب ذخیره، و شدت فعالیت در فعالیت تناوبی ۹۰٪ ضربان قلب ذخیره بود. با توجه به این تحقیقات بالاتر بودن میزان افزایش در پژوهش‌های تناوبی به خاطر شدت بالاتر آنها و همچنین تناوب‌های بین فعالیت و استراحت بین تناوب‌ها است که سازگاری‌های محیطی و مرکزی بیشتری را ایجاد می‌کند که البته با توجه به نتایج این پژوهش عامل شدت مهم‌تر است. مقایسه پژوهش‌های کنستانتین (۲۰۰۷) (۱۶)، مارزولینی (۲۰۰۸) (۱۴) که از پروتکل‌های ترکیبی (مقاومتی و هوازی تداومی) استفاده کرده‌اند نیز نشان می‌دهند در مقایسه با تمرین هوازی تداومی به تنهایی، تمرین ترکیبی تداومی-مقاومتی تأثیر بهتری بر توانایی هوازی و ظرفیت توانایی عملکردی بیماران قلبی به همراه دارد.

از نتایج دیگر پژوهش وجود اختلاف معنادار بین زمان تست ورزش قبل و بعد از برنامه و مسافت طی شده در هنگام آزمون در هردو پروتکل و عدم وجود اختلاف معنادار زمان تست ورزش قبل و بعد از برنامه و همچنین وجود تفاوت معنادار مسافت طی شده در هنگام آزمون قبل و بعد از برنامه در گروه کنترل بود. از آنجایی که ارتباط بالایی بین زمان انجام آزمون، مسافت طی شده با ظرفیت توانایی عملکردی وجود دارد احتمالاً همان دلایل و سازگاری‌های ذکر شده برای افزایش توان هوازی و ظرفیت توانایی عملکردی



جدول ۵-۲- مقایسه جزئیات پژوهش‌های انجام شده با پروتکل‌های گوناگون بر ظرفیت توانایی عملکردی و توان هوازی با پژوهش حاضر توضیحات: CAD، بیماری عروق کرونری، MI، انفارکتوس میوکارد، HF نارسایی قلبی مزمن. M سندرم متابولیک.

پژوهشگر (سال)	نوع آزمودنی	تعداد بیماران	سن	نوع برنامه ورزشی (مدت تمرین ورزشی)	نتایج (درصد افزایش اکسیژن مصرفی) میلی لیتر/کیلوگرم در دقیقه
پژوهش حاضر	POST CABG	۳۳	تداومی: ۹۱،۵۵ تناوبی: ۱۶،۵۸ کنترل: ۷۷،۶۱	برنامه تمرینی تداومی: راه رفتن و دوی نرم بر روی تردمیل (۳۰-۱۵ دقیقه) و کار با ارگومتر بازویی (۳۰-۱۵ دقیقه)، با شدت ۷۰ تا ۸۵ درصد ضربان قلب حداکثر. برنامه تمرینی تناوبی: با ۳ وسیله تردمیل (۲۰-۱۲ دقیقه)، دوچرخه ثابت (۱۲-۸ دقیقه) و دوچرخه ثابت بازویی (۱۲-۸) با شدت ۷۰ تا ۹۰ درصد ضربان قلب اوج کنترل: توصیه هر روز حداقل ۳۰ دقیقه تا ۴۵ دقیقه به پیاده روی بپردازند. (۸ هفته)	تداومی: (۳،۴۳) تناوبی: (۵،۴۴) کنترل: (۶،۱۷)
مارزولینی (۲۰۰۸) (۱۴)	CAD	۷۱	۶۱±۲	گروه ۱: تمرین هوازی تداومی، ترکیبی ۱: تمرین ترکیبی با یک ست تمرین مقاومتی، ترکیبی ۲: تمرین ترکیبی با ۳ ست تمرین مقاومتی	هوازی تداومی: ۱۱ ترکیبی ۱: ۱۴ ترکیبی ۲: ۱۸
گایدا (۲۰۰۸) (۱۵)	گ ۱: MS مبتلا به CHD گ ۲: بیماران MS بدون CHD	۵۹ ۸۱	۵۹±۸ ۵۶±۹	پروتکل تداومی برای هر دو گروه: ورزشی هوازی در شدت ۶۵ تا ۹۰٪ حداکثر ضربان قلب، ۲ جلسه در هفته و هر جلسه ۴۰ دقیقه (۵ دقیقه گرم کردن، ۳۰ دقیقه تمرین هوازی، و ۵ دقیقه سرد کردن بود) شامل راه رفتن، دوچرخه سواری در حالت ایستا و قایقرانی می‌شد. (یک سال).	گ ۱: (۱۳،۱) گ ۲: (۱۰،۵)
تانا (۲۰۰۸) (۱۸)	MS	۳۲	۳۰،۵۲ ± ۷،۳	گروه تمرین هوازی با شدت متوسط (۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب) و تمرین تناوبی پرشدت (۹۰ درصد حداکثر ضربان قلب).	تناوبی (۳۵) تداومی (۱۶)
لگرامته (۲۰۰۷) (۲۳)	CAD	۸۲	ت: ۵۹،۶±۵،۶ ک: ۵۸،۰±۸،۵	تمرین ورزشی هوازی، روزانه ۲ جلسه ۳۰ دقیقه ای دوچرخه سواری ایستا. شدت فعالیت ۸۵٪ HR <sub>max</sub> (۲۴ جلسه)	تمرین: (۹،۱۴) کنترل: (۵،۱)
ویسولوف (۲۰۰۷) (۱۹)	HF	۲۷	۵۰،۷۵±۲،۱۱	تداومی: راه رفتن و دویدن هوازی با شدت متوسط (۷۰٪ ضربان قلب بیشینه) تناوبی هوازی پر شدت (۹۵٪ ضربان قلب اوج)، ۳ بار در هفته (۱۲ هفته) کنترل: هر ۳ هفته یک بار در یک جلسه ۴۷ دقیقه فعالیت بر روی تردمیل با شدت ۷۰ درصد ضربان قلب اوج.	تداومی: (۱۴) تناوبی: (۴۸) کنترل: (۱،۴)
جدول ۴. ادامه کنستانتین (۲۰۰۷) (۱۶)	CAD	۳۴	۵۰-۵۸	تمرین ترکیبی هوازی- مقاومتی در روی زمین (ترکیبی ۱)، تمرین ترکیبی هوازی- مقاومتی آبی (ترکیبی ۲)، گروه کنترل در هیچ برنامه ورزشی شرکت نداشتند.	ترکیبی ۱: دقیقه (۸)* ترکیبی ۲: دقیقه (۱۲) کنترل: دقیقه (۰،۸)
بلاردینلی (۲۰۰۶) (۲۲)	HF	۵۲	۵۵±۱۰	تداومی: تمرین هوازی یک ساعت شامل: ۱۵ دقیقه تمرین کششی، ۴۰ دقیقه رکاب زدن بر روی دوچرخه (به مدت ۸ هفته و کلاً ۲۴ جلسه)	تداومی: (۶،۲۱) کنترل: (۱،۸)
دارن و همکارانش (۲۰۰۵) (۲۰)	CAD	۱۴	تناوبی: ۵۵±۷ تداومی: ۵۷±۸	تداومی: ۳۰ دقیقه فعالیت ورزشی هوازی در ۶۵٪ ضربان قلب ذخیره، تناوبی پر شدت ۲ دقیقه فعالیت ورزشی پرشدت (۹۰ درصد ضربان قلب ذخیره)، ۳ بار دوره تناوبی ۱۰ دقیقه ای بر روی ۳ وسیله تردمیل، تمرین پله و رکاب زدن بر روی ارگومتر بازویی و پا به صورت ترکیبی بود. کل زمان برنامه ۱۶ هفته، هر هفته ۳ جلسه	تناوبی: (۱۵ درصد). تداومی (۱۳،۵ درصد)
روگمو (۲۰۰۴) (۲۴)	CAD	۲۱	۶۰-۷۰	تداومی پرشدت: راه رفتن و دویدن نرم بر روی تردمیل با شدت زیاد (۸۰-۹۰٪ VO <sub>2</sub> peak) تداومی با شدت متوسط: راه رفتن و دویدن نرم بر روی تردمیل با شدت متوسط (۶۰٪-VO <sub>2</sub> peak ۵۰)	تداومی پرشدت: (۱۸،۸) تداومی متوسط: (۸،۶)
رایت (۲۰۰۲) (۱۷)	CABG	۱۰۰	---	دو گروه تداومی در بیمارستان (ت ۱) و گروه تداومی در منزل (ت ۲)، ه مدت ۶ هفته و هر هفته یک جلسه.	تداومی ۱: (۸،۷) تداومی ۲: (۲،۱۱)
گنوبلز (۱۹۹۸) (۲۵)	CABG و MI	۶۷	---	تداومی: ۷ روز هفته در ۲ جلسه صبح و بعد از ظهر یک ساعت به پیاده روی می‌پرداختند و شدت برنامه پیاده روی نیز در دامنه ۷۰ تا ۸۰ درصد HRR تنظیم می‌گردید.	گ EF کم: (۲۳) گ EF طبیعی: معنی دار نبود کنترل: (۲،۱۹)





تمرین قدرتی، که برای افزایش قدرت و توانایی بدنی بیماران قلبی که اغلب در سنین پیری قرار دارند فواید زیادی را در بردارد، با شیوه‌های تمرین هوازی تداومی و تناوبی بپردازند.

### تشکر و قدردانی

این پژوهش با حمایت‌های مرکز قلب تهران و دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تهران انجام گردید. از کلیه همکاران مرکز قلب تهران در رابطه با ارزیابی‌ها متخصص قلب و عروق جناب آقای دکتر کیانوش حسینی، متخصص قلب و عروق (اکوکاردیوگرافی) دکتر اعظم سرداری، متخصص روانشناسی و همکاران دیگر در فرایند اجرای پژوهش سرکار خانم شاهوردی، سرکار خانم تارپوردی، سرکار خانم مقصودی، سرکار خانم جوکار، سرکار خانم حامد پروانه، سرکار خانم کردگاربخش، سرکار خانم راهنورد، سرکار خانم ناظمی‌پور، سرکار خانم کاظمی، سرکار خانم کاکاوند، سرکار خانم داداش‌زاده، سرکار خانم پارسی، سرکار خانم حقی، سرکار خانم شوشتری، و جناب آقای ابیضی که ما را یاری دادند کمال تشکر را داریم.

برای افزایش معنادار زمان و مسافت طی شده در هنگام آزمون وجود دارد. البته بخشی از افزایش مسافت و زمان انجام آزمون را باید به ترمیم محل‌های برداشت رگ در پاها و کاهش درد در این ناحیه و همچنین سینه نسبت داد که احتمالاً ناشی از اثرات مثبت فعالیت ورزشی و با توجه به معنادار بودن مسافت طی شده در گروه کنترل بازگشت طبیعی و خودبه‌خودی بعد از عمل است.

### نتیجه‌گیری

هر دو برنامه تمرینی تداومی و تناوبی منتخب تأثیر مطلوب قابل توجهی بر ظرفیت عملکردی بیماران POST CABG دارند و می‌توان از این پروتکل‌ها در مراکز بالینی و بازتوانی استفاده کرد. همچنین طبق نتایج این پژوهش و بررسی پژوهش‌های انجام‌شده در رابطه با توان هوازی و ظرفیت توانایی عملکردی شدت فعالیت ورزشی و تناوب‌های آن مهم‌ترین عوامل افزایش‌دهنده توان هوازی هستند. با این حال با توجه به برخی از پژوهش‌های انجام‌شده که تمرینات مقاومتی را برای بازتوانی بیماران قلبی به کار برده‌اند، پژوهش‌های آتی بهتر است به ترکیب شیوه‌های

منابع:

- Ghahamghash R, Goshe B, Omrani A, Kahani M, Fallahi AA. [The survey effects of cardiac rehabilitation on functional capacity of valvular heart disease (Persian)]. *J Med Council Islam Repub Iran*. 2008; 26(2): 213-221.
- Rona R, Andras T, Karl W, Bettina E, Rüdiger D, Heinz V. Exercise Capacity Is the Most Powerful Predictor of 2-Year Mortality in Patients with Left Ventricular Systolic Dysfunction. *Herz*. 2010; 35:104-110.
- Kavanagh T, Mertens DJ, Hamm LF, Beyene J, Kennedy J, Corey P, et al. Prediction of long-term prognosis in 12169 men referred for cardiac rehabilitation. *Circulation*. 2002;106: 666-671.
- Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA, Chaitman B, Eckel R, Fleg J, et al. Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation*. 2001;104: 1694-1740.
- Pierre A, Guillaume M, Bruneau A, Lefthieriotis G. Determinants of Functional Capacity in Peripheral Arterial Disease. *J Am Coll Cardiol*. 2010; 55: 609-610.
- Kinney LaPier T. Functional status of patients during subacute recovery from coronary artery bypasses surgery. *Heart Lung*. 2007; 36(2): 114-124.
- Hedman A, Alam M, Zuber E, Nordlander R, Samad BA. Decreased right ventricular function after coronary artery bypass grafting and its relation to exercise capacity: a tricuspid annular motion-based study. *J Am Soc Echocardiogr*. 2004;17(2): 126-31.
- Rognmo O, Hetland E, Helgerud J, Hoff J, Slordahl SA. High intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2004;11: 216-222.
- Hambrecht R, Gielen S, Linke A, Fiehn E, Yu J, Walther C, et al. Effects of exercise training on left ventricular function and peripheral resistance in patients with chronic heart failure: a randomized trial. *JAMA*. 2000;283: 3095-3101.
- Giannuzzi P, Temporelli PL, Corra U, Tavazzi L; ELVD-CHF Study Group. Antiremodeling effect of long-term exercise training in patients with stable chronic heart failure: results of the Exercise in Left Ventricular Dysfunction and Chronic Heart Failure (ELVD-CHF) Trial. *Circulation*. 2003; 108: 554-559.
- Dubach P, Myers J, Dziekan G, Goebbels U, Reinhart W, Vogt P, et al. Effect of exercise training on myocardial remodeling in patients with reduced left ventricular function after myocardial infarction: application of magnetic resonance imaging. *Circulation*. 1997; 95: 2060-67.
- Lee IM, Sesso HD, Oguma Y, Paffenbarger RS Jr. Relative intensity of physical activity and risk of coronary heart disease. *Circulation*. 2003; 107: 1110-16.
- Wisloff U, Loennechen JP, Currie S, Smith GL, Ellingsen O. Aerobic exercise reduces cardiomyocyte hypertrophy and increases contractility, Ca<sup>2+</sup> sensitivity and SERCA-2 in rat after myocardial infarction. *Cardiovasc Res*. 2002; 54: 162-174.
- Marzolini S, Oh PI, Thomas SG, Goodman JM. Aerobic and resistance training in coronary disease: single versus multiple sets. *Med Sci Sports Exerc*. 2008; 40(9): 1557-64.
- Gayda M, Brun C, Juneau M, Levesque S, Nigam A. Long-term cardiac rehabilitation and exercise training programs improve metabolic parameters in metabolic syndrome patients with and without coronary heart disease. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2008;18: 142-151.
- Volaklis K, Spassis A, Tokmakidis S. Land versus water exercise in patients with coronary artery disease: effects on body composition, blood lipids, and physical fitness. *Am Heart J*. 2007;154: 560.e1-560.e6.
- Wright DJ, Williams SG, Riley R, Marshall P, Tan LB. Is early, low level, short term exercise cardiac rehabilitation following coronary bypass surgery beneficial? A randomised controlled trial. *Heart*. 2002; 88: 83-84.
- Tjønnå AE, Lee SJ, Rognmo Ø, Stølen TO, Magnus AB, Loennechen JP, et al. Aerobic Interval Training Versus Continuous Moderate Exercise as a Treatment for the Metabolic Syndrome: A Pilot Study. *Circulation*. 2008; 118: 346-354.
- Wisloff U, Støylen A, Loennechen DJ P, Bruvold M, Rognmo Ø, Magnus Haram P, et al. Superior Cardiovascular Effect of Aerobic Interval Training Versus Moderate Continuous Training in Heart Failure Patients: A Randomized Study. *Circulation*. 2007;115: 3086-3094.
- Warburton DER, McKenzie DC, Haykowsky MJ, Taylor A,



Shoemaker P, Ignaszewski AP, et al. Effectiveness of high-intensity interval training for the rehabilitation of patients with coronary artery disease. *Am J cardiol.* 2005;95(9): 1080-4.

21. Swain DP, Leutholtz BC. Exercise prescription: a case study approach to the ACSM guidelines. *Human Kinetics*; 2007.

22. Belardinelli R, CapestroF, Misiani A, Scipione P, Georgiou D. Moderate exercise training improves functional capacity, quality of life, and endothelium-dependent vasodilation in chronic heart failure patients with implantable cardioverter defibrillators and cardiac resynchronization therapy. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2006;13: 818-825.

23. Legramante JM, Iellamo F, Massaro M, Sacco S, Galante A. Effects of residential exercise training on heart rate recovery in coronary artery patients. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2007;292(1):H510.

24. Rognmo U, Hetland E, Helgerud J, Hoff J, Slordahl SA. High

intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2004;11(3): 216-222.

25. Goebbels U, Myers J, Dziekan G, Muller P, Kuhn M, Ratte R, et al. A randomized comparison of exercise training in patients with normal vs reduced ventricular function. *Chest.* 1998;113(5):1387-1393.

26. Beauchamp KM, Nonoyama M, Goldstein RS, Hil K, Dolmage TE, Mathur S, et al. Interval versus continuous training in individuals with chronic obstructive pulmonary disease- a systematic review. *Thorax.* 2010; 65: 157-164.

27. Lacombe SP. Interval and Continuous Exercise Elicit Equivalent Post-Exercise Hypotension Despite Differences in Baroreflex Sensitivity and Heart Rate Variability [MS. dissertation], Department of Exercise Sciences, University of Toronto; 2010; pp: 37-53.