



اثر هشت هفته تمرین هوازی متوسط بر فشار خون، سطوح سرمی نیتریک اکساید و آپلین زنان میانسال مبتلاء به پیش پرفشاری خون

لیلا حجت الاسلامی^۱، وحید تادیبی^{۲*}، ناصر بهپور^۲

^۱دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران.

^۲دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

پذیرش مقاله: ۹۸/۰۱/۱۹

اصلاح مقاله: ۹۷/۱۰/۱۶

دریافت مقاله: ۹۶/۱۲/۱۵

چکیده

هدف: فشار خون یکی از عوامل ایجاد بیماری‌های قلبی - عروقی می‌باشد که سلامت افراد جامعه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. هدف از این مقاله، بررسی اثر ۸ هفته تمرین هوازی متوسط بر فشار خون، نیتریک اکساید و آپلین در زنان مبتلا به پیش پرفشاری خون است.

روش‌ها: بیست و چهار زن ۳۰ تا ۴۵ ساله مبتلاء به پیش پرفشاری خون (فشار ۱۳۹ روی ۸۹)، به طور تصادفی به دو گروه هوازی و کنترل تقسیم شدند. تمرین هوازی سه جلسه در هفته بود. به طوری که در هفته اول، آزمودنی‌ها به مدت ۳۰ دقیقه با ۵۰ درصد ضربان قلب ذخیره دویند و با گذشت زمان، با افزایش شدت تمرین در هفته هشتم، مدت تمرین ۴۵ دقیقه و شدت آن به ۵۵ درصد رسید. اندازه گیری فشار خون و نمونه گیری خون، یک روز پیش از نخستین مرحله و ۴۸ ساعت پس از آخرین مرحله تمرین انجام شد. سطوح سرمی آپلین و نیتریک اکساید با استفاده از کیت‌های تجاری، به روش الایزا اندازه گیری شدند. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از آزمون تی مستقل و وابسته در سطح معناداری $p < 0/05$ صورت گرفت.

نتایج: پس از ۸ هفته فعالیت هوازی، سطوح سرمی آپلین و نیتریک اکساید در گروه تمرین افزایش معناداری داشتند، در صورتی که فشار خون کاهش معناداری داشت ($P \leq 0/05$).

نتیجه گیری: به نظر می‌رسد، ۸ هفته تمرین هوازی متوسط، می‌تواند با افزایش سطوح سرمی نیتریک اکساید و آپلین باعث کاهش فشار خون زنان میانسال مبتلا به پیش پرفشاری خون شود.

واژه‌های کلیدی: فعالیت هوازی متوسط، ضربان قلب ذخیره، عملکرد اندوتلیال، پیش - پرفشار خونی.

مقدمه

می‌کند و از ۳۶ اسید آمینه تشکیل شده که آن هم از ۷۷ اسید آمینه مشتق می‌شود (۹). این پپتید از بافت چربی ترشح می‌شود و گیرنده آن از نوع جفت شده به پروتئین $G4^3$ (۱۰) و از متسع کننده‌های قوی عروقی است (۱۱). آپلین همچنین دارای تأثیرات مدر و کاهش فشار خون و یک عامل قوی رگ‌زایی، برای رشد طبیعی عروق در زمان جنینی می‌باشد و نیز بنا بر تحقیقات انجام شده، آپلین و گیرنده آن، شباهت زیادی با گیرنده آنژیوتانسینون^۴ و آنژیوتانسینون^۲ دارد (۱۲). علاوه بر این، بیشترین تأثیر را بر روی دستگاه قلبی - عروقی دارد؛ زیرا فشار خون را کاهش می‌دهد (۱۳). عوامل مختلفی می‌تواند روی ترشح آدیپوکین‌ها تأثیر بگذارد که از آن جمله فعالیت ورزشی است که به شدت و مدت آن نیز بستگی دارد (۱۴). بدین صورت که تحریک دستگاه قلبی - عروقی، باعث تحریک آپلین و فعال شدن گیرنده آن می‌شود (۱۵). اتصال آپلین به گیرنده خود، باعث فعالسازی پروتئین کیناز B (Akt)^۵ می‌شود و آنزیم نیتریک اکساید سنتاز^۶ را فسفریله می‌کند. سپس از طریق ال - آرژنین^۷ به انتشار نیتریک اکساید کمک می‌کند، نیتریک اکساید نیز موجب افزایش گوانوزین منو فسفات^۸ حلقوی شده که در نهایت باعث گشاد شدن عروق می‌شود (۱۶). در حقیقت نیتریک اکساید یک متسع کننده قوی عروق است که نقش مهمی را در تون عروق ایفا می‌کند (۱۷). نیتریک اکساید مولکول بنیان آزادی است که به وسیله آنزیم نیتریک اکساید سنتاز از ال - آرژنین ساخته می‌شود و در پاسخ به تحریک فیزیولوژیکی فعال می‌شود (۱۸). این ماده یکی از ۱۰ مولکول کوچک موجود در طبیعت است که وزنی معادل ۳۰ کیلو دالتون دارد، از اندوتلیوم عروق ترشح می‌شود و در حفظ سلامت دیواره عروق تأثیر زیادی دارد (۱۹). نیتریک اکساید پس از تولید بر ماهیچه صاف جدار رگ‌ها تأثیر می‌گذارد و در حضور اکسیژن به نیتريت^۱ و نترات^۱ تبدیل شده به جریان خون می‌ریزد (۲۰). فعالیت نیتریک اکساید با افزایش فشار اکسایشی، کاهش فسفریلاسیون در بستر گیرنده انسولین^۱، کاهش فسفاتیدیل اینوزیتول تری فسفات

فشار خون بالا، یکی از مهمترین خطر بروز اترواسکلروزیس، نارسایی قلبی، سکتة مغزی و نارسایی کلیوی در بسیاری از کشورهاست (۱). افزایش فشار خون در زنان در مقایسه با مردان، ارتباط بیشتری با مرگ و میر دارد. فشار خون در زنان در مقایسه با مردان نه تنها رایج تر است، بلکه شدیدتر و کمتر قابل کنترل است، به طوری که خطر مرگ و میر ناشی از بیماری‌های قلبی - عروقی در زنان، به ازای افزایش ۲۰ میلی متر جیوه در فشار خون سیستولی نرمال در مقایسه با مردان همسن و سال ۲ برابر است (۲). فشار خون بالا، به فشار خون بالاتر از ۱۴۰ روی ۹۰ میلیمتر جیوه گفته می‌شود، اما فشار ۱۲۰ تا ۱۳۹ روی ۸۰ تا ۸۹ میلیمتر جیوه پیش پرفشاری خون محسوب می‌شود و با افزایش خطر ابتلا به بیماری قلبی - عروقی همراه است. به سخن دیگر، افزایش خطر بیماری قلبی - عروقی با فشار خون بالاتر از ۱۱۵ روی ۷۵ میلی متر جیوه شروع می‌شود (۳). به عبارتی، پیش پرفشاری خون حالتی است که به عنوان فشار خون طبیعی بالا یا بالاتر از حد بهینه تعریف می‌شود (۴). اندوتلیوم یک عضو پویای بدن است که هومئوستاز رگ‌ها را به وسیله تنظیم تون رگ حفظ می‌کند (۵). اختلال در عملکرد اندوتلیال، عامل ایجاد فشار خون بالا و ناراحتی‌های قلبی است (۶). در این راستا، آسیب عملکرد اندوتلیال می‌تواند سازوکارهایی را ایجاد کند که منجر به پیشرفت بیماری رگ‌ها شود (۵). در بیماری پیش پرفشاری خون، شل شدگی عروقی وابسته به اندوتلیال در شریان‌های کرونری، بازویی و کلیوی دچار آسیب می‌شود که این اختلال، منجر به توسعه بیماری قلبی - عروقی می‌گردد (۷). عوامل مختلفی در متعادل سازی فرایند فیزیولوژیکی قلبی - عروقی نقش دارند، از جمله پپتید کاهنده فشار خون یا همان آپلین^۱ است که گمان می‌رود نقش اساسی در عملکرد دستگاه قلبی - عروقی و تغییرات فشار خون داشته باشد (۸). آپلین نوعی آدیپوکین^۲ است که در سال ۱۹۹۸ کشف شده و این هورمون پپتیدی است که به همراه گیرنده APJ عمل

دیابتی و چاق صورت گرفته است، اما پژوهشی بر روی افراد میانسال مبتلا به پیش پرفشاری خون صورت نگرفته است. همچنین بیشتر پژوهش‌ها، تمرینات هوازی با شدت بالا و یا شدت پایین را مورد بررسی قرار داده اند. لذا هدف از این مقاله، بررسی تأثیر ۸ هفته تمرین هوازی با شدت متوسط بر روی فشار خون، سطوح سرمی نیتریک اکساید و آپلین زنان مبتلا به پیش پرفشاری خون است.

روش پژوهش نمونه‌های پژوهش

مطالعه حاضر از نوع کاربردی و به روش نیمه تجربی انجام شده است. آزمودنی‌های این تحقیق ۲۴ زن ۳۰ تا ۴۵ ساله مبتلا به پیش پرفشاری خون مقیم در استان کرمانشاه بودند (سابقه بیماری آنها ۵ سال بود و در طول دوره تمرین چرخه قاعدگی آنها کنترل شده بود) که این افراد براساس نمونه‌های در دسترس از طریق مسئول باشگاه‌ها معرفی شدند و به صورت داوطلبانه در پژوهش شرکت کردند. معیار ورود به مطالعه شامل زنان مبتلا به پیش پرفشاری خون بود که سابقه فعالیت ورزشی منظم نداشته، به هرگونه بیماری حاد یا مزمن دیگری مبتلا نبودند و داروی خاصی را هم مصرف نمی‌کردند. افرادی مبتلا به بیماری قلبی - عروقی مزمن محدودیت حرکتی از پژوهش خارج شدند. ابتدا آزمودنی‌ها با آگاهی یافتن از شیوه اجرای مطالعه برگه رضایت نامه را تکمیل کرده و سپس به منظور پی بردن به اینکه بیماری خاص دیگری نداشته و برای شرکت در این مطالعه آمادگی لازم را دارند، بعد از پر کردن پرسشنامه سلامت عمومی، با یک پزشک متخصص قلب و عروق نیز صحبت کردند و در نهایت با انجام معاینات لازم، جهت شرکت در این مطالعه آمادگی خود را به صورت داوطلبانه اعلام نمودند. یک هفته قبل از شروع برنامه، تمرینات هوازی و همچنین بعد از تمرینات از آزمودنی‌ها خواسته شد، تا به سالن ورزشی بیایند و اطلاعات مربوط به سن، وزن، قد و درصد چربی بدن آنها اندازه گیری شود. چربی زیر پوستی آنها توسط کالیپر

کیناز^{۱۱} و آنزیم نیتریک اکساید سنتاز اندوتلیالی کاهش می‌یابد و این عوامل باعث اختلال در اتساع عروق می‌شود (۲۱). جهت بررسی تأثیر تمرینات هوازی بر روی میزان نیتریک اکساید، آپلین و فشار خون مطالعات گوناگونی صورت گرفته است، به عنوان نمونه، زیمر و همکاران (۲۰۱۷)، در مطالعه‌ای تأثیر تمرینات هوازی را بر روی میزان نیتریک اکساید و اندوتلین ۱ بافت شش موش‌های مبتلا به پرفشاری خون شریان ریوی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج کاهش معناداری را در سطح نیتریک اکساید نشان داد (۲۲). در صورتی که در مطالعه‌ای دیگر تمرینات هوازی سطوح پلاسمایی نیتریک اکساید را افزایش عملکرد اندوتلیوم عروق را بهبود بخشید (۲۳). همچنین قراردادی افسوسی و همکاران (۱۳۹۵)، تأثیر تمرینات هوازی را بر روی سطوح نیتریک اکساید افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ مورد بررسی قرار دادند، نتایج افزایش معناداری را در سطح نیتریک اکساید نشان داد (۲۴). در مطالعه‌ای تأثیر تمرینات هوازی بر روی سطوح سرمی آپلین پلازما مورد بررسی قرار گرفت که نتایج افزایش معناداری را در سطوح سرمی آپلین نشان داد (۲۵). اما مطالعه‌ای دیگر نشان داد که تمرینات هوازی باعث تغییر معناداری در سطوح سرمی آپلین مردان چاق نمی‌شود (۲۶). در بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرین دویدن با شدت ۵۰ و ۸۰ درصد ضربان قلب ذخیره بر میزان فشار خون سیستولی، نتایج حاکی از آن بود که این تمرینات فشار خون سیستولی را به طور معناداری کاهش می‌دهد (۲۷). همچنین، نیپرست و همکاران (۱۳۹۵) که اثرات یک جلسه ورزش هوازی مداوم بر فشار خون محیطی افراد جوان سالم و کم تحرک را مورد بررسی قرار دادند، نتایج‌شان نشان دهنده کاهش معناداری در سطوح فشار خون بود (۲۸). از طرف دیگر، عمو علی و همکاران (۱۳۹۵)، در مطالعه‌ای، ۱۲ هفته فعالیت هوازی را بر روی زنان سالمند مورد بررسی قرار دادند که نتایج‌شان بیانگر آن بود که تمرینات هوازی تأثیر معناداری در میزان فشار خون زنان سالمند ندارد (۲۹). با توجه به پژوهش‌های نام برده شده، بیشتر آنها بر روی افراد

و شدت آن ۵۰ درصد ضربان قلب ذخیره در هفته چهارم مدت تمرین ۴۰ دقیقه و شدت آن ۵۵ درصد ضربان قلب ذخیره و هفته‌های پنجم، ششم، هفتم، هشتم مدت تمرین ۴۵ دقیقه و شدت آن ۵۵ درصد ضربان قلب ذخیره شد. شدت تمرین نیز در هر جلسه با استفاده از دستگاه ضربان سنج به نام سونوتو ام یک بلک^{۱۲} کنترل گردید (۳۰).

روش‌های آزمایشگاهی

روزی که آزمودنی‌ها در دوره ماهیانه قرار نداشتند، نمونه گیری خون انجام گرفت. خونی که از آزمودنی‌ها گرفته شد توسط آزمایشگاه، با استفاده از دستگاه آنالایزر، مدل الایزیز یونو هیومن^{۱۳} که روش آن الایزا^{۱۴} بود، مورد بررسی قرار گرفت تا میزان نیتریک اکساید و اپلین در پیش‌آزمون مشخص شود. نحوه اندازه‌گیری میزان اپلین و نیتریک اکساید در این آزمایشگاه به این صورت بود: بعد از آزمایش خون همان روز توسط دستگاه سانتریفوژ سرم خون جدا و در منفی ۲۰ درجه نگهداری شد، سپس آزمایش روی سرم خون انجام گرفت، اپلین با استفاده از کیت هیومن اپلین الایزا^{۱۵} به نام شرکت ایستیبوفارم^{۱۶} ساخت کمپانی تورنس آمریکا^{۱۷} به روش الایزا، بر حسب پیکوگرم بر میلی لیتر (pg/ml) در طول موج ۴۵۰ - ۳۶۰ نانومتر (NM) ارزیابی شد. محدوده آزمون ۴۰۰۰ - ۱۰ پیکوگرم بر میلی لیتر و حساسیت آن ۵/۲۱ پیکوگرم بر میلی لیتر بود. نیتریک اکساید با استفاده از کیت هیومن نیتریک اکساید الایزا^{۱۸} به نام ایستیبوفارم ساخت شرکت تورنس آمریکا به روش الایزا، بر حسب میلی مول بر لیتر (mmol/l) در طول موج ۴۵۰ - ۳۶۰ نانومتر ارزیابی شد. محدوده تست ۲-۶۰۰ میلی مول بر لیتر و حساسیت آن ۱/۱۲ میلی مول بر لیتر بود.

تحلیل آماری

برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیروویلیک^{۱۹} استفاده شده است. سپس از آزمون t وابسته، جهت بررسی تغییرات درون گروهی و از آزمون

هارپندن در سه ناحیه سینه، زیر کتف و پشت بازو اندازه گیری شد (جدول ۱). جهت اینکه آزمودنی‌ها روز قبل از پیش‌آزمون و پس‌آزمون تغذیه یکسانی داشته باشند و نحوه تغذیه تأثیری بر روی نتایج نگذارد، فرم سه روزه رژیم غذایی، قبل از پیش‌آزمون و پس‌آزمون نیز به آزمودنی‌ها داده شد. سپس آزمودنی‌ها به صورت تصادفی به دو گروه هوازی و کنترل تقسیم شدند. آزمودنی‌های گروه تمرین به مدت هشت هفته و سه نوبت در هفته در برنامه‌های تمرین هوازی شرکت کردند؛ این در حالی بود که گروه کنترل تحت هیچ‌گونه تمرینی قرار نگرفتند. آزمودنی‌هایی که در دوره ماهیانه قرار داشتند، جلسات تمرین آنها به روز دیگری موکول شد، به طوری که بتوانند سه جلسه در هفته به تمرینات هوازی بپردازند. در یک روز پیش از شروع پروتکل‌های تمرینی و ۴۸ ساعت پس از پایان آن در حالت ناشتا، ابتدا فشار خون در حالت استراحت با استفاده از دستگاه فشارسنج جیوه‌ای اندازه‌گیری شد، تا میزان فشار خون سیستولی و دیاستولی مشخص شود و سپس آزمایش خون از آزمودنی‌ها گرفته شد. به این صورت که آزمودنی‌ها در حالت استراحت بر روی صندلی نشستند و به میزان ۵ میلی لیتر خون از شریان براکیال آنها گرفته شد.

پروتکل پژوهش

نحوه پروتکل تمرینات هوازی به این صورت بود که ابتدا یک هفته قبل از شروع تمرین ضربان قلب ذخیره آزمودنی‌ها با استفاده از فرمول ضربان قلب بیشینه منهای ضربان قلب استراحت تعیین شد و ضربان قلب بیشینه نیز با استفاده از فرمول (سن - ۲۲۰) تعیین گردید. تمرینات به مدت ۸ هفته و ۳ جلسه در هفته انجام گرفت، به این صورت که هر مرحله با گرم کردن به مدت ۱۰ - ۵ دقیقه آغاز و با سرد کردن به مدت ۵ دقیقه پایان یافت. برنامه‌های تمرینی به این صورت بود که آزمودنی‌ها به مدت ۳۰ دقیقه با ۵۰ درصد ضربان قلب ذخیره در هفته اول دویدند؛ سپس در هفته دوم مدت تمرین ۳۵ دقیقه و شدت آن ۵۰ درصد ضربان قلب ذخیره در هفته سوم مدت تمرین ۴۰ دقیقه

سیستولی ($p=0/53$) و فشار خون دیاستولی ($p=0/476$) مشاهده نشد. با این حال نتایج نشان داد که تفاوت آزمون t مستقل بین گروه تمرین و کنترل معنی دار است. ($p<0/001$) (جدول ۲).

t مستقل، برای بررسی تغییرات بین گروهی استفاده شد. همچنین داده‌ها به وسیله نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ تحلیل شدند. سطح معناداری برای تمام تحلیل‌های آماری ($P\leq 0/05$) در نظر گرفته شد.

بحث و نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ۸ هفته تمرین هوازی، باعث افزایش معنادار میزان آپلین در سرم خون آزمودنی‌ها در گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل شده است. نتایج این بخش از مطالعه که نشان دهنده اثر تمرینات هوازی بر میزان آپلین سرم خون آزمودنی‌ها است، با نتایج مطالعه توفیقی و همکاران (۱۳۹۵) موافق و با نتایج سوری و همکاران (۱۳۹۶) مغایر است. توفیقی و همکاران (۱۳۹۵)، در مطالعه‌ای تأثیر تمرینات هوازی را بر روی سطوح سرمی آپلین پلاسما مورد بررسی قرار دادند که نتایج افزایش معناداری را در سطوح سرمی آپلین نشان داد که دلیل آن می‌تواند سازوکار تأثیر تمرین باشد. فعالیت بدنی از طریق کنترل هیپرتنسیو، پرفشاری خون و مقاومت

نتایج

ویژگی‌های آزمودنی‌های گروه تمرین و کنترل قبل و بعد از مداخله تمرینی، در جدول ۱ نشان داده شده است. آزمون شاپیروویلک نشان داد که بین گروه تمرین و کنترل در متغیر آپلین، نیتریک اکساید، فشار خون سیستولی و دیاستولی در پیش آزمون تفاوت معناداری وجود ندارد. آزمون t وابسته نشان داد که ۸ هفته تمرین هوازی با افزایش سطوح آپلین و نیتریک اکساید ($p<0/001$) همراه بود، در حالیکه در گروه کنترل تغییر معناداری در سطح آپلین ($p=0/060$) و نیتریک اکساید ($p=0/107$) مشاهده نشد. همچنین، سطوح فشار خون سیستولی و دیاستولی ($p<0/001$)، با کاهش معناداری همراه بودند، در صورتی که در گروه کنترل، تغییر معناداری در سطح فشار خون

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های زنان شرکت کننده در تمرینات هوازی متوسط (قبل و بعد از ۸ هفته تمرین)

گروه تمرین		گروه کنترل		ویژگی‌ها
پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	
۳۶/۰۸ ± ۴/۸۵	۳۶/۰۸ ± ۴/۸۵	۳۶/۸۳ ± ۴/۸۷	۳۶/۸۳ ± ۴/۸۷	سن (سال)
۶۹/۴۱ ± ۲/۱۹	۶۹/۳۴ ± ۲/۲۴	۶۷/۰۴ ± ۲/۵۸	۶۸/۸۴ ± ۲/۳۵	وزن (کیلوگرم)
۱/۶۶ ± ۰/۰۲	۱/۶۶ ± ۰/۰۲	۱/۶۵ ± ۰/۰۱	۱/۶۵ ± ۰/۰۱	قد (متر)
۲۵/۰۷ ± ۰/۲۴	۲۵/۰۵ ± ۰/۲۶	۲۴/۴۱ ± ۰/۵۴	۲۵/۰۷ ± ۰/۴۷	BMI (کیلوگرم بر متر مربع)
۲۷/۹۱ ± ۰/۷۰	۲۷/۹۱ ± ۰/۷۰	۲۶/۷۲ ± ۰/۵۱	۲۷/۷۸ ± ۰/۵۳	درصد چربی بدن

جدول ۲. میانگین و انحراف استاندارد سطوح سرمی آپلین، نیتریک اکساید، فشار خون سیستولی و دیاستولی زنان شرکت کننده در تمرینات هوازی متوسط (قبل و بعد از هشت هفته)

مستقل t				پس آزمون	پیش آزمون	گروه	متغیر
مقدار p	مقدار t	مقدار p	مقدار t				
۰/۰۰۱>	۷/۰۹۵	۰/۰۰۱>	-۱۰/۳۱۱	۱۶۰۳/۱۹۹±۰۸/۷۲۶	۱۳۴۶/۱۷۵±۸۳/۹۶۴	هوازی	سطح سرمی آپلین (پیکوگرم بر میلی لیتر)
		۰/۰۶۰	۲/۰۹۹	۱۱۷۲/۶۷±۰۰/۵۴۳	۱۱۷۴/۶۸±۴۲/۰۲۹	کنترل	
۰/۰۰۱>	۴/۲۰۱	۰/۰۰۱>	-۵/۸۶۰	۱۶۹/۲۷۹±۱۷/۰۸۸۴	۱۲۵/۱۵۵±۶۷/۹۸۸۲	هوازی	سطح سرمی نیتریک اکساید (میلی مول بر لیتر)
		۰/۱۰۷	۱/۷۵۵	۱۳۳/۸۸۳ ± ۱۵/۱۲۵۵	۱۳۵/۸۵۰ ± ۱۶/۱۰۲۴	کنترل	
۰/۰۰۱>	-۱۷/۱۳۷	۰/۰۰۱>	۳۴/۹۷۲	۱۰/۰۸۵±۸/۲۴۲۹	۱۳/۰۰۲±۵/۲۶۶۷	هوازی	فشار خون سیستولی
		۰/۰۵۲	-۲/۱۷۱	۱۲/۸۷۵ ± ۰/۲۹۵۸	۱۲/۸۲۵ ± ۰/۳۴۱۵	کنترل	(میلی متر جیوه)
		۰/۰۰۱>	۶/۸۲۳	۷/۰۶۰±۸/۳۱۴۷	۸/۰۴۶±۷/۴۳۷۶	هوازی	فشار خون دیاستولی (میلی متر جیوه)
۰/۰۰۱>	-۵/۰۴۸	۰/۶۷۴	-۰/۴۳۲	۸/۲۹۲ ± ۰/۱۲۵۵	۸/۲۸۳ ± ۰/۳۲۹۸	کنترل	

فعالیت دستگاه عصبی پاراسمپاتیک کاهش ضربان قلب استراحتی و افزایش حجم ضربه‌ای موجب کاهش فشار خون پس از ورزش می‌شود (۳۱، ۳۲). مدتی پس از ورزش، فعالیت آنزیم‌های ضد اکساینده افزایش می‌یابد که باعث کاهش فشار خون می‌گردد. از دقیقه ۲۰ پس از تمرین هوازی، کاهش فشار خون آغاز می‌شود و پس از گذشت ۳۰ دقیقه از تمرین هوازی، فشار خون به طور معناداری کاهش می‌یابد. مهمترین دلیلی که تمرین هوازی یک محرک مناسب برای بهبود فشار خون می‌باشد، این است که فعالیت ورزشی موجب تحریک بیشتر شير استرس^{۲۱} در بستر رگ‌ها می‌شود، در نتیجه محرک خوبی برای بهبود عملکرد اندوتلیال است (۳۱). زیمر و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای تأثیر تمرینات هوازی را بر روی میزان نیتریک اکساید و اندوتلین ۱ بافت شش موش‌های مبتلا به پرفشاری خون شریان ریوی مورد بررسی قرار دادند. یافته‌ها کاهش معناداری را در سطح نیتریک اکساید نشان داد، در حالیکه در پژوهش حاضر، ۸ هفته فعالیت هوازی باعث افزایش معنادار نیتریک اکساید در گروه تمرین شد. دلیل این ناهمخوانی، می‌تواند نوع آزمودنی‌ها و شدت تمرین باشد. در واقع سازوکارهای اثرگذار بر میزان نیتریک اکساید متفاوت است. به طور کلی فعالیت شدید باعث التهاب و افزایش بنیان‌های آزاد می‌شود، در صورتی که شدت فعالیت کم باشد، فشار اکسایشی کاهش می‌یابد (۳۳). شدت تمرین عامل تعیین کننده مهمی در افزایش عملکرد سلول اندوتلیالی است. فعالیت ورزشی با شدت متوسط، نه در شدت‌های کم و نه در شدت‌های زیاد، رگ‌گشایی وابسته به اندوتلیوم را از راه افزایش نیتریک اکساید تولیدی گسترش می‌دهد. فعالیت ورزشی با شدت کم، محرک موثری برای افزایش عملکرد سلول اندوتلیالی به شمار نمی‌رود. از سوی دیگر، تمرین خیلی شدید نیتریک اکساید سنتاز اندوتلیالی تولیدی و متعاقب آن نیتریک اکساید تولیدی را زیاد می‌کند، اما فشار اکسایشی را نیز بالا می‌برد. بنابراین نیتریک اکساید تازه تولید شده با بنیان‌های آزاد اکسیژن غیرفعال می‌شود (۳). با توجه به محدودیت

انسولینی، باعث محافظت از دستگاه قلبی - عروقی می‌شود که یکی از آثار آن بهبود عملکرد اندوتلیال است (اتساع عروق ناشی از جریان) (۲۴). سازوکار تأثیر فعالیت هوازی بر سطوح آپلین به این صورت است که تحریک دستگاه قلبی - عروقی، باعث تحریک آپلین و فعال شدن گیرنده آن می‌شود (۱۵). اتصال آپلین به گیرنده خود باعث فعالسازی Akt می‌شود و آنزیم نیتریک اکساید سنتاز اندوتلیالی را فسفریله می‌کند. سپس از طریق ال - آرژنین به انتشار نیتریک اکساید کمک می‌کند. نیتریک اکساید نیز موجب افزایش گوانوزین منو فسفات حلقوی شده که در نهایت باعث گشاد شدن عروق می‌شود (۱۶). سوری و همکاران (۱۳۹۶)، در مطالعه‌ای تأثیر ۸ هفته تمرین هوازی را بر آپلین مردان دارای اضافه وزن مورد بررسی قرار دادند که نتایج تغییر معناداری را در سطوح سرمی آپلین پلازما نشان داد.

نتایج این مقاله حاکی از آن است که ۸ هفته تمرین هوازی متوسط، باعث افزایش معنادار میزان نیتریک اکساید در سرم خون آزمودنی‌ها در گروه تمرین، در مقایسه با گروه کنترل شده است. نتایج این بخش از مقاله که نشان دهنده اثر تمرینات هوازی بر میزان نیتریک اکساید سرم خون آزمودنی‌ها است، با نتایج مطالعه قارداشی افوسی و همکاران (۱۳۹۵) موافق و با نتایج زیمر و همکاران (۲۰۱۷) مغایر است. قارداشی افوسی و همکاران، تأثیر تمرینات هوازی را بر روی سطوح نیتریک اکساید، افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان دهنده افزایش معنادار سطح نیتریک اکساید بود که نتایج این مقاله نیز حاکی از افزایش سطح آن است. تمرین هوازی موجب افزایش معنادار فشار خون، بلافاصله پس از فعالیت می‌شود که ناشی از افزایش فعالیت دستگاه عصبی سمپاتیک در حین تمرین است. این افزایش فعالیت در دستگاه عصبی سمپاتیک، به دلیل افزایش ضربان قلب و مقاومت رگ‌های محیطی است، در نتیجه بلافاصله پس از فعالیت فشار خون افزایش می‌یابد، اما بعد از توقف فعالیت، با کاهش فعالیت دستگاه عصبی سمپاتیک و افزایش

تمرینات هوازی باعث ایجاد تغییر معناداری در فشار خون زنان نشد، در حالی که در پژوهش حاضر، ۸ هفته تمرین هوازی کاهش معنادار میزان فشار خون را در گروه تمرین نشان داد؛ دلیل آن می‌تواند سالمند بودن نمونه‌ها باشد، زیرا کاهش خاصیت الاستیکی عروق همراه با افزایش سن باعث کاهش عملکرد عروق می‌شود (۲۱).

به طور کلی، نتایج حاصل از این مقاله، حاکی از این امر می‌باشد که ۸ هفته تمرین هوازی متوسط با افزایش سطوح سرمی آپلین، باعث افزایش تولید نیتریک اکساید می‌شود. این ماده نیز احتمالاً به نوبه خود باعث گشاد شدن عروق و کاهش فشار خون سیستولی و دیاستولی زنان میانسال ۳۰ تا ۴۵ ساله می‌گردد. بنابراین، اگرچه بنا به یافته‌های این پژوهش، تمرینات هوازی در کاهش فشار خون موثر بوده است، ولی پیشنهاد می‌شود برای روشن شدن تأثیر دیگر عوامل، از مداخله تغذیه‌ای و دارویی نیز استفاده گردد.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از رساله دکتری، از دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه می‌باشد، لذا از این واحد دانشگاهی نهایت تشکر ابراز داشته می‌شود.

پی‌نوشت‌ها

¹Apelin

²Adipokin

³G4 protein-coupled

⁴Angiotonia

⁵Protein kinase B

⁶Nitric oxide Synthases

⁷Al-Arginine

⁸Guanosine monophosphate

⁹Nitrite

¹⁰Nitrate

¹¹Phosphatidyl inositol 3 phosphate kinas

¹²Suunto M1 black

¹³Elisys uno human

¹⁴Elisa

¹⁵Human Ap elisa

این بخش از پژوهش که از مداخله تغذیه بر روی سطوح سرمی آپلین و نیتریک اکساید زنان میانسال استفاده نشده است، پیشنهاد می‌شود که محققان دیگر این پژوهش را با استفاده از مداخله تغذیه بر روی مردان سالمندان مورد بررسی قرار دهند.

نتایج این مقاله نشان داد که ۸ هفته تمرین هوازی متوسط، باعث کاهش معنادار میزان فشار خون سیستولی و دیاستولی در سرم خون آزمودنی‌ها در گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل شده است. نتایج این بخش از مقاله که نشان دهنده اثر تمرینات هوازی بر میزان فشار خون سیستولی و دیاستولی سرم خون آزمودنی‌ها است، با نتایج مطالعه شعبانی‌نیا و همکاران (۱۳۹۶)، موافق و با نتایج عمو علی و همکاران (۱۳۹۵)، مغایر است. شعبانی‌نیا و همکاران، در مطالعه‌ای، تأثیر ۱۲ هفته تمرین هوازی را بر فشار خون و رگ‌گشایی ناشی از جریان در مردان میانسال مبتلاء به پرفشاری خون مورد بررسی قرار دادند. نتایج کاهش معناداری را در سطوح فشار خون نشان داد. یافته‌های مطالعه حاضر نیز حاکی از کاهش میزان فشار خون سیستولی و دیاستولی است. گزارش شده است که یک نوبت فعالیت ورزشی می‌تواند موجب کاهش فشار خون در طول دوره پس از فعالیت در افراد سالم و بیماران مبتلاء به پرفشاری خون شود. به این پدیده، کاهش فشار خون پس از ورزش می‌گویند (۵). آمادگی بدنی با کاهش خطر ابتلا به پرفشاری خون در افراد سالم دارای فشار خون طبیعی همراه است و فعالیت ورزشی به صورت حاد و مزمن می‌تواند فشار خون استراحتی را در مبتلایان به پرفشاری خون کاهش دهد (۳۴). برخی یافته‌ها نشان می‌دهند که هر گونه پیشرفت در رگ‌گشایی وابسته به اندوتلیوم به نیتریک اکساید وابسته است، زیرا هر گونه افزایش ناشی از تمرین در رگ‌گشایی وابسته به اندوتلیوم، در حضور مهارکننده نیتریک اکساید ناپدید می‌شود (۳). عمو علی و همکاران (۱۳۹۵)، در مطالعه‌ای، تأثیر ۱۲ هفته تمرین هوازی بر سطوح فشار خون زنان سالمند مبتلاء به فشار خون بالا را مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد که

tide Apelin Lowers Blood Pressure Via a Nitric Oxide-Dependent Mechanism. *Regul Pept.* 2001;99(2-3):87-92.

9. Aiyagari Venkatesh G. Hypertension: the most important preventable risk factor for cerebrovascular disease. *The Lancet Neurology.* 2011;10(7):606 - 7.

10. Tatemoto K, Hosoya M, Habata Y, Fujii R, Kakegawa T, Zou M, et al. Isolation and characterization of a novel endogenous peptide ligand for the human APJ receptor. *Biochemical and biophysical research communications.* 1998;251(2):471-6.

11. Heinonen M, Purhonen A, Miettinen P, Paakkonen M, Pirinen E, Alhava B, et al. Apelin, orexin-A and leptin plasma levels in morbid obesity and effect of gastric banding. *Regul Pept.* 2005;130(1-2):7-13.

12. Kalea A, Battle D. Apelin and ACE2 in cardiovascular disease. *Curr Opin Investig Drugs.* 2010;11(3):273-82.

13. Meral C, Tascilar E, Karademir F, Tanju I, Dogru T. Elevated plasma levels of apelin in children with type 1 diabetes mellitus. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism.* 2010;23(5):497-502.

14. Boucher J, Masri B, Daviaud D, Gesta S, Guigné C, Mazzucotelli A, et al. Apelin, a newly identified adipokine up regulated by insulin and obesity. *Endocrinology.* 2005;146(4):1764-71.

15. Klein M, Skepper J, Davenport A. Immunocytochemical Localisation of the Apelin Receptor, APJ, to Human Cardiomyocytes, Vascular

¹⁶ Eastbiopharm

¹⁷ USA Torrance

¹⁸ Human No elisa

¹⁹ Shapirovaik

²⁰ Hyperglyseemia

²¹ Shear stress

منابع

1. Ahmadi A, Hasanzadeh J, Rajaeifard A. To determine the relative factors on Hypertension in Kohrang, Chaharmahal & Bakhtiari province. *Iranian Journal of Epidemiology.* 2008;4(2):19-25 [In Persian].

2. Collier S. Sex Differences in the Effects of Aerobic and Anaerobic Exercise on Blood Pressure and Arterial Stiffness. *Gend Med* 2008:115-23.

3. Denise L, fernhall B. Advance cardiovascular exercise physiology: Human kinetics; 2011.p. 91-210.

4. Erdogan D, Yildirim I, Ciftci O. Effects of normal blood pressure, prehypertension and on hypertension coronary microvascular function. *Circulation.* 2007;115:593-9.

5. Inaba Y, Chen JA, Bergmann SR. Prediction of future cardiovascular outcomes by flow-mediated vasodilatation of brachial artery. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2010;26(6):631-40.

6. Ferro C, Webb D. Endothelial dysfunction and hypertension. *Drugs.* 1997;1:30-41.

7. Higashi Y, Yoshizumi M. Exercise and endothelial function: Role of endothelium-derived nitric oxide and oxidative stress in healthy subjects and hypertensive patients. *Pharmacol Ther.* 2004;102:87-96.

8. Tatemoto K, Takayama K, Zou M, Kumaki I, Zhang W, Kumano K, et al. The Novel Pep-

- Smooth Muscle and Endothelial Cells. Regul Pept. 2005;126(3):233-40.
16. Lauglin N, Woodman W. Interval Sprint Training Enhanced Endothelial Function and eNOS in Some Arteries That Perfuse White Gastrocnemius Muscle. J Appl Physiol. 2004;66(1):233-44.
17. Bauer V, Sotníková R. Nitric oxide-the endothelium-derived relaxing factor and its role in endothelial functions. General physiology and biophysics. 2010;29(4):319-40.
18. Maxwell AJ, Schauble E, Bernstein D, Cooke JP. Limb blood flow during exercise is dependent on nitric oxide. Circulation. 1998;98(4):369-74.
19. Green D, Maiorana A, Driscoll G, Taylor R. Effect of exercise training on endothelium-derived nitric oxide function in humans. J Physiol. 2004;561(1):1-25.
20. Joyner M, Dietz N. Nitric oxide and vasodilation in human limbs. J Appl Physiol. 1997;83(6):1785-96.
21. Lakatta E, Levy D. Arterial and cardiac aging major shareholders in cardiovascular disease enterprises: A «set up» for vascular disease. Circulation. 2003;107:146-39.
22. Zimmer A, Teixeira R, Bonetto J, et al. Effects of aerobic exercise training on metabolism of nitric oxide and endothelin-1 in lung parenchyma of rats with pulmonary arterial hypertension. mol cell biochem. 2017;429(1-2):73-89.
23. Farahati S, Attarzadeh Hosseini S, Bigeh N, Mahjob O. The Effect of Aerobic Exercise on Nitric Oxide Plasma Levels and Postmenopausal Women's Endothelium Function. Razi Journal of Medical Sciences. 2013;20:115 [In Persian].
24. Ghardashi Afooei A, Ghaeni A, Gholami Broujeni B. The Effect of Aerobic Exercise on Plasma Levels of Nitric Oxide, Vascular Endothelial Cell Function and Secondary Outcome in Patients with Type 2 Diabetes. Journal of Nursing Rehabilitation. 1395;2(3):27-39 [In Persian].
25. Tofighi A, Babaei S. Separate and Combined Effects of Aerobic Exercise and Grain Supplementation on Plasma Levels of Apelin and Glucose in Type 2 Diabetic Rats. Urmia Medical Journal. 2016;24(1):10-18 [In Persian].
26. Souri, Asad Mir, Yari M., Rastegar M., Mansouri M, The Effect of Eight-Week Aerobic Training on Apelin-13 and Insulin Resistance in Overweight Men. Journal of Yasuj University of Medical Sciences. 2017;22(3):122 [In Persian].
27. Shabani Nia M, Shahidi F, Rajabi H, Nazari A. The Effect of 12-Week Periodic Training on Blood Pressure and Stroke Concentration in Middle-Aged Men with Hypertension. Journal of Isfahan Medical School. 2017;35(425):368-75 [In Persian].
28. Niaparast W, Naeemi S, Akbarzadeh Baghban A. The effects of a continuous and discontinuous aerobic exercise session on peripheral blood pressure in a young and healthy young population. Journal of Rehabilitation Sciences. 2016;5(3):103-95 [In Persian].
29. Uncle Ali N, Daryanoush F, Babaei Beigi M, Mohammadi M. The Effect of 12-Week Aero-

bic Exercise on Serum Levels of Cardiotropin 1, Left Ventricular Hypertrophy and Hypertension in Elderly Women with Hypertension. University of Medical Sciences and Services Health Care in Zanjan Province. 2016;24(106):9-1 [In Persian].

30. Swain, David P. American College of Sports Medicine. Philadelphia: ACSM's guidelines for exercise testing and prescription; 2014.p.693.

31. Pasler C, Luscher TF, Landmesser U. Molecular mechanisms of vascular effects of high-density lipoprotein: Alterations in cardiovascular disease. *Embo Mol Med*. 2012;4(4):251-68.

32. Siasos S, Athanasiou D, Tousoulis D, Terzis G, Stasinaki A, Tourikis P, et al. Acute effects of different types of aerobic exercise on vascular function. *J Am Coll Cardiol*. 2014;63(12):16-42.

33. Zaros P, Romero P, Bacci M, Moraes C, Zanesco A. Effect of 6- months of physical exercise on the nitrate/nitrite levels in hypertensive postmenopausal women. *Journal of BMC Women Health*. 2009;17(2):142-50.

34. Faselis C, Doumas M, Kokkinos JP. Exercise capacity and progression from prehypertension to hypertension. *Hypertension*. 2012;60:333-8.



The effect of eight weeks of moderate aerobic training on hypertension, serum levels of nitric oxide and apelin in middle-aged women with pre-hypertension

Leila Hojatoleslami¹, Vahid Tadibi^{2*}, Naser Behpoor²

¹Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran.

²Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran.

Tehran Branch, Tehran, Iran.

Abstract

Purpose: Blood pressure is one of the causes of cardiovascular disease that affects people's health. The aim of this study was to investigate the effect of eight weeks of moderate aerobic training on blood pressure, nitric oxide and apelin in women with pre-hypertension.

Methods: Twenty-four women aged 30-45 years with pre-hypertension (Pressure 139 over 89) were randomly divided in two groups: aerobic and control. Aerobic exercise was three sessions per week. In the first week, the subjects performed a 50% heart rate reserve (HRR) for 30 minutes, and with increasing training intensity in the eighth week, the training lasted 45 minutes and the severity reached 55%. Blood pressure measurement and blood sampling were performed one day before the first and 48 hours after the last exercise. Serum levels of apelin and nitric oxide were measured using commercial kits by ELISA method. Statistical analysis of data was performed using independent and dependent t-test at a significant level $p < 0.05$.

Results: After 8 weeks of aerobic activity, Serum levels of apelin and nitric oxide increased significantly in the training group ($p < 0.05$). If the blood pressure level decreased significantly ($p < 0.05$).

Conclusion: It seems that 8 weeks of aerobic exercise can reduce blood pressure by increasing Serum levels of nitric oxide and apelin in middle-aged women with pre-hypertension.

Keywords: Moderate aerobic exercise, Heart rate reserve, Endothelial function, pre-hypertension.

*Corresponding Author: Vahid Tadibi, Tel: 09181321796, E-mail: vahidfadibi@razi.ac.ir