Research Paper

Responses of Endothelin-1 and Arterial Blood Pressure of Postmenopausal Women to Aerobic Exercise Training

***Ahmad Qassemian[1], Farhad Daryanoush[1], Ebrahim Ghasemian[2], Elham Shakoor[1]**

1. Department of Physical Education, Faculty of Education and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran.
2. Department of Motor Behavior, Faculty of Physical Education, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran.

Citation: Qassemian A, Daryanoush F, Ghasemian E, Shakoor E. [Responses of endothelin-1 and arterial blood pressure of postmenopausal women to aerobic exercise training (Persian)]. Iranian Journal of Ageing. 2016; 11(2):368-379. http://dx.crossref.org/10.21859/sija-1102370

doi: http://dx.crossref.org/10.21859/sija-1102370

Received: 13 Mar. 2016

Accepted: 15 Jun. 2016

ABSTRACT

Objectives Endothelin-1 is a strong constrictor of blood vessels that is secreted by endothelial cells and identified as the strongest vascular constrictor. The aim of the present study was to investigate the effect of eight week aerobic exercise on the endothelin-1 concentration of plasma and its relationship with blood pressure in elderly postmenopausal women.

Methods & Materials A total of 20 menopausal women (with the average age of 67.85±5.67 years , height 153.50±7.7 cm, weight 66.16±11.96 kg, BMI of 28.15±4.98, fat percentage of 18.41±3.65, and WHR of 0.92±0.04) were selected and randomly assigned into two groups of ten each. The experimental group underwent eight weeks of aerobic training spanning across three sessions in a week with the intensity of 60 to 70% of maximum heart rate. The resting level of endothelin-1 concentration along with the systolic and diastolic blood pressure for each participant were measured and recorded before and after eight weeks of exercise .Paired t-test was used for investigating the changes within the group while the independent t-test was used for investigating the differences between the groups. Pearson correlation coefficient was used for investigating the relationship between endothelin-1 and blood pressure. A significance level less than 0.05 were considered to be significant.

Results The result of this study showed that one duration of aerobic exercise had a significant effect on endothelin-1 plasma density (P<0.01) and decreasing systolic (P<0.01) as well as diastolic(P=0.002) blood pressure in older women. A direct correlation was established between endothelin-1 and systolic blood pressure (P=0.59). Nevertheless, no correlation was noted between endothelin-1 and diastolic blood pressure (r=0.39).

Conclusion It was concluded that single duration of aerobic exercise with the agreed intensity and volume could decrease the systolic and diastolic blood pressure and the endothelin-1 concentration of plasma.

Key words:
Endothelin-1, Hypertension, Postmenopausal women, Aerobic exercise

* *Corresponding Author:*
Ahmad Qassemian, PhD Candidate
Address: Department of Physical Education, Faculty of Education and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran.
Tel: +98 (937) 5852913
E-mail: ahmadqassemian@gmail.com

پاسخ‌های اندوتلین-۱ و فشارخون زنان یائسه به تمرینات هوازی

*احمد قاسمیان[۱]، فرهاد دریانوش[۱]، ابراهیم قاسمیان[۲]، الهام شکور[۱]

۱- گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.
۲- گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه تربیت دبیر شهیدرجایی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۲۳ اسفند ۱۳۹۴
تاریخ پذیرش: ۲۶ خرداد ۱۳۹۵

چکیده

اهداف اندوتلین-۱ تنگ‌کننده قوی عروق است که به‌وسیله سلول‌های اندوتلیال عروقی ترشح و به‌عنوان قوی‌ترین تنگ‌کننده عروقی شناخته می‌شود. هدف این تحقیق مطالعه تأثیر یک دوره تمرین هوازی بر غلظت اندوتلین-۱ پلاسما و رابطه آن با فشارخون زنان یائسه بود.

مواد و روش‌ها ۲۰ زن یائسه با میانگین سن ۵/۶۷±۶۷/۸۵ سال، قد ۷/۷±۱۵۳/۵۰ سانتی‌متر، وزن ۱۱/۹۶±۶۶/۱۶ کیلوگرم، شاخص توده بدنی ۴/۹۸±۲۸/۱۵ مترمربع، درصد چربی ۳/۶۵±۱۸/۴۱ و نسبت دور کمر به لگن ۰/۰۴±۰/۹۲ سانتی‌متر به‌صورت هدفمند انتخاب و به‌طور تصادفی به دو گروه ۱۰ نفره کنترل و تجربی تقسیم شدند. گروه تجربی هشت هفته (سه روز در هفته) تمرین هوازی با شدت ۶۰ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب را انجام داد. قبل و بعد از هشت هفته تمرین، سطح استراحتی غلظت اندوتلین-۱ فشارخون سیستولیک و دیاستولیک اندازه‌گیری و ثبت شد. برای بررسی تغییرات درون‌گروهی از آزمون تی همبسته و تفاوت‌های بین‌گروهی از آزمون تی مستقل و برای بررسی رابطه بین اندوتلین و فشارخون از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. سطح معنی‌داری $t<0/05$ درنظر گرفته شد.

یافته‌ها نتایج این تحقیق نشان داد یک دوره تمرین هوازی تأثیر معنی‌داری بر کاهش غلظت اندوتلین-۱ پلاسمای زنان یائسه دارد ($P=0/005$). همچنین یک دوره تمرین هوازی بر کاهش فشارخون سیستولیک ($P=0/003$) و دیاستولیک ($P=0/002$) زنان یائسه تأثیر معنی‌داری می‌گذارد و بین غلظت اندوتلین-۱ و فشارخون سیستولیک همبستگی مستقیمی وجود دارد ($P=0/59$). بااین‌حال بین غلظت اندوتلین-۱ و فشارخون دیاستولیک همبستگی مشاهده نشد ($r=0/39$).

نتیجه‌گیری با توجه به کاهش غلظت اندوتلین-۱ پلاسما و کاهش فشارخون سیستولیک و دیاستولیک بر اثر تمرین هوازی و با توجه به رابطه اندوتلین-۱ با فشارخون سیستولیک به‌نظر می‌رسد یک دوره تمرین هوازی با این شدت و حجم می‌تواند در کاهش فشارخون سیستولیک و دیاستولیک و نیز کاهش غلظت اندوتلین-۱ پلاسما به‌عنوان عامل خطر ایجاد پرفشاری خون زنان یائسه مؤثر باشد.

کلیدواژه‌ها:
اندوتلین-۱، فشارخون، زنان یائسه، تمرین هوازی

مقدمه

سالمندی بیماری نیست، بلکه یک فرایند زیست‌شناختی به‌شمار می‌آید که با تغییرات و مشکلات متعددی در بدن انسان همراه است. با شروع یائسگی و عدم‌ترشح استروژن در بانوان، مشکلات و خطراتی در زندگی آنان به‌وجود می‌آید که از جمله مهم‌ترین آنها بالارفتن خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی-عروقی و در رأس آنها پرفشاری خون و مشکلات عروق کرونری است که می‌تواند زندگی فرد را محدود کند.

براساس گزارش مرکز آمار ایران، جمعیت سالمندان کشور در سال ۱۳۷۰ ۵/۸ درصد، در سال ۱۳۷۵ ۶/۶ درصد و در سال ۱۳۸۵ ۷/۵ درصد کل جمعیت کشور بوده است و پیش‌بینی می‌شود که این آمار در سال ۱۴۰۵ به ۹ درصد افزایش یابد [۲].

به‌طورکلی مشخص شده است فقدان عملکرد مناسب سلول‌های اندوتلیال نه‌تنها علایم بیماری‌هایی مانند فشارخون، کلسترول بالا و آترواسکلروز است، بلکه با افزایش سن نیز ارتباط دارد. سالمندی باعث اختلال عملکرد اندوتلیال آئورت و مقاومت کم عروق می‌شود. تغییر در عملکرد اندوتلیال با پیری، ممکن است موارد مهم بالینی را دربرداشته باشد و بیماری‌های قلبی-عروقی را به‌وجود آورد. سلول‌های اندوتلیال عروقی با تولید مواد

* نویسنده مسئول:
احمد قاسمیان
نشانی: شیراز، دانشگاه شیراز، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی.
تلفن: ۵۸۵۲۹۱۳ (۹۳۷) ۹۸+
پست الکترونیکی: ahmadqassemian@gmail.com

فعال‌کننده عروق مانند اندوتلین-۱ و نیتریک اکساید، نقش مهمی در تنظیم فعالیت‌های عروقی برعهده دارند [۱].

اندوتلین[1] که در سال ۱۹۸۵ توسط یاناگیزاوا و ماساکای کشف شده است، عامل منقبض‌کننده عروقی به‌شمار می‌آید که از اندوتلیوم آزاد می‌شود و محل اصلی سنتز آن، بیشتر سلول‌های اندوتلیال است. اندوتلین شامل نوع ۱ ، ۲ و ۳ است و همگی دارای ۲۱ اسیدآمینه هستند و فقط در چند نوع اسیدآمینه، باهم اختلاف دارند که در میان آنها اندوتلین-۱ نسبت به بقیه از غلظت بالاتری برخوردار است.

اندوتلین-۱، تنگ‌کننده قوی عروقی است که به‌وسیله سلول‌های اندوتلیال عروقی ترشح می‌شود. این ماده به‌عنوان قوی‌ترین تنگ‌کننده عروقی شناخته شده است و اثر انقباضی آن ده برابر بیشتر از آنژیوتانسین-۲، وازوپرسین و نوروپپتید Y است. بعد ازکشف اندوتلین-۱، دو نوع اندوتلین دیگر نیز شناخته شد که اندوتلین-۲ و اندوتلین-۳ نامگذاری شد. این ماده به‌واسطه دو نوع گیرنده که در غشای سلول قرار دارد، گیرنده نوع A(ETA)و گیرنده نوع B(ETB) اثر خود را اعمال می‌کند [۲].

ازطرف‌دیگر، اندوتلین-۱ در ایجاد و پیشرفت آترواسکلروز دخالت دارد. در عروق آترواسکلروتیک، تغییرات مشخص و بارز سلولی با اختلال در روند انتقال یون‌های کلسیم همراه است. با وجود پیشرفت‌های قابل‌توجه در علوم پزشکی، هنوز آترواسکلروز یکی از علل اصلی بیماری‌های قلبی-عروقی محسوب می‌شود. این بیماری یک فرایند عروقی پیش‌رونده با منشأ ساب‌اندوتلیال است که در اثر عوامل مختلف از جمله رژیم پُرچرب شروع و به‌تدریج به‌صورت پلاک‌های آترواسکلروزی ظاهر می‌شود که عوارض متعددی از جمله انواع بیماری‌های قلبی-عروقی را به‌دنبال خواهد داشت. افزایش غلظت اندوتلین-۱ به‌عنوان یکی از عوامل مهم ایجاد و پیشرفت آترواسکلروز مطرح است [۳].

علاوه‌براین مشخص شده است فعالیت بدنی و ورزش، باعث افزایش گیرنده‌های اندوتلینی B در عضلات صاف می‌شود که این نوع گیرنده به انقباض برونش منجر می‌شود. همچنین، گیرنده B اندوتلین سلول‌های اندوتلیال از طریق افزایش میزان نیتریک اکساید به گشادشدن عروق منجر می‌شود. گیرنده‌های ETA بیشتر در قلب و عضلات صاف عروق وجود دارد، درحالی‌که گیرنده‌های ETB توزیع بیشتری دارد و عمدتاً در کلیه، رحم، سیستم عصبی مرکزی و سلول‌های آندوتلیال عروق یافت می‌شود.

گیرنده‌های ETA واسطه اصلی انقباض عروقی به‌وسیله اندوتلین است، درحالی‌که تحریک گیرنده‌های ETB موجب تولید نیتریک اکسید می‌شود [۶]. اندوتلین-۱علاوه‌بر پلاسما، در ریه طبیعی نیز وجود دارد و به‌طورعمده در اندوتلیوم عروق ریوی و سلول‌های عضله صاف عروقی و اپیتلیوم مجاری هوایی ترشح می‌شود [۲]. برخی از محققان نیز به این تأثیرات اشاره کردند که از جمله می‌توان به گرکوسکی و همکاران (۲۰۱۲)، میدا و همکاران (۲۰۱۱)، سیجی و همکاران (۲۰۱۱) و پیتساووس و همکاران (۲۰۱۱) اشاره کرد.

ازآنجایی‌که در تولید اندوتلین-۱ عوامل مختلف رئولوژیک خون و عوامل عصبی-هورمونی (مانند آنژیوتانسین ۲ و آرژنین وازوپرسین) نقش دارد و عوامل نام‌برده نیز تحت‌تأثیر ورزش می‌تواند تغییر یابد و با توجه به اینکه بیان گیرنده‌های نوع B اندوتلیال نیز طی ورزش افزایش می‌یابد؛ بنابراین، انتظار می‌رود آثار گشادکنندگی عروقی اندوتلین-۱با افزایش گیرنده‌های نوع B به کاهش فشارخون سیستولیک و دیاستولیک و نیز افزایش جریان خون ریوی و افزایش ظرفیت تنفسی کمک کند.

اندوتلین-۱ از طریق گیرنده اندوتلین B سلول اندوتلیال به‌واسطه تولید مواد گشادکننده مشتق از اندوتلیوم مانند نیتریک اکسید (NO) باعث القای گشادشدگی عروق می‌شود که احتمالاً به‌واسطه خنثی‌کردن فیزیولوژیک عملکرد منقبض‌کننده عروقی گیرنده اندوتلین A است [۳]. مطالعات نشان داده شده است سه ماه ورزش میزان بیان ژن اندوتلین-۱ در ریه را افزایش می‌دهد که این تغییرات می‌تواند بر جریان خون ریوی آثار مثبت داشته باشد [۱].

افزایش سن و پرفشاری خون، دو عامل اصلی خطرناک برای بیماری‌های قلبی-عروقی به‌شمار می‌رود. بیشتر عوارض قلبی-عروقی هم با سن و هم با پرفشاری خون همراه است و باعث عدم‌کارآیی اندوتلیال و به‌طورخاص، عدم‌کنترل وازوموتور می‌شود. ورزش منظم هوازی با کاهش شیوع بیماری‌های قلبی-عروقی (CVD) همراه است [۱۰]. یکی از واکنش‌های احتمالی به هر نوع ورزش منظم هوازی، کاهش خطر بیماری‌های قلبی-عروقی و آثار مثبت و سودمند روی عملکرد وازوموتور است [۴۰]. علاوه‌براین، بهبود عملکرد وازوموتور عروقی با کاهش حوادث قلبی-عروقی مرتبط است.

مطالعات متعددی نشان می‌دهد ورزش هوازی، گشادشدن عروقی وابسته به اندوتلین را در افراد سالم مسن و بیماران با فشارخون بالا افزایش می‌دهد [۴]. برای مثال، ۱۲ هفته تمرین هوازی با شدت متوسط، اثر معکوسی در مقایسه با افزایش سن در کاهش عملکرد گشادکنندگی اندوتلیال در مردان غیرفعال داشت [۱۱]. مطالعات اخیر نیز نشان داده است ورزش هوازی با شدت متوسط، بیشتر باعث کاهش اندوتلین-۱ و ورزش باعث کاهش عملکرد سیستم فعال‌کننده اندوتلین-۱ می‌شود که این موضوع ممکن است برای درک آثار سودمند ورزش بر جلوگیری و درمان پرفشاری خون و نیز کاهش خطر آترواسکلروز همراهی معنی‌داری داشته باشد [۳].

1. Endothelin

میدا و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیق خود روی ۶ جوان سالم ۲۶ ساله، نشان دادند هشت هفته تمرین مقاومتی (سه روز در هفته)، باعث کاهش غلظت اندوتلین-۱ می‌شود [۲۶]. گری و همکاران (۲۰۱۱) نیز در تحقیقی روی ۱۳ مرد جوان و ۱۵ مرد سالمند، دریافتند با افزایش سن، غلظت اندوتلین-۱ پلاسما افزایش می‌یابد، ولی با ورزش هوازی کاهش پیدا می‌کند [۱۵]. سیجی و همکاران (۲۰۱۱) نیز در تحقیقی روی مردان چاق، دریافتند کاهش وزن ناشی از هرگونه فعالیت بدنی، می‌تواند غلظت اندوتلین-۱ را کاهش دهد [۲۸]. سامانتا و همکاران (۲۰۰۹) نیز در تحقیقی مروری، آثار ورزش و فعالیت بدنی را بر عملکرد سلول‌های اندوتلیال (سلول‌های ترشح‌کننده اندوتلین-۱) بررسی کردند و درنهایت بدین‌نتیجه رسیدند که فعالیت ورزشی آثار مطلوبی بر کاهش و تنظیم عملکرد این سلول‌ها دارد [۳۵].

ازسوی‌دیگر، نتایج برخی از پژوهش‌ها متفاوت است. نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه احمدی‌اصل و همکاران (۲۰۰۸) روی موش‌های صحرایی نر نشان‌دهنده اثر ورزش هوازی بر افزایش میزان بیان mRNA اندوتلین-۱ در ریه بود [۳۷]. سیجی و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیق خود به بررسی اثرات تمرینات مقاومتی کوتاه‌مدت پا بر عملکرد شریانی در مردان مسن انجام دادند و دریافتند سختی عروق با تمرینات مقاومتی تغییری نمی‌کند.

تراکم اسیدنیتریک پلاسما (NO) به‌عنوان ماده پایدار نهایی (نیترات و نیتریت) پس از تمرینات مقاومتی افزایش یافت و هیچ تغییری در غلظت پلاسمایی اندوتلین-۱ دیده نشد [۴۰]. هیلمی و همکاران (۲۰۰۵) با مقایسه سطح اندوتلین-۱ پلاسما در بیماران دچار پوکی استخوان و افراد سالم نیز به این نتیجه رسیدند و تفاوت‌های معنی‌داری در سطوح اندوتلین-۱ پلاسما در بین گروه‌های ورزش و کنترل مشاهده نکردند [۱۹].

با توجه به اینکه افراد سالمند بیشترین میزان ابتلا به فشارخون را دارند و در بین سالمندان، بانوان سالمند به‌دلیل مشکلات یائسگی و عدم‌ترشح استروژن و کم‌تحرکی بیشتر از مردان سالمند دچار مشکلات تنفسی و مشکلات ناشی از فشارخون می‌شوند [۵]. بنابراین، مطالعه این افراد از اهمیت قابل‌توجهی برخوردار است. با توجه به موارد مذکور و تأثیر اندوتلین بر بهبود مشکلات تنفسی و پرفشاری خون، اهمیت وجود اندوتلین-۱ در سلامتی قلب و ریه‌ها، تأثیر احتمالی ورزش بر اندوتلین-۱ و تناقضات ذکرشده و همچنین به‌دلیل تحقیقات محدود در این زمینه در کشورمان، در این پژوهش تأثیر بلندمدت تمرین هوازی بر میزان ترشح اندوتلین-۱ زنان یائسه و بررسی رابطه احتمالی آن با فشارخون موردبررسی قرار گرفت.

روش مطالعه

این تحقیق از نوع نیمه‌تجربی بود که به‌صورت پیش‌آزمون-پس‌آزمون با گروه کنترل اجرا شد و ۲۰ زن سالمند (با میانگین سن ۵/۶۷±۶۷/۸۵ سال، قد ۷/۷۰±۱۵۳/۵۰ سانتی‌متر، وزن ۱۱/۹۶±۶۶/۱۶ کیلوگرم، شاخص توده بدنی ۴/۹۸±۲۸/۱۵ مترمربع، درصد چربی ۳/۶۵±۱۸/۴۱ و نسبت دور کمر به لگن ۰/۰۴±۰/۹۲ سانتی‌متر) به‌صورت هدفمند به‌عنوان آزمودنی‌های این تحقیق انتخاب شدند.

آزمودنی‌های منتخب سابقه‌ای در شرکت در تمرین‌های هوازی و مقاومتی نداشتند و به بیماری‌های قلبی یا بیماری‌های خاص نیز مبتلا نبودند. آزمودنی‌های موردنظر پس از تکمیل فرم رضایتنامه شرکت در این تحقیق، به‌صورت تصادفی به دو گروه مساوی تمرین هوازی و گروه کنترل (هر گروه ۱۰ نفر) تقسیم شدند. ابتدا پرسش‌نامه سلامت عمومی، سطح فعالیت بدنی و پیشینه پزشکی جهت ارزیابی وضعیت اولیه توسط آزمودنی‌ها تکمیل و سپس اندازه‌های بدنی نظیر قد، وزن و مشخصات فیزیولوژیکی شامل متوسط روزانه فشارخون سیستولیک و دیاستولیک با استفاده از دستگاه بیورر[2] ساخت آلمان با دقت ۰/۱ میلی متر جیوه و نیز ضربان قلب استراحت توسط پزشک در ساعت ۸ تا ۹ صبح در محل برگزاری تمرینات اندازه‌گیری شد.

چربی زیرپوستی آزمودنی‌ها شامل ران، سه سر بازویی و بالای تاج خاصره با استفاده از کالیپر فلزی مدل SH۵۰۲۰ ساخت کره‌جنوبی اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری‌ها برای هر فرد سه بار تکرار و میانگین آن ثبت شد. سپس با استفاده از معادله جکسون و پولاک، درصد چربی آزمودنی‌ها محاسبه شد [۴۴].

$$Db=1.0994921-0/0009299\times SSF+0/0000023\times SSF^2-0/0001392\times Age$$

$$\text{درصد چربی}=(495\div Db)-450$$

اندازه‌گیری اندوتلین-۱

۲۴ ساعت قبل و بعد از هشت هفته تمرین هوازی، از هر داوطلب ۵ سی‌سی خون از ورید قدامی بازویی رأس ساعت ۸ صبح و پس از ۱۲ ساعت ناشتا در اتاق پزشک سرای سالمندان اصفهان گرفته شد. نمونه‌های خونی اخذشده قبل از شروع برنامه تمرین هوازی، بلافاصله به آزمایشگاه فرستاده شد تا براساس دستورالعمل کیت تخصصی مورداستفاده، پلاسمای آن با سانتریفوژ جداسازی و در دمای زیر ۷۰ درجه سانتی‌گراد منجمد شد. پس از اخذ نمونه‌های خونی بعد از هشت هفته تمرین هوازی و جداسازی پلاسمای آن، نمونه‌ها برای تحلیل، به‌صورت یک‌جا به آزمایشگاه تشخیص طبی ارسال شد تا غلظت اندوتلین-۱ پلاسما را با استفاده از کیت الایزا شرکت گلوری[3] ساخت ایالات متحده با دقت یک‌دهم پیکوگرم بر میلی‌لیتر (Pg/ml) اندازه‌گیری کنند.

2. Beurer
3. GLORY

برنامه تمرین هوازی

برنامه تمرین هوازی شامل گرم‌کردن و برنامه اصلی شامل انجام حرکات ایروبیکی، پرش و جهش با شدت ۶۰ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب (سه روز در هفته) و سردکردن بود. اصل اضافه‌بار به‌گونه‌ای رعایت شد که در هفته اول جلسه تمرینی به‌مدت ۲۰ دقیقه و شدت تمرین ۶۰ درصد ضربان قلب بیشینه، هفته دوم با همان شدت و در مدت زمان ۲۲ دقیقه، هفته‌های سوم و چهارم و پنجم با شدت ۶۵ درصد و زمان‌های ۲۴ و ۲۶ و ۲۸ دقیقه، هفته‌های ششم و هفتم با شدت ۷۰ درصد و زمان‌های ۳۰ و ۳۴ دقیقه و سرانجام در هفته‌های هشتم و پایانی با شدت ۷۵ درصد و مدت زمان ۴۰ دقیقه انجام شد. ضمناً در هر جلسه تمرین دو بخش مجزای گرم‌کردن و سردکردن هریک به‌مدت ۱۰ دقیقه صورت پذیرفت.

لازم به‌ذکر است که پروتکل تمرینی این تحقیق با توجه به پروتکل باقری و همکاران (۱۳۸۸) [۳] که در افراد سالمند به‌کار گرفته شده بود، طراحی شد. همچنین توصیه‌های ویژه دانشگاه آمریکایی طب ورزش (ACSM) [۹] برای افراد سالمند شرکت‌کننده در این تحقیق، موردتوجه قرار گرفته است. در طول تمرین تمام مراحل تمرین توسط مربی ویژه آمادگی جسمانی و بدن‌سازی خانم و تحت‌نظارت مستقیم آنها اجرا شد. برای به‌دست‌آوردن حداکثر ضربان قلب، عدد ۲۲۰ از سن آزمودنی‌ها کم و برای تعیین شدت ورزش در هر جلسه تمرین از روش کارونن استفاده شد. برای به‌دست‌آوردن حداکثر اکسیژن مصرفی نیز آزمون یک مایل پیاده‌روی راکپورت مورداستفاده قرار گرفت.

این آزمون در بیشتر تحقیقات به‌دلیل شرایط ویژه سالمندان، به‌عنوان یک آزمون مناسب و معتبر برای به‌دست‌آوردن توان هوازی سالمندان گزارش شده است. آزمودنی‌ها یک مایل را با تمام توان راه رفتند و درپایان، ضربان قلب آنها تعیین و سپس از طریق فرمول زیر حداکثر اکسیژن مصرفی آنها محاسبه شد [۳]:

$$VO_{2max} =$$

(۰/۰۴۲۲×زمان به دقیقه) - (ضربان قلب پایانی×۰/۰۱۱۵)
(۰/۱۹۰۰×وزن به پوند)+(۰/۷۵۲۰×سن)- (جنس×۰/۵۵۹۵)-
(لیتر در دقیقه)۶/۲۵۶۹ -

روش تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای موردبررسی با استفاده از آمار توصیفی محاسبه و ثبت شد. برای بررسی تأثیر تمرین هوازی بر متغیرهای موردنظر در درون هر گروه از آزمون تی همبسته، برای تعیین تفاوت‌های بین‌گروهی از کوواریانس، برای بررسی رابطه بین اندوتلین-۱ و فشارخون از ضریب همبستگی پیرسون و برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نسخه ۱۸ نرم‌افزار SPSS استفاده شد. همچنین، نتایج به‌دست‌آمده در سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ موردبررسی قرار گرفت.

یافته‌ها

مشخصات بدنی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها قبل و بعد از هشت هفته تمرین هوازی به‌طورخلاصه در جدول شماره ۱ گزارش شده است. بررسی یافته‌های جدول مذکور بیانگر این است که تغییرات درون‌گروهی اندوتلین-۱ در گروه کنترل با P=۰/۸۶۴ معنی‌دار نبود، ولی در گروه تجربی با P=۰/۰۰۶ معنی‌دار بود. همچنین، نتایج مقایسه بین‌گروهی نشان می‌دهد اختلاف میانگین‌ها قبل و بعد از مداخله با P=۰/۰۰۵ معنی‌دار بود. در بررسی فشارخون سیستولیک نیز اختلاف درون‌گروهی در گروه کنترل با P=۰/۴۹۵ معنی‌دار نبود، ولی در گروه تجربی با P=۰/۰۰۴ معنی‌دار بود. علاوه‌براین، نتایج مقایسه بین‌گروهی نشان می‌دهد اختلاف میانگین‌ها قبل و بعد از مداخله با P=۰/۰۰۳ معنی‌دار بود. همچنین در بررسی فشارخون دیاستولیک اختلاف درون‌گروهی در گروه کنترل با P=۰/۳۱۸ معنی‌دار نبود، ولی در گروه تجربی با P=۰/۰۰۳ معنی‌دار بود. نتایج مقایسه بین‌گروهی نشان می‌دهد اختلاف میانگین‌ها قبل و بعد از مداخله با P=۰/۰۰۲ معنی‌دار بود (جدول شماره ۲).

در بررسی رابطه بین متغیرها مشخص شد بین غلظت اندوتلین-۱ و فشارخون سیستولیک ضریب همبستگی ۰/۵۴۲ به‌دست آمد که نشان‌دهنده همبستگی بالا (در جدول با علامت ستاره مشخص است) و ارتباط مستقیم بین کاهش غلظت اندوتلین-۱ پلاسما و کاهش فشارخون سیستولیک است. بااین‌حال، بین اندوتلین-۱ و فشارخون دیاستولیک ضریب همبستگی ۰/۳۷۸ به‌دست آمد که نشان‌دهنده همبستگی پایین و ارتباط مستقیم و بسیارکم بین کاهش غلظت اندوتلین-۱ پلاسما و فشارخون دیاستولیک است (جدول شماره ۳).

بحث

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد هشت هفته تمرین هوازی، بر کاهش فشارخون سیستولیک و دیاستولیک و همچنین کاهش میزان غلظت اندوتلین-۱ در پلاسمای زنان سالمند تأثیر مثبتی داشته است. این امر با توجه به گزارش‌های تحقیقاتی، بیانگر این مطلب است که هشت هفته تمرین هوازی می‌تواند باعث کاهش علایم ناشی از زیادبودن غلظت اندوتلین-۱ و پرفشاری خون شود.

همان‌طورکه نتایج این تحقیق نشان داد، هشت هفته تمرین هوازی، بر کاهش غلظت اندوتلین-۱ پلاسمای زنان سالمند تأثیر معنی‌داری داشته است. این یافته با یافته‌های برخی تحقیقات همسو است. میدا و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیق خود روی ۶ جوان سالم ۲۶ ساله نشان دادند هشت هفته تمرین مقاومتی (سه روز در هفته)، غلظت اندوتلین-۱ را کاهش می‌دهد [۲۶]. گری

جدول ۱. مشخصات بدنی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌های موردمطالعه قبل و بعد از مداخله.

مشخصات بدنی و فیزیولوژیکی	گروه تجربی		تغییرات درون‌گروهی	گروه کنترل		تغییرات درون‌گروهی
	میانگین و انحراف استاندارد پیش‌آزمون	میانگین و انحراف استاندارد پس‌آزمون	P-value	میانگین و انحراف استاندارد پیش‌آزمون	میانگین و انحراف استاندارد پس‌آزمون	P-value
سن (سال)	۶۸/۰۸±۶/۱۲		–	۶۷/۶۳±۵/۲۲		–
قد (سانتی‌متر)	۱۵۵/۱۱±۹/۰۱		–	۱۵۱/۹۰±۶/۳۹		–
وزن (کیلوگرم)	۶۵/۳±۱۱/۴۱	۶۲/۳۳±۱۰/۹	–	۶۷/۰۳±۱۲/۵۲	۶۸/۱۰±۱۳/۰۱	–
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۶/۹۸±۳/۲۱	۲۵/۶۳±۲/۹۸	–	۲۹/۳۳±۶/۷۵	۲۹/۶۰±۶/۶۳	–
چربی (درصد)	۱۷/۹۸۹±۴/۳۸	۱۶/۰۱۰±۴/۰۲	–	۱۸/۸۴۰±۲/۹۳	۱۸/۸۷۵±۲/۹۰	–
نسبت دور کمر به لگن (سانتی‌متر)	۰/۹۰۶۰±۰/۰۳۴	۰/۸۷۰۲±۰/۰۴۱	–	۰/۹۳۸۹±۰/۰۳۷	۰/۹۴۳۰±۰/۰۳۱	–
ضربان قلب استراحت (تعداد در دقیقه)	۶۸/۹۴±۲/۰۷	۶۵/۵۶±۱/۹۹	–	۷۰/۸۱±۲/۳۱	۷۱/۰۱±۲/۲۰	–
اندوتلین-۱ (pg/ml)	۶۲/۳۴±۲۳/۸۵	۴۴/۱۵±۲۰/۹۷	۰/۰۰۴	۵۰/۹۷±۱۵/۶۳	۵۱/۴۳±۱۶/۶۰	۰/۸۶
فشارخون سیستولیک (میلی‌متر جیوه)	۱۳۱/۳۰±۱۵/۸۶	۱۲۶/۲۳±۱۱/۱۸	۰/۰۴	۱۳۸/۴۹±۹/۸۸	۱۳۸/۸۲±۹/۵۷	۰/۵۰
فشارخون دیاستولیک (میلی‌متر جیوه)	۸۵/۸۰±۳/۵۷	۸۰/۶۱±۱/۸۵	۰/۰۰۱	۸۷/۶۰±۵/۴۳	۸۸/۰۲±۵/۰۸	۰/۳۲

جدول ۲. میانگین تغییرات به‌همراه درصد تغییرات متغیرهای موردبررسی بین گروه‌های تجربی و کنترل.

متغیرهای وابسته	گروه‌ها	درصد تغییرات	میانگین و انحراف معیار تغییرات	اختلاف میانگین‌ها	t	P-value
اندوتلین-۱	تجربی	-۲۸/۲۷	-۱۸/۱۹±۱۵/۲۵	۱۸/۶۵	۳/۴۰	۰/۰۰۳
	کنترل	+۰/۸۲	+۰/۴۶±۸/۲۶			
فشارخون سیستولیک	تجربی	-۳/۴۹	-۵/۰۷±۶/۵۶	۵/۴۰	۲/۵۴	۰/۰۲
	کنترل	+۰/۲۶	+۰/۳۳±۱/۴۷			
فشارخون دیاستولیک	تجربی	-۵/۹۲	-۰/۵۲±۰/۳۶	۰/۵۶	۴/۷۰	۰/۰۰۱
	کنترل	+۰/۵۱	+۰/۰۴±۰/۱۲			

و همکاران (۲۰۱۱) نیز در تحقیقی روی ۱۳ مرد جوان و ۱۵ مرد سالمند دریافتند با افزایش سن، غلظت اندوتلین-۱ پلاسما افزایش، ولی با ورزش هوازی کاهش می‌یابد [۱۵].

سیجی و همکاران (۲۰۱۱) نیز در تحقیقی روی مردان چاق دریافتند کاهش وزن ناشی از هرگونه فعالیت بدنی می‌تواند غلظت اندوتلین-۱ را کاهش دهد [۳۷]. سامانتا و همکاران (۲۰۰۹) نیز در تحقیقی مروری، آثار ورزش و فعالیت بدنی را بر عملکرد سلول‌های اندوتلیال (سلول‌های ترشح‌کننده اندوتلین-۱) بررسی کردند و درنهایت، به این نتیجه رسیدند که فعالیت ورزشی آثار مطلوبی بر کاهش و تنظیم عملکرد این سلول‌ها دارد [۳۵].

تیجسن و همکاران (۲۰۰۷) در گزارش‌های تحقیقی خود در مورد نقش اندوتلین-۱ در تطابق با شرطی‌زدایی[4] ماهیچه اسکلتی در آسیب نخاعی به این نتیجه رسیدند که تمرینات ورزشی به معکوس‌سازی مسیر ET-۱ و تنظیم انقباض عروق پا می‌انجامد [۴۳]. آنها در تحقیق دیگری به بررسی نقش اندوتلین-۱ در

4. A causal role for endothelin-1 in the vascular adaptation to skeletal muscle deconditioning in spinal cord injury

جدول ۳. نتایج آزمون همبستگی پیرسون.

		اندوتلین-۱	فشارخون سیستولیک	فشارخون دیاستولیک
اندوتلین-۱	همبستگی پیرسون	۱	۰/۵۷۸*	۰/۳۹۰
	معنی‌داری	–	۰/۰۱۴	۰/۱۰۰
فشارخون سیستولیک	همبستگی پیرسون	۰/۵۷۸*	۱	۰/۳۹۶
	معنی‌داری	۰/۰۱۴	–	۰/۰۸۶
فشارخون دیاستولیک	همبستگی پیرسون	۰/۳۹۰	۰/۳۹۶	۱
	معنی‌داری	۰/۱۰۰	۰/۰۸۶	–

سالمند

انقباض عروق پای سالمندان پرداخته و نشان دادند که افزایش سطح مقطع در انقباض عروق پا با افزایش سن، تا حدودی توسط اندوتلین صورت می‌گیرد. همچنین هشت هفته تمرین دوچرخه در افراد مسن بدون‌تحرک کاهش انقباض عروق پا و تا حدودی کاهش ET-۱ را به‌دنبال داشت [۴۲].

گری و همکاران (۲۰۰۷) کاهش قطر عروق خونی با اندوتلین-۱ و افزایش آن با سن در افراد سالم و امکان کاهش آن با ورزش‌های منظم هوازی را بررسی کردند و دریافتند اندوتلین-۱ با کاهش قطر عروق باعث افزایش فشارخون می‌شود و غلظت اندوتلین با افزایش سن افزایش می‌یابد، اما با ورزش منظم هوازی می‌تواند کاهش قابل‌ملاحظه‌ای داشته باشد [۱۶]. ماتساکاس و همکاران (۲۰۰۴) نیز در تحقیق خود با عنوان «آثار معکوس تمرینات ورزشی شدید و هوازی بر سطوح اندوتلین-۱ در افراد ورزشکار و غیرورزشکار» بدین‌نتیجه رسیدند که ورزش هوازی متوسط و تمرینات بلندمدت برخلاف تمرینات شدید و کوتاه‌مدت می‌تواند سطح اندوتلین-۱ پلاسما را کاهش دهد. این نکته آثار سودمند فعالیت منظم بدنی را بر سلامت انسان نشان می‌دهد [۲۵].

سیجی و همکاران (۲۰۰۳) نیز در تحقیقی به بررسی تأثیر تمرینات ورزشی هوازی بر غلظت اندوتلین-۱ پلاسما در زنان سالمند پرداختند و به این نتیجه رسیدند که تمرین هوازی تأثیر مثبتی بر کاهش اندوتلین-۱ پلاسما و فشارخون دارد [۴۱]. سیجی و همکاران (۲۰۰۳) در بررسی اثر ورزش بر غلظت اندوتلین-۱ در پلاسمای زنان سالمند، به سودمندی ورزش در کاهش غلظت اندوتلین-۱ در پلاسما اشاره کردند [۳۸]. آنها در تحقیقی دیگر به بررسی آثار تمرینات ورزشی بر تولید اندوتلین-۱ mRNA در آئورت موش‌های سالخورده پرداختند و نشان دادند، تمرینات ورزشی به بهبود عملکرد اندوتلیال از طریق کاهش تولید ET-۱ ناشی از سن در آئورت منجر می‌شود [۳۹]. همان‌طورکه ذکر شد نتایج این محققان با نتایج تحقیق حاضر همسو است.

ازسوی‌دیگر، نتایج برخی پژوهش‌ها با مطالعه حاضر همسو نیست. نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه احمدی‌اصل و همکاران (۲۰۰۸) در موش‌های صحرایی نر نشان‌دهنده اثر ورزش هوازی بر افزایش میزان بیان mRNA اندوتلین-۱ در ریه بود [۳۷]. سیجی و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیق خود اثرات تمرینات مقاومتی کوتاه‌مدت پا بر عملکرد شریانی در مردان مسن را بررسی کردند و دریافتند، سختی عروق با تمرینات مقاومتی تغییری نمی‌کند. تراکم اسید نیتریک پلاسما (NO) به‌عنوان ماده پایدار نهایی (نیترات و نیتریت) پس از تمرینات مقاومتی افزایش یافت و هیچ تغییری در غلظت پلاسمایی اندوتلین-۱ دیده نشد [۳۶].

هیلمی و همکاران (۲۰۰۵) در مقایسه سطح اندوتلین-۱ پلاسما در بیماران دچار پوکی استخوان و افراد سالم نیز به این نتیجه رسیدند و تفاوت‌های معنی‌دار در سطوح اندوتلین-۱ پلاسما در بین گروه‌های ورزش و کنترل مشاهده نشد [۱۹]. آنتونی و همکاران (۲۰۰۵) در تحقیق خود به بررسی آثار افزایش سن و تأثیر حاد ورزش بر پاسخ‌های کاهش قطر عروق خونی اندوتلین-۱ در عروق ماهیچه اسکلتی موش پرداختند. نتایج پژوهش آنها افزایش رابطه سن با پاسخ‌گویی کاهش قطر عروق خونی عضله گاستروکنمیوس و حساسیت به ET-۱ در مویرگ‌ها با اندوتلیوم سالم را نشان داد.

علاوه‌براین، تمرینات ورزشی اثر معنی‌داری بر کاهش عروق ET-۱ کف پا یا مویرگ‌های ماهیچه‌ای گاستروکنمیوس نداشت [۶]. گلاس و همکاران (۲۰۰۴) در بررسی تأثیرات ورزش شدید در ارتفاع روی سگ‌ها به این نتیجه رسیدند که ورزش هوازی باعث افزایش سطوح اریتروپوئیتین و اندوتلین-۱ سرم می‌شود [۱۴]. یافته‌های پژوهش آلان و همکاران (۱۹۹۹) در بررسی نقش ورزش بر حساسیت به اندوتلین-۱ در عروق کرنر نشان داد که حساسیت انقباضی عروق کرونر به ET-۱ تحت‌تأثیر فعالیت فیزیکی در رفتار وابسته به جنس است و غلظت اندوتلین-۱ بر اثر ورزش احتمالاً افزایش می‌یابد [۵].

در مطالعه‌ای دیگر، سیجی و همکاران (۱۹۹۸) به عدم‌تغییر

میزان اندوتلین-۱ هنگام ورزش در ریه‌ها اشاره کردند [۴۰]. این تناقض در نتایج به‌دست‌آمده می‌تواند ریشه در تفاوت‌های گروه‌های مطالعه از نظر وضعیت بدنی و سطح آمادگی بدنی و نیز سلامت یا بیماری آزمودنی‌ها داشته باشد. درنهایت، مهم‌ترین عامل این تناقض را می‌توان تفاوت در نوع تمرین انتخابی دانست که تمرین‌های انجام‌شده در این مطالعات را بسته به شدت، تعداد روزهای تمرین در هفته و طول دوره تمرین به چندین نوع برنامه تمرینی می‌توان تقسیم کرد که بیشتر مطالعات انجام‌شده با شدت متوسط درازمدت -مانند این پژوهش- که تأثیر بلندمدت ورزش را بررسی می‌کردند، باعث کاهش سطح اندوتلین-۱ پلاسما شده است.

این در حالی است که به‌نظر می‌رسد تأثیر حاد ورزش بر اندوتلین-۱ باعث افزایش یا حداقل عدم‌تغییر غلظت این ماده می‌شود. سازوکار دقیق در کاهش اندوتلین-۱ پلاسما بعد از تمرین هوازی نامشخص است. احتمال می‌رود تنظیم هورمون‌های تروپیک بدن بر اثر فعالیت بدنی یا تغییرات در وزن بدن و کل توده چربی و نیز افزایش قدرت و توان عضلات اسکلتی اطراف عروق خونی همگی نیاز بدن به عملکرد سلول‌های اندوتلیال عروقی را کاهش می‌دهد که درنتیجه مواد ترشح‌شده از این سلول‌ها در پلاسما نیز کاهش می‌یابد [۲۶، ۳۹، ۴۱].

همان‌طورکه نتایج تحقیق حاضر نشان داد، هشت هفته تمرین هوازی بر کاهش میزان فشارخون سیستولیک و دیاستولیک زنان سالمند تأثیر معنی‌داری داشته است. این یافته با نتایج برخی محققان دیگر همسو است. پیتساووس و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی تأثیر ورزش هوازی با ۶۰ تا ۸۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی روی تردمیل در زنان سالمند، به کاهش فشارخون سیستولیک و دیاستولیک بر اثر فعالیت ورزشی اشاره کردند. همچنین، رهنما و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای تأثیر ۱۵ هفته تمرین هوازی ۶۰ دقیقه‌ای (دوبار در هفته) روی ۹ زن مبتلا به سرطان سینه، کویروز و همکاران (۲۰۱۰) تأثیر ۱۲ هفته تمرین هوازی روی سالمندان، مونتیرو و همکاران (۲۰۱۰) تأثیر ۱۲ هفته ورزش هوازی بر زنان سالمند مبتلا به دیابت نوع ۲ و نیز آرسنالت و همکاران (۲۰۰۹) تأثیر ۶ ماه فعالیت تناوبی هوازی روی ۲۶۷ زن یائسه چاق با شاخص توده بدنی ۳۲ را بررسی کردند.

از سوی‌دیگر، دیتور و همکاران (۲۰۰۵) تأثیر ورزش هوازی روی تردمیل بر افراد آسیب نخاعی و کیسیوگلو و همکاران (۲۰۰۴) تأثیر ۶ ماه فعالیت روزانه هوازی را روی ۴۰۰ زن با میانگین سنی ۳۴ سال را بررسی کردند. ایزدبسکا و همکاران (۲۰۰۴) نیز تأثیر سه ماه تمرین هوازی با ۵۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی را در افراد جوان سالم موردبررسی قرار دادند که همگی به کاهش فشارخون سیستولیک و دیاستولیک بر اثر فعالیت ورزشی اذعان کردند [۷، ۱۲، ۲۰، ۲۳، ۲۸، ۳۰-۳۲].

باوجوداین، نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش‌های مورتیمر و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی تأثیر تمرینات ایزومتریک کوتاه‌مدت در زنان میانسال، کاوانوو و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی تمرینات هوازی کوتاه‌مدت و فارستین و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی فعالیت شدید کاری بر فشارخون سیستولیک و دیاستولیک که به عدم‌تأثیرگذاری فعالیت ورزشی یا تأثیر منفی فعالیت بدنی بر فشارخون سیستولیک و دیاستولیک اشاره کردند، همسو نیست [۱۳، ۲۱، ۲۹].

این تناقض را می‌توان نتیجه انتخاب نوع تمرین دانست؛ زیرا محققان در تمامی پژوهش‌های که به بررسی آثار بلندمدت ورزش پرداخته‌اند -مانند این تحقیق- به این نتیجه رسیدند که ورزش طولانی‌مدت هوازی یا مقاومتی با شدت متوسط می‌تواند آثار مطلوبی بر کاهش فشارخون سیستولیک و دیاستولیک داشته باشد. در این میان همان‌طور که در تحقیقات مذکور قابل‌درک است، بیشترین تأثیر را تمرین بلندمدت با شدت متوسط بر کاهش فشارخون سیستولیک و دیاستولیک داشته است.

بااین‌حال در تحقیقاتی که آثار حاد ورزش بررسی شده است، مشاهده می‌شود که تمرین و فعالیت بدنی حاد با شدت بالای متوسط باعث افزایش فشارخون می‌شود یا بر کاهش فشارخون بی‌تأثیر است. این تحقیقات نشان می‌دهد که بیشترین افزایش فشارخون در تمرینات مقاومتی حاد با شدت بالای متوسط است. این یافته را گرگوسکی و همکاران (۲۰۱۱)، برمودس و همکاران (۲۰۰۴)، کاروالهو و همکاران (۲۰۰۵) و کویو و همکاران (۲۰۰۵) که در تحقیقات خود به مقایسه آثار تمرینات مختلف و تمرینات کوتاه‌مدت و بلندمدت بر فشارخون پرداختند نیز تأیید می‌کنند [۸، ۱۰، ۱۸، ۲۴].

در پژوهش حاضر آثار تمرین هوازی بلندمدت با شدت متوسط بر فشارخون سیستولیک و دیاستولیک موردبررسی قرار گرفت و همانند تحقیقات مذکور این نتیجه به‌دست آمد که تمرینات ورزشی بلندمدت با شدت متوسط به‌دلیل افزایش شبکه مویرگی در عضلات فعال و افزایش انعطاف‌پذیری عروق [۱۰، ۱۸] و نیز از طریق کاهش هورمون‌های منقبض‌کننده عروق و در رأس آنها اندوتلین-۱، می‌تواند راه‌حل مناسبی برای کاهش فشارخون سیستولیک و دیاستولیک باشد و می‌توان در کنار مصرف داروهای فشارخون و با هدف کاهش مصرف و کاهش عوارض ناشی از مصرف این داروها، این نوع تمرین مقاومتی با این شدت را پیشنهاد کرد.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که بین تغییر غلظت اندوتلین-۱ و تغییر فشارخون سیستولیک یا بین غلظت اندوتلین-۱ و فشارخون سیستولیک رابطه مستقیمی و همبستگی معنی‌داری وجود دارد. همچنین، در بررسی ارتباط بین تغییر غلظت اندوتلین-۱ و تغییر فشارخون دیاستولیک این

نتیجه به‌دست آمد که همبستگی معنی‌داری بین این دو متغیر یا غلظت اندوتلین-۱ و فشارخون دیاستولیک رابطه مستقیم محکمی وجود ندارد.

نتایج به‌دست‌آمده را می‌توان با نتایج به‌دست‌آمده توسط آنتونی و همکاران (۲۰۰۴)، گرگوسکی و همکاران (۲۰۱۲)، صالح و همکاران (۲۰۱۰)، کیسانوکی و همکاران (۲۰۱۰)، مونتاسر و همکاران (۲۰۱۰) همسو دانست [۴، ۱۷، ۲۲، ۲۷، ۳۴]. آنتونی و همکاران (۲۰۰۴) در بررسی تأثیر القای اندوتلین-۱ بر فشارخون سیتولیک و دیاستولیک دریافتند بین غلظت اندوتلین-۱ سرم و فشارخون سیستولیک رابطه مستقیم و همبستگی قوی وجود دارد، درحالی‌که بین غلظت این ماده و فشارخون دیاستولیک همبستگی معنی‌دار نیست [۴].

گرگوسکی و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهشی با عنوان «تفاوت تأثیر کاهش استرس و اندوتلین-۱ بر فشارخون نوجوانان» نشان دادند غلظت اندوتلین-۱ بیشترین تأثیر را بر سرخرگ‌ها و فشارخون سیستولیک و کمترین تأثیر را بر فشارخون دیاستولیک دارد [۱۷]. صالح و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی تأثیر اندوتلین-۱ بر فشارخون موش‌های صحرایی بدین‌نتیجه رسیدند غلظت اندوتلین-۱ تأثیر کمی بر فشارخون دیاستولیک دارد [۳۴]. کیسانولی و همکاران (۲۰۱۰) نیز در بررسی فشارخون پایین در موش به تأثیر اندک اندوتلین-۱ بر فشارخون دیاستولیک اشاره کردند [۲۲]. مونتاسر و همکاران (۲۰۱۰) نیز در بررسی آثار اندوتلین-۱ و ویتامین ای بر فشارخون روستاییان چینی به نتایج یکسانی رسیدند [۲۷]. دلیل این امر را که غلظت اندوتلین-۱ تأثیر زیادی بر فشارخون دیاستولیک ندارد اما بر فشارخون سیستولیک تأثیر معنی‌داری دارد، می‌توان به‌دلیل تفاوت در ساختار بافت‌شناسی سرخرگ‌ها هنگام سیستول و دیاستول قلب دانست.

یکی از علت‌های اصلی فشارخون که در این تحقیق نیز موردبررسی قرار گرفت، انقباض سرخرگ‌ها و درنتیجه افزایش فشارخون سیستولیک و دیاستولیک بود. سرخرگ‌ها به‌دلیل وجود تعداد بیشتری از سلول‌های اندوتلیال و ماهیچه‌ای‌بودن این عروق، بیشتر از سیاهرگ‌ها تحت‌تأثیر انقباض ناشی از ترشحات سلول‌های اندوتلیال قرار می‌گیرد. این حالت به‌دلیل تفاوت در ساختار بافت‌شناسی مذکور هنگام سیستول قلب بیشتر رخ می‌دهد [۴، ۱۷]. این در حالی است که در حالت دیاستول عموماً سرخرگ‌ها انبساط‌پذیری بیشتری دارد و کمتر تحت‌تأثیر هورمون‌ها و بیشتر تحت‌تأثیر فعالیت بدنی و انقباض عضلات مجاور خود، منقبض می‌شود.

نتایج این پژوهش با نتیجه پژوهش رنکینن و همکاران (۲۰۰۷) همسو نیست. رنکینن و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی تأثیر اندوتلین-۱ بر سلامت عمومی، فعالیت بدنی و فشارخون به این نتیجه رسیدند که اندوتلین-۱ می‌تواند هم فشارخون سیستولیک و هم فشارخون دیاستولیک را افزایش دهد [۳۳]. دلیل این تناقض در نتایج تحقیقات مذکور و این پژوهش با پژوهش رنکینن و همکاران را می‌توان کلی‌نگری در متغیرهای تحقیق و تفاوت در روش اندازه‌گیری در تحقیق رنکینن با محققان دیگر دانست. رنکینن و همکاران سلامت عمومی را به‌صورت کلی درنظرگرفته و فشارخون را به‌تفکیک و بادقت تجزیه‌وتحلیل نکرده و با اندازه‌گیری فشارخون متوسط سرخرگی، نتایج را به فشارخون سیستولیک و دیاستولیک تعمیم داده‌اند.

نتیجه‌گیری نهایی

به‌طورکلی نتایج این تحقیق نشان داد تمرین‌های هوازی با شدت ۶۰ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب (سه روز در هفته) فشارخون سیستولیک و دیاستولیک و مقادیر اندوتلین-۱ شاخص پیشگویی‌کننده بیماری‌های قلبی-عروقی، به‌ویژه آترواسکلروز و پرفشاری خون، را به‌طورمعنی‌داری کاهش می‌دهد. همچنین، این پژوهش نشان داد بین غلظت اندوتلین-۱ پلاسما و فشارخون سیستولیک، رابطه مستقیم و همبستگی معنی‌داری وجود دارد و بین غلظت اندوتلین-۱ پلاسما و فشارخون دیاستولیک، همبستگی معنی‌داری وجود ندارد.

براین‌اساس می‌توان گفت اندازه‌گیری اندوتلین-۱، روش سودمندی در تشخیص مؤثر اختلالات عروقی و پرفشاری خون سیستولیک افراد سالمند، به‌ویژه زنان یائسه، محسوب می‌شود. ازسوی‌دیگر، تمرین‌های منظم هوازی فشارخون دیاستولیک را کاهش می‌دهد و با کاهش اندوتلین-۱، از سطح فشارخون سیستولیک می‌کاهد و سبب پیشگیری یا کمک به درمان آترواسکلروز می‌شود. ازاین‌رو، می‌توان این نوع ورزش هوازی را به افراد مسن و افرادی که از مشکلاتی مانند سخت‌شدن رگ‌ها و پرفشاری خون رنج می‌برند، توصیه کرد.

References

[1] Ahmadi Asl N, Niknazar S, Farajnia S. [Effect of three months exercise on expression of endithelin-1 mRNA in the lung tissue (Persian)]. Pharmacological Sciences. 2008; 11(1):59-62.

[2] Tosun A, Bölükbaşı N, Çıngı E, Beyazova M, Ünlü M. Acute effects of a single session of aerobic exercise with or without weight-lifting on bone turnover in healthy young women. Modern Rheumatology. 2006; 16(5):300-04.

[3] Bagheri L, Salami F, Hedayati M, Reisi J. [Effect of aerobic training on estrogen, PTH, calcium, alkalinephosphatase and albumin, in postmenopausal women (Persian)]. Iranian Journal of Ageing. 2009; 4(2):26-35.

[4] Anthony J, Donato A, Delp D. The effect of aging and exercise training on endothelin-1 vasoconstrictor responses in rat skeletal muscle arterioles. Cardiovascular Research. 2004; 66(16):393-401.

[5] Jones AW, Rubin LJ, Magliola L. Endothelin-1 sensitivity of porcine coronary arteries is reduced by exercise training and is gender dependent. Journal of Applied Physiology. 1999; 87(3):1172-177.

[6] Donato AJ, Lesniewski LA, Delp MD. The effects of aging and exercise training on endothelin-1 vasoconstrictor responses in rat skeletal muscle arterioles. Cardiovascular Research. 2005: 66(2):393-401.

[7] Arsenault BJ, Côté M, Cartier A, Lemieux I, Després JP, Ross R, et al. Effect of exercise training on cardiometabolic risk markers among sedentary, but metabolically healthy overweight or obese post-menopausal women with elevated blood pressure. Atherosclerosis. 2009; 207(2):530-33.

[8] Bermudes AM, Vassallo DV, Vasquez EC, Lima EG. Ambulatory blood pressure monitoring in normotensive individuals undergoing two single exercise sessions: resistive exercise training and aerobic exercise training. Arquivos Brasileiros de Cardiologia. 2004; 82(1):57-64.

[9] Cadore EL, Pinto RS, Lhullier FL, Correa CS, Alberton CL, Pinto SS, et al. Physiological effects of concurrent training in elderly men. International Journal of Sports Medicine. 2010; 31(10):689-97.

[10] Carvalho DC, Cliquet A. Response of the arterial blood pressure of quadriplegic patients to treadmill gait training. Brazilian Journal of Medieval & Biological Research. 2005; 38(9):1367-373.

[11] De Souza CA, Shapiro LF, Clevenger CM, Dinenno FA, Monahan KD, Tanaka H, et al. Regular aerobic exercise prevents and restores age-related declines in endothelium-dependent vasodilation in healthy men. Circulation. 2000; 102(12):1351-357.

[12] Ditor DS, Kamath MV, MacDonald MJ, Bugaresti J, McCartney N, Hicks AL. Effects of body weight-supported treadmill training on heart rate variability and blood pressure variability in individuals with spinal cord injury. Journal of Applied Physiology. 2005; 98(4):1519-525.

[13] Faerstein E, Chor D, Griep R, Alves M, Lopes C. Blood pressure measurement in the pro saude study. Cadernos de Saúde Pública. 2006; 22(9):97-102.

[14] Glaus TM, Grenacher B, Koch D, Reiner B, Gassmann M. High altitude training of dogs results in elevated erythropoietin and endothelin-1 serum levels. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology. 2004; 138(3):355-61.

[15] Van Guilder GP, Westby CM, Greiner JJ, Stauffer BL, DeSouza CA. Endothelin-1 vasoconstrictor tone increases with age in healthy men but can be reduced by regular aerobic exercise. International Journal of Hypertension. 2007; 50(2):403-09.

[16] Gray P, Vang G, Christian M. Endothelin-1 vasoconstrictor tone increase with age but can be reduced by exercise. International Journal of Hypertension. 2007; 21(22):403-09.

[17] Greqoski M, Barnes V, Tinqen MS, Dong Y, Zhu H, Treber F. Influences of endothelin-1 and chronic stress exposure. International Journal of Hypertension. 2012; 57(3):57-63.

[18] Gregoski MJ, Barnes VA, Tingen MS, Harshfield GA, Treiber FA. Breathing awareness meditation and life skills training programs influence upon ambulatory blood pressure and sodium excretion among African American adolescents. Journal of Adolescent Health. 2011; 48(1):59-64.

[19] Muratli HH, Çelebi L, Hapa O, Biçimoğlu A. Comparison of plasma endothelin levels between osteoporotic, osteopenic and normal subjects. BMC Musculoskeletal Disorders. 2005; 6(1):49. doi: 10.1186/1471-2474-6-49

[20] Izdebska E1, Cybulska I, Izdebskir J, Makowiecka-Ciesla M, Trzebski A. Effects of moderate physical training on blood pressure variability and hemodynamic pattern in mildly hypertensive subjects. Journal of Physiology and Pharmacology. 2004; 55(4):713-24

[21] Kawano H, Tanimoto M, Yamamoto K, Sanada K, Gando Y, Tabata I, et al. Resistance training in men is associated with increased arterial stiffness and blood pressure but does not adversely affect endothelial function as measured by arterial reactivity to the cold pressor test. Experimental Physiology. 2008; 93(2):296-302.

[22] Kisanuki YY, Emoto N, Ohuchi T, Widyantoro B, Yagi K, Nakayama K, et al. Low blood pressure in endothelial cell-specific endothelin 1 knockout mice. 2010; 56(1):121-28. doi: 10.1161/hypertensionaha.109.138701

[23] Kisioglu AN, Aslan B, Ozturk M, Aykut M, Ilhan I. Improving control of high blood pressure among middle-aged Turkish women of low socio-economic status through public health training. Croatian Medical Journal. 2004; 45(4):477-82.

[24] Kou HK, Jones R, Tennstedt S, Talbot L, Morris J. Effect of blood pressure and diabetes mellitus on physical fanction in older adults. Journal of the American Geriatrics Society. 2005; 53(7):1154-161.

[25] Matsakas A, Mougios V. Opposite effect of acute aerobic exercise on plasma endothelin levels. Medical Science Monitor. 2004; 10(10):568-71.

[26] Meada S, Miyauch T, Lemitsu M, Sugawara J, Nagata Y, Goto K. Resistance exercise training reduces plasma endothelin-1. Japan Sport. 2011; 7(3):20-31.

[27] Montasser ME, Shimmin LC, Gu D, Chen J, Gu C, Kelly TN, Jaquish CE. Blood pressure response to potassium supplementation is associated with genetic variation in Endothelin 1 (EDN1) and interactions with E selectin (SELE) in rural Chinese. International Journal of Hypertension. 2010; 28(4):748-55.

[28] Monteiro LZ, Fiani CR, Freitas MC, Zanetti ML, Foss MC. Decrease in blood pressure after aerobic training in elderly women with type 2 diabetes. Arquivos Brasileiros de Cardiologia. 2010; 95(5):563-70.

[29] Mortimer J, Andrew J. Effect of short-term isometric hand grip training on blood pressure in middle aged females. Cardiovascular Journal of Africa. 2011; 22(5):257-63.

[30] Pitsavos Ch, Chrysohoou Ch, Matina K, Christodoulos S. The impact of moderate aerobic physical training on midly hypertensive males. Hellenic Journal of Cardiology. 2011; 52:6-14.

[31] Querioz A, Kangusuku H, Forjaz C. Effects of resistance training on blood pressure in the elderly. Arquivos Brasileiros de Cardiologia. 2010; 95(1):135-40.

[32] Rahnama N, Nouri R, Rahmaninia F, Damirchi A, Emami H. The effects of exercise training on maximum aerobic capacity, resting heart rate, blood pressure and anthropometric variables of postmenopausal women with breast cancer. Journal of Research in Medicine Science. 2010; 15(2):78-83.

[33] Rankinen T, Church T, Rice T, Markward N, Leon AS, Rao DC, et al. Effect of endothelin 1 genotype on blood pressure is dependent on physical activity or fitness levels. International Journal of Hypertension. 2007; 50(6):1120-125.

[34] Saleh M, Boesen EI, Pollock JS, Savin V, Pollock DM. Endothelin-1 increases blood pressure in the rat. International Journal of Hypertension. 2010; 56(5):942-49.

[35] Samanta D, Adolf S. The effect of physical exercise on endothelial function. Sport Medicine. 2009; 20:797-812.

[36] Maeda S, Otsuki T, Iemitsu M, Kamioka M, Sugawara J, Kuno S, et al. Effects of leg resistance training on arterial function in older men. British Journal of Sports Medicine. 2006; 40(10):867-69.

[37] Seiji M, Subina J, Motoyuki J. Weight loss reduces plasma endothelin-1. Journal of Ibaraki Japan. 2011; 1(3):305-21.

[38] Seiji M, Subrina J. Aerobic training reduces endotelin_1 concentration in old healthy women. American Physiological Society. 2003; 95(1):336-41.

[39] Maeda S, Miyauchi T, Iemitsu M, Tanabe T, Yokota T, Katsutoshi GO, et al. Effects of exercise training on expression of endothelin-1 mRNA in the aorta of aged rats. Clinical Science. 2002; 103(2002):118-123. doi: 10.1042/CS103S118S

[40] Seiji M, Takashi M, Satoshi S. Prolonged exercise causes an increase endothelin-1 production in the heart in rats. American Journal of Physiology of Heart. 275(26):2105-112.

[41] Maeda S, Tanabe T, Miyauchi T, Otsuki T, Sugawara J, Iemitsu M, et al. Aerobic exercise training reduces plasma endothelin-1 concentration in older women. Journal of Applied Physiology. 2003; 95(1):336-41.

[42] Thijssen DH, Rongen GA, Van Dijk A, Smits P, Hopman MT. Enhanced endothelin-1-mediated leg vascular tone in healthy older subjects. Journal of Applied Physiology. 2007; 103(3):852-57.

[43] Thijssen HJ, Ellenkamp R, Kooijman M, Pickkers P. A causal role for endothelin-1 in the vascular adaptation to skeletal muscle deconditioning in spinal cord injury. Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology. 2007; 27(2):325-31.

[44] Williams M. Nutrition for health, fitness and sport. 6th ed. New York: McGraw Hill; 2002.