

تأثیر هشت هفته تمرینات ترکیبی (مقاومتی دایره‌ای و استقامتی)

بر آمادگی قلبی تنفسی، فشار خون و سطح سرمی نیتریک

اکسید در مردان چاق مبتلا به پرفشاری خون

رضا رشدی بناب^۱، خسرو ابراهیم^{۲*}، فرشاد غزالیان^۱، عباس افراسیابی راد^۳

(۱) گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

(۲) دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

(۳) مرکز تحقیقات قلب و عروق، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران

چکیده:

چاقی با بیماری‌های مختلفی از جمله پرفشاری خون و کاهش آمادگی قلبی-تنفسی همراه است. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات ترکیبی (مقاومتی دایره‌ای و استقامتی) بر اکسیژن مصرفی بیشینه (VO_2max)، فشار خون و سطوح سرمی نیتریک اکسید (NO) در مردان چاق مبتلا به پرفشاری خون صورت گرفته است. به منظور اجرای پژوهش حاضر، ۲۴ مرد چاق دارای پرفشاری خون (فشار خون سیستولی بالاتر از ۱۴۰ و فشار خون دیاستولی بالاتر از ۹۰ میلی‌متر جیوه) در دو گروه کنترل و تمرین ترکیبی تقسیم‌بندی شدند. برنامه تمرین ترکیبی به مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته اجرا شد. در هر جلسه تمرین ترکیبی، ابتدا تمرین مقاومتی دایره‌ای و بلافاصله بعد از آن، تمرین استقامتی اجرا گردید. ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین، نمونه‌های خونی جمع‌آوری و فشار خون و همچنین آمادگی قلبی-تنفسی آزمودنی‌ها مورد بررسی قرار گرفت. داده‌ها با نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ و آزمون آنالیز کوواریانس تجزیه و تحلیل شد.

نتایج حاضر نشان داد که VO_2max در گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل به صورت معناداری افزایش ($p < 0/001$) و فشار خون به صورت معنادار کاهش یافته است ($p < 0/05$). علاوه بر این، افزایش معنادار سطوح سرمی NO در گروه تمرین ترکیبی در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد ($p < 0/001$).

نتایج حاضر نشان می‌دهد که تمرینات ترکیبی نقش موثری در بهبود آمادگی قلبی-تنفسی بیماران مبتلا به پرفشاری خون دارد و منجر به کاهش فشار خون آنها می‌شود که احتمالاً این تغییرات در فشار خون تا حدودی با افزایش سطوح NO مرتبط است.

کلمات کلیدی: آمادگی هوازی، پرفشاری خون، تمرین ورزشی، نیتریک اکسید

* نویسنده مسئول:

دکتر خسرو ابراهیم، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، بلوار دانشجو، میدان شهید شهریار، خیابان یمن، بزرگراه شهید چمران، تهران، ایران، پست الکترونیکی: k-ebrahim@sbu.ac.ir

مقدمه:

شیوع چاقی از سال ۱۹۸۰ دو برابر شده است و تقریباً ۵۰۰ میلیون بزرگسال در سراسر جهان مبتلا به چاقی هستند (شاخص توده بدنی^۱ بیشتر از 30 kg/m^2) و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰ این تعداد به حدود یک میلیارد نفر برسد [۱]. چاقی و اضافه وزن با عوارض و اختلالات بسیاری همراه است که از جمله مهمترین آنها می‌توان به مقاومت انسولین، دیابت نوع ۲، بیماری‌های قلبی آترواسکلروتیک^۲، بیماری کبد چرب غیر الکلی، پرفشاری خون و هیپرلیپیدمی اشاره کرد. با وجود اینکه پاتوژنز این بیماری‌ها کاملاً مشخص نیست، اما به نظر می‌رسد که این بیماری‌ها تا حدودی با فعالیت متابولیکی بافت چربی مرتبط هستند [۲]. افراد چاق در معرض پرفشاری خون، نارسایی کلیه و همچنین سایر بیماری‌های قلبی عروقی قرار دارند. در این رابطه، مطالعات بالینی و حیوانی، ارتباط قابل ملاحظه‌ای را بین چاقی و پرفشاری خون نشان داده‌اند و چربی احشایی به عنوان یکی از اصلی‌ترین عوامل خطرزا برای پرفشاری خون و همچنین سایر بیماری‌های قلبی عروقی مطرح شده است [۳].

در بین افراد چاق ۲۰ تا ۴۵ سال، خطر نسبی بروز پرفشاری خون در مقایسه با افراد همسن لاغر، پنج تا شش برابر بیشتر است. این ارتباط بین چاقی و فشار خون در تمامی جوامع صنعتی، تمامی سنین، گروه‌های قومی و در هر دو جنس مشاهده شده است. تغییرات در وضعیت‌های چاقی با مرور زمان با تغییرات در فشارخون نیز مرتبط است [۴]. بر این اساس، نقش چاقی در پاتوژنز پرفشاری خون از اهمیت قابل ملاحظه‌ای برخوردار است. پرفشاری خون به نوبه خود با بروز بیماری‌های قلبی-عروقی، سکت، نارسایی احتقانی قلب، نارسایی کلیوی و بیماری‌های عروق محیطی همراه است [۵]. بنابراین کنترل مناسب فشار خون برای سلامت عمومی بسیار حائز اهمیت است. کاهش فشار خون و پیشگیری از پرفشاری خون در گام نخست با مداخلات سبک زندگی توصیه شده است. این مداخلات عبارتند از کاهش وزن، کم کردن مصرف الکل، افزایش مصرف میوه و سبزیجات،

کاهش چربی‌های اشباع، کاهش مصرف نمک و نهایتاً افزایش میزان فعالیت جسمانی [۶]. کاهش وزن اساس درمان چاقی است و می‌توان از چندین راه، از جمله محدودیت کالریک و فعالیت ورزشی برای کاهش وزن کمک گرفت. کاهش وزن با بهبود چندین عامل متابولیک (مانند تحمل گلوکز، حساسیت انسولین، فشار خون، استرس اکسایشی و التهاب) همراه است [۷].

انجمن قلب آمریکا، کاهش وزن را برای افراد مبتلا به چاقی و افراد دارای اضافه وزن برای کم کردن شدت عوامل خطرزای مربوط به بیماری‌های قلبی عروقی پیشنهاد کرده است. در این افراد، کاهش وزن با بهبود اکثر عوامل خطرزای کاردیومتابولیک مانند شیوع سندرم متابولیک، دیس‌لیپیدمی و پرفشاری خون همراه است. بنابراین، دلیل منطقی کافی وجود دارد که پزشکان، بیماران چاق و دارای اضافه وزن را حداقل به کاهش اندک وزن بدن تشویق کنند [۸].

نیتریک اکسید^۳ (NO) یکی از میانجی‌های مهم تنظیم هموستاز فشار خون است. گزارش شده است که کاهش زیست‌فراهمی^۴ NO به صورت فارماکولوژیک منجر به پرفشاری خون می‌شود [۹]. علاوه بر این، عنوان شده است که کاهش عمل گشاد کننده عروق NO دلیل اصلی گسترش پرفشاری خون در برخی از انواع بیماری‌ها است [۱۰]. در مقابل، گزارش شده است که تمرینات ورزشی موجب کاهش سختی شریانی و افزایش سطوح NO در افراد چاق می‌شود که این تغییرات با بهبود فشار خون همراه است [۱۱]. علاوه بر نقشی که تمرینات ورزشی می‌تواند در بهبود فشار خون و افزایش سطوح NO داشته باشد، تمرینات ورزشی یک راهکار موثر به منظور افزایش آمادگی قلبی تنفسی و افزایش آمادگی هوازی است [۱۲]. آمادگی قلبی تنفسی (هوازی) که گاهی به عنوان آمادگی قلبی عروقی نیز نامیده می‌شود، مجموع ظرفیت سیستم‌های قلبی عروقی و تنفسی و توانایی اجرا کردن فعالیت ورزشی شدید طولانی‌مدت است. اکسیژن مصرفی بیشینه^۵ (VO_2max) در طول فعالیت ورزشی بیشینه فزاینده به دست می‌آید که تا زمان رسیدن به واماندگی اختیاری ادامه پیدا می‌کند و از این رو توسط

³ Nitric oxide⁴ Bioavailability⁵ Maximal Oxygen Consumption¹ Body Mass Index (BMI)² Atherosclerotic

دیاستولی بیشتر از ۹۰ میلی‌متر جیوه، نداشتن برنامه تمرین ورزشی منظم طی یکسال اخیر، عدم مصرف مشروبات الکلی، توانایی شرکت در تمرینات ورزشی مورد نظر، موافقت کتبی و امضای رضایت نامه جهت شرکت در مداخله حاضر، عدم بیماری‌های قلبی عروقی به جز پرفشاری خون، عدم ابتلا به دیابت نوع ۲، نداشتن محدودیت پزشکی برای شرکت در تمرینات ورزشی و پذیرش تمامی شرایط پژوهش. در صورت وجود موارد زیر آزمودنی‌ها از پژوهش کنار گذاشته می‌شدند: عدم شرکت منظم در برنامه تمرین ورزشی (بیش از دو جلسه)، عدم موافقت کامل با شرایط پژوهش و امضا نکردن رضایتنامه، مصرف مکمل خاص یا دارویی به جز داروهای کنترل فشار خون، بروز هرگونه مشکل بالینی یا تهدید سلامتی آزمودنی، عدم تمایل برای تداوم برنامه تمرینی، عدم حضور در مراحل خونگیری پیش‌آزمون یا پس‌آزمون و هرگونه آسیب ورزشی یا ناتوانی در تداوم برنامه تمرینی.

سنجش سطوح سرمی نیتریک اکسید (NO):

باتوجه به نحوه طراحی پژوهش حاضر، خونگیری در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون توسط پزشک انجام شد. بدین منظور از آزمودنی‌ها خواسته شد تا بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه در آزمایشگاه حضور یابند. آزمودنی‌ها ملزم شدند تا دو روز قبل از خونگیری پیش‌آزمون از فعالیت ورزشی سنگین خودداری کنند و شب قبل از خونگیری طبق برنامه معمول روزانه بخوابند. آزمودنی‌ها بعد از حضور در آزمایشگاه به مدت ۳۰ دقیقه استراحت کردند، سپس از هر کدام از آزمودنی‌ها ۵ سی‌سی خون در وضعیت نشسته از ورید بازویی گرفته شد. خونگیری بین ساعت ۹ تا ۱۰ صبح انجام شد.

بعد از پایان مداخله هشت هفته‌ای (۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی) و مطابق با شرایط خونگیری در مرحله پیش‌آزمون، آزمودنی‌ها مجدداً به منظور خونگیری در مرحله پس‌آزمون به آزمایشگاه مراجعه کردند و خونگیری انجام گرفت. نمونه‌های خونی گرفته شده به درون لوله فالکون ریخته شد و به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۳۰۰۰ بر دقیقه سانتریفیوژ شدند. سپس لوله فالکون‌ها از سانتریفیوژ خارج و توسط سمپلر نمونه‌های سرمی جدا و به درون میکروتیوب منتقل شد. به منظور نگهداری نمونه‌های خونی، همه آنها به فریزر با دمای ۸۰- درجه

سازمان جهانی بهداشت به عنوان بهترین تست نشان دهنده آمادگی قلبی‌تنفسی مطرح شده است. VO_{2max} را می‌توان بوسیله آزمون‌های بیشینه و زیربیشینه و به صورت مستقیم و غیرمستقیم اندازه‌گیری کرد [۱۳]. با این همه، تاکنون در مطالعه‌ای به تاثیر تمرینات ترکیبی بر آمادگی هوازی بیماران مبتلا به پرفشاری خون و همچنین تغییرات در سطوح سرمی نیتریک اکسید این بیماران پرداخته نشده است. از این رو محقق در پژوهش حاضر برای نخستین بار به بررسی تاثیر هشت هفته تمرینات ترکیبی (مقاومتی دایره‌ای و استقامتی) بر آمادگی قلبی‌تنفسی، فشار خون و سطوح سرمی نیتریک اکسید (NO) در مردان چاق مبتلا به پرفشاری خون پرداخته است.

مواد و روش‌ها:

جامعه و نمونه آماری:

مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی است که با دو گروه پژوهشی شامل گروه‌های کنترل و تمرین ترکیبی به صورت طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام گردید. جامعه آماری پژوهش حاضر را مردان چاق تشکیل می‌دادند. بر اساس جامعه آماری در دسترس (مردان چاق مبتلا به پرفشاری خون شهرستان بناب) تعداد ۲۴ مرد چاق دارای فشار خون بالا (فشار خون سیستولی بالاتر از ۱۴۰ و فشار خون دیاستولی بالاتر از ۹۰ میلی‌متر جیوه) به عنوان نمونه آماری تحقیق برای شرکت در پژوهش حاضر انتخاب شدند.

روش اجرای پژوهش:

قبل از شروع پروتکل پژوهشی حاضر، از همه آزمودنی‌ها برای شرکت در یک جلسه توجیهی به منظور توضیح کامل پژوهش حاضر و مزایا یا معایب و پیامدهای برنامه تمرینی دعوت شد و همه جزئیات تحقیق برای آزمودنی‌ها توضیح داده شد. در انتها از آزمودنی‌هایی که مشکلی برای شرکت در مطالعه پیش رو نداشتند، رضایت نامه آگاهانه کتبی اخذ شد. آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در دو گروه کنترل و برنامه تمرین ترکیبی دسته‌بندی شدند و مداخله پژوهشی به مدت هشت هفته آغاز شد. معیارهای ورود به پژوهش حاضر عبارت بودند از چاق بودن، شاخص توده بین ۳۰ تا ۳۵ کیلوگرم بر متر مربع، فشار خون سیستولی بالاتر از ۱۴۰ یا فشار خون

نهایتاً با استفاده از فرمول زیر، قدرت یک تکرار بیشینه هر آزمودنی برآورد شد [۱۵]:

$$IRM = \frac{[تکرار \times 0.278 - (0.278 \times 10)]}{\text{میزان بار}}$$

برنامه تمرین ورزشی ترکیبی

برنامه تمرین ورزشی اجرا شده در پژوهش حاضر از نوع ترکیبی (مقاومتی دایره‌ای- استقامتی) بود که به مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته توسط آزمودنی‌های گروه تمرین اجرا شد. در هر جلسه و بعد از گرم کردن، ابتدا تمرین مقاومتی دایره‌ای و بلافاصله بعد از آن، تمرین استقامتی اجرا گردید. تمرین مقاومتی دایره‌ای به مدت تقریبی ۲۰ دقیقه در هر جلسه و با یک ست ۱۲ تکراری متشکل از نه حرکت (پرس سینه، پرس پا، پرس شانه، کرانچ شکم، پشت پا، جلو پا، فیله کمر، جلو بازو و پشت بازو) اجرا شد. شدت تمرینات مقاومتی دایره‌ای معادل ۶۰ درصد IRM و فواصل استراحتی بین ست‌ها ۱۵ ثانیه بود. بلافاصله بعد از تمرین مقاومتی، تمرین استقامتی روی نوار گردان اجرا شد. برنامه تمرین استقامتی نیز شامل ۲۰ دقیقه پیاده‌روی یا دویدن در هر جلسه بود. شدت برنامه تمرین استقامتی ۶۰ تا ۷۵ درصد ضربان قلب بیشینه در نظر گرفته شده بود که با استفاده از ضربان سنج پلار کنترل گردید. قبل و بعد از هر جلسه تمرینی، آزمودنی‌ها به مدت ۱۰ دقیقه گرم کردن و سرد کردن را انجام دادند. در مجموع هر جلسه تمرین ترکیبی حدود یک ساعت به طول می‌انجامد [۱۶]. در طول دوره تمرینات استقامتی از آزمودنی‌ها خواسته شد در برنامه‌های ورزشی دیگر شرکت نکنند و برنامه متداول خود را ادامه دهند.

روش‌های آماری آنالیز داده‌ها

در پژوهش حاضر برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیروویلک^۴ استفاده شد. همچنین به منظور تعیین معناداری تفاوت بین گروه‌های پژوهشی از آزمون آنالیز کوواریانس^۵ استفاده گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ انجام گرفت و چنانچه $p < 0.05$ بود، تغییرات معنادار در نظر گرفته می‌شد.

سانتی‌گرا منتقل شدند و تا زمان اندازه‌گیری نیتریک اکسید از فریزر خارج نشدند. اندازه‌گیری نیتریک اکسید با استفاده از کیت شرکت Abcam (ab65328) با حساسیت یک نانومول و به روش کالریمتریک با استفاده از روش گریس^۱ انجام گرفت.

اندازه‌گیری VO₂max:

میزان VO₂max با انجام آزمون زیربیشینه یک مایل راه رفتن راکپورت^۲ اندازه‌گیری گردید. آزمون راه رفتن راکپورت به منظور برآورد VO₂max در مردان و زنان با دامنه سنی ۲۰ الی ۶۹ سال مورد استفاده قرار می‌گیرد. به منظور اجرای آزمون راه رفتن راکپورت از آزمودنی‌ها خواسته می‌شود تا مسافت یک مایل (۱/۶ km) را تا آنجا که می‌توانند به تندی طی کنند. اجرای این آزمون کم هزینه و راحت است و حتی برای افراد غیرفعال یا مسن نیز مناسب است. پوشیدن لباس و کفش مناسب و ۱۰ دقیقه گرم کردن قبل از آزمون راکپورت ضروری است. بلافاصله بعد از اتمام آزمون، ضربان قلب آزمودنی از روی ضربان سنج پلار ثبت شد و VO₂max با بر اساس فرمول زیر اندازه‌گیری شد [۱۴]:

$$VO_{2max} (ml.kg.min^{-1}) = 132/853 - [0.0769 (جنس) + 6/315 (سن)] - [0.3877 (وزن بدن) - (ضربان قلب) / 1565] - [0.2649 (زمان)]$$

تعیین قدرت یک تکرار بیشینه^۳ (IRM):

برای اندازه‌گیری IRM از آزمودنی‌ها خواسته شد تا یک هفته قبل از شروع پروتکل تمرینی به باشگاه ورزشی مراجعه کنند تا IRM تعیین شود. برای تعیین IRM در حرکات مختلف مقاومتی، آزمودنی باید هر حرکت را ۴-۶ بار انجام می‌داد به نحوی که تعداد تکرارها برای هر حرکت کمتر از ۴ و بیشتر از ۶ تکرار نشود. در صورتی که تعداد تکرارها کمتر از ۴ بود، از میزان وزنه کم می‌شد و در صورتی که تعداد تکرارها بیشتر از ۶ می‌شد به میزان وزنه افزوده می‌شد. بین هر نوبت به منظور تعیین وزنه و تکرار مناسب، آزمودنی‌ها ۳-۵ دقیقه استراحت می‌کردند.

¹ Griess

² Rockport

³ One Repetition Maximum

⁴ Shapiro-Wilk

⁵ Covariance

جدول شماره ۱ - ویژگی‌های آنتروپومتریک و فشار خون سیستولی و دیاستولی آزمودنی‌ها
(میانگین ± انحراف استاندارد)

متغیر	گروه	گروه کنترل	گروه تمرین مقاومتی	میزان P value
سن (سال)		۳۶/۱۳±۴/۹۹	۳۸/۸۵±۳/۷۹	
قد (سانتی‌متر)		۱۷۴/۳۶±۴/۳۱	۱۷۲/۶۵±۴/۶۹	
وزن (کیلوگرم)	پیش آزمون	۹۴/۸۴±۶/۶۶	۹۶/۰۵±۷/۹۴	<۰/۰۰۱
	پس آزمون	۹۴/۹۸±۶/۳۴	۹۴/۹۱±۷/۴۳*	
شاخص توده بدن (kg.m ²)	پیش آزمون	۳۱/۱۵±۱/۲۴	۳۲/۱۷±۱/۶۱	<۰/۰۰۱
	پس آزمون	۳۱/۲۰±۱/۱۸	۳۱/۷۹±۱/۴۵*	
فشار خون سیستولی (mmHg)	پیش آزمون	۱۵۱/۹±۸/۴۷	۱۴۹/۴±۶/۴۶	<۰/۰۰۱
	پس آزمون	۱۵۳/۲۳±۹/۰۵	۱۳۵/۸۴±۶/۳۶*	
فشار خون دیاستولی (mmHg)	پیش آزمون	۹۰/۳۰±۳/۴۴	۸۹/۶۱±۳/۷۰	۰/۰۶۲
	پس آزمون	۸۸/۶۹±۲/۸۳	۸۶/۸۴±۳/۰۲	

* نشانه کاهش معنادار در مقایسه با گروه کنترل

یافته‌ها:

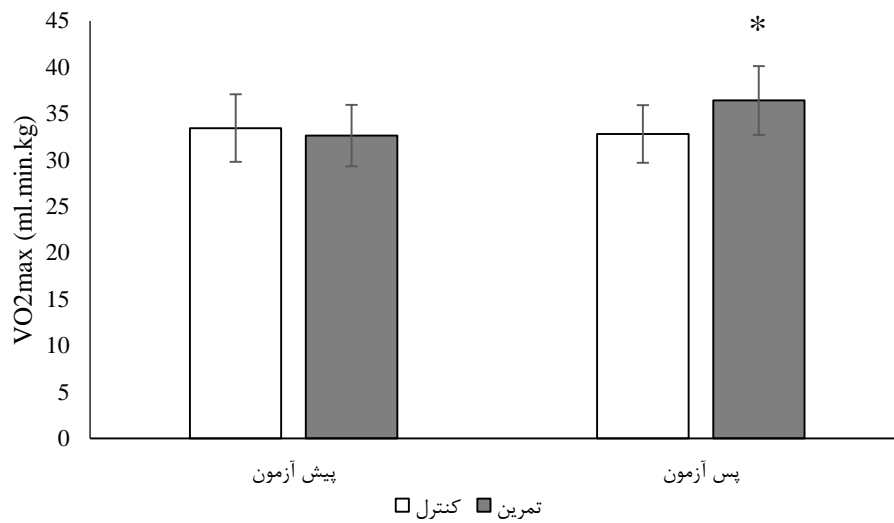
ویژگی‌های آنتروپومتریک آزمودنی‌ها (شامل سن، قد، وزن، BMI) و همچنین فشار خون سیستولی و دیاستولی آنها در جدول شماره ۱ گزارش شده است. نتایج آزمون آنالیز کوواریانس برای اکسیژن مصرفی بیشینه (VO₂max) نشان داد که بین دو گروه کنترل و تمرین مقاومتی اختلاف معناداری وجود دارد و VO₂max در گروه تمرین ترکیبی در مقایسه با گروه کنترل به صورت معناداری افزایش یافته است (p<۰/۰۰۱). تغییرات در مقادیر VO₂max در دو گروه کنترل و تمرین ترکیبی در نمودار شماره ۱ نشان داده شده است.

بررسی تغییرات نیتریک اکسید بین گروه کنترل و تمرین ترکیبی با آزمون آنالیز کوواریانس نیز نشان داد که نیتریک اکسید در گروه تمرین ترکیبی در مقایسه با گروه کنترل بعد از هشت هفته تمرین ترکیبی به صورت معناداری افزایش یافته است (p<۰/۰۰۱). تغییرات در سطوح سرمی نیتریک اکسید گروه‌های پژوهشی در نمودار شماره ۲ نشان داده شده است.

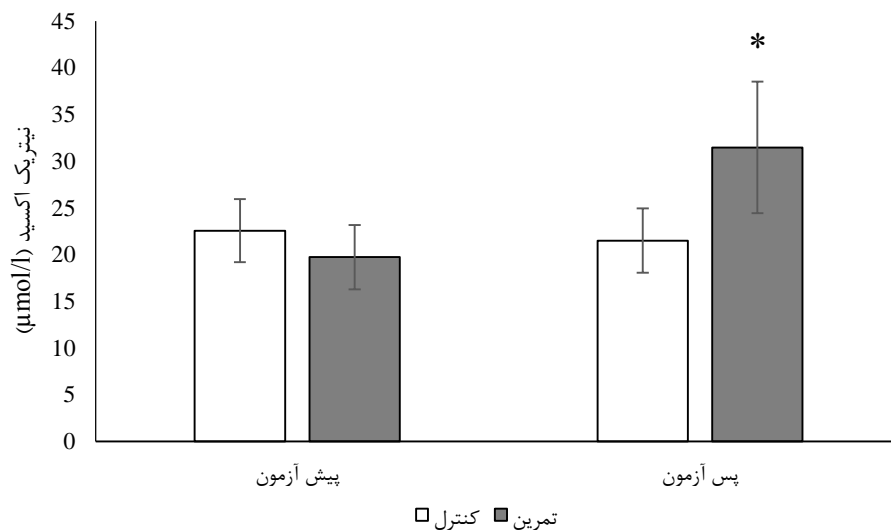
بحث و نتیجه‌گیری:

هدف از اجرای پژوهش حاضر بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات ترکیبی (مقاومتی دایره‌ای و استقامتی) بر آمادگی قلبی-تنفسی، فشار خون و سطوح سرمی NO در مردان چاق مبتلا به پرفشاری خون بود. یافته اصلی پژوهش حاضر این بود که هشت هفته تمرین ترکیبی منجر به افزایش معنادار میزان آمادگی قلبی تنفسی (اندازه‌گیری شده بر اساس VO₂max) و همچنین افزایش معنادار سطوح سرمی نیتریک اکسید می‌شود که این تغییرات با کاهش معنادار فشار خون سیستولی همراه بود. باوجود کاهش فشار خون سیستولی در گروه تمرین ترکیبی، تغییرات فشار خون دیاستولی در مقایسه با گروه کنترل معنادار نبود.

محققان نشان داده‌اند که انواع مختلف تمرینات ورزشی شامل تمرین استقامتی [۱۷]، مقاومتی [۶] و ترکیبی [۱۸] نقش موثری در بهبود فشار خون دارند. برخی محققان نیز عنوان کرده‌اند که تمرینات مقاومتی دایره‌ای در شدت‌های مختلف (کم و زیاد) می‌تواند منجر به بهبود فشار خون شود [۱۹].



نمودار ۱ - تغییرات VO₂max در دو گروه کنترل و تمرین ترکیبی بعد از مداخله هشت هفته‌ای (میانگین ± انحراف استاندارد). * نشانه افزایش معنادار در مقایسه با گروه کنترل



نمودار ۲ - تغییرات در سطوح سرمی نیتریک اکسید (میانگین ± انحراف استاندارد) در گروه کنترل و تمرین ترکیبی. * نشانه افزایش معنادار نسبت به گروه کنترل

فوق بود. در یکی از محدود مطالعات صورت گرفته در رابطه با تأثیر تمرین ترکیبی بر فشار خون، لوکیتی^۲ و همکارانش (۲۰۰۶) عنوان کردند که سه هفته تمرین ورزشی استقامتی-مقاومتی همراه با مصرف ال آرژنین^۳ منجر به کاهش معنادار فشار خون در افراد مبتلا به

کرویمانس^۱ و همکارانش (۲۰۱۴) همسو با پژوهش حاضر نشان دادند که ۱۲ هفته تمرین مقاومتی منجر به کاهش معنادار فشار خون در مردان چاق جوان می‌شود [۲۰]. این یافته‌های مشابه در حالی است که نوع، شدت و مدت دوره تمرین ورزشی در مطالعه حاضر متفاوت از پژوهش

^۲ Lucotti

^۳ L-arginine

^۱ Croymans

استفاده کردند. گومز^۳ و همکارانش (۲۰۰۸) نیز همسو با یافته‌های حاضر افزایش معنادار سطوح NO را بعد از سه ماه تمرین استقامتی در افراد مبتلا به سندرم متابولیک نشان دادند [۲۵]. البته نوع، شدت و مدت برنامه تمرین ورزشی و همچنین نوع آزمودنی‌ها در پژوهش گومز و همکارانش (۲۰۰۸) متفاوت از پژوهش حاضر بود.

در پژوهشی دیگر و در تایید یافته‌های حاضر، نایبرگ^۴ و همکارانش (۲۰۱۲) عنوان کردند که هشت هفته تمرین هوازی شدید منجر به کاهش معنادار فشار خون در بیماران مبتلا به پرفشاری خون می‌شود و کاهش فشار خون با افزایش معنادار سطوح NO و همچنین افزایش معنادار آمادگی قلبی تنفسی آزمودنی‌ها همراه بود [۲۶]. بنابراین، به نظر می‌رسد که افزایش سطوح NO یکی از سازوکارهای احتمالی اثرگذاری مثبت تمرین ورزشی در کاهش فشار خون است.

اما در رابطه با تاثیر تمرین مقاومتی بر سطوح NO عنوان شده است که تنها تمرینات مقاومتی شدید می‌تواند با افزایش سطوح NO همراه باشد و شدت‌های پایین تمرین مقاومتی تاثیری بر سطوح NO ندارد [۲۷]. یکی دیگر از مسیرهای احتمالی کاهش فشار خون در پژوهش حاضر را می‌توان به کاهش وزن و درصد چربی بدن مرتبط دانست، به نحوی که کاهش معنادار وزن بدن در گروه تمرین کرده در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد و در تایید این فرضیه عنوان شده است که چاقی نقش عمده‌ای در گسترش فشار خون دارد [۳]. در مجموع، موارد ذکر شده و یافته‌های حاضر بر این واقعیت تاکید دارد که بخشی از اثرات مثبت تمرین ورزشی در کاهش فشار خون با افزایش سطوح NO به عنوان یک عامل موثر در تعدیل اثرات مثبت تمرین ورزشی روی فشار خون مربوط است و تمرینات ورزشی همانند افراد سالم در افراد مبتلا به پرفشاری خون نیز می‌تواند آمادگی قلبی تنفسی را بهبود ببخشد. باوجود این، با توجه به اینکه در رابطه با تاثیر تمرینات ترکیبی روی فشار خون اطلاع دقیق در دست نیست، مشخص شدن مسیرهای دقیق اثرگذاری تمرین ترکیبی بر فشار خون نیازمند انجام مطالعات بیشتری است.

پرفشاری خون می‌شود. این محققان کاهش مشاهده شده در فشار خون را به کاهش اندوتلین-1^۱ مرتبط دانستند [۱۸]. هرچند در مطالعه حاضر مکمل ال آرژنین توسط آزمودنی‌ها مورد استفاده قرار نگرفته است، اما نتایج مطالعه فوق اهمیت اثرگذاری تمرین ترکیبی در تعدیل فشار خون حتی در کوتاه مدت را نشان می‌دهد. این موارد بر این واقعیت تاکید دارد که تمرینات ورزشی صرف نظر از نوع و شدت فعالیت می‌توانند منجر به تعدیل فشار خون شوند که همسو با موارد فوق در پژوهش حاضر نیز نقش تمرینات ترکیبی در کنترل فشار خون مشاهده شد.

سازوکارهای مختلفی می‌توانند در اثرات محافظت قلبی عروقی تمرینات ورزشی نقش داشته باشند که از جمله آنها می‌توان به بهبود عملکرد اندوتلیال، کاهش فعالیت عصبی سمپاتیک و کاهش سختی شریانی اشاره کرد [۲۲، ۲۱]. در این بین افزایش سختی شریانی نقش قابل ملاحظه‌ای در افزایش فشارخون دارد و تاثیرات مثبت تمرین ورزشی در کاهش فشار تا حدودی به نقش تمرینات ورزشی در کاهش سختی شریانی مربوط می‌شود [۲۳].

یکی دیگر از یافته‌های پژوهش حاضر این بود که تمرین ترکیبی منجر به افزایش معنادار سطوح NO می‌شود و به نظر می‌رسد بخشی از کاهش فشار خون مشاهده شده در گروه تمرین با افزایش سطوح NO مرتبط باشد. در این رابطه عنوان شده است که NO نقش مهمی در تنظیم فشار خون بواسطه عمل گشاد کننده عروق دارد و کاهش زیست‌فراهمی آن با گسترش اختلالات قلبی-عروقی از جمله پرفشاری خون همراه است [۲۴]. در تایید یافته‌های حاضر فوجیه^۲ و همکارانش (۲۰۱۶) گزارش کردند که هشت هفته تمرین استقامتی با افزایش سطوح NO همراه است که این تغییرات با کاهش سختی شریانی همراه بود [۱۱]. علاوه بر این، فوجیه و همکارانش (۲۰۱۶) همسو با یافته‌های حاضر افزایش معنادار VO₂max را نشان دادند [۱۱]. البته آزمودنی‌های پژوهش فوق را افراد سالمند تشکیل می‌دادند و به جای تمرین ترکیبی از تمرین استقامتی

³ Gomes

⁴ Nyberg

¹ Endothelin-1

² Fujie

- developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2011;43(7):1334-1359.
- 13) Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjöström M. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *International Journal of Obesity*. 2008; 32(1):1-1.
 - 14) Lunt H, Roiz De Sa D, Roiz De Sa J, Allsopp A. Validation of one-mile walk equations for the estimation of aerobic fitness in British military personnel under the age of 40 years. *Military Medicine*. 2013;178(7):753-759.
 - 15) Brzycki, M. A practical approach to strength training. 3rd ed. McGraw-Hill; 1998.
 - 16) 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):980-984.
 - 17) Molmen-Hansen HE, Stolen T, Tjonna AE, et al. Aerobic interval training reduces blood pressure and improves myocardial function in hypertensive patients. *European Journal of Preventive Cardiology*. 2012; 19(2):151-160.
 - 18) Lucotti P, Setola E, Monti LD, et al. Beneficial effects of a long-term oral L-arginine treatment added to a hypocaloric diet and exercise training program in obese, insulin-resistant type 2 diabetic patients. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. 2006; 291(5): 906-912.
 - 19) Paoli A, Pacelli QF, Moro T, et al. Effects of high-intensity circuit training, low-intensity circuit training and endurance training on blood pressure and lipoproteins in middle-aged overweight men. *Lipids in Health and Disease*. 2013; 12(1):131.
 - 20) Croymans DM, Krell SL, Oh CS, et al. Effects of resistance training on central blood pressure in obese young men. *Journal of Human Hypertension*. 2014; 28(3):157.
 - 21) Flaa A, Eide IK, Kjeldsen SE, Rostrup M. Sympathoadrenal stress reactivity is a predictor of future blood pressure: an 18-year follow-up study. *Hypertension*. 2008; 52(2):336-341.
 - 22) Harshfield GA, Dong Y, Kapuku GK, Zhu H, Hanevold CD. Stress-induced sodium retention and hypertension: a review and hypothesis. *Current Hypertension Reports*. 2009; 11(1):29.
 - 23) Guimaraes GV, Ciolac EG, Carvalho VO, D'Avila VM, Bortolotto LA, Bocchi EA. Effects of continuous vs. interval exercise training on blood pressure and arterial

تشکر و قدردانی:

مطالعه حاضر بخشی از رساله دکتری رشته فیزیولوژی ورزشی است. محققان از آزمودنی‌های پژوهش و همه کسانی که در اجرای هر چه بهتر پژوهش حاضر کمک کردند نهایت تشکر را دارند.

منابع:

- 1) Montero D, Roberts CK, Vinet A. Effect of aerobic exercise training on arterial stiffness in obese populations. *Sports Medicine*. 2014. 44(6):833-843.
- 2) Schwarzenberg SJ, Sinaiko AR. Obesity and inflammation in children. *Paediatric respiratory reviews*. 2006; 7(4):239-246.
- 3) Rahmouni K, Correia ML, Haynes WG, Mark AL. Obesity-associated hypertension. *Hypertension*. 2005; 45(1):9-14.
- 4) Sowers KM, Sowers JR. Obesity, hypertension, and vascular disease. *Current Hypertension Reports*. 1999; 1(2):140-144.
- 5) Ishikawa-Takata K, Ohta T, Tanaka H. How much exercise is required to reduce blood pressure in essential hypertensives: a dose-response study. *American Journal of Hypertension*. 2003; 16(8):629-633.
- 6) Cornelissen VA, Fagard RH, Coeckelberghs E, Vanhees L. Impact of resistance training on blood pressure and other cardiovascular risk factors. *Hypertension*. 2011; 58(5):950-958.
- 7) Veronese N, Facchini S, Stubbs B, et al. Weight loss is associated with improvements in cognitive function among overweight and obese people: A systematic review and meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2017; 72:87-94.
- 8) Swift DL, Johannsen NM, Lavie CJ, Earnest CP, Church TS. The role of exercise and physical activity in weight loss and maintenance. *Progress in Cardiovascular Diseases*. 2014; 56(4):441-7.
- 9) Al-Qattan KK, Thomson M, Al-Mutawa'a S, Al-Hajeri D, Drobiova H, Ali M. Nitric oxide mediates the blood-pressure lowering effect of garlic in the rat two-kidney, one-clip model of hypertension. *The Journal of Nutrition*. 2006; 136(3):774S-6S.
- 10) Naseem KM. The role of nitric oxide in cardiovascular diseases. *Molecular Aspects of Medicine*. 2005; 26(1-2):33-65.
- 11) Fujie S, Hasegawa N, Kurihara T, et al. Association between aerobic exercise training effects of serum adipon level, arterial stiffness, and adiposity in obese elderly adults. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2016; 13(999):1-7.
- 12) Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al. Quantity and quality of exercise for

- stiffness in treated hypertension. *Hypertension Research*. 2010;33(6):627.
- 24) Hermann M, Flammer A, Lüscher TF. Nitric oxide in hypertension. *The Journal of Clinical Hypertension*. 2006; 8:17-29.
- 25) Gomes VA, Casella-Filho A, Chagas AC, Tanus-Santos JE. Enhanced concentrations of relevant markers of nitric oxide formation after exercise training in patients with metabolic syndrome. *Nitric Oxide*. 2008; 19(4):345-350.
- 26) Nyberg M, Jensen LG, Thaning P, Hellsten Y, Mortensen SP. Role of nitric oxide and prostanoids in the regulation of leg blood flow and blood pressure in humans with essential hypertension: effect of high-intensity aerobic training. *The Journal of Physiology*. 2012; 590(6):1481-1494.
- 27) Güzel NA, Hazar S, Erbas D. Effects of different resistance exercise protocols on nitric oxide, lipid peroxidation and creatine kinase activity in sedentary males. *Journal of Sports Science & Medicine*. 2007; 6(4):417.

The Effect of Eight Weeks Combined Exercise Training (Circuit Resistance and Endurance) on Cardiorespiratory Fitness, Blood Pressure and Serum Nitric Oxide Levels of Obese Hypertensive Men

Reza Roshdi Bonab¹, Khosrow Ebrahim^{2*}, Farshad Ghazalian¹,
Abbas Afrasiabi Rad³

- 1) Department of Physical Education and Sport Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
- 2) Department of Physical Education and Sports Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
- 3) Cardiovascular Research Center, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

Abstract:

Obesity is associated with many disorders like hypertension and decreased cardio-respiratory fitness. The present study conducted to identify the effect of eight weeks combined exercise training (circuit resistance and endurance) on maximal oxygen consumption (VO_2max), blood pressure and serum nitric oxide (NO) level of obese hypertensive males.

24 obese men with blood hypertension (systolic blood pressure more than 140 and diastolic blood pressure more than 90 mmHg) were assigned in two control and training groups. The combined training program was conducted for eight weeks, three session per week. In each session, circuit resistance training was followed immediately by endurance training. Blood sampling and evaluation of blood pressure and cardio-respiratory fitness were performed 48 hours after last exercise session. The covariance data analyzed was done by SPSS software (Ver. 24).

The results indicated increase of VO_2max ($p>0.001$) and NO serum level ($p>0.001$), together with significant decrease of blood pressure ($p>0.05$) in training group, compared to control group.

The present findings reveals that combined training has an effective role in improvement of cardiorespiratory fitness of the hypertensive patients and subsequently may lead to blood pressure reduction. These alterations in blood pressure may be partly related to increase in NO levels.

Keywords: Aerobic fitness, Hypertension, Exercise training, Nitric oxide

* Corresponding Author:

Khosrow Ebrahim, Department of Physical Education and Sports Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran, Email: k-ebrahim@sbu.ac.ir