

اثر شدت و حجم فعالیت مقاومتی بر فشار خون و هزینه اکسیژن میوکارد

پس از فعالیت در دانشجویان دختر چاق

بیان فیاضی

دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه رازی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

دکتر سعید صادق بروجردی

دکترای مدیریت ورزشی، دانشیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

دکتر رحمان رحیمی¹

دکتری فیزیولوژی ورزشی، استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

چکیده

پرفشارخونی یکی از مهم‌ترین عوامل توسعه بیماری‌های قلبی-عروقی در افراد چاق یا دارای اضافه وزن می‌باشد. بنابراین، در پژوهش حاضر، اثر شدت و حجم فعالیت مقاومتی بر فشار خون و هزینه اکسیژن میوکارد متعاقب فعالیت در دختران چاق مورد بررسی قرار گرفت. 24 دانشجوی دختر چاق با BMI بالاتر از 30 و فشار خون طبیعی (سن $20/62 \pm 1/43$ سال؛ وزن $78/12 \pm 11/08$ کیلوگرم؛ قد $160 \pm 5/06$ و BMI $30/09 \pm 3/09$ کیلوگرم بر مترمربع) به صورت داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند. آزمودنی‌ها در یک طرح متقاطع و به صورت تصادفی چهار جلسه فعالیت مقاومتی شامل پرس سینه، پرس پا و پشت ران را انجام دادند. پروتکل تمرینی شامل دو جلسه با حجم پایین (3 ست) و شدت‌های 30 (LVLI) و 70 (LVHI) درصد یک تکرار بیشینه و دو جلسه با حجم بالا (7 ست) و شدت‌های 30 (HVLI) و 70 (HVHI) درصد یک تکرار بیشینه بود. تعداد تکرارها برای شدت 30 IRM برابر با 20 تکرار و برای شدت 70 IRM برابر با 10 تکرار در هر حرکت بود. فشار خون، ضربان قلب و هزینه اکسیژن میوکارد (حاصلضرب فشار سیستولی و ضربان قلب) در قبل از فعالیت، بلافاصله بعد و هر 10 دقیقه یکبار تا 60 دقیقه پس از هر جلسه فعالیت اندازه‌گیری گردید. فعالیت مقاومتی با شدت 70 IRM و حجم 7 دوره‌ای فشار خون سیستولی را در 30 و 50 دقیقه بعد از فعالیت به طور معنی‌داری نسبت به فعالیت مقاومتی با شدت 70 IRM و حجم سه دوره‌ای و فعالیت مقاومتی با شدت 30 IRM و حجم‌های 3 و 7 دوره‌ای کاهش داده است ($p < 0/05$). فشار خون دیاستولی در زمان‌های 20، 40، 50 و 60 دقیقه پس از فعالیت مقاومتی با شدت 70 IRM و حجم 7 دوره‌ای نسبت به دیگر پروتکل‌های فعالیت مقاومتی پایین‌تر بود. همچنین، هزینه اکسیژن میوکارد در 30 و 60 دقیقه پس از فعالیت مقاومتی HVHI نسبت به فعالیت مقاومتی LVLI در دختران چاق پایین‌تر بود ($p < 0/05$). بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان فعالیت مقاومتی را به عنوان یک روش غیردارویی جهت کاهش فشار خون و هزینه اکسیژن میوکارد به افراد چاق توصیه کرد.

کلید واژه‌ها:

فعالیت مقاومتی، فشارخون سیستولی، فشار خون دیاستولی، هزینه اکسیژن میوکارد

¹ rahman.rahimi@yahoo.com

مقدمه

زندگی بشر روز به روز به سمت ماشینی شدن، کم تحرکی و عدم فعالیت پیش می‌رود که باعث بروز مشکلات فراوانی برای بدن انسان به ویژه سیستم قلب و عروق شده است و یکی از این مشکلات بیماری پرفشارخونی¹ می‌باشد. مشکلات قلبی-عروقی یکی از اصلی‌ترین دلایل مرگ و میر به شمار می‌آیند و پرفشارخونی از جمله مهمترین عوامل خطر ساز برای مشکلات قلبی به حساب می‌آید (15,10). با افزایش وزن، ریسک ابتلا به بیماری پرفشارخونی افزایش می‌یابد و نتایج تحقیقات حاکی از این است که چاقی به یکی از عوامل دخیل در افزایش خطر مبتلا شدن به پرفشارخونی است (15).

بنابر اعلام ACSM²، کاهش حداقل 3 میلی‌متر جیوه فشارخون استراحتی سیستولی و دیاستولی می‌تواند علاوه بر جلوگیری، 5 تا 9% از بیماری‌های قلبی-عروقی، 8 تا 14% سکتته و 4% از سایر عوامل مرگ و میر افراد را نیز بکاهد (15,12). فعالیت ورزشی می‌تواند یکی از راهکارهای غیردارویی برای جلوگیری، کاهش و درمان مشکلات فشارخون در عموم افراد به ویژه افراد چاق و دارای اضافه وزن باشد (20). پژوهش‌ها نشان داده‌اند که فشارخون به یک جلسه فعالیت ورزشی پاسخ می‌دهد و به طور معمول فشارخون پس از یک جلسه فعالیت ورزشی کاهش می‌یابد و به طور متوسط این کاهش 1-12 ساعت ادامه می‌یابد که به آن کم فشارخونی (هیپوتنشن)³ گویند (11,15). نتایج پژوهش‌ها نشان دهنده این مطلب است که هیپوتنشن پس از فعالیت ورزشی⁴ در افراد دارای فشارخون طبیعی و افراد پرفشارخون ایجاد می‌شود (4,13,16).

در ارتباط با اثر فعالیت مقاومتی بر فشارخون هنگام تمرین نتایج پژوهش‌ها حاکی از افزایش فشارخون می‌باشد (5) اما، در ارتباط با اثر فعالیت مقاومتی بر هیپوتنشن پس از فعالیت نتایج متناقضی گزارش شده است (3, 14, 18). بطوریکه افزایش (14)، کاهش (3) و عدم تغییر فشارخون (18) را پس از اتمام برنامه فعالیت مقاومتی گزارش کرده‌اند. این عدم همسویی در نتایج پژوهش‌های مذکور ممکن است به دلیل تفاوت در حجم و شدت فعالیت مقاومتی مورد استفاده باشد (3, 14, 18)، زیرا پژوهش‌های قبلی نشان داده‌اند که حجم و شدت فعالیت مقاومتی از عوامل تأثیرگذار بر پدیده هیپوتنشن پس از فعالیت ورزشی به ویژه فعالیت مقاومتی می‌باشند (3, 16, 19). پولیتو⁵ و همکاران (2003) گزارش کردند که کم فشارخونی پس از فعالیت مقاومتی با شدت 6RM (6 تکرار بیشینه) نسبت به فعالیت مقاومتی با شدت 50 درصد 6RM بیشتر است و مدت زمان بیشتری نیز این کم فشاری در افراد سالم دوام دارد (16). سیمائو و همکاران (2005) نشان دادند که فعالیت مقاومتی با حجم بیشتر منجر به کم فشارخونی بیشتری می‌شود (19). همچنین، در پژوهش دیگری نیز گزارش شده است که 3 دوره⁶ فعالیت

¹ Hypertension

² American college of sports medicine

³ Hypotension

⁴ Post-Exercise Hypotension

⁵ Polito, et al

⁶ Set

مقاومتی با 12RM نسبت به 1 ست فعالیت مقاومتی با 12RM کاهش بیشتری را در فشار خون پس از فعالیت ایجاد کرده است (8).

بروجردی و همکاران (2009) نیز نشان دادند که کم فشار خونی پس از فعالیت مقاومتی با شدت 85 درصد یک تکرار بیشینه (1RM 85%) بیشتر از فعالیت مقاومتی با شدت 42/5 درصد یک تکرار بیشینه (1RM 42%) می باشد (3). با وجود این، محبی و همکاران (1388) گزارش کردند که شدت و حجم فعالیت مقاومتی اثری بر اندازه و مدت کم فشار خونی ندارد و نتایج آنها حاکی از کم فشار خونی پس از فعالیت مقاومتی در حجمها (3 ست در مقابل 6 ست) و شدت‌های مختلف (40 و 80 درصد یک تکرار بیشینه) بود (2).

اگرچه در پژوهش‌های مذکور همسویی در ارتباط با اثر شدت و حجم فعالیت مقاومتی بر کم فشار خونی وجود ندارد ولی در اکثر آنها کم فشار خونی پس از فعالیت مقاومتی مشاهده شده است (2، 3، 16، 19). بنابراین، انجام فعالیت مقاومتی جهت پیشگیری، کنترل و بهبود فشار خون به عنوان یک روش غیر دارویی می‌تواند مفید واقع شود. از آنجایی که پاسخ‌های متابولیکی، هورمونی و عصبی متأثر از شدت و حجم فعالیت ورزشی هستند (17)، بنابراین بررسی شدت‌ها و حجم‌های متفاوت فعالیت مقاومتی بر کم فشار خونی پس از فعالیت مقاومتی جهت تعیین شدت و حجم بهینه فعالیت در دختران چاق از اهمیت خاصی برخوردار است و در این پژوهش محققان در پی پاسخ به این سوال هستند که آیا دو جلسه تمرین مقاومتی با حجم کم (سه ست) و شدت‌های 30 و 70 درصد یک تکرار بیشینه و دو جلسه با حجم زیاد (هفت ست) و شدت‌های 30 و 70 درصد یک تکرار بیشینه بر فشار خون و هزینه اکسیژن میوکارد متعاقب فعالیت در دختران چاق تأثیر متفاوتی دارد؟

روش شناسی

24 دانشجویی دختر چاق (با BMI بالاتر از 30) که فعالیت بدنی منظمی در طی سه ماه گذشته نداشتند و مبتلا به بیماری خاصی نبودند، به عنوان آزمودنی در این پژوهش شرکت کردند. در جلسه اول، آزمودنی‌ها به منظور آشنایی با پروتکل فعالیت مقامتی¹، روش اجرای پژوهش، ابزار اندازه‌گیری و به حداقل رساندن استرس در آزمایشگاه حاضر شدند و در همین جلسه فرم رضایت نامه شرکت در پژوهش را تکمیل کردند. همچنین، در این جلسه ویژگی‌های آنترپومتریکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد و در جدول (1) ارائه شده است.

¹ Resistance exercise

جدول (1) میانگین و انحراف استاندارد ویژگی‌های فیزیکی و قلبی-عروقی آزمودنی‌ها

ویژگی‌های فیزیکی و قلبی - عروقی آزمودنی‌ها	میانگین و انحراف استاندارد
سن (سال)	20/63±1/43
وزن (کیلوگرم)	78/13±11/08
قد (سانتی‌متر)	160/88±5/06
BMI (Kg/m ²)	30/1±3/09
فشار خون سیستولیک (mmHg)	11/25±1/32
فشار خون دیاستولیک (mmHg)	7/34±1/2
ضربان قلب استراحت	95/25±13/52
یک تکرار بیشینه (پرس پا)	139/06±45/11
یک تکرار بیشینه (پرس سینه)	19/77±5/45
یک تکرار بیشینه (بشت پا)	32/57±6/86

در جلسه دوم، حداکثر قدرت آزمودنی‌ها در حرکات پرس سینه¹، پرس پا² و پشت پا³ (خم کردن پا از پشت درازکشیده) از طریق آزمون یک تکرار بیشینه⁴ (1RM) اندازه‌گیری شد. سپس در جلسات فعالیت مقاومتی از 30 و 70 درصد یک تکرار بیشینه جهت کنترل شدت فعالیت مقاومتی استفاده شد. سپس آزمودنی‌ها در چهار جلسه فعالیت مقاومتی با حجم و شدت‌های متفاوت شرکت کردند. آزمودنی‌ها به صورت تصادفی در چهار جلسه فعالیت مقاومتی که شامل دو جلسه فعالیت مقاومتی با حجم کم (سه دوره‌ای) و با شدت‌های 30 (LVLI)⁵ یا 70 درصد یک تکرار بیشینه (LVHI)⁶ و دو جلسه با حجم زیاد (7 دوره‌ای) با شدت 30 (HVLI)⁷ یا 70 درصد یک تکرار بیشینه (HVHI)⁸ شرکت کردند. تعداد تکرارها برای شدت 1RM 30% برابر با 20 تکرار و برای شدت 1RM 70% برابر با 10 تکرار در هر حرکت در نظر گرفته شد. استراحت بین هر دوره 30 ثانیه و بین هر حرکت 60 ثانیه در نظر گرفته شد.

در هر جلسه، قبل از شروع فعالیت مقاومتی؛ آزمودنی‌ها به مدت 20 دقیقه روی صندلی در حالت راحت می‌نشستند و 10 دقیقه قبل از فعالیت فشار خون (سیستولیک و دیاستولیک) آنها اندازه‌گیری شده و پس از فعالیت مقاومتی نیز اندازه‌گیری فشار خون بلافاصله پس از فعالیت و هر 10 دقیقه یک بار تا 60 دقیقه اندازه‌گیری تکرار شد. با توجه به اینکه آزمودنی‌ها دانشجو بودند، الگوی تغذیه آنها مشابه بود و جهت کنترل ریتم شبانه‌روزی، همه آزمون‌ها در بعدازظهر انجام شد. در جلسه توجیهی از آزمودنی‌ها خواسته شده بود که 72 ساعت قبل از جلسات فعالیت مقاومتی در هیچگونه فعالیت ورزشی شرکت

¹ Bench press

² Leg press

³ Lying leg curl

⁴ One repetition maximum

⁵ Low-volume, low-intensity

⁶ Low-volume, high-intensity

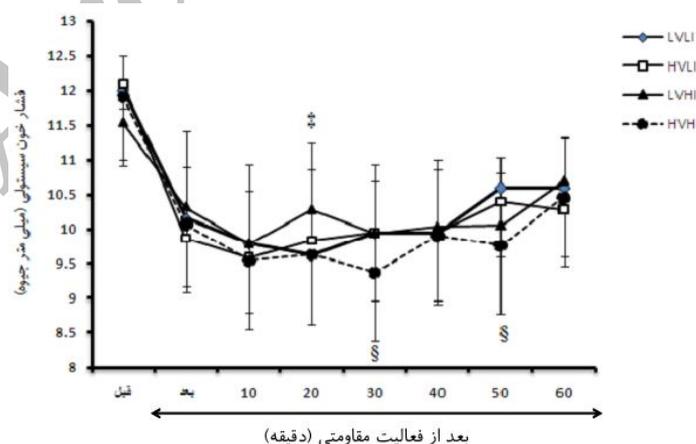
⁷ High-volume, low-intensity

⁸ High-volume, high-intensity

نکنند و از مصرف هرگونه مواد کافئین‌دار، دارو و غیره در طی این مدت خودداری کنند. در این پژوهش، فشار خون توسط فشارسنج tensovala به روش سمعی بود و فشار خون سیستولی و دیاستولی به ترتیب بر اساس اولین و پنجمین صدای کورتکوف اندازه‌گیری شد. جهت تعیین توزیع طبیعی داده‌ها از آزمون آماری کلموگراف-اسمیرنوف و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از آزمون آنوای ترکیبی با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی انجام شد. سطح معنی‌داری در این آزمون 0/05 در نظر گرفته شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 19 انجام شد.

یافته‌های پژوهش

فعالیت مقاومتی با شده 70% IRM و حجم 7 دوره‌ای فشار خون سیستولی را در 30 و 50 دقیقه بعد از فعالیت به طور معنی‌داری نسبت به فعالیت مقاومتی با شدت 70% IRM و حجم سه دوره‌ای و فعالیت مقاومتی با شدت 30% IRM و حجم‌های 3 و 7 دوره‌ای کاهش داده است ($p < 0/05$). تغییرات فشار خون دیاستولی پس از فعالیت مقاومتی در پژوهش حاضر پایین‌تر بودن فشار خون دیاستولی در 10 دقیقه پس از فعالیت مقاومتی با شدت 30 درصد یک تکرار بیشینه و حجم 3 دوره‌ای (LVHI) نسبت به پروتکل‌های فعالیت مقاومتی دیگر مشاهده شد و 30 دقیقه پس از فعالیت نیز فشار خون دیاستولی نسبت به پروتکل LVHI پایین‌تر بود ($p < 0/05$). با این وجود، فشار خون دیاستولی در فاصله‌های زمان‌های دیگر (20، 40، 50 و 60 دقیقه) پس از فعالیت مقاومتی با شدت و حجم بالا (HVHI) نسبت به پروتکل‌های فعالیت مقاومتی دیگر پایین‌تر بود ($p < 0/05$). هزینه اکسیژن میوکارد در 30 و 60 دقیقه پس از فعالیت مقاومتی HVHI [شدت 70% IRM] و حجم بالا (7 دوره‌ای) نسبت به فعالیت مقاومتی LVLI [شدت 30% IRM] و حجم پایین (3 دوره‌ای) در دختران چاق پایین‌تر بود ($p < 0/05$).



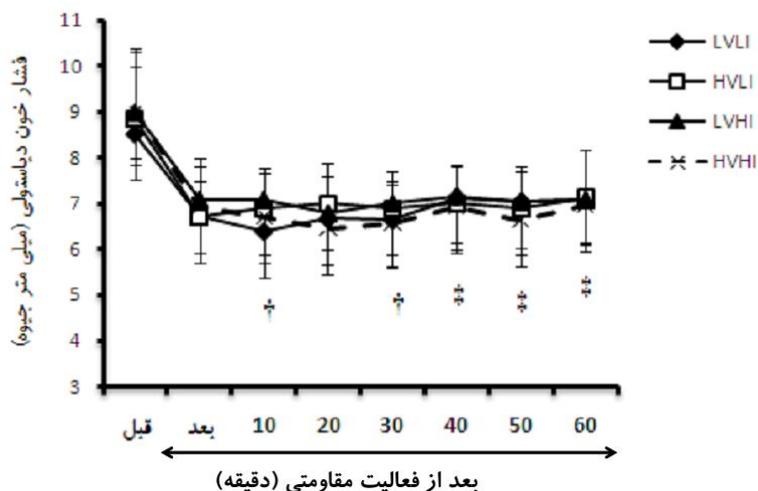
شکل (1) مقایسه اثر فعالیت مقاومتی با شدت 30 و 70 درصد یک تکرار بیشینه و حجم 3 و 7 دوره‌ای

بر فشار خون سیستولی در دانشجویان دختر چاق دانشگاهی

‡ تفاوت LVHI با LVLI و HVHI پس از فعالیت (0/015 و $P < 0/036$).

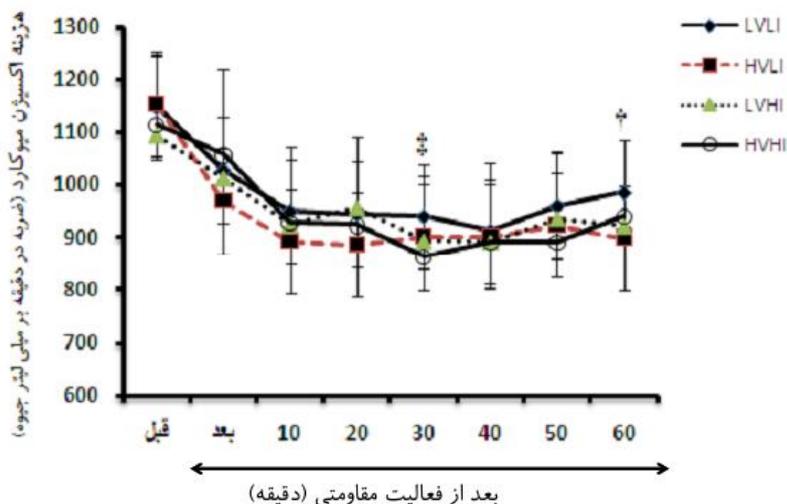
§ تفاوت HVHI با LVLI، HVLI و LVHI در 30 دقیقه پس از فعالیت (0/007، 0/007 و $P < 0/013$).

§ تفاوت HVHI با LVLI، HVLI و LVHI در 50 دقیقه پس از فعالیت (0/003، 0/016 و $P < 0/002$).



شکل (2) مقایسه اثر فعالیت مقاومتی با شدت 30 و 70 درصد یک تکرار بیشینه و حجم 3 و 7 دوره‌ای بر فشار خون دیاستولی در دانشجویان دختر چاق دانشگاهی

† تفاوت LVLI با HVLI، LVHI و HVHI در 10 دقیقه پس از فعالیت (0/031، 0/007، 0/071 P).
 † تفاوت LVLI با LVHI در 30 دقیقه پس از فعالیت (0/071 P).
 ‡ تفاوت HVHI با LVLI و LVHI در 20، 40، 50 و 60 دقیقه پس از فعالیت (0/022 و 0/06 P).



شکل (3) مقایسه اثر فعالیت مقاومتی با شدت 30 و 70 درصد یک تکرار بیشینه و حجم 3 و 7 دوره‌ای بر هزینه اکسیژن میوکارد در دانشجویان دختر چاق دانشگاهی

† تفاوت LVLI با HVHI در 60 دقیقه پس از فعالیت (0/011 P).
 ‡ تفاوت HVLI با LVLI در 30 دقیقه پس از فعالیت (0/046 P).

بحث و نتیجه گیری

فشار خون ممکن است پس از فعالیت‌های ورزشی هوازی و مقاومتی نسبت به حالت استراحتی کاهش پیدا کند (21,7,6). این شرایط را کم فشار خونی پس از فعالیت ورزشی¹ (PEH) می‌نامند که بویژه برای افراد دارای فشار خون بالا مهم است زیرا یک روش درمانی غیر فارماکولوژیکی به حساب می‌آید (12). به نظر می‌رسد که کاهش فشار خون پس از فعالیت ورزشی بدلیل کاهش مقاومت عروقی باشد اما مکانیسم دقیق مسئول ایجاد چنین حالتی هنوز بدرستی شناخته نشده است (9). در پژوهش حاضر اثر شدت و حجم فعالیت مقاومتی بر واکنش‌های قلبی عروقی شامل کم فشار خونی پس از فعالیت ورزشی و هزینه اکسیژن میوکارد در دانشجویان دختر چاق مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که فعالیت مقاومتی با شدت 70% IRM و حجم 7 دوره‌ای² فشار خون سیستولی را در 30 و 50 دقیقه بعد از فعالیت به طور معنی‌داری نسبت به فعالیت مقاومتی با شدت 70% IRM و حجم سه دوره‌ای و فعالیت مقاومتی با شدت 30% IRM و حجم‌های 3 و 7 دوره‌ای کاهش داده است. نتایج مذکور همسو با نتایج پژوهش پولیتو و همکاران (2003) می‌باشد که گزارش کردند کم فشار خونی پس از فعالیت مقاومتی با شدت 6RM (6 تکرار بیشینه) نسبت به فعالیت مقاومتی با شدت 50 درصد 6RM بیشتر است و مدت زمان بیشتری نیز این کم فشاری در افراد سالم دوام دارد (16). همچنین، سیمائو و همکاران (2005) نشان دادند که فعالیت مقاومتی با حجم بیشتر منجر به کم فشارخونی بیشتری می‌گردد (19) و در پژوهش دیگری نیز گزارش شده است که 3 ست فعالیت مقاومتی با 12RM نسبت به 1 ست فعالیت مقاومتی با 12RM کاهش بیشتری را در فشار خون پس از فعالیت ایجاد کرده است (8). بروجردی و همکاران (2009) نیز نشان دادند که کم فشار خونی پس از فعالیت مقاومتی با شدت 85 درصد یک تکرار بیشینه (85% IRM) بیشتر از فعالیت مقاومتی با شدت 42/5 درصد یک تکرار بیشینه (42% IRM) می‌باشد (3).

با وجود این، اوکانر و همکاران (1993) کم فشار خونی را پس از فعالیت مقاومتی با شدت‌های 40، 60 و 80 درصد یک تکرار بیشینه پس از فعالیت مقاومتی مشاهده نکردند (14). از سوی دیگر، محبی و همکاران (1388) گزارشی کردند که شدت و حجم فعالیت مقاومتی اثری بر اندازه و مدت کم فشار خونی ندارد و نتایج آنها حاکی از کم فشار خونی پس از فعالیت مقاومتی در حجم‌ها (3 ست در مقابل 6 ست) و شدت‌های مختلف (40 و 80 درصد یک تکرار بیشینه) بود (2). با توجه نتایج مذکور به نظر می‌رسد که حجم و شدت بالای فعالیت مقاومتی یکی از عوامل تأثیرگذار بر کاهش فشار خون بعد از فعالیت مقاومتی باشد.

¹ Post-Exercise Hypotension

² Set

در ارتباط با تغییرات فشار خون دیاستولی پس از فعالیت مقاومتی در پژوهش حاضر پایین‌تر بودن فشار خون دیاستولی در 10 دقیقه پس از فعالیت مقاومتی با شدت 30 درصد یک تکرار بیشینه و حجم 3 دوره‌ای (LVHI) نسبت به پروتکل‌های فعالیت مقاومتی دیگر مشاهده شد و 30 دقیقه پس از فعالیت نیز فشار خون دیاستولی نسبت به پروتکل LVHI پایین‌تر بود. با این وجود، فشار خون دیاستولی در فاصله‌های زمان‌های دیگر (20، 40، 50 و 60 دقیقه) پس از فعالیت مقاومتی با شدت و حجم بالا (HVHI) نسبت به پروتکل‌های فعالیت مقاومتی دیگر پایین‌تر بود. کاهش معنی‌دار فشار خون دیاستولی پس از فعالیت مقاومتی شدید با حجم بالا نسبت به پروتکل فعالیت مقاومتی با حجم و شدت پایین در دختران چاق همسو با نتایج پژوهش بروجردی و همکاران (2009) می‌باشد که کاهش معنی‌دار فشار خون دیاستولی را پس از فعالیت مقاومتی با شدت 85 درصد یک تکرار بیشینه در فاصله‌های زمانی 10، 20 و 30 دقیقه بعد از فعالیت مقاومتی در مردان جوان سالم تمرین کرده مشاهده کردند (3). با این وجود، محبی و همکاران (1388) تغییر معنی‌داری را در فشار خون دیاستولی پس از فعالیت مقاومتی با شدت 40 و 80 درصد یک تکرار بیشینه و حجم 3 و 6 دوره‌ای در مردان غیر ورزشکار مشاهده نکردند (2).

مصرف اکسیژن میوکارد از طریق کنش متقابل بین چندین عامل مکانیکی تعیین می‌گردد که مهمترین آنها گسترش تنش در میوکارد، انقباض پذیری میوکارد و ضربان قلب است. با افزایش هر یک از این عوامل هنگام فعالیت ورزشی، برای برقراری تعادل بین اکسیژن‌رسانی با نیاز مربوطه جریان خون میوکارد افزایش می‌یابد. یکی از برآوردهای رایج مورد استفاده بار کار میوکارد و در نتیجه اکسیژن مصرفی، استفاده از حاصلضرب فشار خون سیستولی و ضربان قلب است که اصطلاحاً حاصلضرب سرعت فشار¹ یا هزینه اکسیژن میوکارد نامیده می‌شود (1).

کاهش فشار خون سیستولی و کاهش ضربان قلب متعاقب فعالیت ورزشی منجر به کاهش هزینه اکسیژن میوکارد و در نتیجه کاهش بار کار میوکارد می‌انجامد. نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که هزینه اکسیژن میوکارد در 30 و 60 دقیقه پس از فعالیت مقاومتی HVHI [شدت 70% IRM] و حجم بالا (7 دوره‌ای) نسبت به فعالیت مقاومتی LVLI [شدت 1RM] 30% و حجم پایین (3 دوره‌ای) در دختران چاق پایین‌تر بود. در ارتباط با اثر حجم و شدت‌های متفاوت فعالیت مقاومتی بر هزینه اکسیژن میوکارد تنها یک پژوهش وجود دارد که نتایج آن نیز حاکی از عدم تأثیر حجم و شدت فعالیت مقاومتی بر هزینه اکسیژن میوکارد در مردان سالم جوان می‌باشد (2). با وجود این، فورجاز² و همکاران (2004) گزارش دادند که یک جلسه فعالیت هوازی ملایم ($30\% \text{VO}_{2\text{max}}$)، نسبت به فعالیت هوازی شدید ($80\% \text{VO}_{2\text{max}}$)، موجب کاهش ضربان قلب و هزینه اکسیژن میوکارد می‌گردد (6). کاهش هزینه اکسیژن میوکارد و در نتیجه بار کار قلب در نتیجه فعالیت مقاومتی با شدت و حجم بالا ممکن است در نتیجه تغییرات حاد در حساسیت بارورسپتور کنترل قلب، افزایش پتاسیم، پپتید دهلیزی ناتریوتیک،

¹ Rate-pressure product

² Forjaz

آدنوزین، آدرنالین، نورادرنالین و وازوپرسین باشد که همه این عوامل در اثر فعالیت ورزشی افزایش می‌یابند و منجر به گشاد شدن عروق می‌گردند (۱۱،۱۲).

به طور کلی، نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که یک جلسه فعالیت مقاومتی فشار خون پس از فعالیت را در دختران دانشگاهی چاق به طور معنی داری کاهش می‌دهد. همچنین، پاسخ فشار خون سیستولی و دیاستولی به فعالیت مقاومتی وابسته به حجم و شدت فعالیت می‌باشد بطوریکه نتایج پژوهش حاضر حاکی از کاهش بیشتر فشار خون سیستولی در 30 و 50 دقیقه بعد از فعالیت و فشار خون دیاستولی در زمان‌های 20، 40، 50 و 60 دقیقه پس از فعالیت مقاومتی با شدت 1RM 70% و حجم 7 دوره‌ای نسبت به دیگر پروتکل‌های فعالیت مقاومتی بود. همچنین، هزینه اکسیژن میوکارد در 30 و 60 دقیقه پس از فعالیت مقاومتی HVHI [شدت 1RM 70%] و حجم بالا (7 دوره‌ای) نسبت به فعالیت مقاومتی LVL [شدت (30 1RM)%] و حجم پایین (3 دوره‌ای) در دختران چاق پایین‌تر بود. با این وجود، نیاز به پژوهش‌های بیشتری در زمینه اثر فعالیت مقاومتی با شدت و حجم‌های مختلف بر کم‌فشار خونی و هزینه اکسیژن میوکارد در افراد سالم و دارای فشار خون بالا می‌باشد. بنابر نتایج، فعالیت مقاومتی از طریق ایجاد کم فشار خونی (هیپوتنشن) می‌تواند اثر مفیدی بر عملکرد قلب و عروق داشته باشد و هزینه اکسیژن میوکارد که شاخص بار کار قلبی می‌باشد را کاهش می‌دهد. این نتایج می‌تواند اطلاعات کاربردی و بالینی ارزنده‌ای را برای افرادی که دچار پرفشار خونی هستند، داشته باشد و می‌توان از تمرینات مقاومتی به عنوان یک روش درمانی غیرفارماکولوژیکی جهت کاهش فشار خون استفاده کنند.

منابع

1. خالدان، اصغر. (1382). فیزیولوژی ورزشی: انرژی و تغذیه. مک آردل، و.د؛ کچ، ف.آ؛ کچ، و.ل. انتشارات سمت، 450-453.
2. محبی، حمید. رحمانی نیا، فرهاد. شیخ الاسلامی وطنی، داریوش. فرجی، حسن. (1388). اثر شدت و حجم فعالیت ورزشی مقاومتی بر فشار خون، ضربان قلب و هزینه اکسیژن میوکارد متعاقب فعالیت. مجله علوم پزشکی دانشگاه آزاد اسلامی مشهد. شماره (17)؛ 1-34.
3. Boroujerdi, S.S., Rahimi, R., Noori, S.S. (2009). Effect of high versus low-intensity resistance training on post exercise hypotension in male athletes. *International SportMed Journal*, (10), 95-100.
4. Fisher, M.M. (2001). The effect of resistance exercise on recovery blood pressure in normotensive and borderline hypertensive women. *Journal of Strength Conditioning Research*, 15: 210 - 216.
5. Focht, B. C, Koltyn, K.F. (1999). Influence of resistance exercise of different intensities on state anxiety and blood pressure. *Medicine and Science in Sports Exercise*, (31), 456-63.
6. Forjaz, C.L, Cardoso, C.G, Jr, Rezk, C.C, Santaella, D.F, Tinucci, T. (2004). Postexercise hypotension and hemodynamics: the role of exercise intensity. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44(1):54-62.

7. Forjaz, C.L.M, Matsudaira , Y., Rodrigues, F.B, et al. (1998). Post- exercise changes in blood pressure, heart rate and rate pressure product at different exercise intensities in normotensive humans. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 31:1247- 1255.
8. Gotshall, R., Gootman, J., Byrnes, W., et al. (1999). Noninvasive characterization of the blood pressure response to the double- leg press exercise. *Journal of Exercise Physiology*, 2:1- 6.
9. Kelley, G.A, Kelley, K.S. (2000). Progressive resistance exercise and resting blood pressure: a meta -analysis of randomized controlled trials. *Hypertension*, 35: 838-43.
10. Laboratório, F. (2007). Hemodynamic and vascular effects of resistance training: implications for cardiovascular disease. *ArqBras Cardiology* 89: 163-168.
11. MacDonald, J.R. (2002). Potential causes, mechanisms, and implications of post exercise hypotension. *Journal of Human Hypertension* 16: 225 - 236.
12. MacDonald. J.R. (2002). Post exercise hypotension is not mediated by the serotonergic system in borderline hypertensive individuals. *Journal of Human Hypertension* ,16: 33-39.
13. Mediano, M.F, Paravidino, F.V, Simão , R . (2005). Sub-acute behavior of the blood pressure after power training in controlled hypertensive individuals. *Rev Bras Med Esporte*, 11(6): 307 - 309.
14. O'Connor, P. J., Bryant, C. X., Veltri, J. P., Gebhardt, S. M. (1993). State anxiety and ambulatory blood pressure following resistance exercise in females. *Medicine and Science in Sports Exercise*, (25), 516-21.
15. Pescatello, L.S, Franklin, B.A, Fagard, R, Farquhar, W.B, Kelley, G.A, Ray, C.A. (2004). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Medicine Science Sports and Exercise*, 36: 533-553.
16. Polito, M.D, Simão, R., Senna, G.W, et al . (2003). Hypotensive effects of resistance exercises performed at different intensities and same work volumes. *Rev Bras Med Esporte*, 9: 74- 77.
17. Rahimi, R. (2005). Effect of different rest intervals on the exercise volume completed during squat bouts. *Journal of Sports Science & Medicine* 4, 361-366.
18. Roltsch, M.H, Mendez, T., Wilund, K.R, et al. (2001). Acute resistive exercise does not affect ambulatory blood pressure in young men and women. *Medicine Science in Sports and Exercise*, 33: 881 - 886.
19. Simao, R., Fleck, S., Polito, M.P, Monterio, W.D, Farinati, P.T. (2005). Effects of resistance training intensity, volume and session format on the post exercise hypotensive response. *Journal of Strength Conditioning Research*, 11: 340-6.
20. Thompson, P.D, Franklin, B.A, Balady, G.J. et. al. (2007). Exercise and Acute Cardiovascular Events Placing the Risks In to Perspective A Scientific Statement From the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism and the Council on Clinical Cardiology. *Circulation*. 115(17): 2358-68.
21. Whelton, S.P, Chin, A., Xin, X., et al. (2002). Effects of aerobic exercise on blood pressure: A meta -analysis of randomized, controlled trials . *Annals of Internal Medicine*, 136:493-503.