

Original article

# A Comparison of the Effects of Flat and Double Pyramid Loading Patterns of Resistance Training on Cardiovascular Behavior of Bodybuilders

Hamid Arazi<sup>1</sup>, Rastegar Hoseini<sup>2\*</sup>

## ABSTRACT

**Background & Objectives:** Numerous studies on improving physical fitness in bodybuilding athletes with resistance training have pointed the side effects of this type of training. Unfortunately, little research has been done on the effect of resistance training patterns on cardiovascular variations. The purpose of this study was to compare the effect of flat and double pyramid loading patterns of resistance training on cardiovascular behavior of bodybuilders.

**Materials and Methods:** This study was conducted on nine healthy male bodybuilders, aged 20-25 years, without any specific medical conditions. The subjects were randomly divided into three groups (i.e., flat pyramid loading patterns, double pyramid loading patterns and control groups). The cardiovascular variable, i.e., heart rate (HR), systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), mean arterial blood pressure (MBP) and rate-pressure product (RPP), were measured before, as well as immediately, 15, 30, 45, 60, 75, 90 minutes after the resistance training with two patterns.

**Results:** The results showed that HR, SBP, DBP and MBP significantly decreased in the flat and double pyramid groups, as compared to the control group ( $P < 0/05$ ). But, RPP significantly increased in the flat and double pyramid groups at all the mentioned times ( $P < 0/05$ ).

**Conclusion:** Regardless of the patterns, resistance training can have beneficial effects on some cardiovascular factors and might lead to reduced blood pressure. However, this post-exercise hypotension pattern may vary with different methods of resistance training.

**Keywords:** Bodybuilding athletes, Cardiovascular responses, Double pyramid loading patterns, Flat pyramid loading patterns, Resistance training

1. Associate Professor of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education & Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
2. Ph.D. Candidate of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education & Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

### Corresponding Author:

Rastegar Hoseini, Ph.D. Candidate of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education & Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

**Email:** Rastegar.Hoseini@Gmail.Com

Received: 31 May 2015

Revised: 2 August 2015

Accepted: 14 September 2015

► **Citation:** Arazi H, Hoseini R. A Comparison of the Effects of Flat and Double Pyramid Loading Patterns of Resistance Training on Cardiovascular Behavior of Bodybuilders. *Tabari J Prev Med.* Autumn 2015;1(2):1-10.

## مقایسه تاثیر فعاليت مقاومتی با دو الگوی بار دهی هرمی مسطح و دوگانه بر رفتار قلبی-عروقی ورزشکاران پرورش اندام

حمید اراضی<sup>۱</sup>، رستگار حسینی<sup>۲\*</sup>

### چکیده

**سابقه و هدف:** مطالعات متعددی در مورد بکارگیری تمرینات مقاومتی برای بهبود آمادگی جسمانی ورزشکاران پرورش اندام انجام شده؛ که در آنها به تاثیرات جانبی این نوع تمرینات اشاره کرده‌اند. متأسفانه، مطالعات انجام شده در زمینه تاثیر الگوهای تمرین مقاومتی بر تغییرات قلبی-عروقی بسیار اندک است. این پژوهش با هدف، مقایسه تاثیر اجرای فعاليت مقاومتی با دو الگوی بار دهی هرمی مسطح و دوگانه بر رفتار قلبی-عروقی ورزشکاران پرورش اندام بود. **مواد و روش‌ها:** این تحقیق تجربی بر روی ۹ ورزشکار پرورش اندام ۲۰-۵۲ ساله بدون هیچ گونه عارضه انجام شد. آزمودنی‌ها به طور تصادفی به سه گروه (الگوی هرمی مسطح، الگوی هرمی دوگانه و کنترل) تقسیم شدند. متغیرهای قلبی-عروقی؛ ضربان قلب (HR)، فشار خون سیستولی (SBP)، فشار خون دیاستولی (DBP)، میانگین فشار خون شریانی (MBP) و حاصل ضرب دوگانه (RPP) در فواصل زمانی پیش، بلافاصله، ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۷۵ و ۹۰ دقیقه پس از فعاليت‌های مقاومتی با دو الگوی بار دهی هرمی مسطح و الگوی هرمی دوگانه اندازه‌گیری شدند. **نتایج:** نتایج مطالعه حاضر نشان داد HR، DBP، SBP و MBP در همه دقایق پس از اجرای فعاليت مقاومتی با الگوی هرمی مسطح و هرمی دوگانه نسبت به شرایط کنترل زمان استراحت به طور معنی‌داری کاهش ( $P > 0.05$ ) و RPP در هر دو شرایط تجربی در تمام زمان‌های یاد شده به طور معنی‌داری افزایش یافت ( $P > 0.05$ ).

**نتیجه‌گیری:** تمرین مقاومتی صرف نظر از الگوی اجرا می‌تواند اثرات مفیدی بر برخی شاخص‌های قلبی-عروقی ورزشکاران پرورش اندام داشته باشد و فشار خون پس از فعاليت را کاهش دهد؛ اما این الگوی کاهش پس از فعاليت ممکن است در روش‌های مختلف تمرین مقاومتی متفاوت باشد.

**واژه‌های کلیدی:** فعاليت مقاومتی، الگوی هرمی مسطح (FPLP)، الگوی هرمی دوگانه (DPLP)، ورزشکاران پرورش اندام، پاسخ‌های قلبی-عروقی

۱. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان
۲. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان

نویسنده مسئول: رستگار حسینی، دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان

پست الکترونیک:

Rastegar.Hoseini@Gmail.Com

دریافت: ۱۳۹۴/۳/۱۰

اصلاحیه: ۱۳۹۴/۵/۱۱

ویراستاری: ۱۳۹۴/۶/۲۳

◀ **استناد:** حمید، اراضی؛ حسینی، رستگار. مقایسه تاثیر فعاليت مقاومتی با دو الگوی بار دهی هرمی مسطح و دوگانه بر رفتار قلبی-عروقی ورزشکاران پرورش اندام. مجله طب پیشگیری طبری، پاییز ۱۳۹۴؛ ۱(۲): ۱۰-۱.

بیماری‌های قلبی-عروقی دلیل اصلی مرگ و میر در کشورهای صنعتی و در حال توسعه است (۱). براساس آمار وزارت بهداشت ایران، ۳۸/۵ درصد مرگ و میرها در ایران به علت بیماری‌های قلبی-عروقی رخ می‌دهد (۲). این شرایط همواره با افزایش مشکلات کرونری، نارسایی کلیه، انفارکتوس حاد قلبی و سایر شرایط پاتولوژیک همراه است (۳،۴). یکی از مهمترین عوامل خطرناک برای بیماری‌های قلبی-عروقی، پرفشاری خون است (۳). کاهش فشار خون استراحتی در افراد طبیعی و به ویژه افراد پرفشار خون اهمیت بسزایی از لحاظ کاهش خطر مشکلات قلبی-عروقی دارد (۴،۵).

فعالیت بدنی در همه سنین، به عنوان اصلی‌ترین عامل کاهش خطر بیماری‌های عروق کرونر، از سوی مرکز پیش‌گیری و کنترل بیماری کالج پزشکی ورزشی و سازمان جهانی بهداشت معرفی شده است (۵،۶). شواهد علمی نشان می‌دهند که تمرینات ورزشی می‌تواند گزینه بسیار مهمی در کنترل فشار خون افراد مبتلا به پرفشار خونی و افراد سالم باشد (۷،۸). افراد مختلف، فعالیت مقاومتی را با اهدافی از جمله افزایش اندازه، قدرت، توان و سرعت عضله، استقامت موضعی عضلانی، تعادل، هماهنگی، کاهش چربی بدن، ارتقای سلامت عمومی بدن (مثلاً کاهش فشارخون، تقویت بافت هم‌بند و کاهش استرس) و بازتوانی پس از آسیب استفاده می‌کنند (۸،۷). علاوه بر این، کالج آمریکایی پزشکی ورزشی (ACSM) توصیه کرده که تمرینات مقاومتی به همراه یک برنامه هوازی می‌تواند در پیشگیری، درمان و کنترل پرفشاری خونی مؤثر باشد (۹). مطالعات زیادی در زمینه اثر فعالیت بدنی بر عوامل مرتبط با شاخص‌های قلبی-عروقی انجام شده است که اغلب آنها در ارتباط با تمرینات استقامتی بوده و پاسخ‌های قلبی-عروقی پس از تمرینات مقاومتی، کمتر مورد بررسی و توجه قرار گرفته است. در حالی که محتمل است تمرینات مقاومتی بتواند در کاهش اختلالات قلبی-عروقی افراد مؤثر باشد (۱۰،۷). تاکنون اثر تمرین مقاومتی بر عوامل مرتبط با شاخص‌های

قلبی-عروقی به درستی شناخته نشده است و نتایج متناقضی در این زمینه دیده می‌شود. برای مثال، رولچ و همکاران، هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری را در فشار خون، پس از یک جلسه فعالیت مقاومتی با ۸-۱۲ تکرار بیشینه در آزمودنی‌ها سالم نیافتند (۱۱). در مطالعه‌ای دیگر با مقایسه اجرای فعالیت مقاومتی، بین شدت ۵۰ درصد (۱۲-۲۰ تکرار در هر نوبت) و ۸۰ درصد (۴-۸ تکرار در هر نوبت) قدرت (یک تکرار بیشینه یا ۱RM) در مدت ۱۸۰ دقیقه پس از فعالیت مقاومتی هیچ‌گونه پاسخ کم فشار خونی دیده نشد و بین شدت‌ها نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (۱۲). به طور مشابه در مطالعه دیگری، با اجرای فعالیت مقاومتی (۱۰ تکرار در ۳ نوبت) در شدت‌های ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد ۱RM طی ۱۲۰ دقیقه پس از فعالیت، هیچ‌گونه پاسخ کم فشار خونی معنی‌داری مشاهده نشد و بین شدت‌های مختلف نیز تفاوت معنی‌داری گزارش نگردیده است (۱۳). در حالی که در تناقض با این یافته‌ها، بریف و همکاران و همچنین وین سنت و همکاران گزارش کرده‌اند که تمرینات مقاومتی اثرات مطلوبی بر کاهش فشار خون و نیمرخ چربی دارد (۱۵،۱۴). همچنین پالیتو و همکاران تأیید کرده‌اند که اجرای یک برنامه فعالیت مقاومتی به صورت دایره‌ای (۵۰ درصد شش تکرار بیشینه)، منجر به بروز پاسخ معنی‌دار کم فشار خونی پس از فعالیت در آزمودنی‌ها سالم می‌شود (۱۶). توجیه ممکن برای این نتایج، ساز و کارهای فیزیولوژیکی درگیر در پاسخ کم فشار خونی احتمالاً عوامل متسع‌کننده اندوتلیوم، از قبیل پروستاگلاندین‌ها، نیتریک اکساید، آدنوزین و پتاسیم هستند و باعث کاهش مقاومت محیطی-عروقی می‌گردند (۱۸،۱۷).

در مورد فعالیت‌های مقاومتی نیز باید عنوان کرد که امکان زیادی برای دستکاری حجم و شدت فعالیت وجود دارد؛ لذا می‌تواند نتایج ضد و نقیضی را باعث شود. دو الگوی هرمی مسطح و هرمی دوگانه، الگوهای متداول تمرینات مقاومتی برای افزایش حجم و قدرت عضلانی هستند. بسیاری از ورزشکاران، به ویژه ورزشکاران پرورش اندام،

از این الگوهای اجرای تمرینات مقاومتی استفاده زیادی می‌کنند. از سوی دیگر، شدت و حجم‌های مختلف فعالیت مقاومتی احتمالاً اثرات متفاوتی بر فشار خون و ضربان قلب پس از فعالیت دارند. با توجه به موارد اشاره شده و کاربرد گسترده این دو الگوی تمرین مقاومتی در برنامه آمادگی جسمانی ورزشکاران، اطلاعات دقیقی در مورد فواید و اثرات احتمالی این الگوهای رایج تمرینات مقاومتی بر پاسخ فشار خون پس از فعالیت وجود ندارد؛ لذا پژوهش حاضر با هدف مقایسه تأثیر اجرای فعالیت مقاومتی با دو الگوی هرمی مسطح و دوگانه بر رفتار قلبی- عروقی ورزشکاران پرورش اندام انجام شده تا مشخص شود آیا این الگوهای فعالیت مقاومتی می‌توانند به کاهش فشار خون به شکل پاسخ‌های قلبی- عروقی پس از فعالیت موثر باشند؛ همچنین آیا از حیث الگوی پاسخ فشار خون، تفاوتی بین این روش‌های اجرای تمرین مقاومتی وجود دارد؟ در صورت مشاهده تفاوت، کدام روش می‌تواند در بعد ایجاد کم فشاری خون ارجح باشد؟ پاسخ به این پرسش‌ها در این مجال می‌تواند در توصیه سلامتی تجویز فعالیت مقاومتی مفید باشد.

## مواد و روش‌ها

جامعه آماری مطالعه تجربی حاضر، ورزشکاران پرورش اندام شهرستان رشت بوده‌اند که ۹ داوطلب مورد بررسی قرار گرفتند. بر اساس پرسش‌نامه‌ای که در ابتدا به شرکت‌کننده‌گان داده شد، آزمودنی‌ها از بین افراد داوطلبی انتخاب شدند که حداقل یک سال سابقه تمرین با وزنه داشتند و بر اساس دستورالعمل ACSM این آزمودنی‌ها تمرین کرده تلقی می‌شدند (۹).

برای مشارکت داوطلبان ورزشکار در پژوهش، ملاحظات از قبیل: سلامت کامل جسمانی آزمودنی‌ها، عدم ابتلا به پرفشاری خون (سیستول  $\geq 140$  و دیاستول  $\geq 90$ )، عدم استعمال دخانیات، عدم محدودیت حرکتی، عدم مصرف دارو و عدم فعالیت شدید تا ۴۸ ساعت پیش از آزمون مورد توجه قرار گرفت. محدودیت‌های غیر قابل‌کنترلی نیز در اجرای

پژوهش حاضر وجود داشت که عبارت بودند از: تفاوت‌های فردی موجود بین آزمودنی‌ها، شرایط روحی و حالات روانی آزمودنی‌ها، میزان انگیزه آزمودنی‌ها برای اجرای پروتکل، تغذیه دقیق و کامل آزمودنی‌ها.

اجرای پژوهش در چهار جلسه به شرح ذیل صورت گرفت:

۱. جلسه اول آشنایی با پروتکل فعالیت و انجام اندازه‌گیری‌ها: اندازه‌گیری قد، وزن، درصد چربی، HR، SBP، DBP و RM - ۱ (قدرت حداکثر) در حرکات مورد نظر.

۲. جلسه ویژه کنترل: نشستن آزمودنی‌ها و اندازه‌گیری ضربان و فشارخون در زمان‌های معین.

۳. جلسه اجرای فعالیت مقاومتی با الگوی هرمی مسطح (FPLP) و اندازه‌گیری‌های ضربان، فشارخون در زمان‌های معین.

۴. جلسه اجرای فعالیت مقاومتی با الگوی هرمی دوگانه (DPLP) و اندازه‌گیری‌های ضربان، فشارخون در زمان‌های معین.

آزمودنی‌ها در جلسه اجرای فعالیت مقاومتی با الگوی هرمی مسطح (FPLP) پس از گرم کردن، هر حرکت را در ۷ ست تمرینی به ترتیب و به صورت (۶ تکرار  $\times$  ۸۰ درصد)، (۳ تکرار  $\times$  ۹۰ درصد)، (۳ تکرار  $\times$  ۹۰ درصد)، (۳ تکرار  $\times$  ۹۰ درصد) و (۶ تکرار  $\times$  ۸۰ درصد) با فاصله استراحتی ۵ دقیقه انجام دادند.

در حالی که در جلسه اجرای فعالیت مقاومتی با الگوی هرمی دوگانه (DPLP) پس از گرم کردن، هر حرکت تمرینی را در ۸ ست به ترتیب و به صورت (۴ تکرار  $\times$  ۸۰ درصد)، (۳ تکرار  $\times$  ۸۵ درصد)، (۲ تکرار  $\times$  ۹۰ درصد)، (۱ تکرار  $\times$  ۹۵ درصد)، (۱ تکرار  $\times$  ۹۵ درصد)، (۲ تکرار  $\times$  ۹۰ درصد)، (۳ تکرار  $\times$  ۸۵ درصد) و (۴ تکرار  $\times$  ۸۰ درصد) با فاصله استراحتی ۵ دقیقه انجام دادند. آزمودنی‌ها در اجرای دو الگوی تمرینات مقاومتی در جلسه آزمون، تمریناتی شامل پرس پا، پشت ران، زیر بغل با سیم کش، پرس سینه و جلو بازو با هالتر را بر اساس تعداد نوبت، تکرار و فاصله استراحت معین بین نوبت‌ها انجام دادند. اما، در جلسه کنترل آزمودنی‌ها هیچ‌گونه فعالیتی نداشتند. همه اندازه‌گیری‌ها و جلسات اجرای تمرینات در بعد از ظهر انجام شد و بین جلسات اجرای فعالیت مقاومتی ۲ تا ۳ روز

جدول ۱: مشخصات آنتروپومتریکی و فیزیولوژیک آزمودنی ها

متغیرها	میانگین و انحراف استاندارد
سن (سال)	۲۲/۲۲±۳/۵
قد (cm)	۱۷۴/۴۴±۴/۸
وزن (kg)	۷۶/۸۳ ±۸/۴
چربی بدن (درصد)	۱۴/۸۹±۳/۵
شاخص توده بدن (kg/m <sup>۲</sup> )	۲۵/۲۲±۲/۸
پرس پا (kg)	۲۲۷/۷۸±۵۸/۹
پشت پا (kg)	۷۶/۶۷±۱۸/۲
زیر بغل با سیم کش (kg)	۱۱۰±۲۱/۲
پرس سینه (kg)	۹۵±۱۷/۵
جلو بازو با هالتر (kg)	۵۷/۲۲±۹/۷
ضربان قلب استراحتی (ضربه در دقیقه)	۸۵/۸۸ ± ۴/۴
فشارخون سیستولی (میلی متر جیوه)	۱۲۰/۲۴ ± ۳/۸
فشارخون دیاستولی (میلی متر جیوه)	۷۹/۲۰ ± ۳/۱
میانگین فشارخون سرخرگی (میلی متر جیوه)	۱۸۸/۶۴ ± ۸/۹
حاصل ضرب دوگانه فشارخون-ضربان قلب (میلی متر جیوه)	۱۳۰/۱۵ ± ۶/۶

فاصله زمانی وجود داشت. چربی زیر پوستی بر اساس مدل ۳ نقطه‌ای (سینه، شکم و ران) اندازه‌گیری شد و درصد چربی بدن آزمودنی بر اساس معادله جکسون و پولاک برآورد گردید (۱۹). ضربان قلب (HR)، فشارخون سیستولی (SBP) و دیاستولی (DBP) بر اساس روش کار توصیه شده انجمن قلب آمریکا (۲۰)، در حالت نشسته از بازوی چپ و در مدت ۱۵ دقیقه قبل از آزمون (استراحت)، بلافاصله (صفر) و هر ۱۵ دقیقه یک بار به مدت ۱/۵ ساعت پس از اجرای پروتکل فعالیت مقاومتی اندازه‌گیری شد. در هر مرحله فشار خون سه بار اندازه‌گیری شد و میانگین آنها ثبت گردید؛ میانگین فشار خون شریانی (MBP) نیز بر اساس فرمول زیر محاسبه گردید:

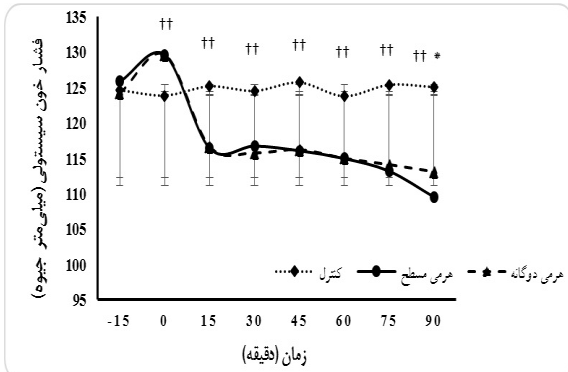
فشارخون در ضربان قلب محاسبه گردید (۱۷،۱۸). برای بررسی تفاوت متغیرهای فشارخون و ضربان قلب بین گروه‌ها، از آزمون‌های آماری تحلیل واریانس یک طرفه و برای بررسی تفاوت متغیرها در طی زمان بین گروه‌ها از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر (سه جلسه × نقاط زمانی متفاوت) استفاده شد. در صورت مشاهده تفاوت معنی‌دار از آزمون تعقیبی بونفرونی برای مقایسات دوگانه استفاده شد. همه تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۷ و در سطح معنی‌داری ( $P < 0/05$ ) انجام گرفت.

### نتایج

براساس یافته‌های به دست آمده از پژوهش حاضر، در جدول ۱ مشخصات آنتروپومتریکی و فیزیولوژیک آزمودنی‌ها نشان داده شده است. بر اساس نتایج جدول ۱، میانگین

$$MBP = DBP + \frac{1}{3} (SBP - DBP)$$

و هزینه اکسیژن میوکارد (RPP) بر اساس حاصل ضرب



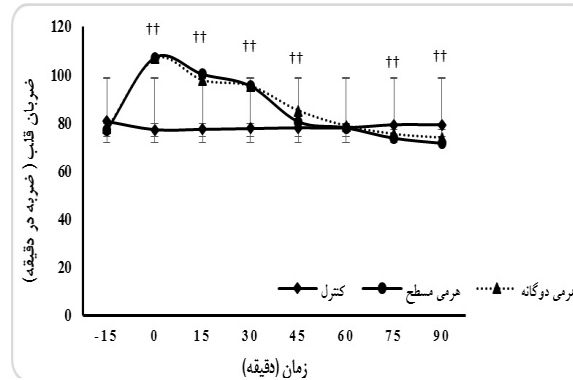
نمودار ۲: میانگین مقادیر فشار خون سیستولی در سه وضعیت FPLP، Con، و DPLP (††): نمایانگر تفاوت معنی دار شرایط Con نسبت به FPLP و DPLP ( $P < 0.05$ )  
 (\*): نمایانگر تفاوت معنی دار بین FPLP و DPLP ( $P < 0.05$ )

DPLP نسبت به وضعیت Con در همه دقایق پس از فعالیت، کاهش معنی داری یافته است ( $P < 0.05$ ). با گذشت زمان، فشارخون دیاستولی در دو جلسه فعالیت مقاومتی سیر نزولی داشت؛ اما طی این مدت، فشار خون دیاستولی در وضعیت FPLP در حد پایینی باقی ماند و اختلاف آن با DPLP از دقیقه ۱۵ به بعد معنی دار بود ( $P < 0.05$ ).

در نمودار شماره ۴، تغییرات (MBP) و (RPP) در سه شرایط Con، FPLP و DPLP نشان داده شده است. نتایج پژوهش حاضر نشان داده است که تغییرات MBP و RPP پس از فعالیت مقاومتی با الگوی FPLP و DPLP کاهش معنی داری نسبت به گروه کنترل داشته است ( $P < 0.05$ )؛ ولی بین دو الگوی FPLP و DPLP در MBP و RPP تفاوت معنی داری مشاهده نشد.

### بحث و نتیجه گیری

این پژوهش با هدف مقایسه تأثیر اجرای فعالیت مقاومتی با دو الگوی باردهی هرمتی مسطح و دوگانه بر رفتار قلبی-عروقی ورزشکاران پرورش اندام انجام شده است. نتایج پژوهش حاضر نشان داده که ضربان قلب، متعاقب فعالیت مقاومتی با الگوهای FPLP و DPLP به طور معنی داری نسبت به شرایط کنترل کاهش داشته است. اما تفاوت معنی داری



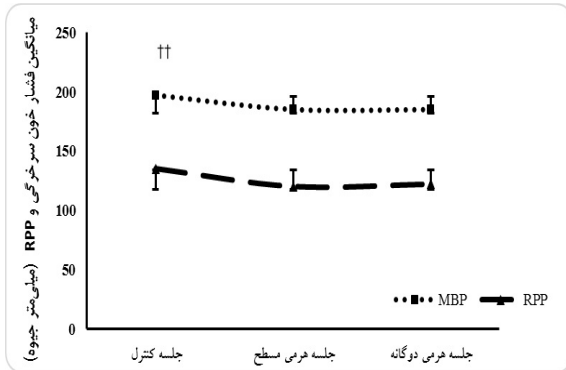
نمودار ۱: میانگین مقادیر ضربان قلب در سه وضعیت FPLP، Con، و DPLP (††): نمایانگر تفاوت معنی دار FPLP و DPLP نسبت به شرایط Con می باشد ( $P < 0.05$ ).

سنی  $22/22 \pm 3/52$  سال، قد  $174/44 \pm 4/82$  سانتی متر، وزن  $76/83 \pm 8/46$  کیلوگرم، چربی بدن  $14/89 \pm 3/58$  درصد و شاخص توده بدن  $25/22 \pm 2/48$  کیلوگرم بر متر مربع می باشد.

در نمودار شماره ۱، تغییرات HR در سه شرایط Con، FPLP و DPLP نشان داده شده است. HR در همه دقایق، در دو گروه الگوی هرمتی مسطح و گروه الگوی هرمتی دوگانه پس از فعالیت با گروه کنترل اختلاف معنی داری داشت ( $P < 0.05$ ). با وجود این که HR در الگوی هرمتی مسطح از الگوی هرمتی دوگانه در همه دقایق پس از فعالیت بالاتر بود، ولی اختلاف معنی داری در بین آنها مشاهده نشد.

در نمودار شماره ۲، تغییرات فشارخون سیستولی و دیاستولی آزمودنی ها در سه شرایط Con، FPLP و DPLP نشان داده شده است. فشارخون سیستولی در وضعیت تمرینی FPLP و DPLP دوگانه پس از فعالیت با افت همراه بود که این مقادیر به طور معنی داری پایین تر از گروه کنترل (در تمام دقایق) ( $P < 0.05$ ) قرار داشتند؛ همچنین بین FPLP و DPLP به جزء دقیقه ۹۰ اختلاف معنی داری مشاهده نشد.

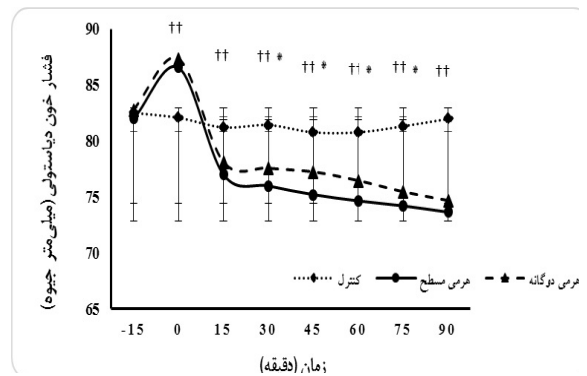
همان گونه که در نمودار شماره ۳ مشاهده می شود، فشارخون دیاستولی، در اثر فعالیت مقاومتی با الگوی FPLP و



نمودار ۴: میانگین مقادیر فشار خون سرخرگی و RPP در زمان های پس از فعالیت گروه های کنترل، هرمی مسطح و هرمی دوگانه (††): نمایانگر تفاوت معنی دار شرایط Con نسبت به FPLP و DPLP ( $P < 0.05$ )

استراحتی را به ترتیب ۳ تا ۴ درصد کاهش می دهد (۲۳)؛ با وجود این، اهمیت بالینی این مقدار کاهش فشار خون مورد تردید است. نتایج مطالعات گزارش کرده اند که کاهش فشار خون استراحتی به مقدار ۵ میلی متر جیوه ناشی از ۱۵ درصد کاهش در انفارکتوس میوکارد و تقریباً ۴۰ درصد کاهش حجم ضرب های است (۲۴). نتایج مطالعه های ول و همکاران نیز نشان داده که فعالیت مقاومتی به مدت (۱۱-۱۸ دقیقه) موجب کاهش معنی داری در DBP برای مدت یک ساعت پس از فعالیت مقاومتی می شود؛ اما SBP کاهش معنی داری در پی نداشته است (۲۵).

اوکانر و همکاران گزارش کرده اند که ۳۰ دقیقه فعالیت مقاومتی باعث افزایش معنی دار SBP در یک دقیقه و ۱۵ ثانیه پس از فعالیت با ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه (۱RM) ۸۰ درصد) و در یک دقیقه پس از فعالیت با شدت ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه (۱RM) ۶۰ درصد) و کاهش غیر معنی دار DBP زنان به مدت ۲ ساعت می شود (۱۳). رزک و همکارانش نشان داده اند که DBP پس از فعالیت ورزشی ملایم، نسبت به فعالیت ورزشی شدید (۱RM) ۸۰ درصد) کاهش می یابد (۲۱). همچنین، سیمائو و همکارانش گزارش کرده اند که شدت فعالیت ورزشی بر مدت کم فشار خونی پس از فعالیت ورزشی اثرگذار بوده و با آن رابطه مستقیم



نمودار ۵: میانگین مقادیر فشارخون دیاستولی و سه وضعیت Con، FPLP و DPLP (††): نمایانگر تفاوت معنی دار شرایط Con نسبت به FPLP و DPLP ( $P < 0.05$ ) (\*): نمایانگر تفاوت معنی دار بین FPLP و DPLP ( $P < 0.05$ )

بین پاسخ ضربان قلب در دو مدل فعالیت مقاومتی مذکور مشاهده نشده است. با وجود این، ضربان قلب در الگوی FPLP در ۷۵ و ۹۰ پس از فعالیت پایین تر از DPLP بود. برخی از مطالعات همراه با کم فشار خونی، کاهش ضربان قلب را پس از فعالیت ورزشی گزارش کرده اند که دلیل احتمالی آن تغییر حساسیت بارورسپتورهای کنترل قلب ذکر شده است (۲۱،۲۲). به نظر می رسد الگوهای تمرینی مورد استفاده، با وجود حجم متفاوت از حیث شدت اثرگذاری نسبتاً مشابه هم بوده اند؛ به ویژه که هر دو الگوی باردهی شدت ها در محدوده بالا طبقه بندی می شوند؛ لذا تفاوت های احتمالی در این محدوده کمتر آشکار می گردد. از سوی دیگر، آزمودنی های این پژوهش، ورزشکاران تمرین کرده پرورش اندام بوده اند که به این گونه تمرینات سازگاری یافته اند؛ به همین دلیل، خود این سازگاری می تواند دلیل دیگری بر نزدیکی و هم گونی پاسخ های قلبی-عروقی به دو الگوی فعالیت باشد.

بر اساس نتایج دیگر پژوهش حاضر مشخص شد SBP و DBP پس از فعالیت های مقاومتی با دو الگوی FPLP و DPLP کاهش می یابد و این کاهش در پی فعالیت تا مدت ۹۰ دقیقه پس از فعالیت نیز حفظ می گردد. طبق نتایج مطالعه ون استنگل، فعالیت مقاومتی SBP و DBP

دارد (۲۶). اگرچه کالج آمریکایی پزشکی ورزشی (ACSM) اظهار نمود که تمرینات مقاومتی تأثیر اندکی بر فشار خون پس از فعالیت دارد (۹)؛ اما به طور کلی نتایج برگرفته از مطالعه فرا تحلیلی نشان می‌دهد که فعالیت مقاومتی باعث کاهش SBP و DBP می‌شود (۷،۸). ساز و کارهای واقعی کاهش فشار خون پس از فعالیت نامشخص است و به احتمال زیاد یک ساز و کار چند عاملی مسبب این کاهش می‌باشد. مطالعات نشان می‌دهند که ممکن است عواملی از قبیل: افزایش مواد اتساع دهنده عروقی (مهار سمپاتیکی و واکنش پذیری عروقی پس از فعالیت)، کاهش حجم پلاسما، تغییرات هورمونی مؤثر بر فشار خون نظیر: آنژیوتنسین II، وازوپرسیسین، رنین و اتساع عروق محیطی ناشی از افزایش دمای مرکزی در ایجاد کم فشار خونی مؤثر باشد (۲۸، ۲۷). مشاهده اثر کم فشار خونی پس از فعالیت مقاومتی با الگوی FPLP و DPLP در پژوهش حاضر، می‌تواند ناشی از اثر بخشی یک مکانیسم مرکزی نظیر کاهش تحریک عصب سمپاتیکی و کاهش مقاومت عروقی و احتمالاً مکانیسم‌های موضعی مؤثر بر کم فشار خونی نظیر: افزایش اتساع عروق، تغییرات هورمونی مؤثر بر فشار خون، اتساع عروق پوستی جهت دفع گرمایی ناشی از فعالیت و کاهش پلاسمای خون باشد.

نتایج دیگر از این پژوهش نشان داده که میزان SBP و DBP پس از فعالیت با الگوی FPLP در مقایسه با DPLP کاهش یافته است. از آن جا که نتایج مطالعات گزارش کردند فاصله استراحت بین دوره‌ها، تعداد تکرارها و شدت فعالیت ورزشی می‌تواند بر تجمع مواد اتساع دهنده عروقی (پروستاگلاندین‌ها، اکسید نیتریک، پتاسیم، آدنوزین و ATP) و میزان گرمای درونی و واکنش کم فشار خونی تأثیر بگذارد؛ احتمالاً کاهش بیشتر در SBP و DBP در الگوی FPLP نسبت به الگوی DPLP به دلیل فاصله استراحت متفاوت بین دوره‌ها، تعداد تکرارها، شدت فعالیت و استرس متابولیکی (Metabolic Stress) ناشی از به کارگیری پروتکل‌های مختلف مطالعه حاضر باشد (۲۹،۳۰). همچنین در الگوهای

فعالیت مقاومتی FPLP اضافه بار به مثابه الگوی DPLP اعمال نمی‌گردد و همین عامل می‌تواند تا حدی کم فشاری بیشتر در الگوی FPLP را توجیه نماید.

یافته دیگر پژوهش حاضر نشان داده که هزینه اکسیژن میوکارد (RPP) پس از فعالیت مقاومتی با الگوهای FPLP و DPLP نسبت به وضعیت کنترل کاهش معنی داری داشته است (با توجه به کاهش فشار خون و ضربان قلب پس از فعالیت مقاومتی در الگوی FPLP و DPLP). این پاسخ، به عنوان یک عامل کارآمد می‌تواند در بهبود و کاهش تحمیل بار بر عملکرد قلبی-عروقی و در نتیجه تقلیل هزینه‌های فیزیولوژیک و بهداشتی مرتبط با رفتار قلب و عروق مفید باشد. می‌توان گفت همچون SBP، DBP و ضربان قلب که انعکاس کاهش آنها در RPP (نتیجه حاصل ضرب فشار خون در ضربان قلب) آشکار شده است احتمالاً تفوق پاراسمپاتیکی در کنار مکانیسم‌های موضعی کاهنده فشار می‌تواند در کاهش RPP هم‌راستا با تغییرات ضربان قلب و فشار خون مؤثر باشد. نمی‌توان در مورد اثرات دو الگوی تمرین مقاومتی استفاده شده در پژوهش حاضر، در ارتباط با تغییرات فشارخون و ضربان قلب اظهار نظر قطعی کرد؛ لذا، با عنایت به علل گوناگونی که می‌توانند بر نتایج تأثیرگذار باشند، در پژوهش‌هایی از این دست توصیه می‌شود تغییرات عوامل متابولیکی، خونی، عصبی و هورمونی نیز جهت کسب نتایج دقیق‌تر بررسی و تحلیل شوند. به طور کلی تمرین مقاومتی، می‌تواند صرف نظر از الگوی اجرا اثرات مفیدی بر برخی شاخص‌های قلبی-عروقی ورزشکاران پرورش اندام داشته باشد و فشار خون پس از فعالیت را کاهش دهد؛ اما این الگوی کاهش پس از فعالیت ممکن است در روش‌های مختلف تمرین مقاومتی متفاوت باشد. برای اظهار نظر دقیق‌تر انجام پژوهش بیشتر ضروری به نظر می‌رسد.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از تمامی کسانی که در مراحل اجرای پژوهش به محققان یاری رساندند، به ویژه ورزشکاران شرکت کننده در این پژوهش سپاسگزاری می‌گردد.



## References

- Pattyn N, Coeckelberghs E, Buys R, Cornelissen VA, Vanhees L. Aerobic interval training vs. moderate continuous training in coronary artery disease patients: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2014; 44(5):687-700.
- Mozaffarian D, Abdollahi M, Campos H, Houshiarrad A, Willett WC. Consumption of trans fats and estimated effects on coronary heart disease in Iran. *Eur J Clin Nutr* 2007; 61(8):1004-1010.
- Jefferys BJ, Sartini C, Lee IM, Choi M, Amuzu A, Gutierrez C, et al. Adherence to physical activity guidelines in older adults, using objectively measured physical activity in a population-based study. *BMC Public Health* 2014; 14:382.
- Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39(8):1423-1434.
- Fisher J, Steele J, Bruce-Low S, Smith D. Evidence-based resistance training recommendations. *Med Sport* 2011; 15(3):147-162.
- Kraemer WJ, Hatfield DL, Comstock BA, Fragala MS, Davitt PM, Cortis C, et al. Influence of HMB supplementation and resistance training on cytokine responses to resistance exercise. *J Am Coll Nutr* 2014; 33(4):247-255.
- Faigenbaum AD, Kraemer WJ, Blimkie CJ, Jeffreys I, Micheli LJ, Nitka M, et al. Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association. *J Strength Cond Res* 2009; 23(5 Suppl):S60-S79.
- Wickwire PJ, McLester JR, Green JM, Crews TR. Acute heart rate, blood pressure, and RPE responses during super slow vs. traditional machine resistance training protocols using small muscle group exercises. *J Strength Cond Res* 2009; 23(1):72-79.
- Zelber-Sagi S, Buch A, Yeshua H, Vaisman N, Webb M, Harari G, et al. Effect of resistance training on non-alcoholic fatty-liver disease a randomized-clinical trial. *World J Gastroenterol* 2014; 20(15):4382-4392.
- Umpierre D, Stein R. Hemodynamic and vascular effects of resistance training: implications for cardiovascular disease. *Arq Bras Cardiol* 2007; 89(4):256-262 (English, Portuguese).
- Roltsch MH, Mendez T, Wilund KR, Hagberg JM. Acute resistive exercise does not affect ambulatory blood pressure in young men and women. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33(6):881-886.
- Focht BC, Koltyn KF. Influence of resistance exercise of different intensities on state anxiety and blood pressure. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31(3):456-463.
- O'Connor PJ, Bryant CX, Veltri JP, Gebhardt SM. State anxiety and ambulatory blood pressure following resistance exercise in females. *Med Sci Sports Exerc* 1993; 25(4):516-521.
- Braith RW, Stewart KJ. Resistance exercise training: its role in the prevention of cardiovascular disease. *Circulation* 2006; 113(22):2642-2650.
- Vincent KR, Vincent HK. Resistance training for individuals with cardiovascular disease. *J Cardiopulm Rehabil* 2006; 26(4):207-216.
- Polito MD, Farinatti P. Blood pressure behavior after counter resistance exercise: a systematic review on determining variables and possible mechanisms. *Rev Bras Med Esporte* 2006; 12(6):386-392.
- Boroujerdi SS, Rahimi R, Noori R. Effect of high-versus low-intensity resistance training on post-exercise hypotension in male athletes. *Inter Sport Med J* 2009; 10(2):95-100.
- Fahs CA, Rossow LM, Loenneke JP, Thiebaud RS, Kim D, Bembien DA, et al. Effect of different types of lower body resistance training on arterial compliance and calf blood flow. *Clin Physiol Funct Imaging* 2012; 32(1):45-51.
- Kulkarni B, Kuper H, Taylor A, Wells JC, Radhakrishna K, Kinra S, et al. Development and validation of anthropometric prediction equations for estimation of lean body mass and appendicular lean soft tissue in Indian men and women. *J Appl Physiol* 2013; 115(8):1156-1162.
- Woodruffe S, Neubeck L, Clark RA, Gray K, Ferry C, Finan J, et al. Australian Cardiovascular Health and Rehabilitation Association (ACRA) core components of cardiovascular disease secondary prevention and cardiac rehabilitation 2014. *Heart Lung Circ* 2015; 24(5):430-441.
- Rezk C, Marrache RC, Tinucci T, Mion D Jr, Forjaz CL. Post-resistance exercise hypotension, hemodynamics, and heart rate variability:

influence of exercise intensity. *Eur J Appl Physiol* 2006; 98(1):105-112.

22. Halliwill JR, Buck TM, Lacewell AN, Romero SA. Postexercise hypotension and sustained postexercise vasodilatation: what happens after we exercise? *Exp Physiol* 2013; 98(1):7-18.
23. Kemmler W, Bebenek M, von Stengel S, Engelke K, Kalender WA. Effect of block-periodized exercise training on bone and coronary heart disease risk factors in early post-menopausal women: a randomized controlled study. *Scand J Med Sci Sports* 2013; 23(1):121-129.
24. Egaña M, Reilly H, Green S. Effect of elastic-band-based resistance training on leg blood flow in elderly women. *Appl Physiol Nutr Metab* 2010; 35(6):763-772.
25. Halliwill JR. Mechanisms and clinical implications of post-exercise hypotension in humans. *Exerc Sport Sci Rev* 2001; 29(2):65-70.
26. Simão R, Fleck SJ, Polito M, Monteiro W, Farinatti P. Effects of resistance training intensity, volume, and session format on the postexercise hypotensive response. *J Strength Cond Res* 2005; 19(4):853-858.
27. MacDonald JR. Potential causes, mechanisms, and implications of post exercise hypotension. *J Hum Hypertens* 2002; 16(4):225-236.
28. Ozaki H, Miyachi M, Nakajima T, Abe T. Effects of 10 weeks walk training with leg blood flow reduction on carotid arterial compliance and muscle size in the elderly adults. *Angiology* 2011; 62(1):81-86.
29. Arazi H, Hoseini R. Body composition and blood pressure between athlete and non-athlete. *Biol Exerc* 2011; 7(2):5-14.
30. Da Silva RP, Novaes J, Oliveira RJ, Gentil P, Wagner D, Bottaro M. High-velocity resistance exercise protocols in older women: effects on cardiovascular response. *J Sports Sci Med* 2007; 6(4):560-567.