



## اثر هشت هفته تمرین مقاومتی بر مقادیر نیتریک اکساید و آپلین در زنان مبتلا به پیش پرفشاری خون

لیلا حجت الاسلامی: دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران  
وحید تادیبی: دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران (\*نویسنده مسئول) vahid.tadibi@razi.ac.ir  
ناصر بهپور: دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

### چکیده

#### کلیدواژه‌ها

فشارخون،  
نیتریک اکساید سنتاز،  
گوانوزین مونو فسفات

تاریخ دریافت: ۹۷/۹/۲۰

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۱/۲۰

**زمینه و هدف:** پرفشاری خون تهدیدی برای سلامت افراد به ویژه زنان می‌باشد، در راستای غلبه بر این تهدید هدف از این پژوهش بررسی اثر هشت هفته تمرین مقاومتی بر فشارخون و مقادیر نیتریک اکساید و آپلین در زنان مبتلا به پیش پرفشاری خون می‌باشد.

**روش کار:** تعداد ۲۴ زن ۳۰-۴۵ ساله مبتلا به پیش پرفشاری خون به صورت تصادفی به دو گروه تمرین و کنترل تقسیم شدند. گروه تمرین سه جلسه در هفته به مدت ۸ هفته تمرین مقاومتی داشتند. یک روز پیش و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین از آزمودنی‌ها خون گرفته شد. تغییرات مقادیر آپلین و نیتریک اکساید به روش الایزا اندازه‌گیری شدند. برای مقایسه درون گروهی و بین گروهی به ترتیب از آزمون تی وابسته و تی مستقل در سطح معناداری ( $p < 0.05$ ) استفاده شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که در گروه تمرین مقادیر آپلین و نیتریک اکساید افزایش معنادار ( $p < 0.001$ ) و فشارخون سیستولی و دیاستولی کاهش معنادار داشتند ( $p < 0.001$ ). اما در گروه کنترل هیچ‌گونه تغییر معناداری مشاهده نشد.

**نتیجه‌گیری:** انجام یک برنامه هشت هفته‌ای تمرین مقاومتی با شدت متوسط می‌تواند باعث بهبود معنادار فشارخون، آپلین و نیتریک اکساید در زنان مبتلا به پیش پرفشاری خون شود.

**تعارض منافع:** گزارش نشده است.

**منبع حمایت کننده:** حامی مالی نداشته است.

### شیوه استناد به این مقاله:

Hojatoleslami L, Tadibi V, Behpoor N. The effect of eight weeks of resistance training on nitric oxide and apelin levels in women with pre-hypertension. Razi J Med Sci. 2019;26(3):59-66.

\*انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با [CC BY-NC-SA 1.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) صورت گرفته است.



## The effect of eight weeks of resistance training on nitric oxide and apelin levels in women with pre-hypertension

**Leila Hojatoleslami**, PhD Student of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Islamic Azad University of Kermanshah, Kermanshah, Iran

**Vahid Tadibi**, Associate Professor, Exercise Physiology Department, Faculty of Sport Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran (\*Corresponding author) [vahidtadibi@razi.ac.ir](mailto:vahidtadibi@razi.ac.ir)

**Naser Behpoor**, Associate Professor, Exercise Physiology Department, Faculty of Sport Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran

### Abstract

**Background:** High blood pressure is a threat to the health of individuals, especially women. In order to overcome this threat, the purpose of this study was to investigate the effect of eight weeks of resistance training on blood pressure and Nitric oxide and Apelin levels in women with pre-hypertension.

**Methods:** For this purpose, 24 women with pre-hypertension aged from 30 to 45 years old were randomly divided into two groups of exercise and control. The training group performed three resistance training sessions per week for eight weeks. One day before and 48 hours after the last session of the training, blood sampling was taken from the subjects. The changes of Apelin and Nitric oxide levels were measured by Elisa method. Paired t-test and independent t-test were used for within and between groups comparisons, respectively ( $p < 0.05$ ).

**Results:** The results showed that Apelin and Nitric oxide levels increased significantly ( $p < 0.001$ ) and systolic and diastolic blood pressure decreased significantly ( $p < 0.001$ ) in the training group. However, no significant changes were observed in the control group.

**Conclusion:** Performing an eight-week moderate-intensity resistance training program can reduce the levels of blood pressure, apelin, and Nitric oxide in women with pre-hypertension.

**Conflicts of interest:** None

**Funding:** None

### Keywords

Hypertension,  
Nitric oxide synthase,  
Guanosine  
monophosphate

Received: 11/12/2018

Accepted: 09/04/2019

### Cite this article as:

Hojatoleslami L, Tadibi V, Behpoor N. The effect of eight weeks of resistance training on nitric oxide and apelin levels in women with pre-hypertension. Razi J Med Sci. 2019;26(3):59-66.

\*This work is published under [CC BY-NC-SA 1.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) licence.

فسفریله می‌کند و سپس از طریق آل-آرژنین به تراوش نیتریک اکساید کمک می‌کند. نیتریک اکساید نیز موجب افزایش گوانوزین منو فسفات حلقوی شده که در نهایت باعث گشاد شدن عروق می‌گردد (۱۰). پاسخ-های متفاوتی از فشارخون (افزایش، کاهش) به ورزش مقاومتی ملاحظه شده است (۱۱، ۱۲). در مطالعه‌ای حکیمی و همکاران (۲۰۱۵) تاثیر فعالیت مقاومتی را بر مقادیر آپلین مورد بررسی قرار دادند نتایج افزایش معناداری را در مقدار آپلین نشان داد (۱۳) ولی دریانوش و همکاران (۲۰۱۵) کاهش معناداری را در مقدار آپلین مشاهده نمودند (۱۴). کسیرا و همکاران (۲۰۱۶) نیز تاثیر تمرینات مقاومتی را بر روی مقادیر نیتریک اکساید مورد بررسی قرار دادند نتایج نشان داد که تمرینات مقاومتی باعث افزایش مقادیر نیتریک اکساید در گروه تمرین می‌گردد (۱۵). میلستون و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعه‌ای مشاهده نمودند که تمرینات مقاومتی باعث کاهش معناداری در مقادیر فشارخون سیستولی و دیاستولی آزمودنی‌ها شد (۱۶). در صورتی که ابراهیمی و همکاران (۲۰۱۶) تاثیر تمرینات مقاومتی را بر روی مقادیر فشارخون سیستولی مورد بررسی قرار دادند و افزایش معناداری را مشاهده نمودند (۱۷). با توجه به تحقیقات انجام شده، تاثیر تمرینات مقاومتی بر روی مقادیر آپلین، نیتریک اکساید و فشارخون به خوبی مشخص نشده است و نیز با توجه به اینکه تحقیقی بر روی افراد مبتلا به پیش پرفشاری خون صورت نگرفته است امید است با مطالعه در این زمینه بتوان از بروز فشارخون بالا و عواقب آن جلوگیری نمود.

### روش کار

مطالعه حاضر از نوع کاربردی و به روش نیمه تجربی انجام شده است. آزمودنی‌های این تحقیق ۲۴ زن ۴۵-۳۰ ساله مبتلا به پیش پرفشاری خون ساکن استان کرمانشاه بودند و بر اساس نمونه‌های داوطلب در دسترس از طریق مسئول باشگاه‌ها معرفی شدند. این مطالعه در معاونت تحقیقات دانشگاه علوم پزشکی

پرفشاری خون یکی از مهمترین خطر بروز اترواسکلروزیس، نارسایی قلبی، سکته مغزی و نارسایی کلیوی در بسیاری از کشورها است (۱). افزایش فشارخون در زنان در مقایسه با مردان ارتباط بیشتری با مرگ و میر دارد. چنانچه فشارخون در زنان در مقایسه با مردان نه تنها رایج‌تر 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 میلی‌متر جیوه در فشارخون سیستولی نرمال در مقایسه با مردان همسن و سال ۲ برابر است (۲). فشارخون بالا یا پرفشاری خون به فشار سیستولی بالاتر از ۱۴۰ و یا فشار دیاستولی بالاتر از ۹۰ میلی‌متر جیوه گفته می‌شود اما فشار سیستولی ۱۲۰ تا ۱۳۹ و یا فشار دیاستولی ۸۰ تا ۸۹ میلی‌متر جیوه، پیش پرفشاری خون محسوب می‌شود، و با افزایش خطر ابتلا به بیماری قلبی عروقی همراه است. در واقع افزایش خطر بیماری قلبی عروقی با فشارخون بالاتر از ۱۱۵ روی ۷۵ میلی‌متر جیوه شروع می‌شود (۳). عوامل مختلفی در متعادل سازی فرایند فیزیولوژیکی قلبی عروقی نقش دارند، از جمله پپتید کاهنده فشارخون یا همان آپلین است که گمان می‌رود نقش اساسی در عملکرد سیستم قلبی عروقی و تغییرات فشارخون داشته باشد (۴). آپلین نوعی آدیپوکاین است که در سال ۱۹۹۸ کشف شده و این هورمون از ۳۶ اسیدآمینو تشکیل شده که آن هم از ۷۷ اسیدآمینو مشتق می‌شود (۵) و از متسع کننده‌های قوی عروقی است (۶). آپلین با داشتن آثار مدر و کاهنده فشارخون، یک فاکتور قوی رگ‌زایی برای رشد طبیعی عروق در زمان جنینی می‌باشد (۷). عوامل مختلفی می‌تواند روی ترشح آدیپوکاین‌ها اثر بگذارند که از آن جمله فعالیت ورزشی است که به شدت و مدت آن نیز بستگی دارد (۸). بدین صورت که تحریک دستگاه قلبی عروقی باعث تحریک آپلین و فعال شدن گیرنده آن می‌شود (۹). اتصال آپلین به گیرنده خود باعث فعالسازی AKT (پروتئین کیناز B) می‌شود و آنزیم نیتریک اکساید سنتاز را

جدول ۱- ویژگی‌های دموگرافیک گروه‌های مورد مطالعه در مراحل مختلف آزمون

گروه کنترل		گروه تمرین		ویژگی‌ها	
پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش 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)	
۲۷/۹۸ ± ۰/۶۵	۲۷/۹۱ ± ۰/۷۰	۲۶/۷۲ ± ۰/۵۱	۲۷/۷۸ ± ۰/۵۳	درصد چربی بدن	

۴۸ ساعت پس از پایان آن در حالت ناشتا، ابتدا فشارخون با استفاده از دستگاه فشارسنج جیوه‌ای اندازه‌گیری شد تا میزان فشارخون سیستولی و دیاستولی مشخص گردد و سپس نمونه‌گیری خون انجام شد، به این صورت که آزمودنی‌ها در حالت استراحت بر روی صندلی نشستند و به میزان ۵ سی سی از آنها خون گرفته شد.

جهت تعیین یک تکرار بیشینه از فرمول زیر استفاده شد (۱۸). به منظور تعیین بار اعمال شده و بررسی میزان پیشرفت و کنترل بار تمرینی آزمون یک تکرار بیشینه در ابتدای هفته پنجم نیز تکرار شد.

$$IRM = \frac{\text{وزنه جا به جا شده (کیلوگرم)}}{\left[ \frac{1}{0.278} - \left( \frac{0}{0.278} * \text{تعداد تکرار تا خستگی} \right) \right]}$$

پروتکل تمرینی: پروتکل تمرین این پژوهش شامل هشت هفته و سه جلسه در هفته بود. هر وهله تمرین مقاومتی با ۱۰-۵ دقیقه گرم کردن شروع و ۵ دقیقه سرد کردن خاتمه می‌یافت. تمرین مقاومتی به ترتیب انجام حرکات شامل پرس پا، پرس سینه، اکستنشن پا با دستگاه، زیر بغل با دستگاه سیم کش، نشستن و برخاستن با دمبل، سرشانه و فلکشن پا با دستگاه بود. هر حرکت در سه ست انجام شد، به استثنای هفته نخست که در دو ست انجام شد، فاصله استراحتی بین ست‌ها ۲ دقیقه و فاصله استراحتی بین حرکات ۳ دقیقه بود، شدت تمرین در طول ۸ هفته تمرین معادل ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه برای همه حرکات بود، اما شمار تکرارها در هفته اول و دوم ۸ تکرار، در هفته سوم ۹ تکرار و از هفته چهارم تا هشتم ۱۰ تکرار بود، پس از پایان تمرینات مقاومتی نیز در پس آزمون فشارخون و آزمایش خون گرفته شد (۱۸، ۱۹).

نمونه برداری و اندازه‌گیری شاخص‌ها: خونی که از آزمودنی‌ها گرفته شد توسط آزمایشگاه مهر، با استفاده

کرمانشاه با کد اخلاق (IR.KUMS.REC.1397.937) به تایید رسیده است. معیار ورود به مطالعه شامل زنان مبتلا به پیش پرفشاری خون بود که سابقه فعالیت ورزشی منظم نداشته و داروی خاصی مصرف نمی‌کردند و به بیماری حاد یا مزمن دیگری نیز مبتلا نبودند. افرادی که مبتلا به بیماری قلبی عروقی مزمن بودند و سابقه پزشکی داشتند از پژوهش خارج شدند. ابتدا آزمودنی‌ها با آگاهی یافتن از شیوه اجرای مطالعه فرم رضایت نامه را تکمیل کردند و سپس به منظور پی بردن به اینکه بیماری خاص دیگری ندارند و برای شرکت در این مطالعه آمادگی لازم را دارند بعد از پر کردن پرسشنامه سلامت عمومی هر یک با پزشک متخصص قلب و عروق مورد اعتماد خود 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 مقاومتی 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 اندازه‌گیری شود. چربی زیر پوستی آنها توسط کالیپر هارپندن در سه ناحیه سینه، زیر کتف و پشت بازو اندازه‌گیری شد (جدول ۱).

بدین منظور که آزمودنی‌ها روز قبل از پیش آزمون و پس آزمون تغذیه یکسانی داشته باشند و نحوه تغذیه تأثیری بر روی نتایج نگذارد فرم سه روزه رژیم غذایی قبل از پیش آزمون و پس آزمون نیز به آزمودنی‌ها داده شد، سپس آزمودنی‌ها به صورت تصادفی به دو گروه مقاومتی و کنترل تقسیم شدند، آزمودنی‌های گروه تمرین به مدت هشت هفته و سه جلسه در هفته در پروتکل‌های تمرین مقاومتی شرکت کردند، این در حالی بود که گروه کنترل تحت هیچ‌گونه تمرینی قرار نگرفتند، یک روز پیش از شروع پروتکل‌های تمرینی و

متغیرهای آپلین، نیتریک اکساید، فشارخون سیستولی و دیاستولی در هر دو گروه طبیعی بود. همان‌طور که در جدول ۲ ارائه شده است، آزمون t مستقل اختلاف معناداری را در مقادیر پلاسمایی آپلین بین گروه تمرین و کنترل نشان داد ( $p < 0.05$ ). اما اختلاف معناداری در مقادیر پلاسمایی نیتریک اکساید بین گروه تمرین و کنترل مشاهده نشد ( $p > 0.05$ ). یافته‌های حاصل از t وابسته حاکی از افزایش معنادار مقادیر آپلین و نیتریک اکساید پس از ۸ هفته تمرین مقاومتی در زنان مبتلا به پیش پرفشاری خون بود ( $p < 0.05$ ). در حالیکه در گروه کنترل تغییر معناداری در مقادیر آپلین و نیتریک اکساید پلازما مشاهده نشد ( $p > 0.05$ ). آزمون بین گروهی نشان دهنده اختلاف معنادار مقادیر فشارخون سیستولی و دیاستولی بین گروه تمرین و کنترل بود ( $p < 0.05$ ). همچنین تغییرات درون گروهی حاکی از کاهش معنادار مقادیر فشارخون سیستولی و دیاستولی پس از ۸ هفته تمرین مقاومتی در زنان مبتلا به پیش پرفشاری خون بود ( $p < 0.05$ ). در صورتی که در گروه کنترل تغییر معناداری در مقادیر فشارخون سیستولی و دیاستولی مشاهده نشد ( $p > 0.05$ ).

### بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ۸ هفته تمرین مقاومتی، باعث افزایش معنادار میزان آپلین در سرم خون آزمودنی‌ها در گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل شده است. نتایج این بخش از مطالعه حاضر که نشان دهنده اثر تمرینات مقاومتی بر میزان آپلین سرم خون آزمودنی‌ها است با نتایج مطالعه حکیمی و همکاران موافق و با نتایج دربانوش و همکاران مغایر

از دستگاه آنالایزر، مدل الایزیز یونو هیومن که روش آن الایزا بود مورد بررسی قرار گرفت تا میزان نیتریک اکساید و آپلین در پیش آزمون مشخص گردد. نحوه اندازه‌گیری میزان آپلین و نیتریک اکساید در این آزمایشگاه به این صورت انجام گرفت: 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، آپلین با استفاده از کیت هیومن آپلین الایزا به نام شرکت ایستبیوفارم ساخت کمپانی تورنس آمریکا به روش الایزا، بر حسب پیکوگرم بر میلی لیتر (pg/ml) در طول موج ۴۵۰-۳۶۰ نانومتر (NM) ارزیابی شد. محدوده تست 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 الیزاب به نام شرکت ایستبیوفارم ساخت کمپانی تورنس آمریکا به روش الایزا، بر حسب میلی مول بر لیتر (Mmol/l) در طول موج ۴۵۰-۳۶۰ نانومتر ارزیابی شد. محدوده تست ۶۰۰-۲ میلی مول بر لیتر و حساسیت آن ۱/۱۲ میلی مول بر لیتر بود.

روش‌های آماری: برای بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون شاپیروویلیک استفاده شد سپس از آزمون تی وابسته برای بررسی تغییرات درون گروهی و از آزمون تی مستقل برای بررسی تغییرات بین گروهی استفاده شد. همچنین داده‌ها به وسیله نرم افزار SPSS نسخه ۲۴ تحلیل شدند. سطح آماری ( $p < 0.05$ ) در نظر گرفته شد.

### یافته‌ها

آزمون شاپیروویلیک نشان داد که توزیع داده‌ها برای

جدول ۲- تغییرات متغیرهای مورد مطالعه در گروه‌های تحقیق

متغیر	گروه	پیش آزمون		پس آزمون		t وابسته		t مستقل	
		مقدار	p	مقدار	p	مقدار	p	مقدار	p
آپلین (pg/ml)	مقاومتی	۱۳۰۲/۲۹۲±۹۲/۷۵۴		۱۴۰۳/۳۰۷±۹۲/۷۵۶		۵/۸۶۲		۲/۵۶۶	۰/۰۰۳
نیتریک اکساید (pg/ml)	کنترل	۱۱۷۴/۶۸±۴۲/۰۲۹		۱۱۷۲/۶۷±۰۰/۵۴۳		۲/۰۹۹		۰/۰۶۰	
نیتریک اکساید (pg/ml)	مقاومتی	۱۲۸/۴۱۷±۱۸/۵۴۰		۱۴۳/۶۰۸±۲۰/۸۳۲۲		۷/۱۹۱		۱/۵۲۸	۰/۰۶۹
فشارخون سیستولی (mmhg)	کنترل	۱۳۵/۸۵±۱۶/۱۰۲۴		۱۳۳/۸۸۳±۱۵/۱۲۵۵		۱/۷۵۵		۰/۱۰۷	
فشارخون سیستولی (mmhg)	مقاومتی	۱۲/۸۱۷±۰/۳۴۰۷		۱۱/۷۶۷±۰/۱۶۷۰		۹/۸۱۷		۱۰/۴۹۸	۰/۰۳۵
فشارخون دیاستولی (mmhg)	کنترل	۱۲/۸۲۵±۰/۳۴۱۵		۱۲/۸۷۵±۰/۲۹۵۸		۲/۱۷۱		۰/۰۵۳	
فشارخون دیاستولی (mmhg)	مقاومتی	۸/۴۰۸±۰/۳۰۸۸		۷/۸۰۸±۰/۲۵۷۵		۶/۷۶۰		۳/۸۷۱	۰/۰۰۱
	کنترل	۸/۲۸۳±۰/۳۲۹۸		۸/۲۹۲±۰/۱۲۵۵		۰/۴۳۲		۰/۶۷۴	

حاضر که نشان دهنده اثر تمرینات مقاومتی بر میزان نیتریک اکساید سرم خون آزمودنی‌ها است با نتایج مطالعه تکسیرا و همکاران، فابریکو و همکاران موافق و با نتایج شکرچی‌زاده و همکاران مغایر است. تکسیرا و همکاران در مطالعه‌ای تاثیر تمرینات مقاومتی را بر روی میزان نیتریک اکساید زنان مسن چاق مورد بررسی قرار دادند، در این پژوهش گروه تمرین تحت تمرینات مقاومتی قرار گرفتند که این تمرینات شامل ۷ ست و ۱۰ درصد یک تکرار بیشینه بود، نتایج افزایش معناداری را در میزان تجمع نیتریک اکساید گروه تمرین نشان داد (۱۵). ماکدو و همکاران در مطالعه‌ای تاثیر تمرینات مقاومتی با شدت کم را بر روی میزان نیتریک اکساید و تغییرات تون عروق مورد بررسی قرار دادند در این پژوهش ۲۸ موش به دو گروه تمرین و کنترل تقسیم شدند و گروه تمرین با ۴۰ درصد یک تکرار بیشینه به مدت ۸ هفته به تمرین مقاومتی پرداختند، نتایج افزایش معناداری را در میزان نیتریک اکساید نشان داد (۲۱). نتایج مطالعه حاضر نیز حاکی از افزایش مقدار نیتریک اکساید است. شکرچی‌زاده و همکاران نیز مطالعه‌ای را بر روی اثر تمرینات مقاومتی بر مقدار پلاسمایی نیتریک اکساید، فاکتور رشد اندوتلیال عروق و گیرنده‌ی نوع یک آن در رت‌های نر سالم را مورد بررسی قرار دادند، گروه تمرین به مدت ۴ هفته و سه وهله در هفته به تمرینات مقاومتی پرداختند، نتایج تغییر معناداری را در مقدار نیتریک اکساید نشان نداد (۲۲)، در حالیکه در پژوهش حاضر ۸ هفته فعالیت مقاومتی افزایش معنادار نیتریک اکساید را در گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل نشان داد، دلیل این نا هم‌خوانی می‌تواند نوع آزمودنی‌ها و شدت تمرین باشد، در واقع مکانیسم‌های اثر گذار بر میزان نیتریک اکساید متفاوت است، به طور کلی فعالیت شدید باعث التهاب و افزایش رادیکال‌های آزاد می‌گردد در صورتی که شدت فعالیت کم باشد استرس اکسیداتیو کاهش می‌یابد (۲۳). 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

است. حکیمی و همکاران اثرات ۱۲ هفته تمرین مقاومتی و استقامتی را بر آپلین و فشارخون در مردان میانسال با فشارخون بالا مورد بررسی قرار دادند، تمرینات مقاومتی به مدت ۱۲ هفته و سه وهله در هفته، با شدت ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه بود، نتایج در گروه مقاومتی افزایش معناداری را در مقدار آپلین و کاهش معناداری را در مقدار فشارخون سیستولی و دیاستولی نشان داد (۱۳). نتایج مطالعه حاضر نیز حاکی از افزایش مقدار آپلین است. درینوش و همکاران تاثیر ۱۲ هفته فعالیت ورزشی مقاومتی را بر مقدار آپلین ۱۲، نسفاتین ۱ و ضربان قلب استراحتی زنان مبتلا به فشارخون را مورد بررسی قرار دادند، تمرینات مقاومتی به مدت ۱۲ هفته و سه وهله در هفته انجام شد، نتایج کاهش معناداری را در مقدار آپلین نشان داد (۱۴) در حالیکه در پژوهش حاضر ۸ هفته فعالیت مقاومتی افزایش معنادار آپلین را در گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل نشان داد، هم‌خوانی نتایج می‌تواند به دلیل مکانیسم تاثیر تمرین باشد. فعالیت بدنی از طریق کنترل هیپرگلیسمی، پرفشاری خون و مقاومت انسولینی باعث محافظت از سیستم قلبی عروقی می‌گردد که یکی از آثار آن بهبود عملکرد اندوتلیال است (اتساع عروق ناشی از جریان) (۲۰). فعالیت مقاومتی، آهنگ برشی شریان‌های محیطی را افزایش می‌دهد که به بهبود کارکرد اندوتلیالی منجر می‌شود (۳). مکانیسم تاثیر فعالیت مقاومتی بر مقادیر آپلین به این صورت است که تحریک دستگاه قلبی عروقی باعث تحریک آپلین و فعال شدن گیرنده آن می‌شود (۹). اتصال آپلین به گیرنده خود باعث فعالسازی Akt می‌شود و آنزیم نیتریک اکساید سنتتاز اندوتلیالی را فسفریله می‌کند سپس از طریق آل-آرژنین به انتشار نیتریک اکساید کمک می‌کند، نیتریک اکساید نیز موجب افزایش گوانوزین منو فسفات حلقوی شده که در نهایت باعث گشاد شدن عروق می‌گردد (۱۰). علت ناهم‌خوانی مطالعه حاضر با مطالعه درینوش و همکاران می‌تواند تفاوت در ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها باشد.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ۸ هفته تمرین مقاومتی، باعث افزایش معنادار میزان نیتریک اکساید در سرم خون آزمودنی‌ها در گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل شده است. نتایج این بخش از مطالعه



فشارخون سیستولی آزمودنی‌ها نشان داد (۱۷). در حالیکه در پژوهش حاضر ۸ هفته فعالیت مقاومتی کاهش معنادار میزان فشارخون را در گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل نشان داد، در گذشته فرض بر این بود که تمرین مقاومتی باعث کاهش فشارخون نمی‌شود با وجود این به تازگی بر تاثیر سودمند تمرین مقاومتی بر فشارخون تاکید می‌شود و همه مطالعات کاهش ۳ تا ۴ میلی‌متر جیوه را در فشارخون سیستولی و دیاستولی پس از تمرین مقاومتی نشان داده‌اند، هر چند این کاهش فشارخون کمتر از کاهش‌هایی است که پس از فعالیت ورزشی هوازی مشاهده شده است اما آثار تمرین ورزشی مقاومتی بین افراد مبتلا به پرفشاری خون و فشارخون طبیعی مشابه بوده است. مطالعات نشان می‌دهند که فعالیت ورزشی مقاومتی تاثیر بیشتری بر شریان‌های مرکزی دارد تا شریان‌های محیطی و تغییرات فشارخون مرکزی مهم‌تر است زیرا کاهش فشارخون مرکزی با کاهش پس بار در میوکارد همراه است (۳). افزایش فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک در حین تمرین می‌تواند به دلیل افزایش ضربان قلب و مقاومت رگ‌های محیطی و در نتیجه افزایش فشارخون بلافاصله پس از فعالیت باشد، اما پس از مدتی بعد از توقف فعالیت، با کاهش فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک و افزایش فعالیت سیستم عصبی پاراسمپاتیک، کاهش ضربان قلب استراحتی و افزایش حجم ضربه‌ای موجب کاهش فشارخون پس از ورزش می‌شود (۲۴، ۲۵).

به طور کلی نتایج حاصل از پژوهش حاضر حاکی از این امر می‌باشد که انجام تمرینات مقاومتی با شدت متوسط (۷۰ درصد یک تکرار بیشینه) به مدت ۸ هفته موجب افزایش مقادیر آپلین و نیتریک اکساید می‌شود که این افزایش به نوبه خود باعث گشاد شدن عروق و کاهش فشارخون سیستولی و دیاستولی می‌گردد. با این وجود برای به دست آوردن نتایج دقیق‌تر پیشنهاد می‌شود که پژوهش‌های دیگری با به کار بردن مداخله‌های تغذیه‌ای یا دارویی انجام شوند.

### تقدیر و تشکر

این پژوهش گرفته شده از پایان نامه مقطع دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه می‌باشد، لذا از این

موثری برای افزایش عملکرد سلول اندوتلیالی به شمار نمی‌رود. از سوی دیگر، تمرین خیلی شدید نیتریک اکساید سنتتاز اندوتلیالی تولیدی و متعاقب آن نیتریک اکساید تولیدی را زیاد می‌کند، اما استرس اکسایشی را نیز بالا می‌برد، بنابراین تیتریک اکساید تازه تولید شده با رادیکال‌های آزاد اکسیژنی غیر فعال می‌شود، مکانیسم تاثیر تمرین مقاومتی بر نیتریک اکساید به این صورت است که. هنگام فعالیت ورزشی، شیر استرس بر اثر افزایش برون‌ده قلبی و جریان خون بیشتر به سوی عضله اسکلتی فعال افزایش می‌یابد، افزایش شیر استرس به تولید بیشتر تیتریک اکساید و سرانجام رگ گشایی بیشتر منجر می‌شود، این پدیده را اتساع ناشی از جریان می‌شناسند، شیر استرس از راه اینتگرین‌هایی که اندوتلیوم را در غشاء پایه جای می‌دهند حس می‌شود. این فعل و انفعالات به فسفردار شدن پروتئین کیناز B می‌انجامد که فعالیت نیتریک اکساید سنتتاز را افزایش می‌دهد (۳).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که ۸ هفته تمرین مقاومتی، باعث کاهش معنادار میزان فشارخون سیستولی و دیاستولی در سرم خون آزمودنی‌ها در گروه تمرین در مقایسه با گروه کنترل شده است. نتایج این بخش از مطالعه حاضر که نشان دهنده اثر تمرینات مقاومتی بر میزان فشارخون سیستولی و دیاستولی سرم خون آزمودنی‌ها است با نتایج مطالعه میلتنون و همکاران، موافق و با نتایج ابراهیمی و همکاران مغایر است. میلتنون و همکاران در مطالعه‌ای تاثیر تمرینات مقاومتی را بر روی میزان فشارخون سیستولی و دیاستولی ۱۵ مرد میانسال که مبتلا به پرفشاری خون بودند مورد بررسی قرار دادند، تمرینات به مدت ۱۲ هفته و ۳ وهله در هفته بود که شامل ۳ ست با ۱۲ تکرار و ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه بود، نتایج کاهش معناداری را در میزان فشارخون سیستولی و دیاستولی آزمودنی‌ها نشان داد (۱۶)، نتایج مطالعه حاضر نیز حاکی از کاهش میزان فشارخون سیستولی و دیاستولی است. ابراهیمی و همکاران در مطالعه‌ای تاثیر تمرینات مقاومتی را بر روی میزان فشارخون و ضربان قلب ۱۲ مرد سالم مورد بررسی قرار دادند، تمرینات قدرتی شامل ۳ نوبت ۴ الی ۵ تکراری با ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه بود، نتایج افزایش معناداری را در میزان

Med J. 2016;26(12):1080-9. (persian).

14. Mokhtari M, Daryanoush F. The effect of 12 weeks of resistance training on plasma levels of apelin 12, nsafatin 1 and resting heart rate in elderly women with hypertension. Med J Mashhad Uni Med Sci. 2015;6:330-7. (persian).

15. Teixeira T, Tibana R, Nascimento D. Endothelial nitric oxide synthase Glu 298 Asp gene polymorphism influences body composition and biochemical parameters but not the nitric oxide response to eccentric resistance exercise in elderly obese women. Clin Physiol Funct Imaging. 2016;36(6):482-9.

16. Milton R, Reury F. chronic conventional resistance exercise reduces bloodpressure in stage 1 hypertensive men. J Strength Cond Res. 2011:1-8.

17. Ebrahimi H, Ahmadizad s, Homayi H, Javidi M. Blood pressure and heart rate response to resistance protocols and movements. Ebnesina. 2016;17(4):43-51. (persian).

18. Mogharnasi M, Bagheri M. Effect of 12 weeks of circuit resistance training on C-reactive protein and lipid profiles in inactive women. Sport Biosci. 2014;6(2):233-244. (persian).

19. Swain, David P. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Wilkins WKHLW, editor. American College of Sports Medicine 2014 7th ed. 693 p.

20. QardashiEfusi A, Gaeni A, GholamiBroujeni 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. J Nurs Rehab. 2016;2(3):27-39. (persian).

21. Macedo FN, Mesquita TR, Melo VU, Mota MM, Silva TL, Santana MN et al. Increased Nitric Oxide Bioavailability and Decreased Sympathetic Modulation Are Involved in Vascular Adjustments Induced by Low-Intensity Resistance Training. Front Physiol. 2016. 28(7):265. (Abstract)

22. Shekarchizadeh K, Khazaei M, Garakhanlo R, Karimian G, Safarzadeh A. The effect of resistance training on plasma levels of nitric oxide, vascular endothelial growth factor and its type 1 receptor in healthy male rats. J Isfahan Med School. 2013;30(176). (persian).

23. 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. BMC J Women Health. 2009;17(2):142-50.

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

25. Wallace J. Exercise in hypertension. Sports Med. 2003;33(8):1-15.

واحد دانشگاهی کمال تشکر را داریم. همچنین از مسئول بخش هورمون آزمایشگاه مهر، جناب آقای یوسف بیات که کلیه آزمایش‌ها را انجام دادند سپاسگزاریم.

## References

1. Ahmadi A, Hasanzadeh J, Rajaeifard A. The study of factors affecting hypertension in Koohrang city. Iran J Epidemiol; 2008.4(2):19-25. (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, Smith B, Fernhall U. Advance cardiovascular exercise physiology: Human Kinetics; 2011. 91-210.

4. Tatemoto K, Takayama K, Zou M. The Novel Peptide Apelin Lowers Blood Pressure Via a Nitric Oxide-Dependent Mechanism. Regul Pept; 2001.99(2-3):87-92.

5. Dean N, Shuaib A. Hypertension: the most important preventable risk factor for cerebrovascular disease. Lancet Neurol; 2011.10(7):606 -7.

6. Heinonen M, Purhonen A, Miettinen P. Apelin, orexin-A and leptin plasma levels in morbid obesity and effect of gastric banding. Regul Pept. 2005;130(1-2):7-13.

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

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

9. Kleinz M, Skepper J, Davenport A. Immunocytochemical Localisation of the Apelin Receptor, APJ, to Human Cardiomyocytes, Vascular Smooth Muscle and Endothelial Cells. Regul Pept. 2005;126(3):233-40.

10. Lauglin N, Woodman W. Interval Sprint Training Enhanced Endothelial Function and eNOS in Some Arteries That Perfuse White Gastrocemia Muscle. J Appl Physiol. 2004;66(1):233-44.

11. Rezk C, Marrache R, Tinucci T, Forgaz C. Post-resistance exercise hypotension, hemodynamics, and heart rate variability: influence of exercise intensity. Appl Physiol. 2006;98:105-12.

12. Faraji H, Bab L, Ardehshiri H. Effects of resistance exercise intensity and volume on post exercise hypotensive responses. Braz J Biomotr. 2010;4(1):65-73.

13. Hakimi M, Mohammadi A, Baqaei B, Sahkhouyan M, Blabley L. Comparison of the effects of 12 weeks resistance and endurance training on ANP, endothelin-1, apelin and hypertension in middle-aged men with high blood pressure. Urmia