

پاسخ فشار خون و ضربان قلب به پروتکل‌ها و حرکات مختلف فعالیت مقاومتی

حسین ابراهیمی^۱، *سجاد احمدی زاد^۲، حسن متین همایی^۳، محسن جاویدی^۴

چکیده

مقدمه: تمرین مقاومتی، در جهت بهتر شدن آمادگی بدنی و افزایش سلامت جسمانی در افراد بزرگسال پیشنهاد شده است. هدف از پژوهش حاضر مقایسه پاسخ فشارخون و ضربان قلب به پروتکل‌ها و حرکات مختلف فعالیت مقاومتی بود.

روش بررسی: ۱۲ مرد سالم (با میانگین سن $25/2 \pm 2/2$ سال) سه پروتکل فعالیت مقاومتی شامل قدرتی (۳ نوبت ۴ الی ۵ تکراری با $IRM \%85$)، هایپرتروفی (۳ نوبت ۱۰ تکراری با $\%70$ IRM) و قدرتی-استقامتی (۳ نوبت ۱۵ تکراری با $IRM \%55$) را در سه جلسه مجزا اجرا کردند. فشارخون و ضربان قلب قبل و بلافاصله پس از فعالیت در هر سه جلسه و در پروتکل هایپرتروفی بعد از هر حرکت اندازه‌گیری شدند. داده‌ها با استفاده از روش آماری تحلیل واریانس دوطرفه مکرر تحلیل شدند.

یافته‌ها: آنالیز آماری داده‌ها نشان داد که اگرچه فشارخون سیستولی پس از سه نوع فعالیت مقاومتی افزایش معنی‌داری داشت ($P=0/001$)، اما بین سه نوع پروتکل تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. با این حال، ضربان قلب هم در پاسخ به سه فعالیت مقاومتی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و بین اثر پروتکل‌های فعالیت مقاومتی بر ضربان قلب هم تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($P<0/001$). با مراجعه به آزمون تعقیبی مشاهده شد که افزایش ضربان قلب در پروتکل قدرتی کمتر از دو پروتکل دیگر بود. مقایسه نتایج فشارخون و ضربان قلب بعد از حرکات مختلف در پروتکل هایپرتروفی نشان داد حرکات مختلف با وزنه میزان فشارخون و ضربان قلب را به‌طور متفاوتی تغییر می‌دهند ($P<0/05$).

بحث و نتیجه‌گیری: براساس یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان نتیجه‌گیری نمود فعالیت مقاومتی از نوع قدرتی با استراحت طولانی‌تر بین نوبت‌ها و حرکات، ضربان قلب را کمتر از پروتکل‌های هایپرتروفی و استقامتی افزایش می‌دهد.

کلمات کلیدی: فشار خون، ضربان قلب، فعالیت مقاومتی، هایپرتروفی

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش، تهران، ایران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز
۲. دانشیار، تهران، ایران، دانشگاه شهید بهشتی، گروه فیزیولوژی ورزش
۳. استادیار، تهران، ایران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، گروه فیزیولوژی ورزش
۴. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی قلب و عروق و تنفس، تهران، ایران، دانشگاه شهید بهشتی

مقدمه

دانش امروزی به این نتیجه رسیده است که برای کاهش فشارخون در افراد با فشارخون بالا باید تمرینات هوازی را پیشنهاد کرد، درحالی‌که تمرینات مقاومتی را می‌توان به‌عنوان تمرینات مکمل تجویز نمود [۱]. با این وجود تمرین مقاومتی به‌عنوان یک بخش از برنامه‌های ورزشی گسترده، در جهت بهتر شدن آمادگی بدنی و افزایش سلامت جسمانی در افراد بزرگسال (با و بدون بیماری‌های مزمن) پیشنهاد شده است [۲].

علی‌رغم کاهش احتمالی فشارخون پس از تمرینات مقاومتی طولانی‌مدت [۳]، طی اجرای فعالیت ورزشی یک افزایش ناگهانی و زیاد در فشارخون سیستولی و دیاستولی وجود دارد که می‌تواند یک خطر برای حوادث قلبی عروقی به‌ویژه پارگی آنوریسم باشد [۲] و کالج پزشکی ورزشی آمریکا سطح احتیاط برای فشارخون سیستولی را ۲۲۵ میلی‌متر جیوه قرار داده است [۴].

مک دوگال و همکاران [۵] گزارش کردند که در طی پرس پا تا زمان خستگی در ورزشکاران وزنه‌بردار، فشارخون تا حد ۲۵۰/۳۲۰ میلی‌متر جیوه (سیستولی/دیاستولی) می‌رسد. علاوه‌بر این بعضی شواهد بیانگر افزایش سطوح نوراپی‌نفرین پلاسما تا ۲۴ ساعت پس از یک جلسه تمرین مقاومتی می‌باشد که نشان از فعال بودن احتمالی سیستم عصبی سمپاتیک پس از فعالیت ورزشی است که منتج به افزایش طولانی‌مدت فشارخون پس از فعالیت ورزشی می‌شود [۶]؛ بنابراین اندازه‌گیری فشارخون طی فعالیت مقاومتی می‌تواند جهت جلوگیری از افزایش نامطلوب فشارخون و کاهش خطر قلبی عروقی به‌ویژه در بیماران با فشارخون بالا مفید باشد.

می‌دانیم که در طی فعالیت ورزشی مقاومتی فشارخون متناسب با شدت فعالیت افزایش می‌یابد، اما برخی مطالعات پس از فعالیت ورزشی مقاومتی افزایش فشارخون [۴، ۹-۷]، برخی دیگر عدم‌تغییر [۱۰، ۱۱] و تعدادی کاهش [۱۴-۱۲] فشارخون را گزارش کرده‌اند و از آنجایی‌که اندازه واکنش‌های

عصبی و همودینامیکی در حین فعالیت ورزشی متأثر از شدت، تکرار و مدت فعالیت است [۱۵]، به‌نظر می‌رسد این عوامل دلیل مغایر بودن نتایج باشند. چنانچه فوچت و کولتن [۱۶] افزایش فشارخون را تنها پس از فعالیت با شدت ۸۰٪ یک تکرار بیشینه نسبت به‌شدت ۵۰٪ یک تکرار بیشینه گزارش کرده‌اند؛ اما نری و همکارانش [۱۷] افزایش فشارخون در فعالیت مقاومتی تا سر حد خستگی را در گروه با شدت 1RM ۴۰٪ بیشتر از گروه فعالیت با شدت 1RM ۹۰٪ گزارش کردند. همچنین مطالعات انجام‌شده بر روی تغییرات ضربان قلب پس از یک جلسه فعالیت مقاومتی نتایج متفاوتی را نشان می‌دهند، به‌طوری‌که بعضی افزایش [۱۳، ۱۸] و بعضی دیگر عدم‌تغییر [۱۲، ۱۹] ضربان قلب را گزارش کرده‌اند.

عواملی از قبیل فاصله عضلات اسکلتی فعال از قلب، واکنش‌های عروقی متفاوت، نوع تارهای عضلانی پاها و دست‌ها و فشارهای همودینامیک و متابولیکی بیشتر به‌واسطه حجم توده عضلانی فعال، ممکن است بر پاسخ فشارخون به فعالیت ورزشی تأثیرگذار باشد [۲۰]. به‌دلیل تفاوت توده عضلانی بالاتنه و پایین‌تنه در حرکات مختلف فعالیت مقاومتی، ممکن است تمرین با شدت نسبی یکسان، منجر به تحریک بیشتر در میزان سوخت‌وساز مطلق، تولید و رهاسازی متابولیت‌ها و یون‌ها در حرکات با توده عضلانی بیشتر شود [۲۱].

پارامترهای تعیین‌کننده یک مدل تمرین مقاومتی شامل تعداد ایستگاه‌ها، مقدار وزنه، تعداد تکرارها، دوره‌های استراحت بین نوبت‌ها و ایستگاه‌ها می‌باشد [۲۲]. این پارامترها در انواع مختلف دوره‌های تمرینات مقاومتی قدرتی، هایپرتروفی و قدرتی-استقامتی که منجر به بهبود بخش‌های مختلف سیستم عصبی عضلانی (مانند هایپرتروفی عضلانی، حداکثر قدرت) می‌شود، متفاوت می‌باشد و به‌نظر می‌رسد تغییر در هر یک از این پارامترها منجر به پاسخ متفاوت همودینامیکی در افراد شود. پاسخ فشارخون و ضربان قلب به‌شدت، مدت، حجم و حرکات مختلف تمرین مقاومتی تاکنون به‌خوبی روشن نشده

شدت ۶۰٪ حداکثر ضربان قلب انجام شد. در مرحله دوم برای گرم کردن اختصاصی، آزمودنی‌ها برای هر حرکت یک نوبت ۱۰ تکراری با ۴۰٪ مقدار وزنه‌ای که به‌عنوان 1-RM فرد تخمین زده شده بود را انجام دادند.

بعد از مرحله گرم کردن آزمون اصلی شروع و برای انجام هر حرکت ۷۰٪ همان وزنه اولیه در اختیار آزمودنی قرار گرفت و تا زمانی که قادر به تکرار حرکت نبودند حرکت را ادامه دادند. تعداد تکرار و مقدار وزنه در طول اجرای آزمون برای هر یک از حرکات ثبت شد. در پایان برای تعیین 1-RM برای حرکت مورد نظر از فرمول ۱ استفاده شد [۲].

فرمول ۱:

$$[(\text{تعداد تکرار}) \cdot 0.278 - 1/0.278] / \text{مقدار وزنه} = 1\text{-RM}$$

آزمودنی‌ها در چهار جلسه مجزا به آزمایشگاه مراجعه نمودند. در جلسه اول با محیط و نحوه اجرای مراحل مختلف آزمون آشنا شدند و قد (با قد سنج Seca با دقت ۰/۱ سانتی‌متر)، وزن (با ترازوی دیجیتالی Seca با دقت ۰/۰۱ کیلوگرم)، درصد چربی بدن (با استفاده از کالیپر چربی‌سنج Yagami و روش برآورد سه‌نقطه‌ای ران، شکم و سینه جکسون-پولاک) و حداکثر قدرت آزمودنی‌ها (آزمون 1-RM) اندازه‌گیری شد.

در جلسات دوم، سوم و چهارم که هر کدام به فاصله یک هفته و در ساعت ۸ صبح و به حالت ناشتا انجام شد، آزمودنی‌ها بعد از مراجعه به باشگاه ۲۰ دقیقه به حالت نشسته استراحت کردند و سپس اندازه‌گیری فشارخون و ضربان قلب استراحت توسط دستگاه فشارسنج (اومرون R1، شرکت اومرون^۱، آلمان) انجام گردید. آزمودنی‌ها در هر جلسه ابتدا گرم کردن عمومی و خصوصی را مشابه با جلسه تعیین 1-RM و به مدت ۱۵ دقیقه انجام دادند و پس از ۲ دقیقه استراحت یکی از سه پروتکل مختلف فعالیت مقاومتی (قدرتی، هایپرتروفی و قدرتی-استقامتی) که از قبل و به‌صورت تصادفی برای آنها تعیین شده

است و بیشتر مطالعات یک مدل جداگانه را بررسی کرده‌اند. از این‌رو هدف مطالعه حاضر تعیین تأثیر پروتکل‌های مختلف فعالیت مقاومتی و حرکات مختلف پروتکل مقاومتی هایپرتروفی بر فشارخون و ضربان قلب مردان جوان می باشد.

روش بررسی

آزمودنی‌های این تحقیق ۱۲ مرد سالم (میانگین و انحراف معیار، سن ۲۵/۲±۲/۲ سال، وزن ۷۶/۱±۶/۹ کیلوگرم، قد ۱۷۶±۶/۹ سانتی‌متر و درصد چربی ۱۲/۲±۳/۹) و براساس مصاحبه دقیق، آشنا به تمرینات با وزنه بودند که از طریق اطلاعیه برای شرکت در این تحقیق دعوت شدند. جهت تعیین سطح سلامت و فعالیت بدنی از آزمودنی‌ها خواسته شد که پرسشنامه مربوط به سطح سلامت و فعالیت بدنی را تکمیل نمایند. با توجه به اطلاعات به‌دست آمده از پرسشنامه و گفته‌های شخصی افرادی که سابقه بیماری‌های قلبی - عروقی، فشارخون، دیابت، مصرف سیگار و یا استفاده از داروی خاصی را داشتند، شناسایی و از فهرست داوطلب‌های شرکت در پژوهش حذف شدند. قبل از شرکت آزمودنی‌ها در تحقیق، مراحل مختلف کار به‌صورت کتبی در اختیار آزمودنی‌ها قرار داده شد و در پایان از آزمودنی‌ها خواسته شد که فرم رضایت‌نامه شرکت در تحقیق را (بعد از مطالعه کامل جزئیات) امضاء کنند. از آزمودنی‌ها خواسته شد حداقل ۴۸ ساعت قبل از آزمون ورزشی از انجام هرگونه فعالیت سنگین و نیز مصرف مواد غذایی حاوی کافئین خودداری کنند. همچنین جهت کنترل اثر رژیم غذایی بر نتایج تحقیق، از آنها خواسته شد تا وعده‌های غذایی روز قبل از آزمون را ثبت نمایند و سعی کنند روز قبل از آزمون در هر سه جلسه فعالیت ورزشی، مواد غذایی یکسانی را مصرف کنند. تمام آزمودنی‌ها این اختیار را داشتند که در هر زمان از ادامه تحقیق انصراف خود را اعلام نمایند.

تعیین حداکثر قدرت (1-RM): قبل از شروع آزمون،

آزمودنی‌ها در دو مرحله گرم کردن عمومی و اختصاصی شرکت کردند. گرم کردن عمومی بر روی تردمیل و به مدت ۵ دقیقه با

1. Omron

جدول ۱- فشارخون سیستولی، دیاستولی و متوسط شریانی در سه پروتکل فعالیت مقاومتی (میانگین \pm انحراف معیار)

	قدرتی (n=۱۲) - استقامتی		هایپرتروفی (n=۱۲)		قدرتی (n=۱۲)	
	قبل	بعد	قبل	بعد	قبل	بعد
فشارخون سیستولی	۱۱۵/۸۳ \pm ۱۲/۲۹	۱۳۳/۳۳ \pm ۲۰/۹۸	۱۱۷/۸۳ \pm ۱۱/۴	۱۳۴/۰۸ \pm ۱۷/۶۵	۱۱۷/۱۲ \pm ۴۲/۴۶	۱۳۳/۳۳ \pm ۱۴/۹۳
فشارخون دیاستولی	۷۲/۷۵ \pm ۶/۶	۷۱ \pm ۲۲/۱۲	۷۶ \pm ۱۴/۱۱	۶۶/۱۷ \pm ۹/۹۷	۶۷/۷۵ \pm ۱۱/۹۹	۶۷/۷۵ \pm ۱۱/۹۹
فشارخون متوسط	۸۷/۱۰ \pm ۶/۸۹	۹۱/۳۸ \pm ۱۷/۴۳	۸۹/۹۴ \pm ۱۲/۵۷	۸۸/۸۰ \pm ۹/۴۳	۸۶/۷۴ \pm ۹/۴۱	۸۹/۶۰ \pm ۸/۱۹

علامت * نشانه تفاوت معنی‌دار بین مقدار قبل و بعد از هر پروتکل

به پروتکل‌های مختلف فعالیت مقاومتی از تحلیل واریانس دوطرفه مکرر 2×3 (و جهت از بین رفتن تفاوت‌های بین فردی از یک گروه ۱۲ نفره در هر سه پروتکل استفاده شد) و در صورت معنی‌دار بودن تحلیل واریانس از آزمون بانفرونی جهت تعیین محل تفاوت و مقایسه زوج‌ها استفاده شد. همچنین جهت مقایسه داده‌های مربوط به حرکات مختلف در جلسه هایپرتروفی از تحلیل واریانس مکرر استفاده گردید. سطح معنی‌داری برای تمام تحلیل‌های آماری ($p < 0.05$) در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج به‌دست‌آمده از اندازه‌گیری فشارخون سیستول (SBP)، دیاستول (DBP) و متوسط شریانی (MAP) قبل و بعد از اجرای پروتکل‌های مختلف فعالیت مقاومتی به‌صورت میانگین محاسبه و در جدول ۱ ارائه شده‌اند.

آنالیز آماری داده‌ها تفاوت معنی‌داری را بین پاسخ SBP ($p = 0.997$ و $F_{2,22} = 0.003$)، DBP ($p = 0.432$) و MAP ($F_{2,22} = 0.872$ و $p = 0.633$) و $p = 0.466$) به سه نوع پروتکل فعالیت مقاومتی نشان نداد؛ اما صرف نظر از نوع فعالیت مقاومتی، SBP در پاسخ به فعالیت مقاومتی افزایش معنی‌داری داشت ($F_{1,11} = 20.33$ و $p = 0.001$) در حالی که DBP ($F_{1,11} = 2.52$ و $p = 0.141$) و MAP ($F_{1,11} = 0.638$ و $P = 0.441$) تغییرات معنی‌داری را در پاسخ به فعالیت مقاومتی نشان ندادند.

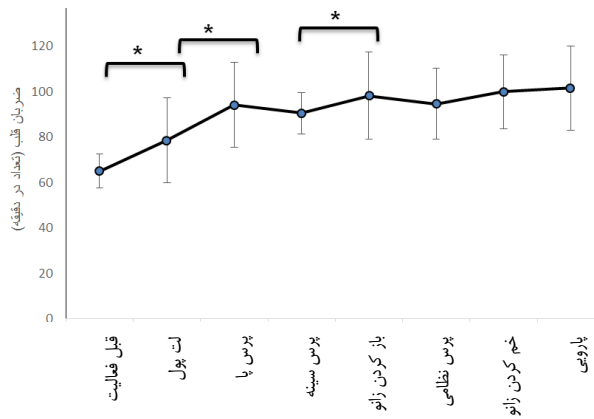
بود را اجرا کردند. بلافاصله پس از اتمام فعالیت در حالت نشسته فشارخون و ضربان قلب آزمودنی‌ها گرفته شد.

پروتکل‌های مقاومتی شامل: ۱- پروتکل حداکثر قدرت^۱: (۳ نوبت، (۴-۵) تکرار با 1-RM ۸۵٪ و ۳ دقیقه استراحت بین نوبت‌ها و حرکات)، ۲- پروتکل هایپرتروفی^۲: (۳ نوبت، ۱۰ تکرار با 1-RM ۷۰٪ و ۲ دقیقه استراحت بین نوبت‌ها و حرکات)، ۳- پروتکل قدرتی - استقامتی^۳: (۳ نوبت، ۱۵ تکرار با 1-RM ۵۵٪ و ۱ دقیقه استراحت بین نوبت‌ها و حرکات) بود. در هر یک از پروتکل‌های ورزشی مقاومتی هفت حرکت ورزشی شامل: لت پول^۴، پرس پا^۵، پرس سینه^۶، اکستنشن (باز کردن) زانو^۷، پرس نظامی^۸، فلکشن (خم کردن) زانو^۹ و پارویی^{۱۰} انجام شد [۱۷]. در پروتکل هایپرتروفی بعد از اتمام هر حرکت میزان فشارخون و ضربان قلب به حالت نشسته گرفته شد. کلیه شرایط محیطی از لحاظ درجه حرارت، دستگاه‌ها، زمان اجرا و طول دوره یکسان بود.

برای بررسی تأثیر حرکات مختلف فعالیت مقاومتی بر عوامل همودینامیک، در جلسه هایپرتروفی بعد از انجام هر حرکت عوامل همودینامیک اندازه‌گیری شدند.

از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف جهت تعیین طبیعی بودن توزیع داده‌ها استفاده شد و برای مقایسه داده‌های مربوط

1. Maximal Strength Protocol
2. Muscular Hypertrophy protocol
3. Strength Endurance protocol
4. Latissimus pull down
5. Leg Press
6. Bench Press
7. Leg Extension
8. Military Press
9. Leg Flexion
10. Rowing



نمودار ۳- میانگین ضربان قلب قبل و بعد از هفت حرکت مختلف پروتکل هایپرتروفی (n=۱۲)

علامت * نشانه تفاوت معنی دار بین حرکات مختلف پروتکل

حرکات دیگر هیچ گونه تفاوتی مشاهده نشد (نمودار ۱).

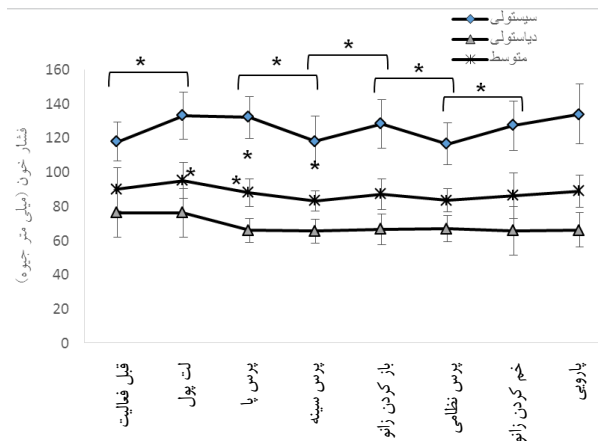
آنالیز آماری داده‌ها نشان داد پاسخ ضربان قلب به سه پروتکل فعالیت مقاومتی تفاوت معنی داری داشت ($p < 0.001$) و $F_{2,18} = 12.43$. آزمون تعقیبی نشان داد تفاوت معنی داری بین پروتکل قدرتی با دو پروتکل دیگر هایپرتروفی و قدرتی-استقامتی وجود دارد ($p = 0.002$) (نمودار ۲).

آنالیز واریانس مکرر داده‌های ضربان قلب برای هفت حرکت هایپرتروفی حاکی از تفاوت معنی داری بین قبل و بعد از حرکت لت پول ($p = 0.01$)، حرکت لت پول و پرس پا ($p = 0.009$) و نیز حرکت پرس سینه با باز کردن زانو ($p = 0.039$) بود (نمودار ۳).

بحث و نتیجه گیری

یکی از یافته‌های پژوهش حاضر این بود که هر سه پروتکل مقاومتی (قدرتی، هایپرتروفی و قدرتی-استقامتی) باعث افزایش معنی دار SBP می‌شوند که با اکثر پژوهش‌های قبلی موافق می‌باشد. در واقع با شروع فعالیت مقاومتی افزایش تحریک سمپاتیک، کاتکولامین‌های پلاسما و کاهش فعالیت پاراسمپاتیک موجب افزایش فشارخون شده و با افزایش شدت فعالیت بیشتر می‌گردد [۲۳].

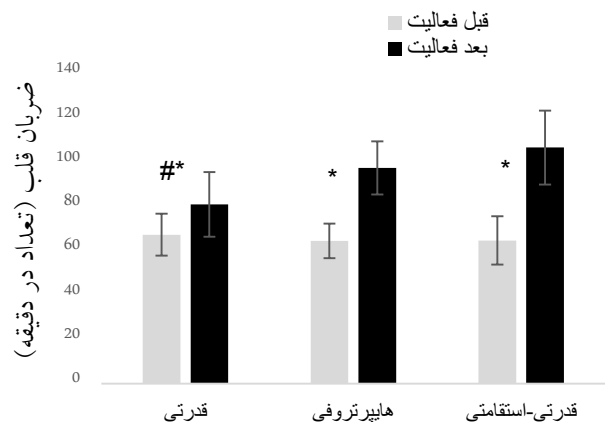
در پژوهش حاضر اختلاف معنی داری بین پروتکل‌های مختلف فعالیت مقاومتی بر پاسخ SBP، DBP و MAP



نمودار ۱- میانگین فشارخون سیستولی، دیاستولی و متوسط شریانی، قبل و بعد از هفت حرکت مختلف پروتکل هایپرتروفی (n=۱۲)

علامت * نشانه تفاوت معنی دار بین حرکات مختلف پروتکل

نتایج آماری آنالیز واریانس مکرر نشان داد، پاسخ SBP در شش حرکت هایپرتروفی حاکی از تفاوت معنی داری بین قبل و بعد از حرکت لت پول ($p = 0.001$)، حرکت پرس پا با حرکت پرس سینه ($p = 0.001$)، حرکت پرس سینه با حرکت باز کردن زانو ($p = 0.018$)، حرکت باز کردن زانو با حرکت پرس نظامی ($p = 0.004$) و نیز حرکت پرس نظامی با حرکت خم کردن زانو ($p = 0.005$) بود؛ اما پاسخ DBP فقط در حرکت لت پول با حرکت پرس پا تفاوت معنی داری را نشان داد ($p = 0.05$) اما بین حرکات دیگر هیچ تفاوتی مشاهده نشد. همچنین پاسخ MAP در پروتکل هایپرتروفی حاکی از تفاوت معنی داری بین حرکت پرس پا با حرکت پرس سینه ($p = 0.02$) بود؛ اما بین



نمودار ۲- میانگین (\pm انحراف معیار) ضربان قلب در قبل و بعد از فعالیت مقاومتی در سه پروتکل (n=۱۲)

علامت * نشانه تفاوت معنی دار بین قبل و بعد از فعالیت و علامت # نشانه تفاوت معنی دار پروتکل قدرتی با دو پروتکل دیگر

میلی‌متر جیوه بود که از مقدار سطح احتیاط کالج پزشکی ورزشی آمریکا کمتر می‌باشد و این افزایش محتمل به ایجاد خطر چندانی نمی‌گردد.

نتایج این پژوهش نشان داد که حرکت لت پول، اکستنشن زانو، فلکشن زانو و پارویی در پروتکل هایپرتروفی باعث افزایش MAP، SBP و بدون تغییر یا کمی کاهش DBP می‌شود و حرکت پرس سینه و پرس نظامی باعث کاهش SBP، MAP و بدون تغییر یا کمی افزایش DBP می‌شود. طبق بررسی‌های ما تاکنون مطالعه‌ای پاسخ فشارخون به حرکات مختلف یک پروتکل مقاومتی را مورد مقایسه قرار نداده است. بر اساس دانش ما پس از اجرای یک حرکت مقاومتی فشارخون افزایش می‌یابد و این افزایش به دلیل تحریک عصبی، شیمیایی و عضلانی گیرنده‌های موجود در رگ‌ها و ترشح هورمون‌های تحریک‌کننده افزایش فشارخون، مانند کاتکولامین‌ها است.

طبق نتایج و نمودار مربوط به فشارخون در طی فعالیت‌های مختلف مشاهده می‌شود فشارخون سیستولی و فشارخون متوسط در حرکات مربوط به اندام‌های بزرگ‌تر افزایش بیشتری نسبت به حرکات مربوط به اندام‌های کوچک‌تر نشان می‌دهند. این افزایش بیشتر را شاید بتوان ناشی از بزرگ‌تر بودن بافت عضلانی و واحدهای حرکتی درگیر و نیاز بیشتر بافت عضله به خون در این حرکات دانست [۵]. بافت عضله بزرگ‌تر موجب اثر بیشتر بر تحریک و رهاسازی عوامل تحریکی افزایش‌دهنده فشارخون می‌گردد. نمودارهای مربوط به فشارخون نشان‌دهنده افزایش پیش‌رونده‌ای در فشارخون کلی بدن نمی‌باشند و علت اصلی آن را شاید بتوان فاصله زمانی بین نوبت‌ها دانست که در پروتکل هایپرتروفی ۲ دقیقه بین نوبت‌ها بوده است و به نظر می‌رسد این زمان برای برگشت به حالت اولیه عوامل عصبی و هورمونی تا حدودی مناسب بوده است و اثر تجمعی بر روی عوامل تحریکی فشارخون نداشته است.

از مهم‌ترین یافته‌های پژوهش حاضر وجود تفاوت معنی‌دار در افزایش ضربان قلب پس از پروتکل هایپرتروفی و قدرتی-استقامتی نسبت به پروتکل قدرتی بود که با پژوهش فوربرگ و

مشاهده نگردید که با نتایج فوربرگ و همکاران [۴]، بیارناسون ورنس و همکاران [۲۴] و اراضی و همکاران [۲۵] مخالف بود. این مطالعات گزارش کردند فعالیت مقاومتی با تکرارهای بالا و بار کم (>10 تکرار) بیشتر از فعالیت‌های مقاومتی با تکرار کم (<10 تکرار) و بار زیاد موجب افزایش فشارخون می‌شود. همچنین لاموته و همکاران [۲۲] پیشنهاد دادند که برای اجتناب از افزایش نامطلوب فشارخون در بزرگسالان باید از تکرارهای کمتر از ۱۰ و شدت یا بار بیشتر استفاده نمود.

در واقع با افزایش تعداد تکرارهای یک حرکت با وزنه (با شدت‌های مختلف) به میزان عضلات و واحدهای حرکتی درگیر در فعالیت افزوده‌شده و منجر به افزایش تنش و درنهایت فشارخون سیستولی می‌شود [۵]. چنانچه فوچت و کولتن [۱۶] افزایش فشارخون را تنها پس از فعالیت با شدت 80% 1RM نسبت به شدت 50% 1RM گزارش کرده‌اند و تنش عضلانی بیشتر را علت اصلی این افزایش دانستند؛ اما اراضی و همکاران [۲۵] با اجرای سه پروتکل فعالیت مقاومتی با حجم کل یکسان و شدت‌های 40% ، 60% و 80% 1RM در اندم بالاتنه گزارش کردند فشارخون در گروه با شدت 80% کمتر از دو شدت دیگر افزایش یافته است. همچنین لاموته و همکاران [۲۲] گزارش کردند پس از فعالیت با شدت 40% نسبت به فعالیت با شدت 70% فشارخون سیستولی بیشتر افزایش یافت و دلیل آن را تعداد تکرار بیشتر پروتکل با شدت و بار کمتر دانست.

در پی مقایسه انواع تمرینات مقاومتی دو مطالعه تقی زاده و همکاران [۸] و اکبری نیا و همکاران [۷] که پاسخ فشارخون به فعالیت درون‌گرا و برون‌گرا با دستگاه آیزوکنیتیک را مورد بررسی قرار داده‌اند افزایش بلافاصله فشارخون پس از فعالیت را گزارش کرده‌اند. در پژوهش تقی زاده افزایش در عوامل همودینامیکی در انقباض‌های درون‌گرا بیشتر از انقباض‌های برون‌گرا گزارش شده است درحالی‌که اکبری نیا افزایش در عوامل همودینامیکی را وابسته به نوع انقباض گزارش نکرد. در پژوهش حاضر فشارخون سیستولی پس از سه پروتکل قدرتی، هایپرتروفی و قدرتی استقامتی به ترتیب 134 ، 133 و 132

می‌گردد که موجب افزایش سریع فشارخون و افزایش بیشتر فشار بر بطن چپ می‌گردد. این افزایش با شدت فعالیت ارتباط مستقیمی دارد و فوکت و کولتن افزایش فشارخون را تنها پس از شدت بالاتر (۸۰٪) گزارش کردند؛ اما در پژوهش حاضر شدت پروتکل قدرتی که RM-۸۵۱ بود افزایش بیشتری نسبت به دو پروتکل دیگر با شدت‌های ۷۰٪ و ۵۵٪ در میزان فشارخون و ضربان قلب ایجاد نکرد که می‌توان نتیجه گرفت در افزایش عوامل همودینامیکی تعداد تکرارها و زمان بین نوبت‌ها مهم‌تر از شدت تمرین می‌باشد.

تعداد تکرار بیشتر، موجب زمان فعالیت بیشتر و تولید متابولیت‌های بیشتر می‌گردد و گیرنده‌های شیمیایی حساس به غلظت متابولیتی مانند لاکتات و یون هیدروژن و همچنین گیرنده‌های مکانیکی (دوک عضله و اندام وتری گلژی) سبب افزایش فشارخون و ضربان قلب می‌شوند [۲۸].

حرکات فعالیت مقاومتی هایپرتروفی باعث تفاوت معنی‌داری بین قبل و بعد از حرکت لت پول، حرکت لت پول و پرس پا و نیز حرکت پرس سینه با باز کردن زانو در ضربان قلب شد. پژوهش محبی و همکاران [۲۹] نشان داد در پاسخ عوامل همودینامیکی به فعالیت‌های مقاومتی بین عضلات بالاتنه، پایین‌تنه و کل بدن تفاوت معنی‌داری وجود ندارد و هوانلو و همکاران [۳۰] در مطالعه‌ای بر روی عوامل همودینامیکی با کارسنج پایی و دستی گزارش کردند ضربان قلب پس از فعالیت با کارسنج پایی بیشتر از کارسنج دستی بود اما این تفاوت معنی‌دار نبود. افزایش ضربان قلب بعد از حرکت لت پول نسبت به قبل آن یک اتفاق کاملاً طبیعی و در اثر افزایش بار وارده به بدن می‌باشد، اما افزایش بیشتر ضربان قلب در ادامه آن در حرکت پرس پا را شاید بتوان به اندازه بافت عضلانی و درگیری سیستم عصبی بزرگ‌تر و طبیعتاً متابولیسم بی‌هوازی بیشتر این عضله دانست؛ بنابراین به‌نظر می‌رسد اثرات متفاوت حرکات تمرین مقاومتی بر فشارخون و ضربان قلب بلافاصله پس از فعالیت با مقدار بافت عضلانی درگیر، تحریک بیشتر دستگاه عصبی و هورمونی و تولید متابولیت‌های

همکاران [۴] که گزارش کردند تمرین با 1RM ۷۵٪ در کودکان می‌تواند موجب دستیابی به یک افزایش نسبی در فشارخون و ضربان قلب شود و همچنین نشان دادند ۳۰ تکرار با ۳۵ تا 1RM ۴۰٪ ضربان قلب را بیشتر از ۵ تکرار با ۸۵ تا 1RM ۹۰٪ افزایش می‌دهد (۱۴۷ ضربه در برابر ۱۳۴ ضربه در دقیقه) موافق است. این نتایج همچنین با پیشنهاد ویلیامز و همکاران [۲۶] برای افراد با بیماری‌های قلبی که بیان نمودند برای جلوگیری از افزایش نامطلوب فشارخون و ضربان قلب (که ممکن است موجب بروز علائم ایسکمی عضله قلبی شود)، سطح مقاومت و بار باید کاهش یابد و تعداد تکرارها افزایش یابد، مخالف است.

مدت زمان طولانی‌تر فعالیت، تعداد تکرار بالاتر و مدت زمان استراحت کمتر بین نوبت‌ها شاید از علل اصلی افزایش بیشتر ضربان قلب باشد. از آنجاکه در مطالعه لاموته مقدار وزنه‌های جابه‌جا شده در هر دو پروتکل شدید و متوسط یکسان‌سازی شده است و افزایش بیشتر فشار خون پس از فعالیت با شدت ۴۰٪ نسبت به فعالیت با شدت ۷۰٪ را گزارش کرده اند، به‌نظر می‌رسد یکی دیگر از علل وجود تفاوت در افزایش ضربان قلب را می‌توان به مقدار کل کار انجام‌شده دانست که طبق تکرارهای انجام‌شده در پروتکل هایپرتروفی و قدرتی-استقامتی مقدار کل کار بیشتر می‌باشد. همچنین عدم تفاوت معنی‌دار بین پاسخ ضربان قلب در دو پروتکل هایپرتروفی و قدرتی-استقامتی را می‌توان مقدار کل کار تقریباً یکسان نسبت داد که موجب ایجاد استرس و ترشح هورمونی مشابه می‌شوند.

در پروتکل‌های هایپرتروفی و قدرتی-استقامتی تنش و شدت کم برای یک مدت طولانی‌تر عامل اصلی فعال‌سازی بیشتر متابولیسم بی‌هوازی نسبت به پروتکل قدرتی است، از این رو پاسخ‌های هورمونی و همودینامیکی (نظیر ضربان قلب که یکی از مهم‌ترین این عوامل می‌باشد) برای جبران و بازسازی ذخایر انرژی، بزرگ‌تر می‌باشد [۲۷].

فعالیت‌های ورزشی مقاومتی موجب یک افزایش در ضربان و برون‌ده قلبی بدون کاهش در مقاومت عروق محیطی

بیشتر در عضلات بزرگ‌تر در ارتباط باشد.

با افزایش زمان بین نوبت‌ها نسبت به افزایش تعداد تکرارها با شدت کمتر فعالیت و زمان کمتر بین نوبت‌ها ایمن‌تر می‌باشد. همچنین حرکات مختلف با وزنه میزان فشارخون و ضربان قلب را به‌طور متفاوتی تغییر می‌دهند و عضلات حجیم‌تر موجب پاسخ بزرگتری در عوامل همودینامیکی می‌شوند.

به‌طور کلی پژوهش حاضر نشان داد که افزایش در تعداد تکرارها و کاهش زمان بین نوبت‌ها نسبت به افزایش شدت فعالیت، موجب افزایش بزرگ‌تری در عوامل همودینامیک (به خصوص ضربان قلب) می‌گردد و به‌نظر می‌رسد در تجویز فعالیت مقاومتی برای افراد کم‌توان جسمی و بیماران با محدودیت دستگاه قلبی عروقی جهت جلوگیری از افزایش نامطلوب فشارخون (سطح احتیاط برای فشارخون سیستولی ۲۲۵ میلی‌متر جیوه) و ضربان قلب، افزایش شدت فعالیت همراه

تشکر و قدردانی

از تمام آزمودنی‌ها که در انجام این پژوهش شرکت نمودند، تقدیر و تشکر می‌شود.

References

- Cardoso CG, Jr., Gomides RS, Queiroz AC, Pinto LG, da Silveira Lobo F, Tinucci T, et al. Acute and chronic effects of aerobic and resistance exercise on ambulatory blood pressure. *Clinics*. 2010;65(3):317-325.
- Gomides RS, Dias RM, Souza DR, Costa LA, Ortega KC, Mion D, Jr., et al. Finger blood pressure during leg resistance exercise. *International journal of sports medicine*. 2010;31(8):590-395.
- Cornelissen VA, Fagard RH. Effect of resistance training on resting blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of hypertension*. 2005;23(2):251-259.
- Forberg SI, Storen O, Fredriksen PM. Blood pressure during leg extension in children. *International journal of sports medicine*. 2012;33(10):802-806.
- MacDougall JD, Tuxen D, Sale DG, Moroz JR, Sutton JR. Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *J Appl Physiol* 1985;58(3):785-790.
- Pratley R, Nicklas B, Rubin M, Miller J, Smith A, Smith M, et al. Strength training increases resting metabolic rate and norepinephrine levels in healthy 50- to 65-yr-old men. *J Appl Physiol* 1994;76(1):133-137.
- Akbarinia A, Ahmadizad S, Ebrahim K, Basami M, Shemshaki A, Karami R. Effects of different types of isokinetic contraction on hemodynamic parameters in men. *Modern Rehabilitation*. 2013;7(2):61-69. [Persian]
- Taghizadeh M, Ahmadizad S, Hovanloo F, Akbarinia A. Hemodynamic changes in response to concentric and eccentric isokinetic contractions and subsequent recovery period. *Iranian journal of cardiovascular nursing*. 2013;2(2):48-56. [Persian]
- Mohebbi H, Rezaei H. Hemodynamic responses after resistance, aerobic and concurrent exercise in untrained, overweight young men. *Journal of Shahid Sadoughi University of medical sciences and health services*. 2014;22(1):989-1001. [Persian]
- Raglin JS, Turner PE, Eksten F. State anxiety and blood pressure following 30 min of leg ergometry or weight training. *Medicine and science in sports and exercise*. 1993;25(9):1044-1048.
- Roltsch MH, Mendez T, Wilund KR, Hagberg JM. Acute resistive exercise does not affect ambulatory blood pressure in young men and women. *Medicine and science in sports and exercise*. 2001;33(6):881-886.
- Polito MD, Simão R, Senna GW, Farinatti PdTV. Hypotensive effects of resistance exercises performed at different intensities and same work volumes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2003;9(2):74-77.
- Rezk CC, Marrache RC, Tinucci T, Mion D, Jr., Forjaz CL. Post-resistance exercise hypotension, hemodynamics, and heart rate variability: influence of exercise intensity. *European journal of applied physiology*. 2006;98(1):105-112.
- Simao R, Fleck SJ, Polito M, Monteiro W, Farinatti P. Effects of resistance training intensity, volume, and session format on the postexercise hypotensive response. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*. 2005;19(4):853-858.
- Forjaz CL, Cardoso CG, Jr., Rezk CC, Santaella DF, Tinucci T. Postexercise hypotension and hemodynamics: the role of exercise intensity. *The Journal of sports medicine and physical fitness*. 2004;44(1):54-62.
- Focht BC, Koltyn KF. Influence of resistance exercise of different intensities on state anxiety and blood pressure. *Medicine and science in sports and exercise*. 1999;31(3):456-463.
- de Souza Nery S, Gomides RS, da Silva GV, de Moraes Forjaz CL, Mion D, Jr., Tinucci T. Intra-arterial blood pressure response in hypertensive subjects during low- and high-intensity resistance exercise. *Clinics*. 2010;65(3):271-277.
- de Tarso Veras Farinatti P, Nakamura FY, Polito MD. Influence of recovery posture on blood pressure and heart rate after resistance exercises in normotensive subjects. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*. 2009;23(9):2487-2492.
- Polito MD, Rosa CC, Schardong P. Acute cardiovascular responses on knee extension at different performance modes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2004;10(3):173-176.

20. de Almeida W, de Jesus Lima L, da Cunha R, Simões H, Nakamura F, Campbell CG. Post-exercise blood pressure responses to cycle and arm-cranking. *Science & Sports*. 2010;25(2):74-80.
21. MacDonald JR, MacDougall JD, Hogben CD. The effects of exercising muscle mass on post exercise hypotension. *Journal of human hypertension*. 2000;14(5):317-320.
22. Lamotte M, Niset G, van de Borne P. The effect of different intensity modalities of resistance training on beat-to-beat blood pressure in cardiac patients. *European journal of cardiovascular prevention and rehabilitation : official journal of the European Society of Cardiology, Working Groups on Epidemiology & Prevention and Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology*. 2005;12(1):12-17.
23. Arazi H, Afkhami M. Effects of acute resistance exercise on blood pressure and pain threshold in type 2 diabetic overweight patients. *Knowledge and health*. 2013;8(2):57-61. [Persian]
24. Bjarnason-Wehrens B, Mayer-Berger W, Meister ER, Baum K, Hambrecht R, Gielen S, et al. Recommendations for resistance exercise in cardiac rehabilitation. Recommendations of the German Federation for cardiovascular prevention and rehabilitation. *European journal of cardiovascular prevention and rehabilitation : official journal of the European Society of Cardiology, Working Groups on Epidemiology & Prevention and Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology*. 2004;11(4):352-361.
25. Damirchi A, Arazi H, Mehrabani J, Afkhami M. Effect of three intensities of upper limb resistance exercise on pain threshold and perception, blood pressure and heart rate in non-athlete young men. *Medical journal of Mashad University of medical sciences*. 2013;56(1):47-55. [Persian]
26. Williams MA, Haskell WL, Ades PA, Amsterdam EA, Bittner V, Franklin BA, et al. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation*. 2007;116(5):572-584.
27. Smiliotis I, Piliandis T, Karamouzis M, Tokmakidis SP. Hormonal responses after various resistance exercise protocols. *Medicine and science in sports and exercise*. 2003;35(4):644-654.
28. Lamotte M, Chevalier A, Jamon A, Brassine E, Van de Borne P. Hemodynamic response of an isokinetic testing and training~ session. *Isokinetics and exercise science*. 2009;17(3):135-143.
29. Mohebbi H, Rohani H, Ghiasi A. Post-exercise responses in blood pressure, heart rate and double product in upper, lower limbs and whole body resistance exercise. *Olympic quarterly*. 2013;21(2):45-58. [Persian]
30. Havanloo F, Ahmadizad S, Mardani A, Sahami M. Effect of upper and lower body exercises on cardiovascular, metabolic and hematologic factors. *Scientific journal of Kurdistan University of medical sciences*. 2013;18(2):86-96. [Persian]

Response of blood pressure and heart rate to various protocols and different movements of resistance exercise

Ebrahimi H¹, *Ahmadizad S², Matin Homaei H³, Javidi M⁴

Abstract

Background: Resistance training is suggested for adults in order to improve physical fitness and overall health. The aim of present study was to compare the responses of blood pressure and heart rate to various protocols and different movements of resistance exercise.

Materials and methods: A sample of 12 healthy males (age: 25.2 ± 2.2 years) performed three resistance exercise protocols including maximal strength (three sets of five repetition at 85% of 1-RM), hypertrophy (three sets of 10 repetition at 70% of 1-RM), and strength-endurance (three sets of 15 repetition at 55% of 1-RM) in three separate sessions. Blood pressure and heart rate were measured before and immediately after resistance exercise in all sessions, and after each movement in hypertrophy protocol. Data were analyzed by using repeated measures of analysis of variance (ANOVA).

Results: Although the systolic blood pressure increased significantly after the three resistance exercise trails ($p=0.001$), no significant differences were observed among the three protocols. However, heart rate increased significantly in response to the three resistance exercise trials; and also significant differences were observed among the three protocols ($p<0.001$). The post-hoc analyses showed that the increase in heart rate in strength protocol was less than two others. A comparison between blood pressure and heart rate after different movements in hypertrophy protocol showed that different movements with weights alter blood pressure and heart rate differently ($p<0.05$).

Conclusion: Based on the findings of present study, it can be concluded that the strength exercise protocol with higher periods of rest between sets and movements increase heart rate less than the hypertrophy and endurance-strength protocols.

Keywords: Blood Pressure, Heart Rate, Resistance Training, Hypertrophy

1. MSc in sport physiology, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2. Associate professor, Department of Exercise Physiology, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran (*Corresponding author) s_ahmadizad@sbu.ac.ir

3. Assistant professor, Department of sport physiology, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

4. PhD student of cardiovascular and respiratory sport physiology, Department of Exercise Physiology, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran