

## A Comparison of the Effects of Three Strength Training Programs with and without Blood Flow Restriction on Strength, Hypertrophy and Mobility Function in Elderly Women

Sharifi Moghadam A<sup>1</sup>, Askari R<sup>2</sup>, Hamedinia M.R<sup>3</sup>, Haghghi A.H<sup>4</sup>

### Abstract

**Purpose:** Considering the increased population of elderly people, performing research on potential interventions to reduce the function drop is of central importance. Therefore, the purpose of this study was to compare the effect of three strength training programs (with and without blood flow restriction and traditional), on strength, hypertrophy and mobility function in elderly women.

**Methods:** 33 elderly women (age ranged 60 -70 years) were selected and randomly divided into three groups: resistance training with blood flow restriction (n= 11), resistance training without blood flow restriction (n= 11) and traditional strength training (n= 11). Functional tests were taken before and after the 12-week training period. One-way repeated-measures ANOVA was used to determine difference between groups. The significance level was set at  $p<0.05$ .

**Results:** There were no significant difference in hand grip strength (measured by hand grip dynamometer), lower body muscle strength (measured by leg extension machine), muscle hypertrophy (measured by anthropometric measures) and functional mobility (measured by TUG test) between groups.

**Conclusion:** All three strength training programs i.e. resistance training with and without blood flow restriction and traditional resistance training have the same effect on muscle mass and strength, and functional mobility of elderly women. Therefore, resistance training with and without blood flow restriction with lower loads, which require less effort and possibly safer are recommended for elderly women.

**Keywords:** Blood flow restriction, Hypertrophy, Elderly, Strength training

Received: 2018.07.17 Accepted: 2019.09.11

مقایسه اثر سه برنامه تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون بر قدرت، هایپرتروفی و عملکرد حرکتی در زنان سالمند

اکرم شریفی مقدم، رویا عسکری، محمدرضا حامدی نیا، امیر حسین حقیقی

**هدف:** با توجه به افزایش جمعیت افراد سالمند، تحقیقات روی مداخله های بالقوه ای که بتواند افت عملکرد را کاهش دهد بسیار حائز اهمیت است، لذا هدف از این مطالعه، مقایسه اثر سه برنامه تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون بر قدرت، هایپرتروفی و عملکرد حرکتی در زنان سالمند بود.

**روش بررسی:** ۳۳ زن سالمند با دامنه سنی ۶۰ تا ۷۰ سال، برای مطالعه انتخاب شدند. آزمودنی ها به طور تصادفی به سه گروه تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون (۱۱ نفر)، تمرین مقاومتی بدون محدودیت جریان خون (۱۱ نفر) و تمرین سنتی (۱۱ نفر) تقسیم شدند. آزمون ها قبل و پس از دوره تمرینی ۱۲ هفته ای گرفته شد. از روش تجزیه و تحلیل واریانس با اندازه گیری مکرر برای بررسی تفاوت بین گروه ها استفاده شد  $p<0.05$ .

**یافته ها:** تفاوت معنی داری بین گروه ها در قدرت پنجه دست (اندازه گیری شده توسط داینامومتر پنجه)، قدرت عضلات پایین تنه (اندازه گیری شده توسط دستگاه باز شدن زانو)، هایپرتروفی عضلانی (اندازه گیری شده با استفاد از اندازه های پیکرسنجی) و تحرک پذیری عملکردی (اندازه گیری شده توسط آزمون بلند شدن و رفتن زمان دار) وجود نداشت ( $p>0.05$ ).

**نتیجه گیری:** هر سه روش تمرین قدرتی با و بدون محدودیت جریان خون و سنتی اثر مشابهی بر قدرت و حجم عضلانی و تحرک پذیری عملکردی زنان سالمند دارد. لذا تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون با بارهای سبک تر که نیاز به تلاش بیشینه کمتری دارند و احتمالاً ایمن تر می باشند، برای زنان سالمند توصیه می شود.

**کلمات کلیدی:** محدودیت جریان خون، هایپرتروفی، سالمندی، تمرینات مقاومتی

**نویسنده مسئول:** اکرم شریفی مقدم، [sharifimoghadam2017@gmail.com](mailto:sharifimoghadam2017@gmail.com) ، ORCID:0000-0002-9239-0389

آدرس: سبزوار، توحید شهر، دانشگاه حکیم سبزواری، دانشکده علوم ورزشی

۱- دکترای گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

۲- استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

۳- استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

۴- دانشیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

## مقدمه

تعداد سالمندان در جهان رو به افزایش می باشد (۱)، به طوری که گفته می شود در ۵۰ سال آینده جمعیت افراد بالای ۶۰ سال جهان تقریباً سه برابر خواهد شد (۲). همچنین، نسبت جمعیت افراد بالای ۶۵ سال اروپا از ۱۷ درصد در سال ۲۰۱۰ به ۳۰ درصد در سال ۲۰۶۰ خواهد رسید (۳). سالمندی، با تغییرات عملکردی و ساختاری، منجر به کاهش پیشرونده قدرت و توده عضلانی و در نتیجه ناتوانی در انجام فعالیت های روزانه، حس استقلال و کیفیت زندگی می شود (۴-۶).

عوامل عصبی (مثل از دست دادن تعداد نرون های حرکتی آلفا) و عوامل مورفولوژیکی (مثل کاهش اندازه و تعداد فیبرهای عضلانی به ویژه نوع دو) و تعامل آن ها با یکدیگر مسئول کاهش در قدرت و توده عضله مرتبط با سن می باشد (۷). کاهش در قدرت و توده عضلانی با افزایش سن، با بیماری های دیابت نوع دو، سرطان، سندرم متابولیک، کاهش تحریک پذیری، ناتوانی و همچنین مرگ و میر همراه می باشد (۸). به دلیل کاهش پیشرونده ی قدرت و توده عضلانی حین سالمندی، تمرین مقاومتی برای حفظ توانایی عملکردی این جمعیت اهمیت داشته و روی توانایی انجام فعالیت های روزانه زندگی اثر معنی داری دارد (۹-۱۰). به عبارتی، تمرین مقاومتی علاوه بر افزایش توده و قدرت، باعث بهبود عملکرد جسمانی افراد سالمند (بهبود سرعت بلند شدن از صندلی و بالا رفتن از پله) می شود (۱۱-۱۲). بر همین اساس دستورالعمل های تمرین مقاومتی برای افراد سالمند ارائه شده است. به عنوان مثال، کالج امریکایی طب ورزش

(ACSM)، شدت بیش از ۶۵ تا ۷۰ درصد یک تکرار

بیشینه را برای ایجاد هایپرتروفی و افزایش توده عضله توصیه می کند (۱۳)، اما استفاده از وزنه های سنگین به ویژه با اختلالاتی در استخوان ها و مفاصل می تواند خطرناک باشد، مخصوصاً چنانچه بدون نظارت کافی صورت پذیرد (۱۸-۱۳). لذا روش های تمرینی جایگزین مورد مطالعه قرار گرفته است (۱۴). از جمله می توان به تمرینات مقاومتی با شدت پایین همراه با محدودیت جریان خون اشاره کرد. شدت در این نوع تمرینات ۲۰ تا ۳۰ درصد یک تکرار بیشینه، همراه با بستن عضله مورد نظر به منظور ایجاد محدودیت جریان خون می باشد (۵). از مکانیسم های پیشنهادی برای سازگاری های ناشی از این نوع تمرین می توان به افزایش غلظت متابولیت ها، افزایش پاسخ های هورمونی، سیگنالینگ درون عضلانی، تورم سلولی و فراخوانی تارهای عضلانی اشاره کرد. برخی تحقیقات نشان می دهد که این نوع تمرینات باعث افزایش مشابهی در قدرت و توده عضلانی در مقایسه با تمرینات مقاومتی سنتی می شود (۴، ۱۹، ۲۰). بنابراین برای افرادی که تمایل به اکتساب عضله بدون انجام تمرین مقاومتی با شدت بالا دارند (مثلاً سالمندان)، تمرینات با محدودیت جریان خون می تواند یک روش تمرینی مناسب برای رسیدن به این هدف باشد (۲۱).

در مطالعه Vechin و همکاران (۵)، ۱۲ هفته تمرین پایین تنه در دو گروه تمرینی با محدودیت جریان خون (چهار ست، با تکرارهای ۱۵-۱۵-۱۵-۳۰ با شدت ۲۰-۳۰ درصد یک تکرار بیشینه (1RM)<sup>۲</sup> و بدون محدودیت

1 American College of Sport Medicine

2 Re-Repetition Maximum

جریان خون بر قدرت، هایپرتروفی عضلانی و تحرک پذیری عملکردی زنان سالمند پرداخته است.

### روش بررسی

آزمودنی‌های تحقیق را زنان شهر مشهد با دامنه سنی ۶۰-۷۰ سال تشکیل دادند. برای تعیین حجم نمونه از نرم افزار  $G^*Power$  استفاده شد. حجم نمونه با در نظر گرفتن یک طرح اندازه‌گیری تکراری با دو مرحله زمانی و سه گروه و اندازه اثر بدست آمده از مطالعات قبلی و نمونه اولیه، برابر با ۰/۲۶ و همبستگی دو مرحله زمانی برابر ۰/۵ تعیین شد، بر همین اساس نتایج نشان داد که کل حجم نمونه لازم برای انجام این تحقیق با سطح معنی‌داری ۰/۰۵ و توان ۰/۷ برابر ۳۳ نمونه می باشد (۱۵). معیارهای ورود عبارت بود از سلامتی جسمی و روانی و توانایی شرکت در برنامه تمرینی. معیارهای خروج نیز عبارت بود از ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی، دیابت، پرفشاری خون، مصرف داروهای خاص، آسیب ارتوپدی و غیبت بیش از سه جلسه در تمرینات. همه آزمودنی‌ها فرم رضایت‌نامه شرکت در طرح تحقیقی را تکمیل نمودند. طرح به صورت یک سویه کور اجرا شد و آزمودنی‌ها به طور تصادفی ساده (بر اساس شماره گذاری هر فرد و تقسیم تصادفی شماره‌ها به سه گروه) به سه گروه: تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون (۱۱ نفر)، تمرین مقاومتی بدون محدودیت جریان خون (۱۱ نفر) و تمرین سنتی (۱۱ نفر) تقسیم شدند. سه آزمودنی طی روند تحقیق به دلیل غیبت بیش از سه جلسه تمرین حذف شدند. دو هفته قبل از شروع برنامه تمرین اصلی، چند جلسه آشنایی با تمرینات با وزنه و آزمون‌ها برگزار و نحوه صحیح اجرای حرکات آموزش داده و تمرین شد.

جهت محدود کردن جریان خون از کش الاستیکی کاربردی محقق ساخته (به عرض هفت سانتی متر برای بالاتنه و عرض پنج سانتی متر برای پایین‌تنه) استفاده شد. شدت فشار کش در تمامی طول دوره تمرینی گروه با محدودیت جریان خون برای هر آزمودنی به صورت ویژه مشخص شد (۳۵-۳۶)، بدین صورت که کش به قسمت پروگزیمال<sup>۱</sup> ران یا بازو بسته شد و همزمان میزان فشار احساس شده توسط آزمودنی بر اساس مقیاس بورگ ۱ تا

جریان خون (چهار ست، ۱۰ تکرار، با شدت ۸۰-۷۰ درصد یک تکرار بیشینه)، باعث افزایش مشابهی در قدرت و توده عضلانی افراد مسن گردید (۵) همچنین در تحقیق Fahs و همکاران (۲۲) روی زنان و مردان سالمند به مدت شش هفته، دو پروتکل تمرینی قدرتی پایین‌تنه با محدودیت جریان خون و بدون محدودیت جریان خون (هر دو با ۳۰ درصد 1RM) افزایش مشابهی در قدرت و توده عضلانی آزمودنی‌ها را نشان داد (۲۲). در حالی که Shimizu و همکاران (۲۳) نشان دادند که چهار هفته تمرین مقاومتی با شدت ۲۰ درصد 1RM با و بدون محدودیت جریان خون باعث افزایش قدرت فقط در گروه با محدودیت جریان خون در افراد مسن گردید (۲۳). البته هنوز توافقی برای بهترین روش اجرای تمرینات با محدودیت جریان خون وجود ندارد. به طوری که به عنوان مثال، بر اساس مقاله مروری Scott و همکاران، برخی تحقیقات از تمرینات با محدودیت جریان خون با برنامه یک ست ۳۰ تکراری و سه ست ۱۵ تکراری (۱۵-۱۵-۱۵-۱۵) برای هر حرکت استفاده کرده‌اند (۲۴)، در حالی که تحقیقات دیگر همه ست‌ها را تا حد خستگی انجام داده‌اند (۲۲، ۱۹). همچنین بسیاری از تحقیقات روی افراد میان‌سال و مسن از برنامه‌های تمرین مقاومتی با شدت بالا (بیشتر از ۸۰ درصد 1RM) استفاده کرده‌اند (۲۷-۲۵) در حالی که توجه کمتری به تمرین مقاومتی با شدت پایین (کمتر از ۴۰ درصد 1RM) و تکرارهای بالا (بیشتر از ۶۰ تکرار) شده است.

لذا، مطالعه ادبیات تحقیق نشان داد که، علی‌رغم سودمندی‌های تمرین مقاومتی برای سالمندان، توافقی برای برنامه تمرین مطلوب وجود ندارد (۳۰)، بنابراین تعیین مقدار مطلوب تمرین برای تجویز به سالمندان حائز اهمیت می باشد (۹). همچنین هنوز پروتکل مورد توافقی در مورد برنامه تمرین مقاومتی بهینه به‌خصوص در زنان سالمند وجود ندارد، هر چند مطالعات در زمینه اثر تمرینات مقاومتی با محدودیت جریان خون به طور کلی زیاد است، اما اطلاعات در مورد این نوع تمرینات روی افراد سالمند (به‌خصوص زنان) محدود است (۵) و تحقیقات بیشتری برای بررسی تاثیر این نوع تمرین در بهبود قدرت و عملکرد در سالمندان مورد نیاز است (۳۱). لذا به نظر می رسد مطالعه حاضر، اولین پژوهشی باشد که به مقایسه اثر سه نوع برنامه تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت

<sup>1</sup> Proximal

به طوری که آزمودنی قادر به انجام چند تکرار بود. پس از سه تا پنج دقیقه استراحت، وزنه اضافه شد تا جایی که آزمودنی فقط موفق به انجام یک حرکت باشد. این میزان وزنه به عنوان رکورد فرد (IRM) ثبت گردید (۲۸، ۳۳). در مطالعه حاضر، هایپرتروفی عضلانی با اندازه‌گیری تغییرات در سطح مقطع کل ران طبق روش Knapik و همکاران با استفاده از فرمول زیر ارزیابی شد (۳۴). این روش با داده‌های حاصل از MRI<sup>۱</sup> همبستگی بالایی (r=۰/۹۶) دارد. بدین صورت که محیط ران با متر نواری اندازه‌گیری شد و سپس چربی زیر پوستی ران در قسمت میانی ران توسط کالیپر و فاصله بین اپی‌کندیل داخلی و خارجی استخوان ران با کالیپر استخوانی تعیین گردید. از هر فرد در پیش از برنامه تمرینی و پس از آن دوبار آزمون گرفته شد و میانگین نتایج برای هر فرد ثبت گردید.

$$- (0.3 \times de)^2 Am = 0.649 \times \left( \frac{CT}{\pi} - SQ \right)^2$$

Am<sup>۲</sup>: سطح مقطع عضله ران (سانتی متر مربع)  
 CT<sup>۳</sup>: محیط ران (سانتی متر)  
 SQ<sup>۴</sup>: چربی زیر پوستی چهار سر ران (سانتی متر)  
 de<sup>۵</sup>: فاصله بین اپی‌کندیل داخلی و خارجی ران (سانتی متر)

**آزمون بلند شدن و رفتن زمان دار:** تحرک پذیری عملکردی توسط آزمون بلند شدن و رفتن زمان دار (TUG)<sup>۶</sup> ارزیابی شد. هر آزمودنی روی صندلی نشسته، سپس با فرمان رو از روی صندلی بلند شده و مسافت سه متر را به صورت رفت و برگشت طی می‌کرد. زمان بلند شدن از صندلی تا نشستن مجدد روی صندلی ثبت و هر آزمون دو بار تکرار و بالاترین امتیاز ثبت شد (۳۳).

از آمار توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) برای توصیف داده‌ها استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش آماری آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر استفاده شد، بدین صورت که اثر زمان، گروه و اثر تعاملی زمان-گروه مورد تحلیل قرار گرفت. تجزیه و تحلیل با استفاده از

۱۰ امتیازی پرسیده می‌شد و امتیاز هفت به عنوان معیار انسداد سیاهرگ بدون انسداد سرخرگ (محدودیت جریان خون سرخرگی) در نظر گرفته شد. هر زمان فشار به عدد هفت می‌رسید به عنوان معیار محدودیت جریان خون در نظر گرفته می‌شد (۳۶). در طول هر ست این فشار حفظ و در پایان هر ست کش باز می‌شد. همچنین با استفاده از دستگاه اولتراسونوگرافی پرتابل (مدل Bestman, BV 520.China Shenzhen, BV) محدودیت جریان خون کنترل گردید.

**برنامه تمرین:** تمرینات به مدت ۱۲ هفته، در چهار هفته اول دو جلسه در هفته و در هشت هفته بعد، سه جلسه در هفته انجام شد. تمرینات در سالن بدنسازی و تحت نظارت مربیان مجرب صورت گرفت. هر جلسه تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، بدنه اصلی تمرین (۵۰ دقیقه) و ۱۰ دقیقه سرد کردن بود. حرکات شامل دو حرکت پایین تنه شامل پرس پا، باز شدن زانو و سه حرکت بالاتنه شامل پرس سینه، پرس سر شانه و کشش جانبی از پهلو بود. دو گروه تمرینی با و بدون محدودیت جریان خون تمرینات مقاومتی را در چهار ست به ترتیب با تکرارهای ۱۵، ۱۵، ۱۵، ۳۰ انجام دادند (۳۴، ۳۶). با این تفاوت که در گروه اول، در حین تمرین قسمت پروگزیمال هر دو ران (۵) و هردو بازو (۳۷) با باند الاستیکی بسته شد. گروه تمرین سنتی نیز حرکات را در چهار ست با ۱۲-۸ تکرار انجام دادند. استراحت بین ست‌ها و ایستگاه‌ها به ترتیب یک و سه دقیقه بود. همچنین از آزمودنی‌ها خواسته شد تا رژیم غذایی معمولی و طبیعی خود را در پیش گیرند.

### روش اندازه‌گیری شاخص‌های تحقیق

برای اندازه‌گیری قدرت عضلانی پنجه دست از داینامومتر پنجه (مدل Akern, Germany) استفاده شد. آزمودنی روی صندلی نشسته و دست خود را با زاویه آرنج ۹۰ درجه روی میز گذاشته و سپس با حداکثر تلاش خود دسته داینامومتر را فشار می‌داد. آزمون دو بار تکرار و بالاترین امتیاز (بر حسب کیلوگرم) ثبت شد (۳۲). همچنین اندازه‌گیری قدرت عضلانی پایین تنه (در حرکت باز شدن زانو) به روش IRM انجام شد. ابتدا وزنه‌ای به طور تخمینی حدود ۴۰ تا ۶۰ درصد IRM با توجه به تمرین‌های جلسه آشنایی برای هر فرد در نظر گرفته شد،

<sup>1</sup> Magnetic Resonance Imaging

<sup>2</sup> **T**igh Muscle Cross-Sectional Area

<sup>3</sup> Thigh Circumference

<sup>4</sup> Fat-plus-skin Thickness was Measured over the quadriceps

<sup>5</sup> The Distance Across the Medial and Lateral

Femoral Epicondyle

<sup>6</sup> Timed Up and Go

مقاومتی با شدت پایین همراه با محدودیت جریان خون و تمرین مقاومتی با شدت پایین بدون محدودیت جریان خون) در متغیرهای، قدرت پایین‌تنه، قدرت پنجه دست، هایپرتروفی عضلانی و تحرک پذیری عملکردی مشاهده نشد. مشابه تحقیق حاضر، Karabulut و همکاران (۲۰)، Vechin و همکاران (۵)، افزایش یکسان قدرت را در گروه تمرین مقاومتی سنتی و گروه تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون گزارش کردند (۵، ۲۰). در همین راستا Fahs و همکاران (۲۲)، افزایش مشابهی را در قدرت و توده عضلانی سالمندان متعاقب برنامه تمرین مقاومتی در گروه تمرین شدت پایین و گروه تمرینی با محدودیت جریان خون گزارش دادند (۲۲). در مطالعه‌ی Fatouros و همکاران (۲۸) نیز، اکتساب مشابه افزایش قدرت و عملکرد حرکتی در هر دو گروه تمرین سنتی و شدت پایین در افراد مسن مشاهده شد (۲۸). در تحقیق حاضر همانند سایر مطالعات، افزایش معنی‌دار قدرت و هایپرتروفی عضلانی در گروه تمرین سنتی مشاهده شد (۵، ۲۰، ۳۳). افزایش قدرت و هایپرتروفی مشاهده شده در گروه تمرین سنتی، قابل انتظار بود چرا که تمرین این گروه بر مبنای دستورالعمل کالج آمریکایی طب ورزش و انجمن ملی بدنسازی و قدرت (شدت تمرین بیش از ۷۰-۶۰ درصد IRM) تنظیم شده بود. هایپرتروفی عضله و افزایش قدرت بدنبال تمرین با شدت بالا، از طریق فراخوانی واحدهای حرکتی تند انقباض، افزایش در استرس مکانیکی، پاسخ‌های آندوکراین<sup>۳</sup> و انباشتگی متابولیکی<sup>۴</sup> ایجاد می‌شود (۲۴). همچنین مکانیسم‌های پیشنهادی برای سازگاری‌های ناشی از تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون، در افزایش قدرت و هایپرتروفی عضلانی شامل: افزایش غلظت متابولیت‌ها (اسید لاکتیک، ADP<sup>۵</sup>)، تورم سلولی، افزایش پاسخ‌های هورمونی، افزایش سیگنالینگ درون عضلانی برای سنتز پروتئین، فراخوانی فیبرهای عضلانی (به خصوص نوع دو) و تکثیر مایوژنیک سلول‌های ماهواره‌ای می‌باشد. البته بیان شده است مکانیسم غالب و اولیه در این نوع تمرین، تجمع متابولیت‌هاست (۲۴) که با افزایش جریان آب به سلول به منظور متعادل کردن گرادیان اسمزی تورم سلولی اتفاق

SPSS نسخه ۲۲ صورت گرفت. برای بررسی پذیره‌های زیر بنایی، مدل آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر استفاده شد، آزمون باکس (برای بررسی ثابت بودن ماتریس کواریانس خطا)، آزمون لوین<sup>۱</sup> در قبل و بعد از تمرین (برای بررسی برابری واریانس خطای مدل) و آزمون شاپیرو-ویلک<sup>۲</sup> در قبل و بعد از تمرین (برای بررسی نرمال بودن توزیع خطاهای مدل) اجرا گردید. با توجه به اینکه مقدار P در تمام موارد فوق بزرگتر از ۵ صدم بود، از آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر به روش کمترین توان‌های دوم استفاده شد. سطح معنی‌داری  $p < 0.05$  در نظر گرفته شد.

### یافته‌ها

با استفاده از آمار توصیفی، میانگین، سن، قد، وزن و BMI محاسبه و نتایج در جدول ۱ ارائه گردیده است. نتایج تجزیه و تحلیل ANOVA نشان داد که در هیچ یک از متغیرهای قد، وزن، سن و شاخص توده بدن در قبل از تمرین تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها وجود نداشت. در جدول ۲، نتایج مربوط به آمار توصیفی متغیرها و درصد تغییرات متغیرها از قبل از آزمون به پس از آزمون به تفکیک گروه‌ها آمده است. بر طبق اطلاعات جدول ۳ نتایج تحلیل‌های آماری نشان داد که با توجه به اینکه اثر تعاملی زمان و گروه در هیچ از متغیرهای وابسته معنی‌دار نبود ( $p > 0.05$ )، لذا، تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها در قدرت عضلانی پنجه دست، قدرت عضلانی پایین‌تنه، هایپرتروفی عضلانی و تحرک‌پذیری عملکردی وجود نداشت.

### بحث و نتیجه‌گیری

قدرت یک جز اساسی آمادگی جسمانی مرتبط با کیفیت زندگی می‌باشد، همچنین از دست رفتن توده عضله همزمان با تحلیل قدرت بوده و منجر به ناتوانی و کاهش عملکرد در افراد سالمند می‌شود (۲). مطالعات زیادی افزایش در قدرت، هایپرتروفی و عملکرد عضلانی را بدنبال تمرین مقاومتی گزارش کرده‌اند (۴۲-۵).

در مطالعه حاضر، اختلاف معنی‌داری بین سه گروه تمرینی (تمرین مقاومتی سنتی با شدت بالا، تمرین

<sup>3</sup> Endocrine

<sup>4</sup> Metabolic Accumulation

<sup>5</sup> Adenosine Diphosphate

<sup>1</sup> Levene

<sup>2</sup> Shapiro-Wilk

جدول ۱: ویژگی‌های پایه آزمودنی‌ها

متغیرها	تمرین مقاومتی سنتی میانگین $\pm$ انحراف معیار	تمرین مقاومتی با BFR میانگین $\pm$ انحراف معیار	تمرین مقاومتی بدون BFR میانگین $\pm$ انحراف معیار	p - مقدار
سن (سال)	۶۲/۱ $\pm$ ۳/۱	۶۲/۹ $\pm$ ۵/۸	۶۱/۸ $\pm$ ۴/۶	۰/۱۲
قد (سانتی‌متر)	۱۵۵ $\pm$ ۴	۱۵۸ $\pm$ ۴	۱۵۵ $\pm$ ۳/۲	۰/۳۵
وزن (کیلوگرم)	۶۸/۱ $\pm$ ۶/۳	۶۴/۳ $\pm$ ۷/۶	۶۹/۹ $\pm$ ۷/۵	۰/۰۶
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۸/۳ $\pm$ ۳	۲۵/۷ $\pm$ ۲/۸	۲۸/۸ $\pm$ ۳/۴	۰/۴

Blood Flow Restriction (BFR) : محدودیت جریان خون Body Mass Index (BMI): شاخص توده بدن

جدول ۲: تغییرات قدرت، هایپرتروفی و تحرک‌پذیری عملکردی در گروه‌های تجربی

گروه‌ها	تمرین مقاومتی سنتی میانگین $\pm$ انحراف معیار		تمرین مقاومتی با BFR میانگین $\pm$ انحراف معیار		تمرین مقاومتی بدون BFR میانگین $\pm$ انحراف معیار		درصد تغییرات	پس از تمرین	قبل از تمرین
	درصد	قبل از تمرین	درصد	قبل از تمرین	درصد	قبل از تمرین			
قدرت پنجه دست (کیلوگرم)	۳۲	۲۳/۵ $\pm$ ۲	۳۲	۲۱/۳ $\pm$ ۲/۳	۲۳	۱۷/۵ $\pm$ ۲/۱	۲۱ $\pm$ ۲	۲۱	۱۷/۵ $\pm$ ۲/۱
قدرت پایین تنه (کیلوگرم)	۶۳	۵۵/۵ $\pm$ ۱۱/۸	۶۳	۴۵/۷ $\pm$ ۱۲/۶	۴۰	۴۷/۷ $\pm$ ۸/۳	۶۱/۵ $\pm$ ۹/۲	۶۱	۴۷/۷ $\pm$ ۸/۳
TUG (ثانیه) تحرک‌پذیری عملکردی	۱۶	۶/۳ $\pm$ ۰/۵	۱۶	۷/۳ $\pm$ ۰/۶	۱۲	۷/۵ $\pm$ ۰/۷۳	۶/۵ $\pm$ ۰/۵۶	۶/۵	۷/۵ $\pm$ ۰/۷۳
هایپرتروفی عضلانی (سانتی‌متر مربع)	۸	۱۱۰/۴ $\pm$ ۲۲/۲	۸	۱۰۹ $\pm$ ۱۱/۹	۷	۱۱۷/۲ $\pm$ ۱۳/۴	۱۰۱/۶ $\pm$ ۲۰/۹	۱۰۱	۹۶ $\pm$ ۱۸/۴

Timed Up and Go (TUG): بلند شدن و رفتن زمان دار

جدول ۳: نتایج آزمون آماری آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر

گروه‌ها	اثر زمان		اثر گروه		اثر زمان * گروه		اندازه اثر
	p - مقدار	F(df1/df2) = Statistics	p - مقدار	F(df1/df2) = Statistics	p - مقدار	F(df1/df2) = Statistic	
قدرت پنجه دست	۰/۰۰۱	۱۰۵/۷۵	۰/۰۶۸	F(۱/۲۶) = ۲/۹۸	۰/۲۸	F(۱/۲۶) = ۱/۳۳	۰/۰۹
قدرت پایین تنه	۰/۰۰۱	۹۹/۱۱۶	۰/۲۴	F(۱/۲۶) = ۱/۵۰	۰/۰۶	F(۱/۲۶) = ۳/۱۷	۰/۱۹
TUG	۰/۰۰۱	۹۴/۱۰	۰/۹۷	F(۱/۲۶) = ۰/۰۲۹	۰/۷۱	F(۱/۲۶) = ۰/۳۴	۰/۰۲۶
هایپرتروفی عضلانی	۰/۰۰۳	۱۰/۴۹	۰/۴۵	F(۱/۲۶) = ۰/۸۱	۰/۲۵	F(۱/۲۶) = ۱/۴	۰/۱

Timed Up and Go (TUG): بلند شدن و رفتن زمان دار

را فعال می‌کند. بعلاوه انباشتگی متابولیکی منجر به افزایش فراخوانی تارهای عضلانی تند انقباض می‌شود (۳۶).

همچنین برخلاف مطالعه Takarada (۳۷) و Shimizu (۲۳) در مطالعه حاضر، برنامه گروه تمرینی بدون محدودیت جریان خون، باعث افزایش معنی دار

می‌افتد و باعث تحریک سلول‌های ماهواره ای و تسهیل مشارکت شان در هایپرتروفی عضلانی می‌شود. همچنین این افزایش ناپایدار در حجم سلول عضله، آبشارهای سیگنالینگ آنابولیک mTOR<sup>1</sup> و مسیره‌های MAPK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mammalian Target of Rapamycin  
<sup>2</sup> Mitogen-Activated Protein Kinase

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت سالمندانی که از یک طرف معمولاً تمایلی به انجام تمرینات سنگین با وزنه ندارند و از طرف دیگر خواهان افزایش قدرت و عملکرد حرکتی می‌باشند، می‌توانند از تمرینات مقاومتی با شدت پایین با یا بدون محدودیت جریان خون استفاده نمایند. هر چند نتایج مربوط به درصد تغییرات حاکی از بهبود بیشتر قدرت، تحرک پذیری و هایپرتروفی عضلانی در گروه تمرین سنتی نسبت به دو گروه تمرینی دیگر بود، لذا تمرینات سنتی می‌تواند همچنان مورد استفاده قرار گیرد، البته نباید احتمال مصدومیت همراه با این تمرینات را از نظر دور داشت.

### سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از رساله دکتری در گرایش فیزیولوژی ورزش دانشگاه حکیم سبزواری می‌باشد. بدین وسیله از آژمودنی های شرکت کننده در طرح و حمایت مالی دانشگاه سپاسگزاریم. لازم به ذکر است، طرح توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی سبزواری (IR.MedSab.1396. 97) و کارآزمایی بالینی (IRCT20171027037031N1) تایید شد.

### منابع

1. Bondoc I, Cochrane SK, Church TS, Dahinden P, et al. Effects of a one-year physical activity program on serum c-terminal agrin fragment (caf) concentrations among mobility-limited older adults. *J Nutr Health Aging* 2015; 19(9): 922-927.
2. Fry C, Rasmussen BB. Skeletal muscle protein balance and metabolism in the elderly Christopher. *Curr Aging Sci* 2011; 4(3): 260-268.
3. Leite JC, Forte R, Vito G, Boreham, et al. Comparison of the effect of multicomponent and resistance training programs on metabolic health parameters in the elderly. *Arch Gerontol Geriatr* 2015; 60(3): 412-427.
4. Fragala MS, Kenny AM, Kuchel GA. Muscle quality in aging: a multi-dimensional approach to muscle functioning with applications for treatment. *Sports Med* 2015; 45(5): 641-658.

قدرت و هایپرتروفی عضلانی آژمودنی ها، مشابه برنامه تمرین با محدودیت جریان خون و تمرین سنتی (البته به میزان کمتر) شد. در مطالعه حاضر احتمالاً خستگی عضلانی را می‌توان از جمله دلایل افزایش قدرت و هایپرتروفی در گروه بدون محدودیت جریان خون دانست. چرا که برخی از تحقیقات حاکی از آن است که تمرین مقاومتی با شدت پایین تا حد خستگی (ناتوانی) منجر به افزایش قدرت و توده عضلانی مشابه با تمرین با شدت بالا می‌شود (۲۲،۴۳،۴۴). شاید بتوان گفت در مطالعه حاضر، با توجه به اعمال برنامه ۱۵،۱۵،۱۵،۳۰ تکرار در گروه با شدت پایین، تمرین در حد خستگی انجام شده و تاییدی بر تحقیقات گذشته می‌باشد. لذا به نظر می‌رسد به جای اعمال مقاومت خارجی با شدت بالا، حجم بالای تمرینات و انجام تلاش بیشینه تا حد خستگی برای به حداکثر رساندن فراخوانی واحد حرکتی از اهمیت بیشتری برای اکتساب قدرت و توده عضلانی برخوردار باشد (۶-۷). این نتایج منجر به ارائه تئوری آستانه حجم/متابولیک شده است. این تئوری بیان می‌کند به شرط اینکه حجم تمرین کافی رعایت شود فراخوانی فیبرهای تند انقباض اتفاق افتاده و منجر به افزایش توده و قدرت عضلانی می‌شود در حالی که بارهای خارجی سنگین و هورمون های درون‌زا به اندازه آنچه قبل تصور می‌شده مهم نیستند (۴۳). به نظر می‌رسد در مطالعه حاضر گروه تمرین مقاومتی بدون محدودیت جریان خون بدلیل حجم کلی زیاد تمرین در هر جلسه، مشابه دو گروه تمرینی دیگر باعث افزایش معنی دار در قدرت، هایپرتروفی و تحرک‌پذیری عملکردی شده است. بنابراین شاید بتوان گفت تمرین مقاومتی با شدت پایین و تکرار بالا حتی بدون محدودیت جریان خون می‌تواند اثرات مثبتی در بهبود قدرت، هایپرتروفی عضلانی و تحرک پذیری عملکردی مشابه با تمرین سنتی و محدودیت جریان خون زنان سالمند داشته باشد. تحقیق حاضر نیز همانند سایر تحقیقات با محدودیت-هایی از جمله، عدم کنترل دقیق تغذیه و فعالیت های بدنی روزانه آژمودنی ها و هم‌چنین عدم دسترسی به MRI برای ارزیابی دقیق‌تر حجم عضلانی همراه بود. در مطالعه حاضر مقایسه سه برنامه تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون و سنتی نشان داد که این سه برنامه تمرینی اثری مشابه بر قدرت، هایپرتروفی عضلانی و تحرک پذیری عملکردی در زنان سالمند دارند.

5. Vechin FC, Libardi CA, Conceição MS, Damas FR, et al. Comparisons between low-intensity resistance training with blood flow restriction and high-intensity resistance training on quadriceps muscle mass and strength in elderly. *J Strength Cond Res* 2015; 29(4): 1071-1076.
6. Van Roie E, Delecluse C, Coudyzer W. Strength training at high versus low external resistance in older adults: effects on muscle volume, muscle strength, and force-velocity characteristics. *Exp Gerontol* 2013; 48(11): 1351-1361.
7. Borde R, Hortobágyi T, Granacher U. Dose-response relationships of resistance training in healthy old adults: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2015; 45(12): 693-720.
8. Morley JE, Argiles JM, Evans WJ, Bhasin S. et al. Nutritional Recommendations for the Management of Sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc* 2010; 11(6): 391-396.
9. Da Silva Alexandre T, de Oliveira Duarte YA, Ferreira S, et al. Sarcopenia according to the European working group on sarcopenia in older people (EWGSOP) versus Dynapenia as a risk factor for disability in the elderly. *J Nutr Health Aging* 2014; 18(5):547-553.
10. Gomes MJ, Martinez PF, Pagan LU, Damatto RL, et al. Skeletal muscle aging: influence of oxidative stress and physical exercise. *Oncotarget* 2017; 8(12): 20428-20440.
11. Straight CR, Lindheimer J.B, Brady AO, Dishman, RK, Evans EM. Effects of resistance training on lower-extremity muscle power in middle-aged and older adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Sports Med* 2016; 46(3): 353-364.
12. Van Roie E, Bautmans, I, Boonen S, Coudyzer W, Kennis E. Delecluse C. Impact of external resistance and maximal effort on force-velocity characteristics of the knee extensors during strengthening exercise: a randomized controlled experiment. *J Strength Cond Res* 2013; 27(4): 1118-1127.
13. Kraemer WJ, Adams K, A-Dudley G, Dooly C, et al. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34(2): 364-380.
14. Yasuda T, Fukumura K, Uchida Y, Koshi H, et al. Effects of low-load, elastic band resistance training combined with blood flow restriction on muscle size and arterial stiffness in older adults. *J Gerontol a Biol Sci Med Sci* 2014; 70(8): 950-958.
15. Yasuda T, Fukumura K, Tomaru T, Nakajima T. Thigh muscle size and vascular function after blood flowrestricted elastic band training in older women. *Oncotarget* 2016; 7(23): 595-607.
16. Takarada S, Okita K, Suga T, Omokawa M., et al. Low-intensity exercise can increase muscle mass and strength proportionally to enhanced metabolic stress under ischemic conditions. *J Appl Physiol* 2012; 113(2): 199-205.
17. Abe T, Loenneke J.P, Fahs C.A, Rossow L.M, et al. Exercise intensity and muscle hypertrophy in blood flow-restricted limbs and non-restricted muscles: a brief review. *Clin Physiol Funct Imaging* 2012; 32(4): 247-252.
18. Popov D.V, Lysenko E.A, Bachinin A.V, Miller T.F, et al. Influence of resistance exercise intensity and metabolic stress on anabolic signaling and expression of myogenic genes in skeletal muscle. *Muscle Nerve* 2014; 51(3): 434-442.
19. Takarada Y, Ishii N, Effects of low intensity resistance exercise with short interest rest period on muscular function in middle-aged women. *J Strength Cond Res* 2002; 16: 123-128.
20. Karabulut M, Abe T, Sato Y, Bemben MG. The effects of low-intensity resistance training with vascular restriction muscle strength in older men. *J Appl Physiol* 2010; 108: 147-155.
21. Seo D, So WY, Sung DJ. Effect of a low-intensity resistance exercise program with blood flow restriction on growth hormone and insulin-like growth factor-1 levels in middle-aged women. *J Research in Sport, Physical Education and Recreation* 2016; 38(2): 167-177.
22. Fahs CA, Loenneke JP, Thiebaud RS, Rossow LM, et al. Muscular adaptations to fatiguing exercise



- with and without blood flow restriction. *Clin Physiol Funct Imaging* 2015; 35(3): 167-176.
23. Shimizu R, Hotta K, Yamamoto S, Matsumoto T, et al. Low-intensity resistance training with blood flow restriction improves vascular endothelial function and peripheral blood circulation in healthy elderly people. *Eur J Appl Physiol* 2016; 116(4):749-757.
24. Scott BR, Slattery KM, Sculley DV, Dascombe BJ. Hypoxia and resistance exercise: a comparison of localized and systemic methods. *Sports Med* 2014; 44(8): 1037-1054.
25. Holviala JH, Sallinen JM, Kraemer WJ, Alen MJ, et al. Effects of strength training on muscle strength characteristics, functional capabilities, and balance in middle-aged and older women. *J Strength Cond Res* 2006; 20(2): 336-344.
26. Henwood TR, Taaffe DR. Improved physical performance in older adults undertaking short-term programme of high-velocity resistance training. *Gerontology* 2005; 51(2): 108-115.
27. Lohne-Seiler H, Torstveit MK, Anderssen SA. Traditional versus functional strength training: effects on muscle strength and power in the elderly. *J Aging Phys Act* 2013; 21(1): 51-70.
28. Fatouros I, Kambas A, Katrabasas I, Nikolaidis K, et al. Strength training and detraining effects on muscular strength, anaerobic power, and mobility of inactive older men are intensity dependent. *Br J Sports Med* 2005; 39(10): 776-780.
29. Nicholson VP, McKean MR, Burkett BJ. Low-load high-repetition resistance training improves strength and gait speed in middle-aged and older adults. *J Sci Med Sport* 2015; 18(5): 596-600.
30. Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. *Sports Med* 2004; 34(5): 329-348.
31. Fry CS, Glynn EL, Drummond MJ, Timmerman KL, Fujita S, Abe T, et al. Blood flow restriction exercise stimulates mTORC1 signaling and muscle protein synthesis in older men. *J Appl Physiol* 2010; 108(5): 1199-1209.
32. Landi F, Calvani R, Lorenzi M, Martone AM, et al. Serum levels of C-terminal agrin fragment (CAF) are associated with sarcopenia in older multimorbid community-dwellers: Results from the iSIRENTE study. *Exp Gerontol* 2016; 79: 31-36.
33. Coetsee C, Terblanche E. The time course of changes induced by resistance training and detraining on muscular and physical function in older adults. *Eur Rev Aging Phys Act* 2015; 29: 12-17.
34. Knapik J, Staab JS, Harman E.A. Validity of an anthropometric estimate of thigh muscle cross-sectional area. *Med Sci Sports Exerc* 1996; 28(12): 1523-1530.
35. Lowery RP, Loenneke JP, Souza EO, Machado M, et al. Practical blood flow restriction training increases muscle hypertrophy during a periodized resistance training programme. *Clin Physiol Funct Imaging* 2014; 34(4) 317-321.
36. Wilson JM, Lowery RP, Joy JM, Loenneke JP, et al. Practical blood flow restriction training increases acute determinants of hypertrophy without increasing indices of muscle damage. *J Strength Cond Res* 2013; 27(11): 3068-3075.
37. Takarada Y, Sato Y, Ishii N. Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. *Eur J Appl Physiol* 2002; 86: 308-314.
38. Pinto RS, Correa CS, Radaelli R, Cadore EL, et al. Short-term strength training improves muscle quality and functional capacity of elderly women. *Age (Dordr)* 2014; 36(1): 365-372.
39. Correa CS, Teixeira BC, Bittencourt A, Lemos L, et al. Effects of high and low volume of strength training on muscle strength, muscle volume and lipid profile in postmenopausal women. *Journal of Exercise Science & Fitness* 2014; 12(2): 1262-1267.
40. Häkkinen K, Pakarinen A, Kraemer WJ, Häkkinen A, et al. Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. *J Appl Physiol* 2001; 91(2): 569-580.
41. Kraemer WJ, Hakkinen K, Newton RU, Nindl BC, Volek JS, McCormick M, et al. Effects of heavy-

- resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men. *J Appl Physiol* 1999; 87(3): 982-992.
42. Izquierdo M, Häkkinen K, Ibañez J, Garrues M, et al. Effects of strength training on muscle power and serum hormones in middle-aged and older men. *J Appl Physiol* 2001; 90(4): 1497-1507.
43. Ogasawara R, Loenneke JP, Thiebaud RS, Abe T. Low-load bench press training to fatigue results in muscle hypertrophy similar to high-load bench press training. *Int J Clin Med* 2013; 4(2): 114-121.
44. Mitchell WK, Williams J, Atherton P, Larvin M, et al. Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. *Front Physiol* 2012; 11(3): 260-265.