

تأثیر ۸ هفته تمرینات تناوبی با شدت بالا و مداوم با شدت متوسط بر قطر پایان دیاستولی، قطر پایان سیستولی، ضخامت نسبی دیواره بطنی و توان هوازی مردان غیر فعال سالم

نویسندگان: محمود احمدزاده^{۱*}، سعید نیکوخت^۱، رامین امیرسانان^۱، حسین شیروانی^۲

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
۲. مرکز تحقیقات فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله، تهران، ایران

* نویسنده مسئول: محمود احمدزاده

E-mail: drmahmoud.ahmadzadeh@gmail.com

چکیده

هدف: هدف از تحقیق حاضر مقایسه تأثیر ۸ هفته تمرینات HIIT و CMT بر قطر پایان دیاستولی (LVDD)، قطر پایان سیستولی (LVDs)، ضخامت نسبی دیواره بطنی (RWT) و توان هوازی مردان غیر فعال سالم بود.

مواد و روش‌ها: به این منظور ۲۱ مرد غیر فعال (با وزن 78.6 ± 2.1 کیلوگرم، قد 175.5 ± 1.8 سانتیمتر و سن 25.1 ± 1.21 سال) به سه گروه هفت نفره کنترل (CON)، HIIT و CMT تقسیم شدند. گروه CMT (با بار ثابت 2 watts.kg-1bodyweight) و گروه HIIT (30 ثانیه با بار $3/7$ watts.kg-1bodyweight و 120 ثانیه با بار $1/4$ watts.kg-1bodyweight) به مدت ۸ هفته و انرژی مصرفی برابر تمرین (دوچرخه ثابت) کردند. اکوکاردیوگرافی و آزمون $Vo2max$ (تست بروس) آزمودنی‌ها قبل و بعد از تمرینات انجام شد. داده‌های حاصل با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یکطرفه ($P < 0.05$) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و برای مقایسه زوجی نیز از آزمون بونفرونی استفاده شد.

نتایج: نتایج نشان دادند که بعد از ۸ هفته تمرینات، LVDD در گروه HIIT نسبت به گروه‌های CON، CMT و افزایش معنی‌دار ($P = 0.04$) و در LVDs در گروه CMT نسبت به گروه‌های CON ($P = 0.03$) و HIIT افزایش معنی‌داری ($P = 0.01$) داشت. همچنین، شاخص RWT در هر دو گروه HIIT و CMT نسبت به گروه CON، افزایش معنی‌داری (به ترتیب $P = 0.03$ و $P = 0.04$) داشت. همچنین مشخص شد که توان هوازی هر دو گروه HIIT و CMT نسبت به گروه CON، افزایش معنی‌داری داشت (به ترتیب $P = 0.03$ و $P = 0.04$).

بحث و نتیجه‌گیری: تمرینات HIIT را به عنوان نقش محافظتی در کاهش بار کاری میوکارد به دلیل افزایش قطر پایان دیاستولی، افزایش زمان استراحت و افزایش بازگشت وریدی در افراد غیر فعال می‌توان استفاده کرد.

واژگان کلیدی: تناوبی با شدت بالا (HIIT)، تداومی با شدت متوسط (CMT)، قطر پایان دیاستولی (LVDD)، قطر پایان سیستولی (LVEDs)، اکوکاردیوگرافی

دوماهانامه علمی-پژوهشی
دانشگاه شاهد
سال بیست و هفتم - شماره ۱۴۲
شهریور ۱۳۹۸

دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۱۱
آخرین اصلاح‌ها: ۱۳۹۸/۰۶/۲۷
پذیرش: ۱۳۹۸/۰۶/۰۲

مقدمه

در مطالعات فیزیولوژی ورزشی، تمرینات ورزشی مداوم و با شدت متوسط (CMT) و تمرینات اینتروال با شدت بالا (HIIT) در حیطه قلبی عروقی بیشتر از لحاظ عملکرد اجرا مورد بررسی قرار گرفته‌اند. تمرینات HIIT به تمرینات تناوبی اطلاق می‌شود که وهله‌های کوتاه‌مدت با شدت بالا (بیشتر یا مساوی ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه) با وهله‌های دو تا چند برابر مدت‌زمان وهله شدت بالا (کمتر یا مساوی ۵۵ درصد ضربان قلب بیشینه) بطور تناوبی تکرار می‌شوند. همچنین تمرینات CMT به تمرینات مداوم با سرعت ثابت در یک مدت‌زمان معین و با یک شدت ثابت و متوسط از درصد ضربان قلب بیشینه انجام می‌شود (۱).

اخیراً این تمرینات مورد توجه افراد و مربیان قرار گرفته است؛ چراکه از لحاظ زمانی و انرژی مصرفی همراه با برخورداری از تنوع، تمرینات HIIT مورد استقبال بسیاری از افراد، ورزشکاران و مربیان قرار گرفته است (۱۰). تمرینات HIIT به نظر می‌رسد علاوه بر اثر قوی‌تر در بروز احساس خوشی در مقایسه با تمرینات CMT، در کیفیت زندگی، پیشگیری از بیماری‌های قلبی عروقی و سرطان، بهبود سلامت شناختی و روان افراد تأثیر بسزایی داشته باشد (۲).

با این حال، در بهبود سلامت قلبی عروقی، جایگاه تمرینات HIIT در مقایسه با تمرینات CMT برای افرادی که تحرک کافی ندارند و یا آمادگی بدنی کافی ندارند همیشه جای سؤال بوده است (۳). بیشتر از اینکه تغییرات مورفولوژیکی بروز تغییرات احتمالی ساختاری از قبیل قطر پایان دیاستولی، قطر پایان سیستولی و ضخامت نسبی دیواره بطن چپ (یک شاخص مهم در بررسی هایپرتروفی بطن چپ) قلب به دنبال تمرینات HIIT و CMT برای ارزیابی علمی دقیق‌تر، یک نیاز علمی در حیطه سازگاری‌های قلبی عروقی است. تغییرات مورفولوژیکی مهم بطن چپ به دنبال تمرینات HIIT و CMT می‌تواند اطلاعات کاربردی مهمی را برای محققین، مربیان و افرادی که خواهان ارتقاء، بهبودی سلامت و پیشگیری از بروز بیماری‌های قلبی

عروقی هستند، به ارمغان آورد. با این حال تغییرات ساختاری و مورفولوژی بطن چپ کمتر مورد توجه محققین معدودی قرار گرفته است. بیشتر تحقیقات انجام گرفته در حیطه تمرینات HIIT صرفاً برای ارزیابی عملکرد و اجرای ورزشی بوده است. از جمله در یکی از تحقیقات توسط Jakob و همکاران (۴) تأثیر کوتاه‌مدت (چهار هفته) تمرینات HIIT بر روی عملکرد قلبی عروقی و همچنین اجرای دوچرخه‌سواران تمرین دیده انجام شد. همچنین در یک تحقیق گسترده دیگر از Milanovic و همکاران (۵) تأثیر تمرینات HIIT و CMT بر روی ورزشکاران مورد بررسی و نقد قرار گرفته است.

مورفولوژی عضله قلبی از جمله هایپرتروفی قلبی افزایش شاخص‌های مورفولوژیکی بطن چپ از قبیل تغییرات ضخامت دیواره پشتی بطن چپ (RWT)، قطر داخلی بطن چپ در هر دو مرحله سیستول و دیاستول (LVIDd و LVIDs) در کنار ضخامت نسبی دیواره (RWT) مورفولوژیکی عضله قلبی تحت تمرینات HIIT و CMT به صورت حاد و طولانی‌مدت بررسی قرار گرفته‌اند؛ با این حال تناقض بین یافته‌های تحقیقات قلبی در رابطه با وجود یا عدم وجود تغییرات مورفولوژیکی بطن چپ به دنبال تمرینات CMT و HIIT به همراه مقایسه پاسخ‌های مورفولوژیکی به دو نوع تمرین هنوز پابرجاست (۶-۹). بسیاری از مطالعات مربوط به سازگاری‌های ویژه قلب ناشی از فعالیت بدنی مداوم مانند دیدن، دوچرخه‌سواری و شنا با شدت‌های زیر بیشینه و فعالیت‌های متوسط و بالا با ۶۰٪ تا ۸۰٪ حداکثر اکسیژن مصرفی برای دوره‌های زمانی طولانی انجام شده‌اند که از ۳۰ دقیقه (صرفاً با نتیجه افزایش توان هوازی بدون گزارش تغییرات مورفولوژیکی و یا گزارش افزایش ضخامت نسبی دیواره بطنی در نتیجه هایپرتروفی کانستریک و اکستریک) تا دو ساعت (افزایش عملکرد قلبی عروقی و همودینامیکی بدون وجود تغییرات مورفولوژیکی بطن چپ) بسته به جمعیت از لحاظ سابقه تمرینی یا

قطر داخلی دیاستولی^۱ (LVDD) با افزایش‌های نسبی ضخامت دیواره پشتی افزایش یابد که این منجر به هایپرتروفی LV می‌شود. در تازه‌ترین مطالعه انجام شده توسط Lucas و همکاران (۱۴) مشخص شده است که از بین ۱۹۸ فرد تمرین دیده با سابقه انجام تمرینات HIIT برای مدت حداقل ۶ سال، ۲۴ درصد آنها با هایپرتروفی بطن چپ (افزایش ضخامت و ضخامت نسبی در کنار افزایش قطر پایان سیستولی و دیاستولی) مواجه بوده‌اند. با ارزیابی‌های بعدی متوجه شدند که ۲۰ نفر از این دسته هایپرتروفی کانستریک و ۲۴ نفر دارای هایپرتروفی اکستریک داشته‌اند (۱۴). اگرچه چنین تفاوت‌هایی در نوع هایپرتروفی در بسیاری از تحقیقات آمده است، اما اینکه چرا این‌گونه تمرینات ممکن است با تغییرات شدت و مدت، دو مکانیسم هایپرتروفی متفاوتی را در عضله قلبی ایجاد کنند، جای سؤال است (۱۵-۱۷).

در رابطه با بررسی مورفولوژیکی عضله قلبی، محدودیت‌های تجهیزات و فن‌آوری‌های چند دهه اخیر موجب بررسی عمیق‌تر در پاسخ‌های مورفولوژیکی به تمرینات نشده‌اند در حالی که با در دسترس بودن این تجهیزات می‌توان پاسخ‌ها را بصورت دقیق‌تر مورد ارزیابی قرار داد. همچنین با در نظر گرفتن هزینه انرژی مصرفی برابر در هر دو نوع تمرینات CMT و HIIT در کنار زمان‌بندی برنامه تمرینی بر اساس شدت و حجم بررسی دقیق تغییرات مورفولوژیکی عضله قلبی در تحقیق حاضر یعنی تغییرات ضخامت دیواره پشتی بطن چپ (RWT)، قطر داخلی بطن چپ در هر دو مرحله سیستول و دیاستول (LVIDd و LVIDs) در کنار ضخامت نسبی دیواره (RWT) طی هشت هفته تمرینات مداوم با شدت متوسط CMT^۲ و اینتروال با شدت بالا HIIT^۳ بر روی افراد سالم و غیرفعال امکان‌پذیر خواهد بود.

روش کار

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی (شامل پیش‌آزمون

بدون سابقه تمرینی و یا با سابقه بالینی یا غیر بالینی و یا از لحاظ ماهیت مطالعه میدانی یا آزمایشگاهی متفاوت هستند (۱۰). فعالیت بدنی مداوم با اصطلاح شناخته شده CMT معمولاً ۳ تا ۵ روز در هفته اجرا می‌شود. از این گذشته، تمرینات تداومی بر روی جمعیت بدون سابقه تمرینی و غیر ورزشکار به طور همسویی نشان داده‌اند که با تغییرات جزئی ساختاری بطن چپ از جمله افزایش ضخامت (افزایش ۲۵ درصدی ضخامت نسبی دیواره بطن چپ) و همچنین افزایش زیاد در قطر داخلی بطن چپ (افزایش در حدود ۰/۳ میلی‌متر) همراه هستند و که این تغییرات خود یک معیار هدف جهت بررسی عملکرد دستگاه قلبی عروقی به حساب می‌آیند. در مقابل این نوع تمرین یعنی CMT یا به اصطلاح تمرین کلاسیک، در خصوص تمرینات HIIT ادعا می‌شود که این نوع تمرینات نیز می‌توانند با تنظیم مدت و شدت آن در مقایسه با نوع کلاسیک آن آثار مفید مورد انتظار را به خوبی برآورده سازند (۱۱). مطالعات صورت گرفته نشان داده‌اند که تمرینات تناوبی با شدت بالا در دوره‌های زمانی بین یک تا شش ماه سبب افزایش شاخص حداکثر اکسیژن مصرفی، برونده قلبی، حجم ضربه‌ای و عملکرد بطن چپ به میزان تمرینات مداوم با شدت متوسط در آزمودنی‌های تمرین کرده و آزمودنی‌های بدون تمرین می‌شود (۹). با این حال از میان آثار مورفولوژیکی مطالعه شده، تغییرات مورفولوژیکی از جمله تغییرات ضخامت دیواره بطن چپ و قطر داخلی دیواره و ضخامت نسبی همزمان این دو روش تمرینی در بازه‌های تمرینی کمتر از هشت هفته اطلاعات چندانی در دسترس نیست (۱۲). در مطالعه Warburton و همکاران (۱۳)، نتیجه‌گیری شد که در تمام شاخص‌های ساختاری LV از قبیل عملکرد بطن چپ در دوره‌های سیستولی و دیاستولی و ضخامت دیواره در هر دو فاز سیستولی و دیاستولی در ورزشکاران در مقایسه با گروه کنترل بالاتر است. به‌عنوان نمونه در اثر اضافه‌بار حجم طولانی‌مدت در تمرین استقامتی به مدت حداقل یک ماه ممکن است

¹. Left Ventricle Diastolic Diameter

². Continuous Moderate Training

³. High Intensity Interval Training

و پس‌آزمون) بود و از میان مردان سالم و جوان غیرفعال (وزن $78/5 \pm 2/2$ کیلوگرم، قد $175 \pm 2/5$ سانتی‌متر، حداکثر اکسیژن مصرفی $42/8 \pm 2/2$ mL/kg/min درصد چربی ۲۱٪) و علاقه‌مند برای شرکت در تمرینات ورزشی و تحقیقاتی به تعداد ۲۱ نفر بر حسب فرمول تعیین نمونه با دامنه سنی ۲۰ تا ۲۹ سال انتخاب و در سه گروه هفت‌نفره شامل گروه HIIT، گروه CMT و گروه کنترل بعد از همسان‌سازی از نظر ویژگی‌های درصد چربی، شاخص توده بدنی حداکثر اکسیژن مصرفی قرار گرفتند و برای ارزیابی اولیه اندازه‌گیری‌های اکوکاردیوگرافی نیز مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند.

نحوه جمع‌آوری داده‌های تحقیق

تعیین درصد چربی با استفاده از کالیپر سنجش چربی زیرپوستی هفت نقطه‌ای با فرمول کالیپر پولاک - جکسون محاسبه شد. همچنین به منظور تعیین حداکثر اکسیژن مصرفی از تست بروس به دلیل فرایند پیچیده آزمون‌های اندازه‌گیری توان‌های بیشینه با استفاده از دوچرخه کارسنج و اعتبار بالای آزمون بروس بر روی تردمیل استفاده شد. با استناد به ضربان قلب حداکثر به دست آمده و همچنین بار کاری محاسبه شده برای هر رده وزنی آزمودنی‌ها نحوه محاسبه شدت تمرینات و هزینه مصرف انرژی برابر برای تک‌تک جلسات تمرینی مورد استفاده قرار گرفت. (۱۸). مقادیر اکوکاردیوگرافی قلب آزمودنی‌ها در مرکز کلینیک پزشکی با استفاده از دستگاه اکوکاردیوگرافی سه‌بعدی انجام شد. این فرایند قبل از شروع و در پایان ۸ هفته تمرینات دوباره انجام گرفت. در رابطه با محدودیت‌های تحقیق که روند اجرای کار را با دشواری همراه کرد عبارت بودند از پایش تمام فعالیت‌های بدنی غیرورزشی یا جسمانی خارج از برنامه تمرینی طراحی شده بود که تنها به جلسات تنوری و تذکرات قبل از شروع تحقیق بود که افراد با خودگزارشی از روند برنامه زندگی روزانه خود به محققان آگاهی می‌دادند. مورد دیگر نیز اکتفا به برنامه غذایی خودگزارش و فرم یادآمد خوراکی بود و به

گزارش تمامی آزمودنی‌ها نسبت به دریافت غذایی و در نظر گرفتن کالری دریافتی و ارزیابی آنها، محققان بسنده کردند.

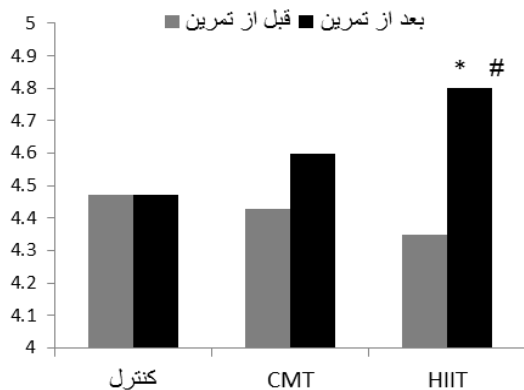
روش اجرای قرارداد تمرینی

تمامی گروه‌های تمرینی با مراحل تحقیق طی یک جلسه آشنا شدند و سپس با تکمیل رضایت‌نامه آگاهانه در تحقیق و انجام معاینات پزشکی برای صدور مجوز شرکت در فعالیت‌های بدنی، ابتدا در بازه‌ی زمانی یک هفته با نحوه اجرای تمرینات آشنا شدند. فرایند اجرای بیست جلسه تمرینات HIIT و CMT برای دو گروه با تعداد جلسات تمرینی دو تا سه جلسه در هفته در نظر گرفته شد. قرارداد تمرینی از هشت میکروسیکل تمرینی تشکیل شد که بار تمرین و کالری مصرفی به صورت هفتگی به‌طور پلکانی، افزایش پیوسته داشت. قبل از شروع برنامه تمرینی آزمودنی‌ها به مدت ۱۰ دقیقه با بار $1/4$ وات به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن گرم کردن را اجرا می‌کردند. بعد از انجام حرکات کششی به مدت پنج دقیقه، آزمودنی‌ها پروتکل تمرینی خود را مطابق برنامه تمرینی تناوبی و مداوم طراحی شده انجام می‌دادند. در شروع هفته اول تمرینات، باردهی تمرینات هوازی دوچرخه به سبک آستراند صورت گرفت. در گروه تمرینی HIIT بار مورد نظر برای اجرای ۳۰ ثانیه با شدت بالا برابر با $3/7$ وات به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن و بار مورد نظر در ریکاوری فعال بین هر وهله با شدت بالا برابر با $1/4$ وات به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن بود (۱۹). همچنین در گروه CMT نیز بار ثابت مورد نظر برابر با ۲ وات به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن بود (۱۹). پس از اتمام پروتکل تمامی آزمودنی‌ها به مدت ۵ تا ۱۰ دقیقه برنامه سرد کردن (با بار $1/4$ وات به ازای هر کیلوگرم از وزن بدن) داشتند (نمودار ۱).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

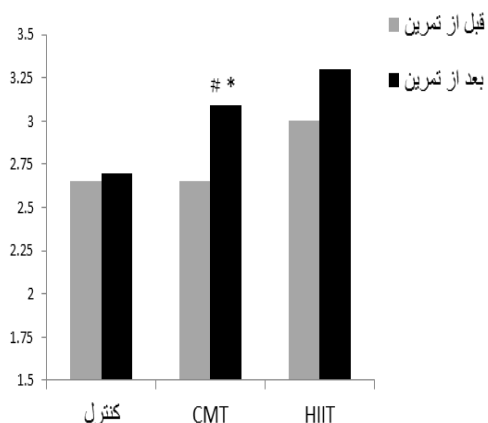
با اتمام پروتکل تمرینات پس از ۴۸ ساعت از آخرین جلسه تمرینی، آزمون اکوکاردیوگرافی پس‌آزمون اجرا شد. داده‌های به دست آمده پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون ویلک-

کنترل، افزایش معنی‌داری داشتند ($P=0/01$) (نمودار ۲). همچنین، مقادیر مربوط به قطر پایان سیستمی در گروه CMT در مقایسه با گروه HIIT افزایش معنی‌داری داشتند ($P=0/02$). با این حال، بین دو گروه HIIT و کنترل هیچ تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P>0/05$). با این حال در بررسی اندازه اثر گروه‌های تمرینی HIIT و CMT مشاهده شد که ۴۳ درصد از تغییرات واریانس مشاهده شده در افزایش مقادیر قطر پایان سیستمی ناشی از تمرینات CMT بوده است.



نمودار ۱. تغییرات میانگین قطر پایانی سیستمی (میلی‌متر) قبل و بعد از ۸ هفته تمرینات CMT و HIIT
* نشان‌دهنده افزایش معنی‌دار نسبت به مقادیر قبل از تمرین ($P<0/05$).

نشان‌دهنده افزایش معنی‌دار نسبت به گروه‌های CMT و کنترل



نمودار ۲. تغییرات میانگین قطر پایانی سیستمی (میلی‌متر) قبل و بعد از ۸ هفته تمرینات CMT و HIIT
* نشان‌دهنده افزایش معنی‌دار نسبت به مقادیر قبل از تمرین ($P<0/05$).

نشان‌دهنده افزایش معنی‌دار نسبت به گروه‌های CMT و کنترل

شاپیرو و محاسبه مقادیر اختلاف قبل و بعد از تمرین برای هر یک از متغیرها با استفاده از آزمون آماری تحلیل واریانس یک‌طرفه با سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و برای مقایسه زوجی مقادیر از آزمون بونفرونی استفاده شد و برای تعیین اندازه اثر هر یک از روش‌های تمرینی از آزمون تی‌زوجی استفاده شد.

نتایج

قطر پایان دیاستولی بطن چپ

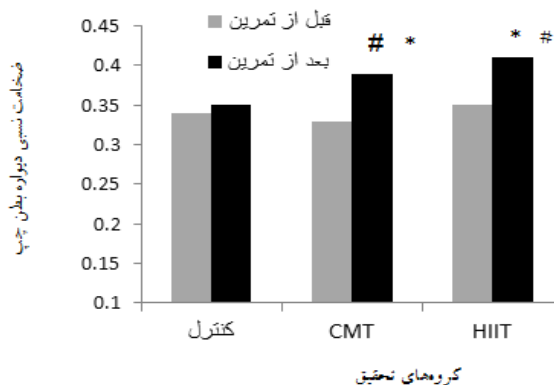
پس از بررسی همگنی واریانس‌ها ($P>0/05$) با استفاده از تحلیل واریانس یک‌طرفه، اختلاف مقادیر قطر پایان دیاستولی قبل و بعد از هشت هفته در بین گروه‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($F=5/45$, $P=0/01$) (نمودار ۱). آزمون بونفرونی برای مقایسه زوجی گروه‌های مورد مطالعه نشان داد که مقادیر مربوط به قطر پایان دیاستولی بطن چپ قبل و بعد از هشت هفته تمرینات در گروه HIIT نسبت به گروه کنترل، افزایش معنی‌داری داشتند ($P=0/03$). همچنین مقادیر مربوط به قطر پایان دیاستولی در گروه HIIT در مقایسه با گروه CMT افزایش معنی‌داری داشتند ($P=0/04$). با این حال در بررسی اندازه اثر گروه‌های تمرینی HIIT و CMT مشاهده شده که ۴۹ درصد از تغییرات واریانس مشاهده شده در افزایش مقادیر قطر پایان دیاستولی ناشی از تمرینات HIIT بوده است و ۳۱ درصد از تغییرات واریانس مشاهده شده در افزایش مقادیر قطر پایان دیاستولی ناشی از تمرینات CMT بوده است.

قطر پایان سیستولی بطن چپ

پس از بررسی همگنی واریانس‌ها ($P>0/05$) با استفاده از تحلیل واریانس یک‌طرفه، اختلاف مقادیر قطر پایان سیستولی قبل و بعد از هشت هفته در بین گروه‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($F=8/90$, $P=0/01$). آزمون بونفرونی برای مقایسه زوجی گروه‌های مورد مطالعه نشان داد که مقادیر مربوط به قطر پایان سیستولی بطن چپ قبل و بعد از هشت هفته طرح تحقیق در گروه CMT نسبت به گروه

ضخامت نسبی دیواره (RWT)

پس از بررسی همگنی واریانس‌ها ($P > 0.05$) با استفاده از تحلیل واریانس یک‌طرفه، اختلاف مقادیر ضخامت نسبی دیواره قبل و بعد از هشت هفته در بین گروه‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($F=4.54, P=0.04$). آزمون بونفرونی برای مقایسه زوجی گروه‌های مورد مطالعه نشان داد که مقادیر مربوط به ضخامت نسبی دیواره بطن چپ قبل و بعد از هشت هفته تمرینات در هر دو گروه HIIT و CMT نسبت به گروه کنترل، افزایش معنی‌داری داشتند ($P=0.03$ و $P=0.04$) (نمودار ۳). با این حال در بررسی اندازه اثر گروه‌های تمرینی HIIT و CMT مشاهده شد که ۳۶ و ۳۰ درصد از تغییرات واریانس مشاهده شده در افزایش مقادیر RWT به ترتیب ناشی از تمرینات HIIT و CMT بوده است.



نمودار ۳. تغییرات میانگین ضخامت نسبی دیواره بطن چپ قبل و بعد از ۸ هفته تمرینات HIIT و CMT

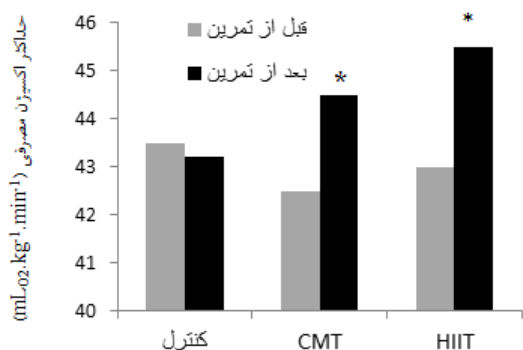
* نشان‌دهنده افزایش معنی‌دار نسبت به مقادیر قبل از تمرین ($P < 0.05$).

نشان‌دهنده افزایش معنی‌دار نسبت به گروه کنترل

حداکثر اکسیژن مصرفی

پس از بررسی همگنی واریانس‌ها ($P > 0.05$) با استفاده از تحلیل واریانس یک‌طرفه، اختلاف مقادیر حداکثر اکسیژن مصرفی قبل و بعد از هشت هفته در بین گروه‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($F=4.3, P=0.02$). آزمون بونفرونی برای مقایسه زوجی گروه‌های مورد مطالعه نشان داد که مقادیر مربوط به حداکثر اکسیژن مصرفی قبل و بعد از هشت هفته در گروه‌های مورد مطالعه در هر دو گروه HIIT و

CMT نسبت به گروه کنترل، افزایش معنی‌داری داشتند (به ترتیب $P=0.03$ و $P=0.04$) (نمودار ۴). همچنین لازم به ذکر است میزان درصد چربی بدن قبل و بعد از هشت هفته در گروه‌های مورد مطالعه در گروه HIIT نسبت به گروه کنترل کاهش معنی‌داری داشتند ($F=5.53, P=0.03$) (نمودار ۴). با این حال تفاوت معنی‌داری بین گروه HIIT و CMT در شاخص حداکثر اکسیژن مصرفی و درصد چربی مشاهده نشد ($P > 0.05$).



نمودار ۴. تغییرات حداکثر اکسیژن مصرفی قبل و

بعد از ۸ هفته تمرینات HIIT و CMT

* نشان‌دهنده افزایش معنی‌دار نسبت به مقادیر قبل از تمرین ($P < 0.05$).

جمع‌بندی نتایج

در این بخش جدول یک برای ارائه شمای کلی نتایج تمامی متغیرهای تحقیق قبل و بعد از ۸ هفته برنامه تمرینات مداوم و اینتروال بر روی افراد اجرا شد آمده است تا تمامی متغیرها بصورت جدول در کنار هم قابل مشاهده و تفسیر باشد (جدول ۱).

در جمع‌بندی نتایج تحقیق لازم به ذکر است که دو گروه HIIT و CMT در پاسخ به تمرینات ۸ هفته‌ای زمان‌بندی شده تغییرات متفاوتی را در شاخص‌های مورفولوژی بطن چپ از خود نشان دادند. قطر پایان دیاستولی در گروه HIIT افزایش معنی‌داری داشت؛ در حالی که قطر پایان سیستولی در گروه CMT افزایش معنی‌داری داشت. همچنین ضخامت نسبی دیواره بطن چپ (RWT) و توان هوازی هر دو گروه تمرینی افزایش معنی‌داری را نشان داد.

جدول ۱. داده‌های مربوط به متغیرهای قطر پایان دیاستولی، قطر پایان سیستولی، ضخامت نسبی دیواره بطن چپ در دو گروه تمرینی قبل و بعد از ۸ هفته تمرینات تناوبی با شدت بالا و مداوم با شدت متوسط

گروه متغیر	حداکثر اکسیژن مصرفی (mL/kg/min)		قطر پایان دیاستولی (میلی‌متر)		قطر پایان سیستولی (میلی‌متر)		ضخامت نسبی دیواره	
	قبل	بعد	قبل	بعد	قبل	بعد	قبل	بعد
CON	۴۳/۵±۲/۳	۴۳/۰۱±۲/۲	۴/۶±۰/۰۸	۴/۴۷±۰/۳۱	۲/۶۳±۰/۳	۲/۲±۰/۵۲	۰/۳۴±۰/۱	۰/۳۵±۰/۰۶
CMT	۴۲/۷±۱/۸	۴۴/۳±۲/۰۱	۴/۵±۰/۱۲	۴/۶۹±۰/۲۳	۲/۶۵±۰/۷	۳/۰۷±۰/۳۵	۰/۳۳±۰/۰۸	۰/۳۸±۰/۱
HIIT	۴۲/۸±۲/۲	۴۵/۷±۱/۷	۴/۵±۰/۱۱	۵/۰±۰/۲۳	۲/۹±۰/۳	۳/۲۸±۰/۱۷	۰/۳۵±۰/۱۲	۰/۴۱±۰/۲

* نشان‌دهنده افزایش معنی‌دار نسبت به مقادیر قبل از تمرین ($P < 0.05$).

بحث

دویدن بر روی تردمیل) و عدم برابری هزینه مصرف انرژی در هر دو تمرینات ایزوکالریک کردن تمرینات HIIT و CMT محدودیت‌های تحقیق قبلی بوده است؛ چرا که کنترل شدت تمرین در طول ۱۶ هفته تمرینات بایستی از لحاظ تعیین حداکثر اکسیژن مصرفی و ضربان قلب حداکثر برای اعمال صحیح فشار تمرین و باردهی آن آزمون مجدد گرفته شود. همچنین میزان شدت تمرینات بر اساس ضربان قلب حداکثر در تحقیق Michael Scharf و همکاران (۲۰) در مقایسه با تحقیق حاضر بالاتر بود. به نظر می‌رسد تفاوت در شدت تمرینات HIIT و نوع پروتکل همراه با طول دوره تمرینی (۱۸ هفته) منجر به تناقض در یافته‌های آنها با تحقیق حاضر باشند (۲۰).

همچنین در تحقیق Gibala و همکاران (۲۱) تأثیر ۶ هفته تمرینات CMT (۴۵ دقیقه رکاب زدن با ۶۰ درصد ضربان قلب حداکثر و برابر با بار ۱۵۰ وات) و HIIT (اجرای تست وینگیت برابر با بار ۵۰۰ وات) با ۳ جلسه در هفته بر روی دوچرخه ثابت مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده گردید که هر دو تمرینات موجب افزایش قطر داخلی بطن چپ در هر دو حالت سیستول و دیاستول همراه با هایپرتروفی بطن چپ (با افزایش RWT) شدند (۲۱). نتایج تحقیق Gibala و همکاران (۲۱) با نتایج تحقیق حاضر تنها در بخش افزایش قطر پایان دیاستولی در گروه HIIT و افزایش قطر پایان سیستولی در گروه CMT و افزایش RWT در هر دو گروه تمرینی در مقایسه با گروه کنترل همسو است؛ اگرچه در هر دو پروتکل تمرین در تحقیق آنها برابر سازی انرژی مصرفی رعایت نشد، اما بعد از

با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان این‌گونه چهارچوب تفسیر نتایج را ترسیم کرد که افزایش قطر پایان دیاستولی بطن چپ در گروه HIIT نسبت به گروه CMT نشان می‌دهد که بازگشت وریدی به قلب افزایش یافته است. افزایش بازگشت وریدی مطابق مکانیسم مربوط به قانون فرانک-استارلینگ منجر به افزایش کشش تارهای عضلانی بطن چپ و در نتیجه موجب افزایش قطر پایان دیاستولی بطن چپ می‌شود. در واقع، شدت‌های بالای فعالیت ممکن است در رگ‌زایی بیشتر نقش داشته باشند (۲۸). همچنین زمان پرشدگی اولیه بطن چپ در گروه HIIT می‌تواند افزایش یابد؛ چرا که زمان استراحت قلب به دلیل افزایش قطر پایان دیاستولی و کاهش ضربان استراحتی ناشی از تمرین می‌تواند افزایش یابد. در نهایت افزایش زمان استراحت قلب می‌تواند بار کاری میوکارد نیز کاهش دهد. می‌توان این رویکرد تمرینی HIIT را به عنوان نقش محافظتی در کاهش بار کاری میوکارد در افراد غیرفعال و یا افراد با عوامل خطر بیماری قلبی استفاده کرد. البته افزایش معنی‌دار قطر پایان دیاستولی و عدم افزایش معنی‌دار قطر پایان سیستولی در گروه تمرینات HIIT حائز اهمیت است؛ چرا که یافته حاضر با یافته تحقیق میشل شارف و همکاران^۱ (۲۰۱۵) در تناقض است. در تحقیق Michael Scharf و همکاران (۲۰) ۱۶ هفته تمرینات HIIT و CMT بر روی مردان غیر فعال موجب افزایش معنی‌دار هر دو شاخص‌های LVIDd و LVIDs شد. به نظر می‌رسد نوع پروتکل تمرینی در تحقیق Michael Scharf و همکاران (۲۰) (راه رفتن و

1. Michael Scharf

همسان‌سازی انرژی مصرفی نیز این تأثیر در هر دو تمرینات مشاهده شد (۲۱). همچنین در تحقیق Fernandes و همکاران (۲۲) مشاهده گردید که ۸ هفته تمرینات CMT و HIIT بر روی افراد سالم موجب افزایش قطر داخلی بطن چپ در هر دو حالت سیستول و دیاستول همراه با هایپرتروفی بطن چپ (افزایش RWT) می‌شود. این یافته با یافته‌های تحقیق حاضر همسو است. با تمرینات CMT تغییرات اصلی همودینامیکی از قبیل افزایش ضربان قلب و حجم ضربه‌ای که دو جزء مهم افزایش برونده قلب هستند، رخ می‌دهد. از سویی دیگر افزایش تأثیر پمپ عضله اسکلتی و کاهش مقاومت عروق محیطی موجب افزایش برگشت وریدی به قلب می‌شود. همچنین مکانیسم تأثیر هایپرتروفی از طریق گیرنده AT1 نیز یکی از مسیرهایی است که ممکن است توجیه‌کننده افزایش معنی‌دار قطر داخلی بطن چپ و ضخامت نسبی دیواره بطنی باشد. سیستم رنین-آنژیوتنسن موضعی از طریق افزایش بار همودینامیکی مانند آنچه در بالا توضیح داده شد، فعال می‌شود. لازم به توضیح است که سیستم رنین-آنژیوتنسن بعنوان یک تنظیم‌کننده قلبی عروقی تقریباً بطور گسترده شناخته شده است. در مسیر کلاسیک، سیستم رنین-آنژیوتنسن، آنژیوتنسن ۲ با باند شدن بر روی گیرنده‌های AT1 و AT2 بعنوان یک تنظیم‌کننده قوی حجم مایعات بدن، فشارخون و بازسازی قلبی عروقی عمل می‌کند. بسیاری از پاسخ‌های گیرنده AT1 به آنژیوتنسن ۲ از قبیل فعال‌سازی سیستم عصبی سمپاتیک و انقباض عروقی، افزایش ضربان قلب و در نتیجه افزایش نیروی انقباضی همراه با هایپرتروفی قلبی می‌تواند آسیب‌رسان باشد. در حالی که گیرنده AT2 با این رخدادها مقابله کرده و مکانیسم محافظتی را برای قلب فراهم می‌کند. به‌هرحال، در مطالعه Baarauna و همکاران (۲۳) نیز مشاهده شده است که مسدود کردن گیرنده AT1 و تمرینات CMT و HIIT موجب هایپرتروفی بطن چپ نمی‌شود. البته این مطالعه بر روی آزمودنی‌های غیرانسانی انجام شده است؛ بنابراین،

این توضیح در تفسیر نتایج به دست آمده ممکن است کمک‌کننده باشد که هایپرتروفی بطن چپ ناشی از عامل اولیه تقویت شاخص‌های همودینامیکی و فعال شدن مسیر رنین-آنژیوتنسن و فعال شدن گیرنده AT1 در نهایت باعث افزایش ضخامت نسبی دیواره شده و در نتیجه تأیید هایپرتروفی بطن چپ می‌شود (۲۰). همچنین نوع تمرینات نیز در افزایش هایپرتروفی و نوع هایپرتروفی بسیار مهم است (۲۱). بطور نمونه در تمرینات HIIT در مقایسه با تمرینات CMT میزان ضخامت نسبی دیواره و هایپرتروفی بطن چپ کمی بیشتر است. تعداد کم آزمودنی‌های در دسترس تحقیق حاضر ممکن است در عدم تشخیص معنی‌دار افزایش ضخامت نسبی دیواره بطنی بین دو گروه HIIT و CMT دخیل باشد.

در یک تحقیق گسترده دیگر توسط Christos و همکاران (۲۶) به مدت ۱۶ هفته تمرینات CMT (۳) جلسه در هفته و با شدت ۶۰ تا ۸۰ درصد ضربان قلب حداکثر) بر روی مردان غیر فعال و بدون بیماری زمینه‌ای قلبی مطالعه شد. در این مطالعه ارزیابی اکوکاردیوگرافی از قطر داخلی بطن چپ در پایان دیاستول و سیستول، توده بطن چپ و نمایه توده بطن چپ انجام گرفت. یافته‌های تحقیق آنها نشان داد که در مقایسه با گروه کنترل، افزایش معنی‌داری در مقادیر ضخامت نسبی دیواره، قطر داخلی بطن چپ در دیاستول و سیستول در گروه CMT مشاهده شد. یافته‌های این تحقیق با یافته‌های تحقیق حاضر در گروه CMT به غیر از قطر داخلی در پایان دیاستول همسو است. در تحقیق حاضر تمرینات CMT موجب افزایش معنی‌دار قطر پایان دیاستولی نشد.

در رابطه با افزایش میزان هایپرتروفی بطن چپ با توجه به آنچه گذشت، به نظر می‌رسد که هرچه قدر بار تمرینی و شدت تمرین در برنامه‌های تمرینی HIIT و یا شدت متوسط در تمرین CMT با شرط دوره تمرینی بیشتر از ۱۲ هفته بیشتر باشد، بهتر خواهد توانست در بروز تغییرات محافظتی نظیر افزایش قطر داخلی بطن چپ و ضخامت آن همراه با ضخامت

نسبی دیواره (شاخص مهم در تفسیر هایپرتروفی اکستریک قلب) مؤثر باشد (۲۰-۱۹). البته از نگاهی دیگر نیز می‌توان هایپرتروفی بطن چپ را توصیف کرد؛ بدین طریق که میزان ضخامت نسبی کمتر از ۰/۴۲ در کنار افزایش نمایه توده بطن چپ بیشتر از ۱۱۵ gm/m² به معنی هایپرتروفی ورزشی و افزایش میزان ضخامت نسبی بیشتر از ۰/۴۲ در کنار افزایش نمایه توده بطن چپ بیشتر از ۱۱۵ gm/m² نشانگر هایپرتروفی مرضی بطن چپ تلقی می‌شود. با توجه به نتایج به دست آمده میزان ضخامت نسبی در گروه HIIT و CMT نسبت به مقادیر قبل از شروع تمرینات افزایش پیدا کرده است؛ اما این افزایش در گروه HIIT بیشتر بوده است (از میزان ۰/۳۵ به ۰/۴۱ رسیده است). این مقدار برای تأیید هایپرتروفی اکستریک همزمان با نمایه توده بطن چپ تا ۸۰ گرم بر متر مربع کافی نیست؛ اما می‌توان گفت که این تمرینات HIIT برای اعمال تغییرات هایپرتروفی اکستریک قلبی بدون عارضه ممکن است مطلوب باشد. این تفسیر هم‌راستا با تفسیر به دست آمده از تحقیق مروری Amanda و همکاران (۲۷) در مورد تأثیر تمرینات HIIT در مقایسه با تمرینات CMT بر ساختار و مورفولوژی قلبی است. در مطالعه Baranua و همکاران (۲۳) نیز مشاهده شده است که مسدود کردن گیرنده AT1 و تمرینات CMT و HIIT موجب هایپرتروفی بطن چپ نشده است (۲۳).

نتیجه‌گیری

در تحقیق حاضر می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری کرد که تمرینات HIIT در مقایسه با تمرینات CMT ممکن است در بهبود آمادگی سیستم قلبی عروقی و هایپرتروفی بطن چپ بدون عارضه بالینی تأثیر بیشتری داشته باشد. به هر حال برای نتیجه آشکارتر به نظر می‌رسد که مدت‌زمان انتظار برای بروز میزان

هایپرتروفی مشخص در بطن چپ بیش از دوره ۸ هفته باشد؛ چرا که برای آشکارسازی تغییرات ساختاری در ضخامت دیواره قلبی و به راه اندازی سیگنالینگ مربوط به فرایندهای تمامی سطوح رونویسی، ترجمه و تبدیل به پروتئین‌های ساختاری با حفظ بار کاری منظم و پیشرونده ممکن است حداقل به زمانی بیش از زمان ۸ هفته نیاز باشد. از سویی دیگر، تمرینات HIIT به لحاظ توالی‌های شدت بالا و شدت پایین، می‌تواند به عنوان نقش محافظتی در کاهش بار کاری میوکارد داشته باشد چرا که در این‌گونه تمرینات افزایش قطر پایان دیاستولی به نظر آشکارتر از نوع دیگران یعنی تمرینات CMT است. همچنین، در نتیجه افزایش قطر پایان دیاستولی، افزایش زمان استراحت و افزایش بازگشت وریدی کامل‌تر و بهتر صورت می‌گیرد. در نتیجه تجویز تمرینات HIIT به نظر می‌رسد برای افراد غیرفعال هم از لحاظ تنوع تمرینی، هم از لحاظ مدیریت زمان تمرین و هم پیشرفت سریع در بهبودی عملکرد سیستم قلبی عروقی گزینه مناسبی باشد.

قدردانی: به منظور انجام و تکمیل این مقاله، از اساتید محترم آقایان دکتر نیکوخصلت و دکتر امیر ساسان به همراه خانم دکتر سلیمانی که در بخش اکوکاردیوگرافی و تفسیر ارزیابی‌های ایشان زحمات زیادی متحمل شدند، تشکر و قدردانی می‌شود.

ملاحظات اخلاقی: این پژوهش دارای کد اخلاق IR.BMSU.REC.1398.002 است.

منابع مالی: ندارد

منافع متقابل: مؤلفان و نویسنده مسئول اظهار می‌دارند که منافع متقابلی از تألیف و یا انتشار این مقاله ندارند.

مشارکت مؤلفان: م ا و همکاران، طراحی، اجرا و تحلیل نتایج را برعهده داشتند. همچنین ایشان مقاله نهایی را خوانده و تأیید نهایی کرده‌اند.

منابع

1. Naclerio F, Larumbe-Zabala E, Larrosa M, Centeno A, Esteve-Lanao J, Moreno-Perez D. Intake of animal protein blend plus carbohydrate improves body composition with no impact on performance in endurance athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism* 2018; 18(00):1-7.
2. Mijwel S, Backman M, Bolam KA, Jervaeus A, Sundberg CJ, Margolin S, Browall M, Rundqvist H, Wengström Y. Adding high-intensity interval training to conventional training modalities: optimizing health-related outcomes during chemotherapy for breast cancer: the OptiTrain randomized controlled trial. *Breast Cancer Research and Treatment* 2018; 168(1):79-93.

3. Weston M, Weston KL, Prentis JM, Snowden CP. High-intensity interval training (HIT) for effective and time-efficient pre-surgical exercise interventions. *Perioperative Medicine* 2016;5(1):2.
4. Jacobs RA, Flück D, Bonne TC, Bürgi S, Christensen PM, Toigo M, Lundby C. Improvements in exercise performance with high-intensity interval training coincide with an increase in skeletal muscle mitochondrial content and function. *Journal of Applied Physiology* 2013;115(6):785-93.
5. Milanović Z, Sporiš G, Weston M. Effectiveness of high-intensity interval training (HIT) and continuous endurance training for VO₂max improvements: a systematic review and meta-analysis of controlled trials. *Sports Medicine* 2015;45(10):1469-81.
6. Levine BD, Lane LD, Buckey JC, Friedman DB, Blomqvist CG. Left ventricular pressure-volume and Frank-Starling relations in endurance athletes. Implications for orthostatic tolerance and exercise performance. *Circulation* 1991;84(3):1016-23.
7. Moon RE, Martina SD, Peacher DF, Kraus WE. Deaths in triathletes: immersion pulmonary oedema as a possible cause. *British Association of Sport & Exercise Medicine Journal* 2016;2(1):e000146.
8. Goodman JM, Liu PP, Green HJ. Left ventricular adaptations following short-term endurance training. *Journal of Applied Physiology* 2005;98(2):454-60.
9. Ginzton LE, Conant R, Brizendine M, Laks MM. Effect of long-term high intensity aerobic training on left ventricular volume during maximal upright exercise. *Journal of the American College of Cardiology* 1989;14(2):364-71.
10. Gibala MJ. High-intensity interval training: a time-efficient strategy for health promotion? *Current Sports Medicine Reports* 2007;6(4):211-3.
11. Haram PM, Kemi OJ, Lee SJ, Bendheim MØ, Al-Share QY, Waldum HL, et al. Aerobic interval training vs. continuous moderate exercise in the metabolic syndrome of rats artificially selected for low aerobic capacity. *Cardiovascular Research* 2008;81(4):723-32.
12. Warburton DE, McKenzie DC, Haykowsky MJ, Taylor A, Shoemaker P, Ignaszewski AP, Chan SY. Effectiveness of high-intensity interval training for the rehabilitation of patients with coronary artery disease. *The American Journal of Cardiology* 2005;95(9):1080-4.
13. Tew GA, Leighton D, Carpenter R, Anderson S, Langmead L, Ramage J, et al. High-intensity interval training and moderate-intensity continuous training in adults with Crohn's disease: a pilot randomised controlled trial. *BMC gastroenterology* 2019;19(1):19.
14. Trachsel LD, Ryffel CP, De Marchi S, Seiler C, Brugger N, Eser P, Wilhelm M. Exercise-induced cardiac remodeling in non-elite endurance athletes: Comparison of 2-tiered and 4-tiered classification of left ventricular hypertrophy. *PloS One* 2018; 13(2):e0193203.
15. Green HJ, Jones LL, Painter DC. Effects of short-term training on cardiac function during prolonged exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1990;22(4):488-93.
16. Harris SK, Petrella RJ, Overend TJ, Paterson DH, Cunningham DA. Short-term training effects on left ventricular diastolic function and oxygen uptake in older and younger men. *Clinical Journal of Sport Medicine* 2003;13(4):245-51.
17. Brandao MU, Wajngarten M, Rondon E, Giorgi MC, Hironaka F, Negrao CE. Left ventricular function during dynamic exercise in untrained and moderately trained subjects. *Journal of Applied Physiology* 1993;75(5):1989-95.
18. Lennon OC, Denis RS, Grace N, Blake C. Feasibility, criterion validity and retest reliability of exercise testing using the Astrand-rhyming test protocol with an adaptive ergometer in stroke patients. *Disability and Rehabilitation* 2012;34(14):1149-56.
19. Scharf M, Schmid A, Kemmler W, von Stengel S, May MS, Wuest W, Achenbach S, Uder M, Lell MM. Myocardial adaptation to high-intensity (interval) training in previously untrained men with a longitudinal cardiovascular magnetic resonance imaging study (Running Study and Heart Trial). *Circulation: Cardiovascular Imaging* 2015;8(4):e002566.
20. Gibala MJ, Little JP, MacDonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *The Journal of Physiology* 2012;590(5):1077-84.
21. Fernandes T, Soci UP, Oliveira EM. Eccentric and concentric cardiac hypertrophy induced by exercise training: microRNAs and molecular determinants. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 2011;44(9):836-47.
22. Barauna VG, Magalhaes FC, Krieger JE, Oliveira EM. AT1 receptor participates in the cardiac hypertrophy induced by resistance training in rats. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 2008;295(2):R381-7.
23. Helle-Valle T, Crosby J, Edvardsen T, Lyseggen E, Amundsen BH, Smith HJ, Rosen BD, Lima JA, Torp H, Ihlen H, Smiseth OA. New noninvasive method for assessment of left ventricular rotation: speckle tracking echocardiography. *Circulation* 2005;112(20):3149-56.
24. Pislaru C, Abraham TP, Belohlavek M. Strain and strain rate echocardiography. *Current Opinion in Cardiology* 2002;17(5):443-54.
25. Pitsavos C, Chrysohoou C, Koutroumbi M, Aggeli C, Kourlaba G, Panagiotakos D, Michaelides A, Stefanadis C. The impact of moderate aerobic physical training on left ventricular mass, exercise capacity and blood pressure response during treadmill testing in borderline and mildly hypertensive males. *Hellenic Journal of Cardiology* 2011;52(1):6-14.
26. Hannan AL, Hing W, Simas V, Climstein M, Coombes JS, Jayasinghe R, et al. High-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training within cardiac rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Open Access Journal of Sports Medicine* 2018 ;9:1-17
27. Mehri Alvar Y, Gaeeni AA, Ramezani AR, Golab F, Gheiratmand R, Barati M. The effect of eight weeks of high-intensity interval training on gene expression of angiogenesis factors in ischemic rats. *Journal of Zanjan University of Medical Sciences and Health Services* 2018;26(116):20-34.

Effect of 8-week HIIT and CMT on end-systolic, end-diastolic, relative wall thickness of left ventricle, and aerobic power among sedentary men

Mahmoud Ahmadzadeh^{1*}, Saeed Niloukheslat¹, Ramin Amirsasan¹, Hosein Shirvani²

1. Exercise Physiology Department, Sport Science Faculty, University of Tabriz, Tabriz, Iran
2. Exercise Physiology Research Center, Baghiyatallah Medical University, Tehran, Iran

* Corresponding author e-mail: drmahmoud.ahmadzadeh@gmail.com

Abstract

Background and Objective: Recently, high intensity interval training (HIIT) and continuous moderate training (CMT) have been of interest in fields of exercise physiology and cardiovascular health. The aim of the present study was to compare the effect of 8-week HIIT and CMT on left ventricular end diastolic diameter (LVEDd) and end systolic diameter (LVEDs), and ventricular relative wall thickness (RWT) and aerobic power among inactive men.

Materials and Methods: For this purpose, 21 sedentary men (78.6 ± 2.1 kg, height: 175.5 ± 1.8 cm, age: 25 ± 1.21 years) participated in this study. Subjects were divided into control (CON), HIIT and CMT groups. CMT (constant load was 2 watts.kg^{-1}) and HIIT (30 seconds with a load of $3.6 \text{ watts.kg}^{-1}$ body weight and 120 seconds with $1.4 \text{ watts.kg}^{-1}$ body weight) performed isocaloric training protocols for 8 weeks (on stationary bike). Echocardiography and $\text{Vo}_{2\text{max}}$ tests were performed before and after protocols. Collected data were analyzed after normality examination (Wilk-Shapiro). One-way ANOVA was used for further analysis.

Results: Our findings showed that LVEDd in HIIT significantly increases when compared with CON ($P = 0.03$) after training. LVEDs in CMT significantly increased when compared with HIIT ($P = 0.04$) and CON ($P = 0.02$). RWT in both HIIT and CMT was significantly higher than CON ($P = 0.03$ and $P = 0.04$, respectively). $\text{Vo}_{2\text{max}}$ in both groups significantly increased when compared with CON ($P = 0.03$ and $P = 0.04$, respectively).

Conclusion: It is suggested that HIIT may play protective role in decreasing myocardial workload through increasing LVEDd and venous return in inactive men.

Keywords: High intensity interval training, Continuous moderate training, End diastolic diameter, End systolic diameter, Echocardiography