مجله دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد
سال ۶۴، شماره ۳
مرداد-شهریور ۱۴۰۰، صفحه ۳۱۰۲-۳۰۹۲

www.mums.ac.ir
Medical Journal of Mashhad
University of Medical Sciences
Vol. 64, No.3 P: 3092-3102
Jul-Sep 2021

مقاله اصلی

نقش ترتیب تمرین در افزایش مزایای تمرین ترکیبی (مقاومتی و هوازی) بر سختی شریانی مردان جوان مبتلا به فشار خون

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۱۸- تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۸/۱۰

فرهاد رحیمی[۱]
سعید کشاورز*[۲]
جمشید بنایی[۳]
مهناز مروی اصفهانی[۴]
۱ دانشجوی دکتری، مرکز تحقیقات طب ورزشی، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران
۲ استادیار، مرکز تحقیقات طب ورزشی، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران (نویسنده مسئول)
۳ استادیار، مرکز تحقیقات طب ورزشی، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران
۴ استادیار، مرکز تحقیقات طب ورزشی، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

Email:
keshavarz1357@gmail.com

خلاصه

مقدمه: تمرینات هوازی و مقاومتی دارای اثرات متفاوتی بر شاخصه‌های سیستم قلبی عروقی هستند.هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر ترتیب انجام تمرین ترکیبی بر سختی شریانی مردان جوان می‌باشد.

روش کار: بیست شرکت کننده مرد با سطح پیش فشارخونی در دامنه سنی ۴۵-۳۰ سال به صورت در دسترس در ۳ گروه کنترل (Cl; n=۵) ، ترکیبی هوازی-مقاومتی (ART; n=۷) و ترکیبی مقاومتی-هوازی(RAT; n=۸) به انجام ۸ هفته پروتکل تمرین ترکیبی پرداختند. بخش هوازی تمرین شامل ۲۰ دقیقه فعالیت بر روی تردمیل یا دوچرخه کارسنج با شدت۸۹-۶۰ ٪ ضربان قلب ذخیره (HRR) و بخش مقاومتی شامل کار با وزنه با ۸۴-۷۰ ٪ یک تکرار بیشینه (1RM) بود. سختی شریانی با استفاده از شاخص ضربان موج-نبض (PWV) اندازه گیری شد. مقایسه‌های آماری با استفاده از آزمونهای t همبسته و آنالیز کوواریانس انجام شد.

نتایج: نتایج درون گروهی نشان داد تمرین در هر دو گروه تجربی باعث کاهش معنادار در سختی شریانی شد اما در مقایسه بین گروه ها تنها توالی RT اختلاف معناداری با دو گروه کنترل (P=۰/۰۰۸) و AR (P=۰/۱۳۷) داشت و تفاوت ها بین دو گروه CL و AR (P=۰/۳۳۰) غیرمعنادار بود.

نتیجه‌گیری: پیشنهاد می‌شود تمرین ترکیبی با توالی مقاومتی-هوازی انجام شود تا افراد از مزایای مربوط به کاهش خطرات بیماری قلبی عروقی بهره ببرند.

کلمات کلیدی: تمرین ترکیبی، سختی شریان، ترتیب تمرین، شاخص‌های همودینامیکی، فعالیت بدنی

مقدمه

سختی شریانی یکی از شاخص‌های سیستم قلب و عروق است که به طور مستقل با مرگ و میرهای ناشی از رخدادهای قلبی عروقی رابطه دارد (۱). پژوهش ها در دهه اخیر نشان می‌دهند که رابطه بین فشار خون و سختی شریانی می‌تواند دوطرفه باشد (۲) و سختی آئورتیک به جای اینکه در نتیجه فشار خون باشد می‌تواند مقدم بر آن باشد (۳). انحطاط فیبرهای الاستین و افزایش رسوب کلاژن به عنوان مکانیسم هایی شناخته می‌شوند که همراه با افزایش سن منجر به سختی شریانی و فشار خون بالا می‌شوند (۴). علاوه بر این در برخی مطالعات عنوان می‌کنند که با حذف فاکتورهای مداخله گر، اختلال عملکرد اندوتلیال و سیتوکین‌های پیش التهابیِ افزایش یافته در افراد با سطح پیش فشار خونی بالا و پرفشار خون ممکن است باعث افزایش سختی شریانی از طریق کاهش فراهم زیستی اکسید نیتریک و همچنین افزایش تولید اندوتلیال-۱ و تحریک تکثیر و ازدیاد سلولهای صاف عروقی شود (۵, ۶).

دو راهبرد کلی در مورد پیشگیری و درمان مخاطرات قلبی عروقی وجود دارد. یکی تغییر شیوه زندگی از یک شیوه غیرفعال به زندگی فعال و دوم مداخلات دارویی. امروزه تمرینات ورزشی به عنوان جزء جدایی ناپذیر مدیریت مشکلات مربوط به بیماریهای قلبی و عروقی بویژه به عنوان یک راهبرد کارآمد و مقرون به صرفه است. تمرینات منظم ورزشی به عنوان عاملی جهت کاهش سختی شریانی محیطی و مرکزی در افراد دارای فشار خون طبیعی شناخته می‌شود (۹-۷) و تقریبا تمامی‌دستورالعمل‌های موجود درباره مدیریت کنترل این بیماریها، تمرینات جسمانی منظم به ویژه تمرینات هوازی را به عنوان یک راهکار موثر پیشنهاد می‌دهند (۱۰). مکانیسم‌های زیادی ممکن است در این زمینه دخیل باشند که می‌توان به بازسازی عروقی، بهبود عملکرد اندوتلیال و کاهش تونوس سمپاتیک و سیتوکین‌های پیش التهابی اشاره کرد (۹, ۱۱, ۱۲). البته بیشتر مطالعات انجام شده در این رابطه مربوط به تمرینات هوازی و یا استقامتی بوده و نتایج اغلب آنها حاکی از مزایای مثبت این نوع تمرین بر شاخصه‌های مورد مطالعه می‌باشد (۱۳, ۱۴). با اینحال اخیرا توجهات به سمت دیگر انواع تمرینات جسمانی یعنی تمرینات مقاومتی و همچنین ترکیبی نیز جلب شده است. تمرینات مقاومتی، به دلیل جذابیت‌های آن به ویژه در نسل جوانتر با استقبال زیادی روبرو است. اما نتایج متناقض در باره اثرات مثبت و منفی آن بر فاکتورهای قلبی عروقی باعث شده تا این تمرینات بویژه در افراد با مخاطرات قلبی عروقی با احتیاط بیشتری بکار رود. مطالعه اخیر ما نشان داد تمرینات مقاومتی چه با شدت کم و چه با شدت زیاد بر هیچ یک از متغیرهای مورد مطالعه اعم از فشار خون و سختی شریانی اثر معناداری نداشت (۱۵) اما در طرف مقابل مطالعات زیادی نشان داده اند که تمرینات مقاومتی افزایش سختی شریان در شرکت کنندگان را در پی خواهد داشت (۱۸-۱۶).

ادبیات پژوهشی در مورد تمرینات ترکیبی اندکی متفاوت است. تمرینات ترکیبی شیوه ای از تمرین است که به دلیل دارا بودن جذابیت‌های هر دو شیوه تمرین هوازی و قدرتی در سالهای اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است. علیرغم برخی شبهات، مطالعات مختلف در این زمینه نتایج امیدوار کننده ای از پیامدهای مثبت این نوع تمرین در مورد مخاطرات قلبی عروقی ارایه کرده اند(۱۹). تا جایی که می‌دانیم تعداد اندکی مطالعه به بررسی اثر ترتیب تمرین ترکیبی بر سختی شریان پرداخته اند. در مطالعه کاوانو و همکاران (۲۰۰۶) که در افراد جوان و سالم انجام شد نشان داده شد که ۳۰ دقیقه تمرین هوازی بعد از تمرین مقاومتی، از سختی شریان کاروتید که در پی تمرین مقاومتی پدید می‌آید جلوگیری می‌کند (۲۰). مطالعه شیوتسو و همکاران (۲۰۱۸) نیز که بر روی افراد سالمند انجام شده نشان داد که انجام بخش هوازی تمرین پس از تمرین مقاومتی می‌تواند مزایایی در کاهش سختی شریان افراد سالمند داشته باشد (۲۱). با اینحال بخش عمده مطالعات انجام شده بر روی تمرینات ترکیبی مشخص نکرده است که ترتیب اجرای آن به چه صورت بوده و اثر ترتیب (مقاومتی-هوازی و یا هوازی-مقاومتی) در این مطالعات ناشناخته باقی مانده است. بنابراین هدف از انجام مطالعه حاضر بررسی اثر ترتیب تمرینات ترکیبی بر شاخص سختی شریانی بود.

روش کار

مطالعه کاربردی حاضر از انواع پژوهش‌های نیمه تجربی با روش پیش آزمون – پس آزمون و با در نظر گرفتن یک گروه کنترل بود. جامعه آماری مورد مطالعه را مردان در دامنه سنی ۳۰-۴۵ سال شهر اصفهان که در مرحله پیش فشار خونی بودند را شامل شد. در این پژوهش، با توجه به محدودیت‌های موجود اجرای پروتکل در شرایط پاندمی‌بیماری کووید-۱۹ و لزوم رعایت پروتکل‌های بهداشتی در حین تمرینات و حضور حداقلی افراد در یک جلسه تمرین، تعداد محدودتری از نمونه مطالعاتی به صورت در دسترس در نظر گرفته شد. در ابتدا ۳۰ نفر از افراد معرفی شده از مراکز تخصصی فشار خون (با همکاری یک متخصص قلب و عروق و دو متخصص نفرولوژی) پس از غربالگری اولیه شامل دریافت شرح حال و پرسشنامه‌های مرتبط با فعالیت جسمانی (Par-q)، سابقه بیماریهای زمینه ای، مصرف دخانیات و ... مورد بررسی قرار گرفته و از این تعداد ۲۲ نفر معیارهای ورود به پژوهش از جمله تمایل به شرکت در این پژوهش را داشتند. با اینحال پس از اجرای پروتکل تمرینی نیز تعداد ۲ شرکت کننده به دلیل الزام در مصرف دارو به صلاحدید پزشک (۱ نفر از گروه کنترل) و عدم شرکت در جلسات تمرین – بیش از ۳ جلسه (۱ نفر از گروه ART) از مطالعه کنار گذاشته شدند و بدین ترتیب شرکت کنندگان با جایگزینی تصادفی در ۳ گروه: کنترل (CL) (۵ نفر)، هوازی-مقاومتی (ART) (۷ نفر) و مقاومتی-هوازی(RAT) (۸ نفر) مشارکت داشتند. معیارهای ورود به این پژوهش عبارت بود از مردان غیرورزشکار (بدون تمرین ورزشی منظم برای حداقل ۱ سال گذشته) در دامنه سنی ۴۵-۳۰ سال در مرحله پیش فشار خونی (با فشار خون در حال استراحت متوسط ۱۳۹-۱۲۰ سیستولیک و ۸۹-۸۰ دیاستولیک میلی متر جیوه) و بدون داشتن بیماریهای زمینه‌ای دیگر (که فعالیت ورزشی را با محدودیت مواجه کند و یا باعث اختلال در یافته‌های تحقیق شود). منظور از تمرین منظم در افراد شرکت کننده، تمرینات ۲ جلسه یا بیشتر و با شدتی بیش از پیاده روی (بالاتر از ۵۷٪ ضربان قلب ذخیره) بود. همچنین هیچیک از شرکت کنندگان سابقه مصرف سیگار نداشته و شاخص توده بدنی آنها بالاتر از ۲۵ (اضافه وزن و چاق) نبود.

ابزار اندازه گیری شامل موارد زیر بود.

پرسشنامه جمعیت شناختی: اطلاعات فردی (شامل سن، سابقه بیماری خانوادگی، مصرف دارو و ....) شرکت کنندگان در پژوهش به منظور غربالگری و رعایت معیارهای ورودی پژوهش دریافت شد. این پرسشنامه توسط خود فرد تکمیل و توسط محقق بررسی شد. پرسشنامه سلامت فعالیت بدنی (Par-q): این پرسشنامه حاوی سوالاتی است که مشخص می‌کند آیا فرد توانایی لازم جهت شرکت در فعالیت‌های جسمانی را دارد یا خیر. دستگاه اندازه گیری فشار خون Omron (x3) UK: این دستگاه ساخت کشور انگلستان است که یک دستگاه استاندارد و خودکار با استفاده آسان جهت سنجش فشار خون قلمداد می‌شود. دستگاه اسفیگوموکور: یکی از دستگاه‌های رایج جهت اندازه گیری سختی شریانی است که می‌تواند به صورت همزمان فشار خون و سختی شریانی را گزارش کند. این اندازه گیری‌ها می‌تواند در چند منطقه از بدن اندازه گرفته شود که در این پژوهش سرعت موج نبض کاروتید – فمورال۱(cf-PWV) که یک روش غیرتهاجمی‌و پایا است استفاده شد (۲۲). دستگاه ضربان سنج مچی بیورر: مدل PM 80 این دستگاه حداکثر و میانگین ضربان قلب را در طی فعالیت روزانه و حین ورزش اندازه‌گیری می‌کند. نوع اندازه‌گیری ضربان قلب از طریق این مدل به‌صورتECG۲ (ثبت فعالیت قلب از طریق ارزیابی ولتاژ خروجی) است.

در ابتدا پس از معرفی افراد واجد شرایط جهت مشارکت در پژوهش و پس از غربالگری اولیه (شامل دریافت پرسشنامه‌های مربوط)، یک جلسه آشنایی شرکت کنندگان پیرامون اهداف و فرایند اجرای آن با حضور محققین، تمامی‌موارد خواسته شده و شرایط پروتکل اجرایی توضیح داده شد و رضایت نامه کتبی دریافت شد. سپس در یک جلسه دیگر با حضور یک کاربر آموزش دیده اندازه‌گیریهای مربوط به قد، وزن و همینطور پیش آزمون فشار خون و سختی شریانی به عمل آمد. برای انجام

[1] - carotid-femoral pulse wave velocity
[2] - electrocardiogram

اندازه گیریهای سختی شریانی و فشار خون هر شرکت کننده ۱۵ دقیقه استراحت به صورت درازکش داشت و از آنها خواسته شده بود حداقل ۱۲ ساعت قبل از پیش آزمون از مصرف چای و کافئین خودداری کنند. همچنین میزان خواب کافی (حداقل ۸ ساعت در شب پیش از پیش آزمون) داشته باشند. پس از اندازه‌گیریهای اولیه، شرکت کنندگان در ۳ گروه: کنترل، ترکیبی ART (هوازی-مقاومتی) و ترکیبی RAT (مقاومتی-هوازی) قرار داده شدند و در یک جلسه اختصاصی برای هر گروه موارد لازم در مورد اجرای پروتکل تمرینی شامل اصول صحیح اجرای تمرینات مربوطه به آنها آموزش داده شد و در انتها یک جلسه تمرین سبک به منظور آشنایی بیشتر صورت پذیرفت. سپس تمرینات به مدت ۸ هفته ادامه یافت که در این بین ۲ مربی (۱ مربی به ازای هر گروه تجربی) به صورت اختصاصی تمرینات را زیر نظر گرفتند. در پایان و یک روز پس از آخرین جلسه تمرین و در شرایطی شبیه به پیش آزمون اندازه گیریهای مجدد انجام شد. پروتکل‌های تمرینی هر گروه به صورت زیر بود: در گروه RAT: گرم کردن ۱۰ دقیقه‌ای شامل حرکات کششی و دویدن نرم و آهسته با شدت < ۳۵ ٪ VO2max + انجام حرکات در ۸ ایستگاه شامل حرکات: پرس پا نشسته، پرس سینه دستگاه نشسته، پشت پا خوابیده، زیربغل سیمکش، پرس سرشانه دستگاه، جلو بازو سیمکش و پشت بازو سیمکش. در این نوع تمرین با استفاده از شاخص یک تکرار بیشینه (1RM) شدت تمرینات ۸۴-۷۰ ٪ یک تکرار بیشینه (1RM)، ۲ ست و ۶ تکرار با یک دقیقه استراحت بین هر ست در نظر گرفته شد (۲۳, ۲۴) (گاربر و همکاران، ۲۰۱۱ و جورگ و همکاران، ۲۰۱۱). سپس ۲۰ دقیقه دویدن بر روی تردمیل و یا دوچرخه کارسنج با شدت ۸۹-۶۰ ٪ ضربان قلب ذخیره + ۱۰ دقیقه مرحله بازگشت به حالت اولیه (۲۳). در گروه ART نیز همین پروتکل (با حجم و شدت تمرین) مشابه لحاظ شد با این تفاوت که پس از گرم کردن ابتدایی تمرین هوازی انجام شد و سپس شرکت کنندگان به تمرین مقاومتی پرداختند. در هر دو گروه در ۴ هفته اول تمرین حد پایینی شدت‌ها اجرا شد و از ابتدای هفته پنجم شدت تمرین با توجه به توانایی هر شرکت کننده نهایتا تا حد بالایی آن ارتقا یافت. به طور مثال شدت تمرین هوازی در چهار هفته اول تمرین ۶۰ ٪ و در چهار هفته دوم تا ۸۹ ٪ HRR لحاظ شد (۲۳, ۲۴).

در تحلیل داده‌های آزمون از هر دو آمار استنباطی و توصیفی استفاده شد. برای رسم جداول و نمودارها از آمار توصیفی استفاده شد. در آمار استنباطی ابتدا با استفاده از آزمون شاپیروویلک پیش فرض‌های نرمال بودن داده‌ها بررسی و سپس با آزمون لوین همگنی واریانس داده ها بررسی شد. جهت مقایسه درون گروهی از آزمون تی همبسته و جهت مقایسه اختلافات بین گروه‌ها از تحلیل کوواریانس یک راهه (Ancova) با در نظر گرفتن مقادیر پیش آزمون متغیر سختی شریانی به عنوان متغیر همپراش به منظور از بین بردن اختلافات احتمالی در پیش آزمون استفاده شد. برای تمامی‌آنالیزهای آماری سطح معناداری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد و محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام گرفت.

نتایج

در ابتدا و در جدول شماره ۱ آمار توصیفی مربوط به اندازه گیری متغیرهای پژوهش در دو نوبت پیش و پس آزمون ارایه شده است.

جدول۱ -مقادیر (میانگین ±انحراف استاندارد) مربوط به پیش آزمون و پس آزمون متغیرهای پژوهش

نمایه	گروه کنترل (n= ۵)	گروه ART (n= ۸)	گروه RAT (n= ۷)

فشار خون دیاستولیک	پیش آزمون	۸۵/۸±۴/۴	۸۱/۲±۳/۶	۸۰/۴±۳/۶
(میلی متر جیوه)	پس آزمون	۸۴/۰±۳/۱	۸۱/۷±۳/۰	۸۲/۲±۲/۴
فشار خون سیستولیک	پیش آزمون	۱۳۲/۴±۵/۳	۱۳۶/۷±۳/۰	۱۳۶/۰±۲/۸
(میلی متر جیوه)	پس آزمون	۱۳۳/۰±۵/۳	۱۳۲/۹±۴/۰	۱۲۸/۷±۲/۳
فشار خون میانگین	پیش آزمون	۱۰۱/۳±۴/۱	۹۹/۳±۳/۱	۹۸/۱±۲/۳
(میلی متر جیوه)	پس آزمون	۱۰۰/۳±۲/۸	۹۴/۰±۳/۱	۹۷/۹±۲/۴
سرعت موج نبض (PWV)	پیش آزمون	۸/۴±۰/۳۵	۸/۳±۰/۸۰	۸/۲±۰/۸۵
(متر بر ثانیه)	پس آزمون	۸/۴±۰/۴۹	۷/۸۸±۰/۸۶	۷/۲۴±۱/۰۱

در ادامه و پیش از انجام مقایسه‌های بین گروهی پیش فرضهای مربوط به آمار استنباطی بررسی شد. بررسی طبیعی بودن داده ها که با استفاده از آزمون شاپیروویلک انجام شد نشان داد همه داده ها دارای توزیع نرمال می‌باشند. مقادیر مربوطه برای هر یک از گروه ها به قرار زیر بود: کنترل (P=۰/۸۹)، RAT (P=۰/۷۶) و ART (P=۰/۷۷). همچنین مقادیر بدست آمده از آزمون لوین، حاکی از همگنی واریانس‌های تحلیل بود (t=۲/۵۳ P=۰/۱۰۹). سپس به مقایسه‌های بین گروهی پرداخته شد. سپس به بررسی مقایسه‌های درون گروهی پرداخته شد. جدول۲ اختلافات بین پیش آزمون و پس آزمون هر یک از گروه‌های تمرینی را برای متغیر سختی شریانی با استفاده از آزمون تی همبسته نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود پس از ۸ هفته اجرای پروتکل‌های تمرینی سختی شریانی در دو گروه تجربی RAT (t=۳/۳۶ P=۰/۰۱۵) و ART (t=۲/۴۵ P=۰/۰۴۴)کاهش معنادار داشت اما در گروه کنترل (t=-۱/۷۲ P=۰/۱۵۹) بدون تغییر بود.

جدول۲- مقادیر مربوط به آزمون مقایسه درون گروهی (t همبسته) متغیر سختی شریانی گروه‌های تمرینی

متغیر	گروه	میانگین	انحراف استاندارد	df	t	P value
سرعت موج نبض	کنترل	-۰/۱۵۴	۰/۱۹	۴	-۱/۷۲	۰/۱۵۹
(PWV)	هوازی-مقاومتی (ART)	۰/۳۸۱	۰/۴۳	۷	۲/۴۵	۰/۰۴۴
	مقاومتی-هوازی (RAT)	۱/۰۲	۰/۸۰	۶	۳/۳۶	۰/۰۱۵

در مقایسه‌های بین گروهی، جدول شماره ۳ اختلافات بین پیش آزمون و پس آزمون هر یک از گروه‌های تمرینی را برای متغیرسختی شریانی با استفاده از آزمون تحلیل کوواریانس یک راهه نشان می‌دهد.

جدول۳- اختلافات بین پیش آزمون و پس آزمون هر یک از گروه‌های تمرینی

گروه	متغیر پژوهش	میانگین مجذورات	درجه آزادی	F	sig	اندازه اثر(η2)
	سختی شریانی	۲/۱۱	۲	۶/۴۷	۰/۰۰۹	۰/۴۴۷

همانطور که جدول شماره ۳ نشان داد نتایج بررسی اثرات متغیر مستقل ترتیب تولد حاکی از آن است که مقدار F محاسبه شده برابر ۶/۴۷ است که با درجه‌های آزادی ۲ به لحاظ آماری در سطح ۰/۰۰۹ معنادار است. مقدار آماره مجذور اتای سهمی۰/۴۴۷ است که نشان می‌دهد متغیر تمرین کمی‌کمتر از ۵۰ درصد از واریانس کل سنجش را تبیین می‌کند. ازاینرو با استفاده از آزمون تعقیبی بونفرونی به بررسی اختلافات گروه‌های زوجی با یکدیگر خواهیم پرداخت. نتایج در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ٤- مقایسه‌های زوجی مربوط به متغیرهای فشار خون دیاستولی، سیستولی و سختی شریانی با استفاده از آزمون تعقیبی بونفرونی

	گروه		میانگین اختلافات	خطای استاندارد	سطح معنی داری	فاصله اطمینان ٪۹۵ کرانه پایین	کرانه بالا
سختی شریانی	کنترل	RAT	۱/۱۹	۰/۳۳	۰/۰۰۸**	۰/۳۰	۲/۰۲
		ART	۰/۵۵۳	۰/۳۲	۰/۳۳۰	-۰/۳۲	۱/۴۲
	RAT	ART	-۰/۶۴	۰/۲۹	۰/۱۳۷	-۱/۴۳	۰/۱۵۰

همانگونه که مقایسه‌های زوجی جدول بالا نشان داد اختلافات بین گروهی تنها مربوط به گروه کنترل با گروه RAT است که با توجه به میانگین اختلافات بدست آمده حاکی از پایینتر بودن مقادیر این متغیر در گروه RAT به نسبت گروه کنترل است (P=/۰۰۸). اما در مقایسه بین گروه‌های ART و کنترل و همچنین دو گروه آزمایشی ART و RAT اختلافات معناداری یافت نشد (P>۰/۰۵).از اینرو تنها اختلاف بدست آمده بین گروهی تنها مربوط به گروه‌های کنترل و RAT می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر ترتیب تمرین ترکیبی بر سختی شریانی مردان جوان کم تحرک با سطح پیش فشار خونی بود. یافته اصلی مطالعه حاضر نشان داد انجام ۸ هفته تمرین ترکیبی با هر دو توالی مقاومتی-هوازی و هوازی-مقاومتی باعث کاهش سختی شریان خواهد شد اما در مقایسه بین گروه ها تنها توالی مقاومتی–هوازی اختلاف معناداری با دو گروه کنترل و هوازی–مقاومتی داشت و تفاوت ها بین دو گروه کنترل و هوازی–مقاومتی غیرمعنادار بود.

نتایج مطالعه ما با مطالعه شیوتسو و همکاران (۲۰۱۸) همراستا بود. آنها نیز اثر تمرین بر سختی شریانی با توالی مقاومتی-هوازی را موثرتر گزارش کردند. اما جالب اینکه هیچ تفاوتی در دیگر شاخصه‌های جسمانی ناشی از تمرین مانند محیط دور شکم، قدرت عضلانی دست، سرعت راه رفتن و قدرت یک تکرار بیشینه (1RM) بین گروه‌های تجربی پیدا نکردند(۲۱) که نشان می‌دهد مکانیسم اثرپذیری شاخص‌های همودینامیک می‌تواند فارغ از مولفه‌های ذکر شده تمرین باشد. همچنین اوکاموتو و همکاران (۲۰۰۷) نیز پیشتر نتایج مشابهی را بدست آورده بودند که نشان داد انجام تمرین هوازی پس از تمرین مقاومتی دارای مزایای بیشتری خواهد بود(۲۵).

سختی شریانی شاخصی است که وابسته به مولفه‌های ساختاری (الاستین و کلاژن) و عملکردی (اندوتلیوم و سلولهای عضلات صاف) می‌باشد که با فرایند افزایش سن و تخریب و بدعملکردی این مولفه ها مانند افزایش کلاژن در دیواره شریانی و تخریب الاستین، افزایش پیدا خواهد کرد (۲۶). مطالعات پیشین که به بررسی اثرات تمرینات منظم هوازی بر سختی شریانی مرکزی پرداخته بودند نشان دادند که این تمرینات باعث

کاهش سختی شریانی با هر دو شاخص اندازه گیری[1] AIX و PWV می‌شود (۱۳, ۱۴). همچنین نکته قابل توجه اینکه یک رابطه ای منفی بین کاهش سختی شریانی و شدت تمرین وجود دارد، به این معنی که تمرینات هوازی با شدت بالا شیوه مناسب تری برای کاهش سختی شریانی است. مطالعه پیشین ما نیز نشان داد تمرین هوازی با هر دو شدت کم و زیاد اثرات ضد فشار خونی بویژه بر فشار سیستولی افراد دارد، با اینحال تمرین هوازی با شدت بالا دارای اثرات برجسته تری در این مورد می‌باشد (۱۵). همانطور که پیش از این گفته شد سختی شریان و فشار خون دارای اثرات تعاملی بر یکدیگر هستند، از اینرو یکی از مکانیسم‌های جانبی اثرگذار تمرینات هوازی می‌تواند اثرات ضد فشار خونی آن باشد که مربوط به وازیلیدیتور اندوتلیوم (ET1) [2]است که از طریق آن تمرین باعث افزایش فراهم زیستی نیترو اکسید[3](NO) می‌شوند که در نتیجه به بهبود وازیلیدیتورهای مربوط به اندوتلیوم کمک خواهد کرد (۲۷). علاوه بر اینها، وی و همکاران (۲۰۱۸) عنوان می‌کنند که به نظر می‌رسد بطور کلی بهبودهای حاصل از فعالیت‌های هوازی در پاسخ‌های مرکزی به تمرین مثل افزایش انقباض عضله قلب، افزایش کسر جهشی، افزایش حجم ضربه ای و کاهش حجم پایان سیستولی نهفته باشد(۲۸).

در طرف مقابل و درباره اثرگذاری تمرینات مقاومتی، میاچی (۲۰۱۳) عنوان کرد که تمرینات مقاومتی با شدت بالا می‌تواند باعث افزایش ۱۱ درصدی سختی شریانی در افراد جوان شود. البته بزرگی این میزان افزایش به اندازه ای نیست که پیامدهای منفی در ریسک فاکتورهای قلبی عروقی داشته باشد(۲۹). با این حال در گروه‌های پرخطر مثل افراد میانسال و سالمند و همچنین در همه افراد با سطوح پایه بالاتر سختی شریانی و همچنین افراد با پیش فشار خون و پرفشار خون بایستی با احتیاط بسیار بیشتری به این نتایج استناد و شیوه‌های تمرینی به کار گرفته شود. تا امروز، مطالعاتی که افزایش سختی شریان را پس از تمرینات قدرتی گزارش کرده‌اند فقط به احتمالات در مورد مکانیسم‌های اثر گذار بسنده کرده‌اند. سختی یک شریان توسط فشار دیستندینگ کنترل می‌شود؛ مولفه‌های ساختاری در دیواره رگ (عموماً الاستین و کلاژن) و مولفه‌های عملکردی سلول‌های عضلات صاف. بنابراین تغییر در هر یک از این مولفه ها می‌تواند باعث افزایش سختی شریانی شود (۲۶). متاسفانه هیچ یک از مطالعات پیشین به بررسی همه جانبه مکانیسم‌های احتمالی این موضوع نپرداخته اند. در واقع، اگرچه میاچی (۲۰۱۳) کاهشی را در کامپلیانس شریانی مرکزی متعاقب تمرین قدرتی شدید مشاهده کرد، اما تغییری در ضخامت انتیمامدیا[4]یا قطر مجرای کاروتید دیده نشد(۱۶). هنگامی‌که سطوح فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک افزایش پیدا کند می‌تواند تون انقباض دهنده عضلات صاف عروق را نیز بالا ببرد و در نهایت می‌تواند نقش مهمی‌در کامپلیانس شریانهای محیطی بازی کند. اگرچه سطوح نوراپی نفرین (NE) پلاسما پس از یک وهله از تمرین مقاومتی به شدت بالا می‌رود، اما هنوز تغییرات پایه NE متعاقب دوره‌های تمرین قدرتی بلندمدت در مردان و زنان مشخص نشده است. در مطالعه کیسی، بک و بریت (۲۰۰۷) پس از ۱۲ هفته تمرین مقاومتی در سطوح پایه NE تغییر دیده نشد(۳۰). این یافته مشابه یافته‌های کارتر و همکاران (۲۰۰۳) بود که آنها نیز پس از ۸ هفته تمرین قدرتی تغییر در میزان سمپاتیک که به وسیله فعالیت عصب سمپاتیک عضله (MSNA) اندازه گیری شده بود را مشاهده نکردند(۳۱). از جمله مکانیسم‌های احتمالی دیگر در مورد افزایش سختی شریانی پس از تمرین قدرتی که در چندین مطالعه به آنها اشاره شده است بالا رفتن فشار خون در حین تمرین و استفاده مکرر از مانور والسالوا است (۳۴-۳۲). فاش و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند یک ست تمرین قدرتی که شامل ۶ تا ۸ تکرار با شدت ۷۰ تا ۸۰ درصد میانگین 1RM است باعث افزایش Cf-pwv آئورتیک یا کاروتید مرکزی (β) می‌شود(۳۳). بالا رفتن مداوم فشار خون در طی تمرین مقاومتی ممکن است باعث افزایش سختی شریانی مرکزی شود و یا به تعبیری باعث مقاومت در برابر ایجاد پیامدهای مثبت مثل کاهش سختی شریانی که معمولا پس از تمرین هوازی اتفاق می‌افتد شود

[1] - Augmentation index
[2] - endothelin-1 (ET1)
[3] - nitric oxide (NO)
[4] - artery intima-media thickness

بنابراین این موارد باعث آن چه شود که در حال حاضر به دست آمد، یعنی جلوگیری از تغییرات مثبت حاصل از تمرینات هوازی. همچنین، به عقیده سافار و زرنیچف (۲۰۰۶) افزایش وزن خالص عضله در پی تمرینات قدرتی نیز می‌تواند عامل افزایش سختی شریان و یا حداقل محدود کننده اثرات مثبت تمرینی باشد(۳۵).

نتایج مطالعه فراتحلیل مونترو، وینت و رابرتز (۲۰۱۵) نشان داد که هر دو روش تمرین هوازی و ترکیبی کاهش شاخص PWV را به همراه خواهد داشت اما در مقایسه با گروه کنترل، فقط تفاوت گروه هوازی معنادار بود و نه ترکیبی. گرچه تفاوت معنادار آماری نیز بین دو گروه تمرینی وجود نداشت(۳۶). این فراتحلیل نشان می‌دهد انجام تمرینات هوازی به تنهایی اثر کاهشی بیشتری بر سختی شریان افراد دارد. بنابراین منطقی است اگر بگوییم تمرینات مقاومتی تا حدودی محدودیت هایی در ایجاد پیامدهای مثبت حاصل از تمرین هوازی ایجاد می‌کند. از آنجایی که مطالعه پیشین ما نشان داد تمرین قدرتی تاثیر چندانی در افزایش و یا کاهش سختی شریانی ندارد به نظر می‌رسد این نوع تمرین، بیش از آنکه عاملی افزایشی برای سختی شریان باشد، عاملی محدودکننده بوده و اجرای آن پس از تمرینات هوازی می‌تواند از اثرپذیری مثبت شاخص‌های همودینامیکی از تمرین هوازی بکاهد.

نتیجه‌گیری

بطور کلی نتایج مطالعه ما نشان داد در ترتیب انجام تمرینهای ترکیبی، انجام تمرین مقاومتی پس از هوازی می‌تواند باعث کاهش و یا ایجاد محدودیت در مزایای تمرین هوازی شود، در حالیکه اگر در ابتدا تمرین مقاومتی و سپس هوازی انجام شود می‌توان از مزایای تمرینی بیشتری بر شاخص‌های همودینامیکی بهره برد.

تقدیر و تشکر

این مقاله برگرفته از رسالهٔ دکتری روان‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی‌واحد نجف آباد می‌باشد. بدین‌وسیله از اساتید راهنما و مشاور و تمامی‌کسانی که در انجام این پژوهش همکاری داشتند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

تضاد منافع

بدین‌وسیله نویسندگان تصریح می‌نمایند که هیچ‌گونه تضاد منافعی در خصوص پژوهش حاضر وجود ندارد.

References

1. Laurent S, Alivon M, Beaussier H, Boutouyrie P. Aortic stiffness as a tissue biomarker for predicting future cardiovascular events in asymptomatic hypertensive subjects. Annals of medicine. 2012;44(sup1):S93-S7.
2. Franklin SS. Arterial stiffness and hypertension: a two-way street? : Am Heart Assoc; 2005.
3. Kaess BM, Rong J, Larson MG, Hamburg NM, Vita JA, Levy D, et al. Aortic stiffness, blood pressure progression, and incident hypertension. Jama. 2012;308(9):875-81.
4. Payne RA, Wilkinson IB, Webb DJ. Arterial stiffness and hypertension: emerging concepts. Hypertension. 2010;55(1):9-14.
5. Bautista LE. Inflammation, endothelial dysfunction, and the risk of high blood pressure: epidemiologic and biological evidence. Journal of Human Hypertension. 2003;17(4):223-30.
6. Wang C-H, Li S-H, Weisel RD, Fedak PW, Dumont AS, Szmitko P, et al. C-reactive protein upregulates angiotensin type 1 receptors in vascular smooth muscle. Circulation. 2003;107(13):1783-90.
7. Hayashi K, Sugawara J, Komine H, Maeda S, Yokoi T. Effects of aerobic exercise training on the stiffness of central and peripheral arteries in middle-aged sedentary men. The Japanese journal of physiology. 2005;55(4):235-9.
8. KAKIYAMA T, Sugawara J, MURAKAMI H, MAEDA S, KUNO S, MATSUDA M. Effects of short-term endurance training on aortic distensibility in young males. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2005;37(2):267-71.
9. Currie KD, Thomas SG, Goodman JM. Effects of short-term endurance exercise training on vascular function in young males. European journal of applied physiology. 2009;107(2):211-8.

10. Eckel RH, Jakicic JM, Ard JD, de Jesus JM, Houston Miller N, Hubbard VS, et al. 2013 AHA/ACC Guideline on Lifestyle Management to Reduce Cardiovascular Risk: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. Journal of the American College of Cardiology. 2014;63(25, Part B):2960-84.
11. Jenkins NT, Martin JS, Laughlin MH, Padilla J. Exercise-induced signals for vascular endothelial adaptations: implications for cardiovascular disease. Current cardiovascular risk reports. 2012;6(4):331-46.
12. Padilla J, Simmons GH, Bender SB, Arce-Esquivel AA, Whyte JJ, Laughlin MH. Vascular effects of exercise: endothelial adaptations beyond active muscle beds. Physiology. 2011;26(3):132-45.
13. Ashor AW, Lara J, Siervo M, Celis-Morales C, Mathers JC. Effects of exercise modalities on arterial stiffness and wave reflection: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. PloS one. 2014;9(10):e110034.
14. Cocks M, Shaw CS, Shepherd SO, Fisher JP, Ranasinghe A, Barker TA, et al. Sprint interval and moderate-intensity continuous training have equal benefits on aerobic capacity, insulin sensitivity, muscle capillarisation and endothelial eNOS/NAD (P) Hoxidase protein ratio in obese men. The Journal of physiology. 2016;594(8):2307-21.
15. Rahimi F, Keshavarz S, Banai C, Marvi Isfahani M. Comparison of the effect of different training methods (aerobic, resistance and combination) with high intensity on blood pressure and arterial stiffness in young men with hypertension. Journal of Mashhad University of Medical Sciences. 2020; 63 (3)
16. Miyachi M. Effects of resistance training on arterial stiffness: a meta-analysis. British journal of sports medicine. 2013;47(6):393-6.
17. Okamoto T, Masuhara M, Ikuta K. Upper but not lower limb resistance training increases arterial stiffness in humans. European Journal of Applied Physiology. 2009;107(2):127-34.
18. Cortez-Cooper MY, Anton MM, DeVan AE, Neidre DB, Cook JN, Tanaka H. The effects of strength training on central arterial compliance in middle-aged and older adults. European journal of cardiovascular prevention and rehabilitation. 2008;15(2):149-55.
19. Figueroa A, Park SY, Seo DY, Sanchez-Gonzalez MA, Baek YH. Combined resistance and endurance exercise training improves arterial stiffness, blood pressure, and muscle strength in postmenopausal women. Menopause. 2011;18(9):980-4.
20. Kawano H, Tanaka H, Miyachi M. Resistance training and arterial compliance: keeping the benefits while minimizing the stiffening. Journal of hypertension. 2006;24(9):1753-9.
21. Shiotsu Y, Watanabe Y, Tujii S, Yanagita M. Effect of exercise order of combined aerobic and resistance training on arterial stiffness in older men. Experimental gerontology. 2018;111:27-34.
22. Ansari, Sepideh, Sharifi, Khoob Tez, Kamrani, Fakhrzadeh, et al. The relationship between arterial stiffness and cognitive status in the elderly. Iranian Journal of Diabetes and Metabolism. 2014; 13 (6): 513-24
23. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee I-M, et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. 2011.
24. Jorge MLMP, de Oliveira VN, Resende NM, Paraiso LF, Calixto A, Diniz ALD, et al. The effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic control, inflammatory markers, adipocytokines, and muscle insulin signaling in patients with type 2 diabetes mellitus. Metabolism. 2011;60(9):1244-52.
25. Okamoto T, Masuhara M, Ikuta K. Combined aerobic and resistance training and vascular function: effect of aerobic exercise before and after resistance training. Journal of applied physiology. 2007;103(5):1655-61.
26. Patel RS, Al Mheid I, Morris AA, Ahmed Y, Kavtaradze N, Ali S, et al. Oxidative stress is associated with impaired arterial elasticity. Atherosclerosis. 2011;218(1):90-5.
27. Ruangthai R, Phoemsapthawee J. Combined exercise training improves blood pressure and antioxidant capacity in elderly individuals with hypertension. Journal of Exercise Science & Fitness. 2019;17(2):67-76.
28. Way KL, Sultana RN, Sabag A, Baker MK, Johnson NA. The effect of high Intensity interval training versus moderate intensity continuous training on arterial stiffness and 24h blood pressure responses: A systematic review and meta-analysis. Journal of Science and Medicine in Sport. 2019;22(4):385-91.
29. Miyachi M. Effects of resistance training on arterial stiffness: a meta-analysis. Br J Sports Med. 2013;47(6):393-6.
30. Casey DP, Beck DT, Braith RW. Progressive resistance training without volume increases does not alter arterial stiffness and aortic wave reflection. Experimental biology and medicine. 2007;232(9):1228-35.
31. Carter JR, Ray CA, Downs EM, Cooke WH. Strength training reduces arterial blood pressure but not sympathetic neural activity in young normotensive subjects. Journal of Applied Physiology. 2003;94(6):2212-6.
32. DeVan AE, Anton MM, Cook JN, Neidre DB, Cortez-Cooper MY, Tanaka H. Acute effects of resistance exercise on arterial compliance. Journal of Applied Physiology. 2005;98(6):2287-91.

33. Fahs CA, Heffernan KS, Fernhall B. Hemodynamic and vascular response to resistance exercise with L-arginine. Medicine and science in sports and exercise. 2009;41(4):773-9.
34. Heffernan KS, Fahs CA, Iwamoto GA, Jae SY, Wilund KR, Woods JA, et al. Resistance exercise training reduces central blood pressure and improves microvascular function in African American and white men. Atherosclerosis. 2009;207(1):220-6.
35. Safar ME, Czernichow S, Blacher J. Obesity, arterial stiffness, and cardiovascular risk. Journal of the American Society of Nephrology. 2006;17(4 suppl 2):S109-S11.
36. Montero D, Vinet A, Roberts CK. Effect of combined aerobic and resistance training versus aerobic training on arterial stiffness. International Journal of Cardiology. 2015;178:69-76.

Original Article

The role of exercise order in increasing the beneficial effects of combined (aerobic and resistant) training on arterial stiffness in prehypertensive young men

Received: 09/09/2021 - Accepted: 01/11/2021

Rahimi Farhad [1]
Keshavarz Saied [2*]
Banaie Jamshid [3]
Marvi Isfahane Mahnaz[4]

[1] PhD candidate, Sport Medicine Research Center, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad.Iran
[2] Assistant professor, Sport Medicine Research Center, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad.Iran (Corresponding Author)
[3] Assistant professor, Sport Medicine Research Center, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad.Iran
[4] Assistant professor, Sport Medicine Research Center, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad.Iran

Email:
keshavarz1357@gmail.com

Abstract

Introduction: Aerobic and resistance training have different effects on the characteristics of the cardiovascular system. The aim of this study was to the role of exercise order in increasing the beneficial effects of combined (aerobic and resistant) training on arterial stiffness in prehypertensive young men.

Material and Methods: Twenty male participants with pre-hypertensive levels in the age range of 30-45 years were available in 3 groups: control (Cl; n = 5), aerobic-resistance combination (ART; n = 7) and resistance-aerobic combination (RAT = 8) performed 8 weeks of combined training protocol. The aerobic part of the training consisted of 20 minutes of activity on a treadmill or bicycle with an intensity of 89-60% of the reserve heart rate (HRR) and the resistance part consisted of working with weights with 84-70% of a maximum repetition (1RM). Arterial stiffness was measured using pulse wave-pulse index (PWV). Statistical comparisons were performed using paired t-test and analysis of covariance.

Results: Intragroup results showed that exercise in both experimental groups caused a significant reduction in arterial stiffness, but in comparison between the groups, only the RT sequence was significantly different from the control groups (P = 0.008) and AR (P = 0.137).) And the differences between the two groups CL and AR (P = 0.330) were non-significant
(P <0.01) and Yang schema therapy was effective only in emotional regulation (P <0.01). The results also showed that there was a significant difference between the effectiveness of the native schema therapy package and Young's schema therapy on reducing the desire for divorce at the level of P <0.01, but there was no significant difference between the effectiveness of these two methods on improving emotional regulation (P <0.01).

Conclusion: It is suggested that combined exercise with resistance-aerobic sequence be performed so that individuals can enjoy the benefits of reducing the risks of cardiovascular disease.

Keywords: Combined Exercise, Arterial Stiffness, Exercise Sequence, Hemodynamic Indices, Physical Activity