-مقاله پژوهشی
مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان
دوره ۱۸، فروردین ۱۳۹۸، ۴۲-۳۱

مقایسه اثر یک دوره تمرین مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون و تمرین مقاومتی سنتی بر سطوح مایواستاتین سرمی، حجم عضلانی و برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی زنان میانسال: یک کارآزمایی بالینی

گوهرشاد محمدی گنبد[۱]، امین فرزانه حصاری[۲]، هاجر عباس زاده صورتی[۳]

دریافت مقاله: ۹۶/۱۱/۲۴ ارسال مقاله به نویسنده جهت اصلاح: ۹۷/۷/۹ دریافت اصلاحیه از نویسنده: ۹۷/۹/۱۸ پذیرش مقاله: ۹۷/۱۰/۹

چکیده

زمینه و هدف: پاسخ مایواستاتین به تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون کاملا مشخص نیست. بنابراین، هدف از این مطالعه تعیین اثر هشت هفته تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و تمرین مقاومتی سنتی بر سطوح مایواستاتین، حجم عضلانی و برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی مرتبط با عضله در زنان میان‌سال بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه کارآزمایی بالینی، ۳۰ زن میان‌سال (سن ۴±۴۵ سال) سالم و غیرفعال به‌صورت تصادفی در یکی از سه گروه کنترل، تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و تمرین مقاومتی سنتی قرار گرفتند. برنامه تمرینی به مدت هشت هفته (سه روز در هر هفته) و در سال ۱۳۹۶ انجام شد. تمرین مقاومتی برای گروه با محدودیت خون با شدت ۳۰-۲۰ درصد تکرار بیشینه و برای گروه مقاومتی سنتی با شدت ۸۰-۶۵ درصد تکرار بیشینه انجام گرفت. قبل و بعد از تمرینات، سطوح سرمی مایواستاتین، حجم عضلانی، قدرت و استقامت عضلانی اندازه‌گیری شد. برای آنالیز داده‌ها از آزمون t زوجی و تحلیل واریانس یک‌طرفه استفاده شد.

یافته‌ها: افزایش معنی‌داری در حجم عضلانی ($p=۰/۰۳۶$)، قدرت ($p=۰/۰۰۱$) و استقامت عضلانی ($p=۰/۰۰۸$) در دو گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل مشاهده شد. میزان مایواستاتین بعد از هر دو نوع تمرین مقاومتی کاهش غیرمعنی‌داری داشت ($p\geq۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: به‌نظر می‌رسد تمرینات مقاومتی با شدت پایین همراه با محدودیت جریان خون اثری مشابه با تمرینات مقاومتی سنتی با شدت بالا بر حجم عضلانی، قدرت و استقامت عضلانی زنان میان‌سال دارد، ولی بر سطوح مایواستاتین اثری ندارد. بنابراین تمرینات مقاومتی با محدودیت جریان خون ممکن است جایگزین مناسبی برای تمرینات مقاومتی سنتی در زنان میان‌سال باشد.

واژه‌های کلیدی: تمرین مقاومتی، محدودیت جریان خون، مایواستاتین، حجم عضلانی، زنان میان‌سال

۱ کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران

۲- (نویسنده مسوؤل) استادیار فیزیولوژی ورزش، گروه تربیت بدنی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران

تلفن: ۳۲۲۲۸۳۷۷-۰۱۷، دورنگار: ۳۲۲۲۵۷۹۱-۰۱۷، پست الکترونیکی: af.hessari@gmail.com

۳- استادیار فیزیولوژی ورزش، گروه تربیت بدنی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1398.18.1.1.7]

مقدمه

افزایش سن با تغییرات ساختاری و عملکردی عضله اسکلتی انسان همراه است که این تغییرات منجر به کاهش قدرت و سایز عضلانی می‌شود [۱]. تحقیقات نشان داده است که بعد از ۵۰ سالگی، قدرت عضلانی در هر سال حدود ۱ تا ۲ درصد و بین سنین ۲۰ تا ۶۰ سال، سطح مقطع عضلانی تقریباً ۴۰ درصد کاهش می‌یابد. این تغییرات در زنان بیش‌تر از مردان، به‌خصوص بعد از یائسگی گزارش شده است [۲]. مکانیسم‌های بسیاری به عنوان دلایل کاهش توده عضلانی مرتبط با سن مطرح شده‌اند؛ اما در مجموع شناخت جامعی در مورد آنها وجود ندارد [۳]. یکی از علل ممکن این است که با افزایش سن، فعالیت میواستاتین به طور سیستمیک افزایش می‌یابد. میواستاتین از رشد عضله جلوگیری می‌کند و گزارش شده است افزایش غلظت سرمی آن در موش‌ها، منجر به آتروفی می‌گردد [۳]. مشخص شده است که با افزایش سن، افزایش بیان مایواستاتین موجب کاهش تعداد، فعالیت و تمایز یافتگی سلول‌های ماهواره‌ای، کاهش حجم تودهٔ عضلانی و در نهایت، افزایش میزان شیوع سارکوپنی در افراد سال‌مند می‌شود [۵-۴]. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که تمرینات مقاومتی با بهبود عملکرد فیزیولوژیکی بافت عضلهٔ اسکلتی، بهترین روش پیش‌گیری با کاهش توده عضلانی ناشی از افزایش سن هستند [۷-۶]. در این راستا، Negaresh و همکاران و Shabani و همکاران نشان دادند که میزان مایواستاتین بعد از ۸ هفته تمرین مقاومتی به ترتیب در مردان جوان و سال‌مند و زنان غیرفعال کاهش می‌یابد [۷-۶].

به طور کلی تمرینات مقاومتی با شدت بالا با خطر صدمات در افراد میان‌سال همراه است و باید با احتیاط به‌کار برده شود [۸]. بر این اساس، نوعی از تمرینات به عنوان تمرینات مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون معرفی شده است. در این نوع تمرین، جریان خون ورودی به عضله فعال در حین تمرین توسط بستن یک کاف یا تورنیکت به دور اندام (معمولا قسمت پروگزیمال بازو یا ران)، محدود می‌گردد و شدت این تمرینات معمولاً ۳۰-۲۰ درصد یک تکرار بیشینه است [۹]. اکثر تحقیقاتی که تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون را بکار برده‌اند، بر روی افراد جوان ورزش‌کار انجام شده است [۱۲-۱۰] و در مطالعات انجام شده روی افراد سال‌مند بیش‌تر از تمرین مقاومتی سنتی استفاده شده است [۱۳]. از سوی دیگر، در محدود مطالعاتی که تمرین با محدودیت جریان خون را روی افراد سال‌مند بررسی کرده‌اند، از یک فشار مطلق برای محدود کردن جریان خون استفاده شده است. همچنین، نتایج این تحقیقات با توجه به نوع آزمودنی، برنامه تمرینی، مدت تمرین و نوع انسداد عروق بسیار متفاوت بوده است [۱۵-۱۳]. بنابراین، این مطالعه با هدف تعیین تأثیر یک دوره تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و تمرین مقاومتی سنتی بر سطوح سرمی مایواستاتین، حجم عضلانی، قدرت و استقامت عضلانی زنان میانسال در سال ۱۳۹۶ انجام شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع کارآزمایی بالینی تصادفی شده با طرح پیش آزمون-پس آزمون می‌باشد. هم‌چنین این مطالعه دارای کد ثبت کارآزمایی بالینی به شماره IRCT2017092736459N1 می‌باشد. جامعه آماری تحقیق

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1398.18.1.1.7]

حاضر شامل کلیه زنان میان‌سال عضو کانون جهاندیدگان گرگان بود که بعد از اعلان فراخوان عمومی و با توجه به جامعه در دسترس، از بین افراد داوطلب شرکت در تحقیق و به صورت نمونه‌گیری هدف‌مند، ۳۰ زن میان‌سال سالم (سن ۴±۴۵ سال، وزن ۳±۷۲ کیلوگرم، قد ۵±۱۶۱ سانتی‌متر) که شرایط ورود به تحقیق را داشتند، به عنوان نمونه تحقیق انتخاب شدند. افراد منتخب به طور تصادفی ساده (قرعه-کشی) در سه گروه کنترل (۱۰ نفر)، تمرینات مقاومتی با محدودیت جریان خون (۱۰ نفر) و تمرینات مقاومتی سنتی (۱۰ نفر) قرار گرفتند. (در طی جلسات تمرینی یک نفر از گروه مقاومتی با محدودیت جریان خون انصراف داد). لازم به ذکر است حجم نمونه در پژوهش حاضر با توجه به در دسترس بودن آزمودنی‌ها و با مراجعه به جدول Cohen برای تعیین حجم نمونه در مطالعات آزمایشی و با در نظر گرفتن اندازه اثر ۰/۷، توان آزمون ۰/۹۱ و سطح معنی‌داری ۰/۰۵ مشخص گردید که حداقل حجم نمونه برای هر گروه ۱۰ نفر بود. ملاک ورود به مطالعه شامل دامنه سنی ۴۰ تا ۵۵ سال، داشتن سطح سلامت جسمانی (به‌وسیله پرسش‌نامه Physical activity readiness questionnaire ارزیابی شد [۱۶]، عدم مصرف هر نوع داروی فشار خون و داروی مرتبط با بیماری قلبی عروقی، سابقه ابتلاء به بیماری های قلبی- عروقی، فشار خون، سرطان، اعتیاد به هر گونه دخانیات، بیماری‌های تیروئیدی، بیماری‌های کلیوی و کبدی، دیابت، اختلالات هورمونی و هرگونه مداخله درمانی مؤثر بر نتایج آزمایشگاهی بود. به منظور کنترل سیکل قاعدگی در نمونه‌گیری، وضعیت یائسگی آزمودنی‌ها نیز مورد پرسش قرار گرفت. کلیه شرکت کنندگان اطلاعات مکتوب در خصوص پژوهش را دریافت نموده و پس از مطالعه، از آن‌ها درخواست شد تا رضایت‌نامه کتبی را امضاء نمایند. همچنین پژوهش حاضر زیر نظر پزشک متخصص قلب و متخصصان فیزیولوژی ورزشی انجام شد. در مرحله بعد، آزمودنی‌ها به مدت سه جلسه در برنامه تمرینی آشنایی شرکت کردند. در این مرحله هدف از اجرای تمرین، آموختن و اجرای نحوه صحیح حرکات، ملاحظات تمرینی در خصوص معیار توقف تمرین، نحوه اندازه‌گیری ضربان قلب در حالت استراحت و تمرین و کار با ضربان سنج و نحوه صحیح تنفس بود. پس از این مرحله پیش‌آزمون به عمل آمد. به این ترتیب که اندازه‌گیری قد، وزن،حجم عضلانی، قدرت عضلانی، استقامت عضلانی و مایواستاتین سرمی با فاصله زمانی مناسب و بین ساعت ۱۰ تا ۱۲ انجام شد. نحوه انجام آزمون‌ها به شرح زیر بود:

برای محاسبه قدرت عضلانی (به منظور محاسبه شدت تمرین) از آزمون برآورد یک تکرار بیشینه طبق فرمول Brzycki استفاده شد. به این ترتیب که آزمودنی‌ها وزنه‌ای را که می‌توانستند ۱۰ تا ۱۲ تکرار انجام دهند انتخاب کرده و تا حد خستگی انجام می‌دادند. سپس طبق فرمول زیر، قدرت بیشینه آنها محاسبه شد [۱۷].

((۰/۰۲۷۸ × تعداد تکرار)- ۱/۰۲۷۸) / وزنه جابجا شده (کیلوگرم) = یک تکرار بیشینه

استقامت عضلانی با انجام ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه تا حد خستگی در هر یک از حرکات ارزیابی شد. به این صورت که پس از محاسبه یک تکرار بیشینه، ۵۰ درصد وزنه انتخاب شد و فرد تا حد خستگی این وزنه را جابجا می‌کرد. تعداد

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1398.18.1.1.7]

انجام حرکت به عنوان استقامت عضلانی فرد ثبت گردید [۱۸].

حجم عضلانی با استفاده از روش آنتروپومتری برای عضلات مجموعه ران (چهارسر رانی و همستریگ) طبق روش Housh محاسبه شد. برای این منظور ضخامت چربی زیر پوستی جلوی ران با کالیپر (HARPENDEN Model 0120) و بطن ران با متر نواری اندازه‌گیری شد و در فرمول زیر قرار گرفت [۱۹].

(ضخامت چین پوستی ناحیه قدامی ران (میلی‌متر)× ۱/۲۵) – (نصف محیط ران (میلی‌متر)×۲/۵۲) = سطح مقطع عرضی چهارسرران

برنامه تمرین مقاومتی به مدت ۸ هفته و سه جلسه در هفته و بین ساعت ۱۶ تا ۱۸ در مرکز سنجش قابلیت‌های جسمانی اداره کل ورزش و جوانان استان گلستان انجام شد. در این مدت از گروه کنترل خواسته شد که بدون انجام فعالیت بدنی به انجام فعالیت‌های معمولی و روزانه خود بپردازند. پیش آزمون‌ها بعد از دو هفته سازگاری با تمرین انجام شد. برنامه تمرین مقاومتی برای اندام تحتانی شامل حرکت بازکردن زانو و خم‌کردن زانو و پرس پا در سه ست بود. در گروه با محدودیت جریان خون قسمت فوقانی هر دو ران با کاف فشار بسته و کاف تا فشار مورد نظر باد شد و تمرین با شدت ۳۰-۲۰ درصد یک تکرار بیشینه تا حد خستگی انجام شد. در گروه تمرین بدون محدودیت خون همین حرکات با شدت۸۰-۶۵ درصد یک تکرار بیشینه تا حد خستگی انجام شد که بر اساس منابع این دو شدت معادل یکدیگر می‌باشند [۲۰]. استراحت بین ست‌ها ۶۰ تا ۹۰ ثانیه و بین ایستگاه‌ها دو دقیقه در نظر گرفته شد. جهت اطمینان از خطر افزایش فشار خون در حین و پس از تمرین فشار خون آزمودنی‌ها به طور مرتب کنترل شد. به منظور تعیین فشار کاف برای هر نفر جهت اطمینان از محدودیت جریان خون، در یک آزمایش پایلوت، حداکثر فشار انسداد جریان خون برای تعدادی از آزمودنی‌ها با حجم ران متفاوت تعیین شد. برای این منظور، از آزمودنی‌ها خواسته شد در حالی‌که کاف فشار در قسمت بالای ران بسته شده بود به‌صورت طاق‌باز بخوابند. برای تشخیص نبض در قسمت قوزک داخلی ران راست از دستگاه سونوگرافی داپلر (Ultrasound Technologies Ltd, Caldicot, UK) استفاده شد. کاف فشار به اندازه ۵۰ میلی‌متر جیوه برای ۳۰ ثانیه باد شد و در دفعات بعد به اندازه ۴۰ میلی‌متر جیوه اضافه شد تا زمانی که فشار شریانی قابل تشخیص نباشد. سپس فشار به‌صورت متناوب به اندازه ۱۰ میلی‌متر جیوه کاهش پیدا کرد تا این‌که نبض دوباره حس شود. بالاترین فشاری که نبض شریانی قابل تشخیص نبود به عنوان حداکثر فشار انسداد جریان خون تعیین شد. پروتکل تمرین با محدودیت خون با ۷۰ درصد حداکثر فشار انسداد هر آزمودنی اجرا شد [۲۱].

برای اندازه‌گیری مایواستاتین، در ابتدای مطالعه و بعد از ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه و در فاصله ۸ تا ۱۰ صبح، مقدار ۵ سی سی خون از ورید بازویی دست راست و در مرحله فاز لوتئال (برای آزمودنی‌های غیر یائسه) گرفته شد. سپس نمونه خون سانتریفیوژ (ساخت Hettich آلمان با ۳۰۰۰ دور در دقیقه) شده و نمونه سرمی آن جدا و نگهداری شد. دومین مرحله خون‌گیری پس از ۸ هفته و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین از تمام افراد مانند مرحله اول به عمل

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1398.18.1.1.7]

آمد. جهت اندازه‌گیری داده‌های مربوط به مایواستاتین از کیت آزمایشگاهی الایزا (Human Myostatin, ELIZA, CUSABIO BIOTECH, Wuhan, China) استفاده شد [۱۶].

داده‌ها با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ تجزیه و تحلیل شدند. برای تشخیص طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون Kolmogorov- Smirnov، برای تجانس واریانس‌ها از آزمون levene و به منظور تعیین اختلاف بین گروه‌ها از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه و آزمون تعقیبی Tukey استفاده شد. داده‌ها به‌صورت میانگین ± انحراف استاندارد گزارش شدند. سطح معنی‌داری در آزمون‌ها P≤۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

ویژگی‌های عمومی و آنتروپومتریکی آزمودنی‌ها در گروه‌های مختلف در جدول ۱ نشان داده شده است. بر اساس آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه در سطوح پایهٔ مشخصات فردی، تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های مورد مطالعه مشاهده نشد (p>۰/۰۵).

جدول ۱- میانگین و انحراف استاندارد شاخص‌های تن‌سنجی زنان میان‌سال شهر گرگان در حالت پایه در سه گروه مورد مطالعه در سال ۱۳۹۶

گروه‌ها / ویژگی‌ها	کنترل (۱۰ نفر)	تمرین مقاومتی سنتی (۱۰ نفر)	تمرین مقاومتی با محدودیت خون (۹ نفر)	p-value
سن (سال)	۴۵/۱۵ ± ۵/۷۱	۴۶/۱۷ ± ۸/۱۱	۴۵/۴۵ ± ۳/۷۸	۰/۵۳۱
قد (سانتی‌متر)	۱۶۱ ± ۴/۷۲	۱۶۰ ± ۴/۱۵	۱۶۲ ± ۵/۵۲	۰/۴۱۱
وزن (کیلوگرم)	۷۲/۱۲ ± ۱۴/۲۵	۷۱/۷۱ ± ۵/۳۳	۷۱/۸۹ ± ۱۰/۱۲	۰/۴۷۱
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مجذور قد)	۳۰/۳۴ ± ۴/۳۰	۲۹/۸۴ ± ۳/۱۸	۲۹/۱۱ ± ۵/۲۰	۰/۲۳۶

نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه، P≤۰/۰۵ به عنوان سطح معنی‌دار

نتایج آزمون تجزیه و تحلیل واریانس در پیش آزمون نشان داد که سطوح مایوستاتین، سطح مقطع عضلانی، قدرت و استقامت عضلانی بین گروه‌های مختلف تفاوت معنی‌داری ندارد (p>۰/۰۵). با این حال، نتایج آزمون تجزیه و تحلیل واریانس در پس آزمون تفاوت معنی‌داری را برای سطح مقطع عضلانی، قدرت و استقامت عضلانی متغیرهای مذکور بین گروه‌ها نشان داد، ولی برای مایواستاتین تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها مشاهده نشد (جدول ۲).

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1398.18.1.1.7]

جدول ۲- مقایسه تغییرات مایواستاتین و فاکتورهای عضلانی زنان میان‌سال شهر گرگان در سه گروه مورد مطالعه قبل و بعد از مداخله در سال ۱۳۹۶

متغیر	زمان	کنترل (۱۰ نفر)	تمرین مقاومتی سنتی (۱۰ نفر)	تمرین با محدودیت جریان خون (۱۰ نفر)	F	P بین گروهی
مایواستاتین (ng/ml)	پیش آزمون	۱۶/۹۵ ± ۴/۷۱	۱۸/۹۷ ± ۳/۹۲	۱۷/۴۲ ± ۲/۳۱	۰/۹۸۲	۰/۴۸۱
	پس آزمون	۱۶/۴۵ ± ۳/۶۸	۱۵/۱۱ ± ۲/۶۳	۱۶/۱۷ ± ۲/۱۱	۱/۰۸۴	۰/۱۲۸
	P درون گروهی	۰/۱۴۸	۰/۰۱۲	۰/۰۸۹		
سطح مقطع چهارسر رانی (cm^2)	پیش آزمون	۸/۹۵ ± ۴/۱۲	۹/۱۲ ± ۴/۳۵	۸/۷۴ ± ۵/۱۰	۰/۴۸۷	۰/۲۶۹
	پس آزمون	۸/۴۶ ± ۴/۷۷	۱۲/۴۶ ± ۵/۷۸	۱۱/۵۹ ± ۴/۷۶	۳/۱۹۷	۰/۰۳۶
	P درون گروهی	۰/۲۶۷	۰/۰۲۳	۰/۰۱۱		
قدرت باز کردن زانو (kg)	پیش آزمون	۳۲/۴۱ ± ۸/۴۲	۳۱/۶۵ ± ۹/۷۲	۳۲/۱۲ ± ۹/۱۴	۰/۸۷۴	۰/۳۴۷
	پس آزمون	۳۳/۷۸ ± ۷/۱۶	۴۰/۱۱± ۱۰/۳۷	۳۸/۷۴ ± ۱۱/۱۴	۳/۶۱۴	۰/۰۰۱
	P درون گروهی	۰/۳۶۴	۰/۰۳۵	۰/۰۴۸		
قدرت خم کردن زانو (kg)	پیش آزمون	۲۴/۶۵ ± ۴/۷۶	۲۳/۱۷ ± ۴/۶۱	۲۵/۷۴ ± ۴/۴۴	۰/۶۷۳	۰/۵۱۲
	پس آزمون	۲۵/۱۷ ± ۵/۷۲	۳۲/۱۱ ± ۶/۸۹	۳۱/۸۹ ± ۵/۷۶	۴/۱۴۵	۰/۰۱۲
	P درون گروهی	۰/۳۴۹	۰/۰۰۱	۰/۰۴۲		
استقامت عضلانی باز کننده زانو (تکرار)	پیش آزمون	۲۲/۵۴ ± ۷/۱۳	۲۱/۶۲ ± ۶/۷۶	۲۰/۳۸ ± ۷/۵۱	۰/۶۶۸	۰/۴۱۱
	پس آزمون	۲۳/۱۳ ± ۶/۷۷	۲۶/۶۴ ± ۵/۴۴	۲۷/۱۴ ± ۷/۶۲	۴/۴۰۹	۰/۰۰۸
	P درون گروهی	۰/۲۶۱	۰/۰۲۳	۰/۰۰۰۱		
استقامت عضلانی خم کننده زانو (تکرار)	پیش آزمون	۲۱/۲۲ ± ۶/۱۵	۱۹/۲۰ ± ۵/۲۸	۲۰/۱۲ ± ۶/۹۴	۰/۸۱۴	۰/۲۶۴
	پس آزمون	۲۲/۴۵ ± ۵/۳۶	۲۵/۴۰ ± ۸/۲۳	۲۶/۶۵ ± ۵/۸۳	۴/۶۱۷	۰/۰۳۱
	P درون گروهی	۰/۲۴۹	۰/۰۴۵	۰/۰۱۷		

نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه و t زوجی، P≤۰/۰۵ به عنوان سطح معنی‌دار

نتایج آزمون تعقیبی نشان داد که حجم عضلانی ران در گروه با محدودیت جریان خون نسبت به کنترل (p=۰/۰۰۱) و در گروه مقاومتی سنتی نسبت به کنترل (p≤۰/۰۰۱) افزایش معنی‌داری داشت. گروه با محدودیت جریان خون نسبت به کنترل در حرکت جلو پا (p=۰/۰۳۵) و پشت پا (p=۰/۰۱۲) و هم‌چنین گروه مقاومتی سنتی نسبت به کنترل در حرکت جلو پا (p=۰/۰۰۱) و پشت پا (p=۰/۰۲۲) افزایش معنی‌داری داشت. برای استقامتی عضلانی، در گروه با محدودیت خون نسبت به گروه کنترل در حرکت جلو پا (p=۰/۰۴۳) و پشت پا (p=۰/۰۳۶) و در مقاومتی سنگین نسبت به کنترل در حرکت جلو پا (p=۰/۰۱۶) و پشت پا (p=۰/۰۰۱) افزایش معنی‌داری مشاهده شد.

نتایج آزمون t زوجی نشان داد که از پیش آزمون به پس آزمون کاهش معنی‌دار مایواستاتین، افزایش معنی‌داری در حجم عضلانی ران، قدرت باز کردن و خم کردن زانو و هم‌چنین استقامت عضلانی خم کردن و باز کردن زانو در هر

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1398.18.1.1.7]

دو گروه با محدودیت خون و مقاومتی سنتی وجود دارد. برای مایواستاتین، کاهش معنی‌داری از پیش آزمون به پس آزمون تنها در گروه مقاومتی سنتی مشاهده شد (جدول ۲). میزان بهبود از پیش آزمون به پس آزمون در گروه با محدودیت جریان خون و مقاومتی سنتی برای مایواستاتین به ترتیب ۷/۶ و ۱۹/۱ درصد، برای قدرت بازکردن ۱۹/۸ و ۲۶/۸ درصد، قدرت خم کردن ۲۳/۹ و ۳۹/۸ درصد، حجم عضلانی ران ۳۲/۸ و ۳۷/۶ درصد، استقامت باز کردن زانو ۳۳/۴ و ۲۷/۸ درصد و اسقامت خم کردن زانو ۳۲/۴ و ۳۲/۲ درصد حاصل شد.

بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که هشت هفته تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون همانند تمرین مقاومتی سنتی بر سطوح مایواستاتین سرمی زنان میان‌سال اثری ندارد، در صورتی که طبق نتایج این مطالعه، هر دو نوع تمرین مقاومتی منجر به افزایش سطح مقطع عضلانی چهار سرانی، قدرت باز کردن زانو و استقامت عضلات چهارسر رانی گردید.

در راستای نتایج تحقیق حاضر، Bagheri و همکاران و Souza و همکاران در پاسخ به تمرین ترکیبی مقاومتی-استقامتی نشان دادند که مایواستاتین و ژن‌های مرتبط با آن بعد از هشت هفته تمرین ترکیبی بدون تغییر باقی می‌مانند. درصورتی‌که قدرت در هر دو گروه قدرتی افزایش می‌یابد [۱۱،۱۶]. هم‌چنین، Schiffer و همکاران نشان دادند که ۱۲ هفته تمرین مقاومتی با شدت ۸۰-۷۰ درصد تکرار بیشینه، تفاوتی در بیان ژن مایواستاتین بین تمرین ترکیبی، قدرتی و استقامتی ایجاد نمی‌کند [۲۲]. از طرفی مطالعات مختلف، پاسخ‌های متناقضی را در پاسخ به پروتکل‌های تمرینی مختلف گزارش کرده‌اند. برای مثال، Roth و همکاران گزارش نمودند که بیان mRNA (messenger Ribonucleic Acids) مایواستاتین در زنان و مردان جوان و پیر در پاسخ به ۹ هفته تمرین مقاومتی کاهش می‌یابد [۲۳]. همچنین Negaresh و همکاران گزارش کردند که ۸ هفته تمرین مقاومتی پیش‌رونده منجر به کاهش میزان مایولستاتین در زنان و مردان سال‌مند می‌شود [۶]. درحالی‌که Hulmi و همکاران نشان دادند علیرغم افزایش قدرت و تودهٔ عضلانی آزمودنی‌ها، بیان mRNA مایواستاتین به دنبال ۱۲ هفته تمرین مقاومتی در مردان سالمند افزایش می‌یابد [۲۴]. دلیل اختلاف بین مطالعه حاضر و مطالعات ممکن است تفاوت در نوع پروتکل، شدت و مدت و نوع پروتکل تمرینی، جنس، ویژگی زمودنی‌ها، در روش و زمان نمونه‌گیری باشد.

در مطالعهٔ حاضر قدرت عضلانی در حرکت باز کردن زانو در گروه بدون انسداد ۱۹/۶ درصد و با انسداد ۲۵/۲ درصد افزایش یافت. در راستای این مطالعه، در تحقیق Vechin و همکاران که روی مردان و زنان مسن انجام شد، افزایش قدرت در حرکت پرس پا در گروه با انسداد و بدون انسداد به ترتیب ۲۲/۷ درصد و ۲۸/۱ درصد و گزارش شد [۱۳]. علاوه براین، در تحقیق Anabestani و همکاران قدرت عضلانی در حرکت باز کردن زانو در گروه با انسداد و در گروه بدون انسداد ۲۸ درصد افزایش یافت [۱۵]. هم‌چنین، Libardi و همکاران اثر ۱۲ هفته تمرین موازی (مقاومتی و استقامتی) را بر قدرت عضلات چهارسر ران افراد مسن بررسی کردند که افزایش قدرت عضلات چهارسررانی در گروه با انسداد و بدون انسداد به ترتیب ۷/۳ و ۷/۶ درصد نشان داد [۱۲]. به

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1398.18.1.1.7]

نظر می‌رسد علت اختلاف مشاهده شده در تحقیق حاضر نسبت به سایر مطالعات، تفاوت در نوع آزمودنی‌ها (زنان تمرین نکرده در مقابل مردان فعال) و طولانی‌تر بودن مدت تحقیق حاضر و تعداد جلسات تمرین بیشتر باشد.

در مطالعه حاضر، تغییرات استقامت عضلانی نیز از الگویی شبیه تغییرات قدرت برخوردار بود. هم‌راستا با نتایج تحقیق حاضر، Anabestani و همکاران گزارش کردند که استقامت عضلانی در حرکت باز کردن زانو در زنان یائسه بعد از یک دوره تمرینات مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون افزایش می‌یابد [۱۵]. تحقیقات حاکی از آن است که افزایش در استقامت عضلانی به وسیله افزایش در متابولیسم انرژی اکسیداتیو، ظرفیت بافری اسیدی و افزایش در مقاومت به خستگی در سیستم عصبی ایجاد می‌شود. تمرین با محدودیت جریان خون باعث کاهش اکسیژن در سطح سلولی و تجمع متابولیت‌ها (از جمله لاکتات) در عضله می‌شود که هر دو عامل در آنژیوژنز و افزایش ظرفیت استقامتی عضله نقش مهمی را بازی می‌کنند [۲۵].

یکی از محدودیت‌های ذکر شده در مطالعات گذشته، استفاده از یک فشار مطلق (کمی بالاتر از فشار سیستول) برای تمام آزمودنی‌ها با محیط و حجم ران متفاوت به‌منظور اعمال محدودیت جریان خون می‌باشد. با توجه به این‌که حجم اندام از عوامل اثرگذار در محدودیت جریان خون است، استفاده از یک فشار مطلق ممکن است برای همه مناسب نباشد. در پژوهش حاضر به منظور تعیین فشار کاف برای محدودیت جریان خون، در یک آزمایش پایلوت، حداکثر فشار انسداد جریان خون برای تعدادی از آزمودنی‌ها با حجم ران متفاوت تعیین شد و این میزان فشار برای تمام آزمودنی‌ها با محیط ران مشابه استفاده شد. به منظور فردی‌سازی مقدار فشار لازم برای محدودیت جریان خون، پیشنهاد می‌شود که حداکثر فشار انسداد برای هر آزمودنی منحصراً تعیین شود. از محدودیت‌های دیگر تحقیق حاضر، عدم اندازه‌گیری و کنترل هورمون‌های جنسی بود که ممکن است روی نتایج اثرگذار باشد. در تحقیق حاضر برای کنترل نسبی این موضوع، آزمودنیهای غیر یائسه (۸ نفر) به صورت تصادفی در گروه‌های تحقیق تقسیم شدند.

نتیجه‌گیری

بر اساس یافته‌های مشاهده شده، تمرینات مقاومتی با شدت پایین همراه با محدودیت جریان خون اثری مشابه با تمرینات مقاومتی سنتی با شدت بالا در افزایش قدرت و استقامت عضلانی و حجم عضلانی ران زنان میان‌سال دارد ولی بر سطح مایواستاتین اثر چندانی نداشت. بنابراین احتمالاً تمرینات مقاومتی همراه با محدودیت جریان با شدت پایین می‌تواند جایگزین تمرینات مقاومتی با شدت بالا در این افراد گردد.

تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری می‌باشد. از مرکز جهاندیدگان گرگان، مدیریت مرکز سنجش جسمانی استان گلستان و از تمامی آزمودنی‌هایی که در انجام این مطالعه شرکت کرده‌اند تشکر و قدردانی می‌گردد.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1398.18.1.1.7]

References

[1] Guizelini E, Aguiar RA, Denadai B, Caputo F, Coelho C. E□ect of resistance training on muscle strength and rate of force development in healthy older adults: A systematic review and meta-analysis. *Exp Gerontol* 2018; 102: 51-58.

[2] Rosado ML, Tomás MT, Correia SC, Gonçalves C, Abreu MH, Cardoso S. Resistance training for muscle strength and lean mass in adults older than 60 years – a systematic review. *Indian J Med Res Pharm* Sci 2016, 3(9), 16-27.

[3] Schwarz N, McKinley-Barnard SK, Spillane M, Andre T, Willoughby DS. Effect of resistance exercise intensity on the expression of PGC-1α isoforms and the anabolic and catabolic signaling mediators, IGF-1 and myostatin, in human skeletal muscle. *Appl Physiol Nut Med* 2016; 41(8): 856-63.

[4] Sharma M, Kambadur R, Matthews KG, Somers WG, Devlin GP, Conaglen JV, et al. Myostatin, a transforming growth factor-beta superfamily member, is expressed in heart muscle and is upregulated in cardiomyocytes after infarct. *J Cell Physol* 1999; 180(1):1-9.

[5] Kirchengast S, Huber J. Gender and age differences in lean soft tissue mass and sarcopenia among healthy elderly. *Anthropol Anz* 2009; 67: 139-51.

[6] Negaresh R, Ranjbar R, Gharibvand M, Habibi A, Moktarzade M. **E**ffect of 8-Week Resistance Training on Hypertrophy, Strength, and Myostatin Concentration in Old and Young Men. *Iranian Aging* 2017, 12(1): 21-32. [Farsi]

[7] Shabani R, Izaddoust F. Effects of aerobic training, resistance training, or both on circulating irisin and myostatin in untrained women. *Acta Gymnica* 2018; 48(2): 47–55.

[8] Madarame H, NeyaM, Ochi E, Nakazato K, Sato Y, Ishii N. Cross transfer effects of resistance training with blood flow restriction. *Med Sci Sports Exerc* 2008, 40: 258–63.

[9] Reeves G, Kraemer R, Hollander D, Clavier J, Thomas C, Francois M, et al. Comparison of hormone responses following light resistance exercise with partial vascular occlusion and moderately difficult resistance exercise without occlusion. *J Appl Physiol* 2006; 101: 1616–22.

[10] Barret K, Marsh G, the effects of moderate intensity strength training coupled with blood flow restriction: A 12-week intervention. *Int J Sports Med* 2017; 45: 129–41.

[11] Sousa JBC, Neto GR, Santos HH, Araújo JP, Silva HG, Cirilo-Sousa MS. Effects of strength training with blood flow restriction on torque, muscle activation and local muscular endurance

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1398.18.1.1.7]

in healthy subjects. *Biol Sport* 2017; 34 (1): 83-90.

[12] Libardi CA, Chacon-Mikahil MP, Cavaglieri CR, Tricoli V, Roschel H, Vechin FC, et al. Effect of Concurrent Training with Blood Flow Restriction in the Elderly. *Int J Sports Med* 2015; 36: 395–99.

[13] Vechin F, Libardi C, Conceic MS, Damas F, Lixandra ME, Ricardo O, 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): 1071–76.

[14] Safari Sedghi S. Effect of combined aerobic and resistance training with blood flow restriction in the elderly women. *Sport SPA* 2017; 14 (1): 23-28.

[15] Anabestani M, Hosseini-Kakhk A, Hamedinia MR. Comparison of combined training with and without vascular occlusion on selected physical fitness components in postmenopausal women. *Sport Physiology* 2014; 21: 23-36. [Farsi]

[16] Bagheri L, Faramarzi M, Banitalebi E, Azamian Jazi A. The effect of sequence order of combined training (strength and endurance) on Myostatin, Follistatin and Follistatin/Myostatin ratio in older wome. *Sport Physiology* 2015; 26: 143-64. [Farsi]

[17] Brzycki M. A Practical Approach to Strength Training. *McGraw-Hill*; 1998, p. 48-53.

[18] Brentano MA, Cadore EL, Da Silva EM, Ambrosini AB, Coertjens M, Petkowicz R, et al. Physiological adaptation to strength and circuit training in postmenopausal women with bone loss. *J Strength Cond Res* 2008; 22(6): 1816-25.

[19] Housh Dona J, Terry J, Joseph P, Loree L, Glen O. Anthropometric estimation of thigh muscle cross-sectional area. *Med Sci Sport Exer* 1995; 27: 784-91.

[20] Abe T, Sakamaki M, Fujita S, Ozaki H, Sugaya M, Sato Y, et al. Effects of low-intensity walk training with restricted leg blood flow on muscle strength and aerobic capacity in older adults. *J Geriatr Phys Ther* 2010; 33: 34-40.

[21] Lixandrão ME, Ugrinowitsch C, Laurentino G, Libardi CA, Aihara AY, Cardoso F N, et al. Effects of exercise intensity and occlusion pressure after 12 weeks of resistance training with blood-flow restriction. *Eur J Appl Physiol* 2015; 115(12): 2471-80.

[22] Schiffer T, Geisler S, Sperlich B, Strüder H. MSTN mRNA after varying exercise modalies in humans. *Int J Sports Med* 2011; 32(9): 683-87.

[23] Roth SM, Martel GF, Ferrell RE, Metter EJ, Hurley BF, Rogers MA. Myostatin gene expression is reduced in humans with heavy-

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1398.18.1.1.7]

strength training. *Med Sci Sport Exer* 2007; 39 (2): 289-97.

[25] 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(4): 308–14.

resistance strength training: A brief communication. *Exp Biol Med* 2003; 228(6): 706-9.

[24] Hulmi JJ, Ahtiainen JP, Kaasalainen T, Pollanen E, Hakkinen K, Alen M, et al. Postexercise myostatin and activin IIb mRNA levels: Effects of

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1398.18.1.1.7]

Comparison of the Effects of Resistance Training with Blood Flow Restriction and Traditional Resistance Training on Myostatin, Muscle Mass and some Physiological Factors in Middle-Aged Women: A Clinical Trial

G. Mohammadi Gonbad[1], A. Farzaneh Hesari[2], H. Abbaszadeh Sourati[3]

Received: 13/02/2018 Sent for Revision:01/10/2018 Received Revised Manuscript: 09/12/2018 Accepted: 30/12/2018

Background and Objectives: The response of myostatin to resistance training with blood flow restriction is not perfectly clear. Therefore, the purpose of this study comparing the effects of eight weeks resistance training with blood flow restriction and traditional resistance training on myostatin, muscle mass and some related-muscle physiological factors in middle-aged women.

Materials and Methods: In this clinical trial, 30 healthy and inactive middle-aged females (age:45±4 yr) were selected and randomly divided into three groups: control (C), blood flow restriction training (BFRT) and traditional resistance training (TST). Exercise training program was conducted for eight weeks and 3 days per week in 2017. Strength training for BFRT and TST performed with 20-30% one repetition maximum and 65-80% one repetition maximum, respectively. Before and after training program serum myostatin, muscular mass, muscular strength and muscular endurance were measured. For analyzing the data, paired t-test and one-way ANOVA were used.

Results: There was observed a significant increase in muscular mass ($p=0.036$), muscular strength ($p=0.001$) and muscular endurance ($p=0.008$) in the BFRT and TST groups in comparison with the C group. Myostatin had an insignificant dectease after two resistance trainings ($p\geq0.05$).

Conclusion: It seems that low intensity strength training with blood flow restriction has similar effect with high intensity traditional strength training on muscular mass, strength and endurance in middle-aged women but does not have any effect on myostatin. So, low intensity resistance training with blood flow restriction may be a proper substitute for high intensity resistance training in middle-aged women.

Key words: Resistance training, Restricted blood flow, Myostatin, Muscular mass, Middle-aged women

Funding: This study did not have any funding.

Conflict of interest: None declared.

Ethical approval: The Ethics Committee of Islamic Azad University of Sari Branch approved the study (IRIAU.SARI.REC.1395.6)

How to cite this article: Mohammadi Gonbad G , Farzaneh Hesari A, Abbaszadeh Sourati H. Comparison of the Effects of Resistance Training with Blood Flow Restriction and Traditional Resistance Training on Myostatin, Muscle Mass and some Physiological Factors in Middle-Aged Women: A Clinical Trial. *J Rafsanjan Univ Med Sci* 2019; 18 (1): 31-42. [Farsi]

1- MSc in Physical Education and Sports Sciences, Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran. ORCID: 0000-0002-3681-1073
2- Assistant Prof., Dept. of Physical Education and Sports Sciences, Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran
ORCID: 0000-0003-3477-8286
(Corresponding Author) Tel: (017) 32228377, Fax: (017) 32225791, E-mail: af.hessari@gmail.com
3- Assistant Prof., Dept. of Physical Education and Sports Sciences, Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran
ORCID: 0000-0002-5159-5310

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1398.18.1.1.7]