

مقایسه اثر شیوه‌های مختلف تمرین (هوازی، مقاومتی و ترکیبی) با شدت بالا بر فشار خون و سختی شریانی مردان جوان با پیش فشار خونی

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۷/۰۳ - تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۰/۲۹

خلاصه

مقدمه

اگرچه فعالیت بدنی اثرات مثبت شده مفیدی بر کاهش ریسک فاکتورهای سیستم قلبی عروقی دارد، اما این اثرات بسته به نوع و شدت تمرینات متفاوت می باشند. هدف از انجام این پژوهش مقایسه پاسخ شاخص‌های فشارخون و سختی شریانی به شیوه‌های مختلف تمرینی با شدت بالا می باشد.

روش کار

این پژوهش از انواع پژوهش‌های نیمه تجربی بود که ۲۶ مرد ۲۵-۴۵ ساله بصورت نمونه‌گیری در دسترس با وضعیت پیش فشارخونی در ۴ گروه کنترل، تمرین هوازی، مقاومتی و ترکیبی مشارکت کردند. بمنظور مقایسه تفاوت‌های درون گروهی از آزمون t همبسته و تفاوت‌های بین گروهی از آزمون مانکوا استفاده شد.

نتایج

نتایج مطالعه نشان داد فشار دیاستولی در گروه هوازی ($P=0/012$) کاهش معنادار داشت اما در گروه مقاومتی ($P=0/297$) و ترکیبی ($P=0/102$) ناچیز بود. در دو گروه تمرین هوازی ($P=0/005$)، و ترکیبی ($P<0/001$) تمرینات سبب کاهش معنادار فشار سیستولی شد اما در گروه مقاومتی ($P=0/178$) بدون تغییر بود. سختی شریانی شرکت‌کنندگان نیز در گروه هوازی ($P=0/001$) و ترکیبی ($P=0/015$) کاهش معنادار داشت اما در گروه مقاومتی ($P=0/168$) معنادار نبود. همچنین مقایسه‌های بین گروهی نشان داد فشار خون دیاستولی گروه هوازی تفاوت معناداری با دیگر گروه‌ها داشت. فشار سیستولی دو گروه هوازی و ترکیبی کاهش معنادارتری با دو گروه مقاومتی و کنترل داشت. در سختی شریانی نیز اختلاف معنادار بین گروه هوازی با دو گروه کنترل و مقاومتی و همچنین گروه ترکیبی و کنترل وجود داشت.

نتیجه گیری

تمرین هوازی نشان داد اثرات مفیدی بر همه شاخص‌های مورد بررسی دارد. با این حال در تمرین مقاومتی اثرات ناچیزی دیده شد. یافته مهم اینکه تمرینات ترکیبی می‌تواند اثرات مثبت مشابه تمرین هوازی را به همراه داشته باشد.

کلمات کلیدی

فشار خون، سختی شریان، تمرین و فعالیت بدنی

پی نوشت: این مطالعه فاقد تضاد منافع می‌باشد.

فرهاد رحیمی^۱

سعید کشاورز^{۲*}

جمشید بنایی^۳

مهناز مروی اصفهانی^۴

^۱دانشجوی دکتری، مرکز تحقیقات طب ورزشی، واحد نجف آباد،

دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

^۲استادیار، مرکز تحقیقات طب ورزشی، واحد نجف آباد، دانشگاه

آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران (نویسنده مسئول)

^۳استادیار، مرکز تحقیقات طب ورزشی، واحد نجف آباد، دانشگاه

آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

^۴استادیار، مرکز تحقیقات طب ورزشی، واحد نجف آباد، دانشگاه

آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

Email: keshavarz1357@gmail.com

مقدمه

پیش فشار خونی، یک مرحله ابتدایی در پیوستار فشارخون بالاست و حدود ۲۵ تا ۵۰٪ از بزرگسالان در سراسر جهان به آن دچار هستند که این وضعیت خطرات مربوط به وقوع فشار خون بالا را تشدید می‌کند. بررسی‌های بالینی نشان می‌دهد که ۶۴٪ از افراد با سطح پیش فشار خونی حداقل یکی از عوامل خطرزای بیماری‌های قلبی عروقی را داشتند. با افزایش سن این میزان به ۹۴٪ از مبتلایان ارتقا می‌یابد. علاوه بر این، چنین وضعیتی با افزایش ۵ ساله خطر ابتلا به فشار خون بالا و ۱۰ ساله خطر بیماری‌های قلبی عروقی رابطه دارد. خطرات مربوط به پیش فشار خونی با مداخلاتی همچون اصلاح شیوه زندگی در حدود ۲۰٪ کاهش می‌یابد (۱).

در کنار فشار خون، سختی شریانی مرکزی (آئورتیک) و همودینامیک مرکزی عروق نیز شاخص‌های مهمی از طبقه بندی مخاطرات قلبی عروقی هستند که دارای قابلیت بالایی در ارزیابی‌های مربوط به سلامت می‌باشند (۲). زیرا شاخص همودینامیک مرکزی بازتابی از مجموع اثرات شیوه زندگی و ژنتیک فرد بر روی اندام‌های داخلی سیستم عروقی است (۳). برخلاف باور رایج، مطالعات اخیر عنوان می‌کنند که سختی شریانی مقدم بر فشار خون است و نه وابسته و ناشی از آن (۴)، حتی برخی پژوهش‌ها عنوان می‌کنند که سختی آئورتیک ممکن است به جای اینکه نتیجه فشار خون بالا باشد مقدم بر آن باشد (۵)، بنابراین کاهش فشار خون به تنهایی نمیتواند خطرات بیماری‌های قلبی را کاهش دهد و تمهیدات ویژه در شیوه زندگی فرد جهت کاهش سختی شریانی از اهمیت بالینی بسیار بالایی برخوردار است (۶).

در این رابطه اگرچه اغلب داروهای ضد فشار خونی دارای عوارض جانبی خفیف و بسیار خفیف می‌باشند، اما با توجه به هزینه‌های اقتصادی رو به افزایش، تقریباً همه راهنمایی‌های بالینی بیماری‌های قلبی عروقی، مداخلات غیردارویی را به عنوان خط مقدم مبارزه با این بیماری پیشنهاد می‌کنند (۷، ۸). یکی از این مداخلات در زمینه شیوه زندگی انجام تمرینات منظم است. تمرینات ورزشی فواید بسیاری برای کاهش اثر عوامل خطرزای سیستم قلبی عروقی مثل فشار خون بالا، التهابات، چاقی و مقاومت انسولینی دارد (۹). نتایج یک مطالعه بلندمدت نشان می‌دهد که کاهش ۱۰/۴ mmHg فشار سیستولیک در افراد مسن با فشار خون بالا با کاهش ۱۳٪ مجموع مرگ و میر، ۱۸٪ مرگ و میر ناشی از بیماری‌های حاد قلبی و ۲۶٪ سکته‌های قلبی در ارتباط است (۱۰) که می‌تواند بیانگر اهمیت فعالیت ورزشی به عنوان یک شیوه غیردارویی مهم در خط مقدم کاهش خطرات مرگ و میر ناشی از ریسک فاکتورهای سیستم قلب و عروق باشد.

مکانیسم‌های زیربنایی اثرات تمرین بر فشار خون همچنان مبهم و بحث برانگیز است. چندین مکانیسم برای اثر ضد فشارخونی فعالیت‌های بدنی عنوان شده است. یک احتمال می‌تواند ناشی از کاهش نوراپی‌نفرین پلازما و یا افزایش پروستاگلاندین ای باشد (۱۱). همچنین این فرض وجود دارد که کاهش فعالیت رنین پلازما (PRA) در این فرایند نقش داشته باشد (۱۱). با این حال در برخی مطالعات گزارش شده است که PRA و سطوح آلدسترون آزمودنی‌ها در طی انجام فعالیت بدنی بدون تغییر باقی ماند (۱۲). یکی دیگر از مکانیسم‌های ضد پرفشار خونی تمرینات بدنی که بطور گسترده‌ای مورد مطالعه قرار گرفته است مربوط به کاهش

تمرین و کیفیت و کمیت آن به جای مانده است. کورنلیسن و اسمارت (۲۰۱۱) در مطالعه مروری خود پیشنهاد کردند که اثرات تمرینات ورزشی می‌تواند با کیفیت آن (سن، جنس، نوع تمرین) و یا مقدار آن (طول تمرین، تعداد جلسات، شدت و حجم آن) تغییر یابد (۱۴). بنابراین تجویز یک تمرین ایده آل می‌تواند همچنان نامشخص و مبهم باقی بماند.

اخیرا برخی مطالعات پیشنهاد کرده اند که بهبود قدرت و توده عضلانی که از ترکیب تمرینات قدرتی و هوازی بدست می‌آید اثرات مشابهی با انجام تمرینات سنتی هوازی بر شاخص سختی شریانی دارد (۱۷، ۱۸). با اینحال آنطور که بررسی‌های ما نشان می‌دهد مطالعات بسیار کمی به مقایسه اثرات این سه نوع شیوه تمرینی بر شاخص‌های همودینامیکی پرداخته اند. از اینرو هدف از مطالعه حاضر در ابتدا بررسی اثر شدت بالای سه پروتکل تمرین هوازی، مقاومتی و ترکیبی بر دو شاخص مهم سلامت سیستم قلبی عروقی یعنی فشار خون و سختی شریانی و مقایسه اثر این تمرینات بر شاخص‌های مورد مطالعه بود.

روش کار

پژوهش حاضر از نوع تحقیقات نیمه تجربی با استفاده از نمونه‌های انسانی است و به روش پیش آزمون، پس آزمون و با لحاظ گروه کنترل صورت گرفته است. همچنین این مطالعه از نظر هدف از انواع مطالعات کاربردی می‌باشد. جامعه آماری این پژوهش را مردان بزرگسال شهر اصفهان در دامنه سنی ۴۶- ۲۵ سال با سابقه فشار خون بالا (در سطح پیش فشار خونی) در سال ۱۳۹۸-۱۳۹۹ تشکیل دادند. روش نمونه‌گیری در مطالعه حاضر به صورت در دسترس بود که از طریق فراخوان با همکاری یک مرکز تخصصی قلب و عروق و

فعالیت عصبی سمپاتیک می‌شود. اگرچه این مورد نیز به دلیل محدودیت‌ها در سنجش و اندازه‌گیری آن همچنان مورد مناقشه است (۱۳).

ورزش و فعالیت بدنی دارای شیوه‌های مختلفی است که به نوبه خود می‌تواند زمینه ساز اثرگذاری متفاوت فیزیولوژیکی در افراد شود. به عنوان نمونه فعالیت هوازی شامل فعالیت‌هایی است که عضلات بزرگ و عمده بدن را درگیر کرده و باعث افزایش چشمگیر ضربان قلب و مصرف انرژی می‌شود (۱۴). در سالهای گذشته بیشتر مطالعات انجام شده در زمینه اثرپذیری شاخص‌های همودینامیکی از فعالیت جسمانی بیشتر به تمرینات هوازی اختصاص داشته است و اغلب این یافته‌ها از کاهش فشار خون سیستولی و دیاستولی و سختی شریانی در پی انجام این تمرینات حکایت می‌کنند (۱۵). در حالیکه در سالهای اخیر تمرینات مقاومتی بدلیل اثرگذاری آن بر شکل و ظاهر بدن جایگاه ویژه‌ای در میان عموم مردم بویژه جوانان دارد. این تمرینات شامل حرکاتی است که بر علیه یک نیرو وارد می‌آید و به منظور افزایش قدرت، توان و یا استقامت عضلانی طراحی می‌شود. نتایج در مورد اثرگذاری تمرینات مقاومتی کمی متناقض است. کولیر و همکاران (۲۰۰۸) افزایش سختی شریانی و کاهش فشار خون را متعاقب تمرینات مقاومتی گزارش کردند (۱۵) در حالیکه در مطالعه کیسی، بک و بریت (۲۰۰۷) تغییری در سختی شریانی و فشار خون شرکت کنندگان در مطالعه دیده نشد (۱۶).

بطور کلی بررسی پیشینه پژوهشی نشان می‌دهد گرچه اثرات سودمند تمرینی بر ریسک فاکتورهای بیماریهای قلبی عروقی به عنوان یک اصل و راهکار پیشگیرانه اثبات شده است اما همچنان موارد ابهام برانگیز زیادی به خصوص در مورد نوع

متغیرهای مداخله گر مانند وزن و شاخص توده بدنی همگن بودند.

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 سؤالاتی است که مشخص می کند آیا فرد توانایی لازم جهت شرکت در فعالیت های 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 می شود. **دستگاه اسفیگوموگور:** یکی از دستگاه های رایج جهت اندازه گیری سختی شریانی است که می تواند به صورت همزمان فشار خون و سختی شریانی را گزارش کند. این اندازه گیری ها می تواند در چند منطقه از بدن اندازه گرفته شود که در این پژوهش سرعت موج نبض کاروتید - فمورال^۱ (cfPWV) که یک روش غیرتهاجمی و پایا است استفاده شد (۱۹). **دستگاه ضربان سنج مچی بیورر:** مدل PM 80 این دستگاه حداکثر و میانگین ضربان قلب را در طی فعالیت روزانه و حین ورزش اندازه گیری می کند. نوع اندازه گیری ضربان قلب از طریق این مدل به صورت ECG (ثبت فعالیت قلب از طریق ارزیابی ولتاژ خروجی) است.

همچنین دو متخصص نفرولوژی در شهر اصفهان، افراد واجد شرایط در پژوهش معرفی شدند. با توجه به تجربی بودن مطالعه و محدودیت در انجام پروتکل تمرینی، با رجوع به مطالعات پیشین و با توجه به امکانات در اختیار و محدودیت های موجود، تعداد ۳۰ شرکت کننده در قالب ۴ گروه (هوایی، مقاومتی، ترکیبی و کنترل) به کار گرفته شدند. با اینحال و در ادامه برنامه ۴ شرکت کننده به دلیل غیبت بیش از ۳ جلسه تمرینی (۲ نفر)، الزام در مصرف دارو با نظر و مصلحت پزشک (۱ نفر) و غیبت در پس آزمون در زمان مقرر (۱ نفر) از تحقیق کنار گذاشته شدند. در نهایت داده های مربوط به ۲۶ شرکت کننده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. معیارهای ورود به این پژوهش عبارت بود از مردان غیرورزشکار (بدون تمرین ورزشی منظم برای حداقل ۲ سال گذشته) در دامنه سنی ۴۵-۲۵ 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 بیماری های زمینه ای دیگر (که فعالیت ورزشی را با محدودیت مواجه کند و یا باعث اختلال در یافته های تحقیق شود). منظور از تمرین منظم در افراد شرکت کننده، تمرینات ۳ 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 >۲۵ و بالاتر (اضافه وزن و چاق) نبود. از این تعداد شرکت کننده یک گروه به عنوان گروه گواه (۵ نفر) و سه گروه تمرینی دیگر یعنی تمرین هوایی (۶ نفر)، مقاومتی (۶ نفر) و ترکیبی (۷ نفر) به صورت تصادفی گماشته شدند، بطوریکه از نظر

¹ - carotid-femoral Pulse Wave Velocity (cfPWV)

در ابتدا شرکت کنندگان این پژوهش در یک جلسه معارفی به منظور آشنایی با محققین و همینطور اهداف و شرایط اجرایی پژوهش گرد هم آمدند که در این جلسه پرسش نامه های مربوط به صحت سلامت، مداخلات دارویی و همینطور رضایت نامه کتبی شرکت در پژوهش از آنها دریافت شد. سپس در یک جلسه پیش آزمون اندازه گیریهای مربوط به قد، وزن و همینطور فشار خون و سختی شریانی توسط کاربر متخصص انجام شد. برای این منظور 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. در مرحله بعد محققین، شرکت کنندگان را در ۴ گروه کنترل، هوازی، مقاومتی و ترکیبی تقسیم بندی کردند 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 ۳ 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. پروتکل های تمرینی هر گروه به صورت زیر بود: **تمرین مقاومتی:** گرم کردن ۱۰ دقیقه ای شامل حرکات کششی و دویدن نرم و آهسته با شدت $VO_{2max} + 35\%$ 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)، ۳ ست و ۸ تکرار با یک دقیقه استراحت بین هر ست در نظر گرفته شد (۲۰). **تمرین هوازی:** گرم کردن ۱۰ دقیقه ای شامل حرکات کششی و دویدن نرم و آهسته با شدت $VO_{2max} + 40\%$ دقیقه دویدن بر روی تردمیل و یا دوچرخه با شدت ۸۹-۶۰٪ ضربان قلب ذخیره (HRR) + ۱۰ دقیقه مرحله بازگشت به حالت اولیه (۲۰). **تمرین ترکیبی:** شرکت کنندگان در گروه تمرین ترکیبی هر دو تمرینات هوازی و مقاومتی گروه های بالا را انجام دادند، با این تفاوت که شدت به همان میزان مشابه بود اما حجم تمرین نصف شد (۲۰). همچنین بین تمرینات هوازی و مقاومتی یک استراحت کوتاه ۵ دقیقه ای لحاظ شد. به منظور در نظر گرفتن اصل اضافه بار و شدت تمرین، شرکت کنندگان در هر گروه در ۴ هفته اول تمرین حد پایینی شدت ها را اجرا کردند و از ابتدای هفته پنجم شدت تمرین به حد بالایی آن ارتقا یافت. به طور مثال شدت تمرین در چهار هفته اول گروه تمرین هوازی ۶۰٪ و در چهار هفته دوم شدت ۸۹٪ HRR لحاظ شد. جهت تجزیه و تحلیل داده های بدست آمده از هر دو آمار استنباطی و توصیفی استفاده شد. از آمار توصیفی جهت رسم جداول فراوانی، اشکال و نمودارها بهره گرفته شد. در آمار استنباطی پیش فرض های نرمال بودن داده ها با استفاده از آزمون شاپیروویلک و به منظور بررسی همگنی واریانس از آزمون لوین استفاده شد. به منظور بررسی مقایسه های درون گروهی از آزمون تی همبسته استفاده شد. همچنین جهت مقایسه اختلافات بین گروه ها از تحلیل کوواریانس

مقادیر پیش آزمون و پس آزمون متغیرهای وابسته پژوهش در هر یک از گروه‌ها ارایه شده است. همچنین با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه (Anova) اختلافات بین گروه‌ها در هر یک از این متغیرها برای پیش آزمون بررسی شده است. همانطور که مشاهده می‌شود اختلافات بین گروه‌ها در همه متغیرها در مرحله پیش آزمون غیرمعنادار بود ($p > 0.05$).

چندمتغیری (Mancova) با در نظر گرفتن مقادیر پیش آزمون متغیرهای وابسته پژوهش یعنی فشار سیستولی، فشار دیاستولی و سختی شریانی بعنوان متغیر همپراش به منظور از بین بردن اختلافات احتمالی در پیش آزمون استفاده شد. برای تمامی آنالیزهای آماری سطح معناداری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد و محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام گرفت.

نتایج

در جدول ۱ آمار توصیفی مربوط به هر یک از متغیرهای سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی شرکت کنندگان و همچنین

جدول ۱- مقادیر (میانگین \pm انحراف استاندارد) مربوط به پیش آزمون و پس آزمون متغیرهای سن، وزن، قد و BMI و متغیرهای وابسته پژوهش و اختلافات پیش آزمون‌های بین گروهی با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک راهه (Anova).

نمایه	گروه کنترل (n= ۵)	گروه هوازی (n= ۶)	گروه مقاومتی (n= ۶)	گروه ترکیبی (n= ۷)	F	P
سن (سال)	۳۱/۰ \pm ۸/۴	۳۳/۸ \pm ۷/۶	۳۴/۱ \pm ۶/۳	۳۵/۵ \pm ۵/۳	۰/۴۲۵	۰/۷۳
وزن (کیلوگرم)	۸۱/۲ \pm ۵/۰	۸۰/۶ \pm ۴/۲	۷۷/۲ \pm ۴/۰	۷۶/۸ \pm ۳/۴	۱/۷۱	۰/۱۹۶
قد (سانتی متر)	۱۸۰/۸ \pm ۶/۴	۱۸۰/۰ \pm ۲/۹	۱۷۶/۷ \pm ۱/۳	۱۷۷/۸ \pm ۳/۱	۱/۴۶	۰/۲۵۴
شاخص توده بدنی	۲۴/۸ \pm ۱/۳	۲۴/۸ \pm ۱/۰	۲۴/۷ \pm ۱/۴	۲۴/۳ \pm ۰/۹۱	۰/۳۳۲	۰/۸۰۲
ضربان قلب (تعداد در دقیقه)	۷۰/۴ \pm ۲/۷	۷۶/۱ \pm ۴/۱	۷۰/۸ \pm ۵/۶	۷۴/۲ \pm ۵/۳	۲/۰۰	۰/۱۴۶
فشار خون دیاستولیک	۸۵/۸ \pm ۴/۴	۸۳/۸ \pm ۵/۳	۸۴/۰ \pm ۴/۹	۸۰/۴ \pm ۳/۶	۱/۲۴	۰/۳۱۵
(میلی متر جیوه)	۸۴/۰ \pm ۳/۱	۷۸/۰ \pm ۴/۰	۸۲/۶ \pm ۳/۱	۸۲/۲ \pm ۲/۴		
فشار خون سیستولیک	۱۳۲/۴ \pm ۵/۳	۱۳۱/۸ \pm ۵/۳	۱۳۶/۵ \pm ۳/۸	۱۳۶/۰ \pm ۲/۸	۳/۰۵	۰/۰۷۵
(میلی متر جیوه)	۱۳۳/۰ \pm ۵/۳	۱۲۶/۰ \pm ۲/۷	۱۳۵/۰ \pm ۴/۶	۱۲۸/۷ \pm ۲/۳		
فشار خون میانگین	۱۰۱/۳ \pm ۴/۱	۹۹/۸ \pm ۴/۴	۱۰۱/۵ \pm ۳/۶	۹۸/۹ \pm ۳/۱	۰/۶۳۲	۰/۶۰۳
(میلی متر جیوه)	۱۰۰/۳ \pm ۲/۸	۹۴/۰ \pm ۳/۱	۹۹/۸ \pm ۳/۰	۹۷/۹ \pm ۲/۴		
سرعت موج نبض (PWV)	۸/۴ \pm ۰/۳۵	۸/۸ \pm ۰/۵۵	۷/۹ \pm ۰/۶۰	۸/۲ \pm ۰/۸۵	۰/۹۵۸	۰/۴۳۲
(متر بر ثانیه)	۸/۴ \pm ۰/۴۹	۷/۱۸ \pm ۰/۴۹	۷/۹۶ \pm ۰/۹۱	۷/۲۴ \pm ۱/۰۱		

جهت بررسی پیش فرضهای آمار پارامتریک، مقادیر بدست آمده مربوط به پیش فرض طبیعی بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیروویلک در تمامی سطوح غیرمعتادار بود که نشان داد توزیع طبیعی در داده‌ها حاکم است. همچنین تحلیل نمودارهای احتمال نرمال بودن Q-Q، این یافته‌ها را تایید کرد.

جدول ۲ اختلافات بین پیش آزمون و پس آزمون هر یک از گروه‌های تمرینی را برای متغیرهای فشار خون سیستولیک، دیاستولیک و همچنین سختی شریانی با استفاده از آزمون تی همبسته نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود پس از ۸ هفته اجرای پروتکل‌های تمرینی فشار خون سیستولی در دو گروه تمرین هوازی ($t=4/66$ $P=0/005$) و ترکیبی ($t=7/9$ $P<0/001$) کاهش داشت اما در گروه مقاومتی

بدون تغییر بود. فشار خون دیاستولی تنها در گروه‌های هوازی ($t=3/85$ $P=0/012$) تغییر معنادار داشت اما در سه گروه مقاومتی ($t=1/16$ $P=0/297$)، ترکیبی ($t=1/36$ $P=0/244$) کنترل ($t=-1/93$ $P=0/102$) نبود. در متغیر سختی شریانی نیز تنها گروه‌های هوازی ($t=3/36$ $P=0/015$) و تمرین ترکیبی ($t=6/80$ $P=0/001$) کاهش معنادار را نشان دادند اما در دو گروه دیگر تمرین مقاومتی ($t=1/61$ $P=0/168$) و کنترل ($t=-0/92$ $P=0/407$) تفاوت‌ها معنادار نبود. بدین ترتیب در گروه تمرین هوازی همه متغیرها و در گروه تمرین ترکیبی دو متغیر فشار سیستولی و سختی شریانی کاهش معنادار را نشان دادند اما در گروه‌های مقاومتی و کنترل هیچگونه تغییر معناداری بین پیش و پس آزمون دیده نشد.

جدول ۲- مقادیر مربوط به آزمون مقایسه درون گروهی (t همبسته) متغیرهای فشار خون سیستولیک، دیاستولیک و فشار خون میانگین شریانی گروه‌های تمرینی.

متغیر	گروه	میانگین	انحراف استاندارد	df	t	P value
فشار خون سیستولی (SBP)	کنترل	-0/60	1/5	4	-0/885	0/426
	هوازی	5/83	3/0	5	4/66	0/005
	مقاومتی	1/50	2/3	5	1/56	0/178
	ترکیبی	7/28	2/4	6	7/9	<0/001
فشار خون دیاستولی (DBP)	کنترل	1/80	2/9	4	1/36	0/244
	هوازی	5/83	3/7	5	3/85	0/012
	مقاومتی	1/33	2/8	5	1/16	0/297
	ترکیبی	-1/85	2/5	6	-1/93	0/102
سرعت موج نبض (PWV)	کنترل	-0/074	0/17	4	-0/926	0/407
	نبض هوازی	1/70	0/61	5	6/80	0/001
	مقاومتی	0/315	0/47	5	1/61	0/168
	ترکیبی	1/02	0/80	6	3/36	0/015

برای بررسی تفاوت‌های بین گروهی از آزمون تحلیل کواریانس چندمتغیره (مانکوا یک راهه) استفاده شد. در ابتدا پیش فرضهای مربوط به این آزمون بررسی شد. آزمون Box's M به منظور بررسی پیش فرض برابری کواریانس متغیرهای وابسته انجام شد که مقادیر بدست آمده این برابری ماتریس‌های کواریانس را تایید کرد (Box's M=33.44)

ماتریس‌های کواریانس را تایید کرد (Box's M=33.44)

ویلکزلامبدا ($F=6/27$ $P<0/001$) حکایت از تفاوت‌های معناداری است که اثر تمرین بر ترکیب خطی متغیرهای وابسته پژوهش دارد. بنابراین نتیجه می‌گیریم تفاوت معناداری بین گروه‌های تمرینی از نظر ترکیب متغیر وابسته وجود دارد. از اینرو آزمون‌های تک متغیری به جهت بررسی بیشتر و دقیقتر تفاوت‌های موجود ادامه یافت.

$P=0.168$). همچنین مقادیر آزمون کرویت بارتلت ($x^2=27.00$, $P<0.001$) همبستگی لازم بین متغیرهای وابسته برای انجام تحلیل چندمتغیری را نشان داد. در پایان آزمون لوین برای بررسی همگنی واریانس‌های داده‌ها اجرا شد که مقادیر آن برای همه متغیرها غیرمعنادار بود ($p>0/05$). سپس آزمون چندمتغیری که متشکل از ۴ آماره F می‌باشد تحلیل و با توجه به رعایت مفروضه Box's M آزمون ویلکز لامبدا به عنوان معیار آزمون F در نظر گرفته می‌شود. مقادیر آزمون

جدول ۳- نتایج آزمون اثرات بین گروهی به تفکیک متغیرهای وابسته پژوهش

اندازه اثر (η^2)	sig	F	درجه آزادی	میانگین مجذورات	متغیر پژوهش	گروه
۰/۴۵	۰/۰۲۰	۵/۳۹	۲	۳۴/۱۴	فشار خون دیاستولی	
۰/۶۴	<۰/۰۰۱	۱۱/۶۲	۲	۶۶/۲۳	فشار خون سیستولی	
۰/۳۵	۰/۰۵۶	۳/۶۲	۲	۲/۲۳	سختی شریانی	

معنی دارند، آزمون تعقیبی LSD برای مقایسه‌های زوجی با آلفا پیش‌گزینه ۰/۰۵ انجام شد که نتایج این آزمون‌های پس از تجربه در جدول ۴ گزارش شده است.

همانطور که در جدول ۳ می‌بینیم، اثر چندمتغیری موجود در تحلیل به دلیل تفاوت‌های معنادار در هر سه متغیر وابسته پژوهش بوجود آمده است بنابراین برای تعیین اینکه کدام گروه‌ها به طور اخص از نظر این سه متغیر وابسته دارای تفاوت

جدول ۴- مقایسه‌های زوجی مربوط به متغیرهای فشار خون دیاستولی، سیستولی و سختی شریانی با استفاده از آزمون تعقیبی LSD

گروه	میانگین اختلافات	خطای استاندارد	فاصله اطمینان ۹۵٪		سطح معنی داری
			کرانه پایین	کرانه بالا	
کنترل	هوازی	۱/۴۴	۰/۰۰۴**	۱/۸۰	۷/۹۲
	مقاومتی	۱/۵۳	۰/۸۵۸	-۲/۹۶	۳/۵۰
	ترکیبی	۱/۶۵	۰/۴۵۳	-۴/۷۷	۲/۲۲
هوازی	مقاومتی	۱/۴۹	۰/۰۰۷**	-۷/۳۸	-۱/۴۴
	ترکیبی	۱/۵۳	۰/۰۰۱**	-۹/۳۶	-۲/۹۰
مقاومتی	ترکیبی	۱/۳۳	۰/۲۵۹	-۴/۷۴	۱/۲۵
کنترل	هوازی	۱/۵۲	<۰/۰۰۱**	۳/۴۱	۹/۸۵
	مقاومتی	۱/۵۷	۰/۴۷۸	-۲/۲۴	۴/۵۹

فشار خون دیاستولیک

فشار خون سیستولیک

۱۰/۸۹	۳/۵۲	۰/۰۰۱**	۱/۶۱	۷/۲۰	ترکیبی	
-۲/۱۲	-۸/۷۸	۰/۰۰۳**	۱/۵۷	-۵/۴۵	مقاومتی	هوازی
۳/۹۸	-۲/۸۳۲۸	۰/۷۲۶	۱/۶۱	۰/۵۷۶	ترکیبی	
۸/۹۹	۳/۰۶	<۰/۰۰۱**	۱/۴۰	۶/۰۳	ترکیبی	مقاومتی
۲/۳۳	۰/۷۶	۰/۰۰۱**	۰/۳۷	۱/۵۴	هوازی	کنترل
۱/۱۹	-۰/۴۶	۰/۳۶۶	۰/۳۹	۰/۳۶۷	مقاومتی	
۱/۸۳	۰/۰۳۵	۰/۰۴۲*	۰/۴۲	۰/۹۳۳	ترکیبی	
-۰/۳۷	-۱/۹۹	۰/۰۰۷**	۰/۳۸	-۱/۱۸	مقاومتی	هوازی
۰/۲۱۵	-۱/۴۴	۰/۱۳۶	۰/۳۹	-۰/۶۱۵	ترکیبی	
۱/۲۸	-۰/۱۵۴	۰/۱۱۶	۰/۳۴	۰/۵۶۶	ترکیبی	مقاومتی

از متغیرها تفاوت معنادار نبود. همچنین تفاوت در گروه هوازی و ترکیبی تنها در فشار دیاستولی بود.

بحث و نتیجه گیری

هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر سه نوع تمرین ورزشی مختلف بر فاکتورهای فشار خون و سختی شریانی شرکت کنندگان در مرحله پیش فشار خونی بود. یافته اصلی مطالعه حاضر نشان داد که فشار خون سیستولیک پس از ۸ هفته در دو گروه هوازی و ترکیبی کاهش معناداری داشت. در مقایسه بین گروه‌ها، گروه تمرین هوازی و ترکیبی به نسبت گروه مقاومتی کاهش معنادارتری را نشان دادند. تغییرات فشار دیاستولی در گروه تمرین هوازی کاهش و معنادار بود. در تغییرات بین گروهی فشار دیاستولی، تنها اختلافات مربوط به گروه هوازی با دیگر گروه‌های آزمودنی بود. همچنین سختی شریانی شرکت کنندگان که یکی از شاخصه‌های مهم سلامت سیستم قلبی عروقی می‌باشد پس از اجرای پروتکل‌های تمرینی در دو گروه هوازی و ترکیبی کاهش بود. در تغییرات

همانگونه که مقایسه‌های زوجی جدول بالا نشان می‌دهد در متغیر فشار خون دیاستولی، اختلافات تنها مربوط به گروه هوازی با سه گروه دیگر است که با توجه به میانگین اختلافات بدست آمده حاکی از پایینتر بودن مقادیر این متغیر به نسبت دیگر گروه‌های پژوهش است ($P < 0/05$). در متغیر فشار سیستولی تفاوت‌های معنادار بین دو گروه هوازی و ترکیبی با دو گروه تمرین مقاومتی و کنترل بود که با توجه به میانگین‌های دو گروه نشان از اثرات کاهش‌ی برنامه تمرینی در پس آزمون دو گروه تمرین هوازی و ترکیبی دارد. در سختی شریانی نیز نتایج مشابه فشار سیستولی بود با این تفاوت که تفاوت معنادار بین گروه ترکیبی و مقاومتی از بین رفت. در واقع گروه ترکیبی فقط با گروه کنترل تفاوت معنادار داشت و گروه هوازی با کنترل و مقاومتی. بطور کلی گروه تمرین هوازی در هر سه متغیر با گروه‌های کنترل و مقاومتی تفاوت معنادار داشت. گروه تمرین ترکیبی نیز در هر سه متغیر با گروه کنترل و در فشار خون سیستولی با گروه مقاومتی تفاوت معنادار داشت. بین گروه تمرین مقاومتی و کنترل در هیچیک

بین گروهی نیز بین این دو گروه با گروه مقاومتی و کنترل تفاوت معنادار وجود داشت.

نتایج مطالعه حاضر با مطالعه رونگتای و فومسپتاوی (۲۰۱۹) همراستا است که تغییرات در فشار خون آزمودنیها را در پی تمرینات استقامتی و ترکیبی گزارش کردند اما تغییرات حاصل از تمرین مقاومتی تغییرات چندانی را بوجود نیاورد (۱۵). نتایج مطالعه مروری کورنلیسن (۲۰۱۳) نیز نشان داد تمرین مقاومتی نمی‌تواند اثرات چندانی بر فشار خون شرکت کنندگان داشته باشد (۲۱). با اینحال لیما و همکاران (۲۰۱۷) کاهش فشار خون پس از هر دو نوع تمرین مقاومتی و هوازی را گزارش کردند که می‌تواند مربوط به پاسخدهی فشار خون به حجم و شدت تمرین مقاومتی باشد (۲۲). در مطالعه آنها شدت تمرینات مقاومتی متوسط ($1RM < 50\%$) بود که در مطالعات پیشین نیز اغلب کاهش‌ها پس از تمرینات مقاومتی با شدت متوسط و پایین بدست آمده بود. این نکته به وضوح اهمیت شدت تمرین در تجویز تمرینات ورزشی به ویژه تمرینات مقاومتی را نشان می‌دهد و می‌تواند منشا اختلافات موجود بین یافته‌های مطالعاتی باشد. همچنین نتایج متضاد مطالعه ما در مورد تمرین مقاومتی با برخی مطالعات (۱۴, ۲۳, ۲۴) می‌تواند ناشی از مدت طول تمرین نیز باشد. در مطالعات یاد شده پروتکل تمرین شامل حداقل ۱۲ هفته تمرین بود درحالی‌که در مطالعه ما ۸ هفته تمرین لحاظ شده بود که می‌تواند برای ایجاد تغییرات فشارخونی ناکافی باشد.

رونگتای و فومسپتاوی (۲۰۱۹) مکانیسم ضد فشارخونی تمرینات هوازی و ترکیبی را به وازیلیدیتور اندوتلیوم (ET1)^۲

نسبت می‌دهند. از نظر آنها این دو روش تمرینی باعث افزایش فراهم زیستی نیترو اکسید^۳ (NO) می‌شوند که باعث بهبود وازیلیدیتورهای مربوط به اندوتلیوم می‌شوند. آنها همچنین گزارش کردند که غلظت کلی نیتريت / نترات^۴ (NOx) آزمودنیهای گروه هوازی ۲٪ و ۶۸/۵٪ و در گروه تمرین ترکیبی ۷۱/۹٪ و ۹۲/۴٪ افزایش یافته بود اما این تغییرات در گروه مقاومتی ناچیز بود (۱۵). در یافته‌هایی مشابه لارسن و مچکو (۲۰۱۶) نیز انطباقات اندوتلیالی را محصول تغییرات حاصل از تمرین در افراد با سطوح پیش فشارخونی می‌دانند (۲۵). همچنین سون و همکاران (۲۰۱۷) نیز ۳ عامل کاهش در سطوح ET1 و چربی‌های زیرپوستی شکمی و همچنین افزایش سطوح NOx را دلیل کاهش فشارخون و سختی شریانی در پی ۱۲ هفته تمرین ترکیبی عنوان کردند (۱۸). NO دارای نقش‌های مهمی مانند خاصیت ضد التهابی، آنتی اکسیدانی و گشاد کننده عروق است که همگی آنها با بهبود عملکرد عروق مرتبط هستند. همچنین کاهش در مقادیر ET1 که یک منقبض کننده قوی عروقی است می‌تواند جریان خون عروقی را تسهیل کند. این شواهد نشان می‌دهند که کاهش فشارخون و سختی شریانی حاصل از فعالیت‌ها بویژه تمرینات هوازی غالباً به دلیل بهبود عملکرد عروقی افراد می‌باشد (۲۶).

در مطالعه حاضر سختی شریانی که به عنوان یکی از نشانگرهای زیستی مهم سلامت قلبی و عروقی از آن نام برده می‌شود در پاسخ به تمرینات هوازی و ترکیبی کاهش معناداری پیدا کرد. این مقادیر برای تمرین هوازی ۱۸/۴٪ و برای گروه ترکیبی ۱۱/۷٪ کاهش داشت که اهداف مورد

³ - nitric oxide (NO)

⁴ - total nitrite / nitrate (NOx)

² - endothelin-1 (ET1)

انتظار مداخلات اولیه غیر دارویی را بخوبی حاصل می کند (۱) اما تغییرات پس از تمرین مقاومتی تنها مقدار ناچیز 0.74% افزایشی بود. نتایج مطالعه ما با دیگر مطالعات در این زمینه همراستاست (۶, ۲۷, ۲۸). یوشیزاوا و همکاران (۲۰۱۴) کاهش مقادیر PWV کاروتید فمورال را پس از تمرینات هوازی گزارش کردند (۲۸). در مقابل کرفت و همکاران (۲۰۰۷) ارتباطی بین آمادگی هوازی و سختی آئورت نزولی پیدا نکردند (۲۹) البته آزمودنیهای آنها بسیار مسن تر از آزمودنیهای دیگر مطالعات و مطالعه ما بودند که می تواند دلیلی برای تفاوت بین یافته ها باشد. به همین دلیل با استناد به یافته های مطالعه حاضر ما پیشنهاد می کنیم که تشخیص و بویژه مداخلات اولیه برای حاصل شدن تغییرات مطلوب در سختی شریانی در افراد با پیش فشارخونی و پر فشارخونی باید هرچه زودتر و در سنین پایتیر انجام شود. بطور کلی اگرچه یک توافق نسبی کلی در مورد اثرگذاری مثبت (کاهش) تمرینات استقامتی هوازی بر سختی شریانی در ادبیات پژوهشی وجود دارد (۳۰) در برخی موارد گزارشات متضادی نیز بدست آمده که می توان آنها را به تفاوت در شیوه های اندازه گیری این متغیر نسبت داد. برای مثال برخی مطالعات سختی شریان را به طور منطقه ای (مرکزی/پیرامونی) برآورد کرده اند که خود می تواند موجب نتایج متناقض در این زمینه شود. در مطالعه حاضر، برخلاف یافته ها در مورد تمرینات هوازی و ترکیبی، تمرینات مقاومتی نشان داد که اثر چندانی بر سختی شریانی نداشت. این نتایج با یافته های (۱۶, ۱۷, ۲۸, ۳۱) همراستا و با نتایج دیگر مطالعات مبنی بر اثر کاهش (۱۷, ۳۲) و افزایشی (۶, ۳۳, ۳۴) تمرین مقاومتی بر سختی شریانی در تناقض می باشد. یک دلیل احتمالی تفاوت در یافته ها می تواند ناشی از

شدت های مختلف پروتکل تمرینی باشد. در پژوهش یاسودا و همکاران (۲۰۱۳) که تمرینات مقاومتی با شدت کمتر از 50% 1RM انجام شد، کاهش قابل ملاحظه ای (۷/۵-٪) در میزان شاخص baPWV دیده شد (۳۵). علاوه بر این کاوانو (۲۰۰۶) کاهش ۲۰ درصدی تغییرات cfPWV در پی تمرینات با شدت $> 50\%$ را گزارش کرد اما در baPWV تغییری دیده نشد (۳۶). یوشیزاوا و همکاران نیز کاهش ۵/۱ درصدی را پس از دوره تمرین قدرتی بین ۷۰-۵۰٪ را گزارش کردند (۲۸). با اینحال یافته ها در مورد تمرینات با شدت بالا ($< 70\%$) نتایج کاملاً متضادی دارند. تمرین مقاومتی با شدت $< 80\%$ می تواند حتی باعث افزایش شاخص cfPWV تا ۲۹٪ و baPWV ۳/۱٪ شود (۳۲). این تفاوت ها همچنین می تواند به دلیل نوع انقباض عضلانی در تمرینات قدرتی باشد. پژوهش ها نشان داده اند انقباضات برونگرا باعث کاهش و یا عدم تغییر در سختی شریانی شود ولی انقباض های درونگرا می تواند آنرا افزایش دهد (۶). با اینحال اغلب پژوهش های انجام شده اثرات جداگانه این نوع انقباضات را مد نظر قرار نداده اند.

یک نکته بسیار پراهمیت درباره اثرگذاری تمرین ورزشی به دوره های سنی مربوط است جایی که برخی مطالعات از اثرگذاری مثبت تمرینات ورزشی به ویژه تمرینات هوازی بر سختی شریانی در آزمودنیهای جوانتر حکایت می کنند در حالیکه پروتکل های تمرینی مشابه در افراد مسن تغییری را نشان ندادند (۳۳). از اینرو این پژوهش ها عنوان می کنند که ممکن است یک "نقطه بدون بازگشت" در ارتباط با مدت زمان پرفشارخونی در ترکیب با سن وجود داشته باشد. این

⁵ - Eccentric

⁶ - Concentric

نکته بسیار مهم به وضوح اهمیت تمرین در سنین جوانی و به خصوص پیش از قرار گرفتن در وضعیت پرفشار خونی یعنی پیش فشار خونی را برجسته می‌کند. علاوه بر این اگرچه نباید از اثرات تثبیت شده تمرین قدرتی در جلوگیری از تحلیل عضلانی^۷ و پوکی استخوان^۸ که نقش بسیار پر اهمیتی در سلامت انسان بویژه در دوران سالمندی دارند غافل شد، اما فقدان اثر مثبت یا گاهی اثرات نامطلوبی که برخی مطالعات در سختی شریانی و یا فشار خون افراد جوان و میانسال (۳۴، ۳۷) گزارش کرده اند می‌تواند باعث احتیاط در بکار بردن این نوع تمرینات باشد. بنابراین با اضافه کردن یک بخش تمرین هوازی به تمرینات قدرتی و تبدیل آن به یک برنامه تمرین ترکیبی می‌توان از اثرات مطلوب این شویه از تمرین بهره‌مند شد.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر مستخرج از رساله دکتری نویسنده اول مقاله می‌باشد. نویسندگان بر خود لازم می‌دانند تا از همه کسانی که در اجرای این پژوهش ما را یاری کردند - بویژه شرکت کنندگان محترم - صمیمانه سپاسگزاری کنند. همچنین نویسندگان نبود هر گونه تضاد منافع در اجرا و نگارش این پژوهش را تایید میکنند.

⁷ - Sarcopenia

⁸ - Osteoporosis

References

۱. Egan BM, Stevens-Fabry S. Prehypertension—prevalence, health risks, and management strategies. *Nature Reviews Cardiology*. 2015;12:289.
۲. Agabiti-Rosei E, Mancia G, O'Rourke MF, Roman MJ, Safar ME, Smulyan H, et al. Central blood pressure measurements and antihypertensive therapy: a consensus document. *Hypertension*. 2007;50(1):154-60.
۳. Tunkamnerdthai O, Auvichayapat P, Donsom M, Leelayuwat N. Improvement of pulmonary function with arm swing exercise in patients with type 2 diabetes. *Journal of Physical Therapy Science*. 2015;27(3):649-54.
۴. Franklin SS. Arterial stiffness and hypertension: a two-way street? : *Am Heart Assoc*; 2005.
۵. 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.
۶. Li Y, Hanssen H, Cordes M, Rossmeissl A, Endes S, Schmidt-Trucksäss A. Aerobic, resistance and combined exercise training on arterial stiffness in normotensive and hypertensive adults: a review. *European journal of sport science*. 2015;15(5):443-57.
۷. Collaboration PS. Age-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies. *The Lancet*. 2002;360(9349):1903-13.
۸. Mancia G, Fagard R, Narkiewicz K, Redán J, Zanchetti A, Böhm M, et al. 2013 Practice guidelines for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and the European Society of Cardiology (ESC): ESH/ESC Task Force for the Management of Arterial Hypertension. *Journal of hypertension*. 2013;31(10):1925-38.
۹. Ruivo JA, Alcântara P. Hipertensão arterial e exercício físico. *Revista Portuguesa de Cardiologia*. 2012;31(2):151-8.
۱۰. Beckett NS, Peters R, Fletcher AE, Staessen JA, Liu L, Dumitrascu D, et al. Treatment of hypertension in patients 80 years of age or older. *New England Journal of Medicine*. 2008;358(18):1887-98.
۱۱. Koga M, Ideishi M, Matsusaki M, Tashiro E, Kinoshita A, Ikeda M, et al. Mild exercise decreases plasma endogenous digitalislike substance in hypertensive individuals. *Hypertension*. 1992;19(2_supplement):II231.
۱۲. Tsai JC, Yang HY, Wang WH, Hsieh MH, Chen PT, Kao CC, et al. The beneficial effect of regular endurance exercise training on blood pressure and quality of life in patients with hypertension. *Clinical and experimental hypertension*. 2004;26(3):255-65.
۱۳. Hamer M. The anti-hypertensive effects of exercise. *Sports medicine*. 2006;36(2):109-16.
۱۴. Cornelissen VA, Fagard RH, Coeckelberghs E, Vanhees L. Impact of resistance training on blood pressure and other cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Hypertension*. 2011;58(5):950-8.
۱۵. 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.
۱۶. 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.
۱۷. 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.
۱۸. Son W-M, Sung K-D, Bharath LP, Choi K-J, Park S-Y. Combined exercise training reduces blood pressure, arterial stiffness, and insulin resistance in obese prehypertensive adolescent girls. *Clinical and Experimental Hypertension*. 2017;39(6):546-52.
۱۹. ارتباط میان سختی شریانی و وضعیت شناختی در سالمندان. مجله دیابت و et al انصاری، سپیده، شریفی، خوب تیز، کامرانی، فخرزاده. متابولیسم ایران. ۲۰۱۴؛ ۱۳(۶): ۲۴-۵۱۳.
۲۰. 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.
۲۱. Cornelissen VA, Smart NA. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Heart Association*. 2013;2(1):e004473.
۲۲. Lima LG, Bonardi J, Campos GO, Bertani RF, Scher LM, Moriguti JC, et al. Combined aerobic and resistance training: are there additional benefits for older hypertensive adults? *Clinics*. 2017;72(6):363-9.
۲۳. Corso LM, Macdonald HV, Johnson BT, Farinatti P, Livingston J, Zaleski AL, et al. Is concurrent training efficacious antihypertensive therapy ?A meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2016;48(12):2398-406.
۲۴. Moraes MR, Bacurau RF, Casarini DE, Jara ZP, Ronchi FA, Almeida SS, et al. Chronic conventional resistance exercise reduces blood pressure in stage 1 hypertensive men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2012;26(4):1122-9.
۲۵. Larsen MK, Matchkov VV. Hypertension and physical exercise: The role of oxidative stress. *Medicina*. 2016;52(1):19-27.

- ۲۶ Forouzanfar MH, Liu P, Roth GA, Ng M, Biryukov S, Marczak L, et al. Global Burden of Hypertension and Systolic Blood Pressure of at Least 110 to 115 mm Hg, 1990-2015. *JAMA*. 2017;317(2):165-82.
- ۲۷ 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.
- ۲۸ Yoshizawa M, Maeda S, Miyaki A, Misono M, Saito Y, Tanabe K, et al. Effect of 12 weeks of moderate-intensity resistance training on arterial stiffness: a randomised controlled trial in women aged 32-59 years. *British journal of sports medicine*. 2009;43(8):615-8.
- ۲۹ Kraft KA, Arena R, Arrowood JA, Fei D-Y. High aerobic capacity does not attenuate aortic stiffness in hypertensive subjects. *American heart journal*. 2007;1.۹۷۶-۸۲:(۵)۵۴
- ۳۰ Ranadive S, Fahs C, Yan H, Rossow L, Agiovlasitis S, Fernhall B. Comparison of the acute impact of maximal arm and leg aerobic exercise on arterial stiffness. *European journal of applied physiology*. 2012;112(7):2631-5.
- ۳۱ Rossow LM, Fahs CA, Thiebaud RS, Loenneke JP, Kim D, Mouser JG, et al. Arterial stiffness and blood flow adaptations following eight weeks of resistance exercise training in young and older women. *Experimental gerontology*. 2014;53:48-56.
- ۳۲ Okamoto T, Masuhara M, Ikuta K. Effect of low-intensity resistance training on arterial function. *European Journal of Applied Physiology*. 2011;111(5):743-8.
- ۳۳ Collier S, Kanaley J, Carhart R, Frechette V, Tobin M, Hall A, et al. Effect of 4 weeks of aerobic or resistance exercise training on arterial stiffness, blood flow and blood pressure in pre-and stage-1 hypertensives. *Journal of human hypertension*. 2008;22(10):678-86.
- ۳۴ Miyachi M. Effects of resistance training on arterial stiffness: a meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2013.۳۹۳-۶:(۶)۴۷;
- ۳۵ Yasuda T, Fukumura K, Fukuda T, Uchida Y, Iida H, Meguro M, et al. Muscle size and arterial stiffness after blood flow-restricted low-intensity resistance training in older adults. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 20.۷۹۹-۸۰۶:(۵)۲۴;۱۴
- ۳۶ 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.
- ۳۷ Otsuki T, Maeda S, Iemitsu M, Saito Y, Tanimura Y, Ajisaka R, et al. Vascular endothelium-derived factors and arterial stiffness in strength-and endurance-trained men. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*. 2007;292(2):H786-H91.

*Original Article***Comparison of the effect of different high intensity training modules (aerobic, resistance and combined) on blood pressure and arterial stiffness of non-athlete prehypertensive young men**

Received:24/09/2020 -Accept:18/01/2021

Rahimi Farhad¹
Keshavarz Saied^{*2}
Banaie Jamshid³
Marvi Isfahane Mahnaz⁴

¹PhD candidate, Sport Medicine Research Center, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad.Iran.

²Assistant professor, Sport Medicine Research Center, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad.Iran.

³Assistant professor, Sport Medicine Research Center, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad.Iran.

⁴Assistant professor, Sport Medicine Research Center, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad.Iran.

Email:
keshavarz1357@gmail.com

Abstract

Introduction: The aim of this study was to compare the response of blood pressure and arterial stiffness to different high-intensity training methods.

Materials and Methods: twenty-six prehypertensive men aged 25-45 years categorized in 4 groups: aerobic, resistance and combined exercise. Pre and post Blood pressure and arterial stiffness measurements were performed. Paired sample t-test was used to compare within-group and multivariate analysis of covariance (Mancova) test was used to compare between-group differences.

Results: The results showed that diastolic blood pressure was significantly reduced in the aerobic group (P=0.012) but was insignificant in the resistance group (P=0.297) and combined (P=0.102). Aerobic (P=0.005) and combined exercise (P<0.001) significantly reduced systolic blood pressure, but in the resistance group (P=0.178) was not significant. Arterial stiffness of the aerobic (P=0.001) and combined (P=0.015) groups was significantly reduced but was not significant in the resistance group (P=0.168). Between groups comparison showed that the diastolic blood pressure of the aerobic group experienced significance reduction than other groups. Also, post-test Systolic blood pressure in both aerobic and combined groups were significantly different from the resistance and control groups. In arterial stiffness, there was a significant difference between the aerobic group and control and resistance groups, as well as the combined and control groups.

Conclusion: In general, aerobic exercise showed that it has beneficial effects on all variables, but in resistance training, little effect was seen. An important finding is that combined exercises, which are being increasingly popular these days, can have the same positive effects as aerobic exercise.

Key words: blood pressure, arterial stiffness, exercise and physical activity.

Acknowledgement: There is no conflict of interest.