

اثر تمرین مقاومتی با باند کشی بر سطوح میوستاتین و فولیستاتین زنان سالمند دارای چاقی استئوسارکوپنیک (OSO)

نگین کاظمی پور^۱، محمدفرامرزی^{۲*}، ابراهیم بنی طالبی^۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۵/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱/۲۳

چکیده

هدف: میوستاتین و مهار کننده آن فولیستاتین، عواملی هستند که می توانند به طور بالقوه بیولوژی سالمندی از جمله توده عضلانی را تعدیل نمایند. هدف مطالعه حاضر بررسی تاثیر ۱۲ هفته تمرین مقاومتی با باند کشی بر سطوح سرمی میوستاتین، فولیستاتین در زنان سالمند دارای چاقی استئوسارکوپنیک (OSO) بود.

روش شناسی: در این کارآزمایی بالینی تصادفی (RCT) یک سوکور، ۴۸ زن سالمند دارای چاقی سارکوپنیک (بر اساس نتایج آزمایش DEXA، سن $64/3 \pm 13/68$ (سال)، درصد چربی $45/4 \pm 6/56$ (درصد)، شاخص توده بدنی $33/3 \pm 1/71$ (کیلوگرم بر متر مربع)، نمره T چگالی مواد معدنی استخوان های ران و مهره های ۱ تا ۴ کمتری $1/1 \pm 86/42$ - به دو گروه کنترل (۲۲ نفر) و تمرین (۲۶ نفر) تقسیم شدند. گروه تمرین به مدت ۱۲ هفته و سه جلسه در هفته تمرینات مقاومتی با باندهای کشی را برای همهی گروه های عضلانی اصلی انجام دادند. ۴۸ ساعت پیش و پس از ۱۲ هفته مداخله نمونه گیری از خون انجام شد. جهت مقایسه های درون گروهی از آزمون های تی وابسته و ویلکاکسون و جهت مقایسه های بین گروهی از آزمون آنکوا استفاده شد.

یافته ها: نتایج مقایسه های بین گروهی نشان داد میزان فولیستاتین ($P = 0/02$) در گروه تمرین، وزن ($P = 0/01$) و درصد چربی بدن ($P = 0/01$) افزایش و نسبت فولیستاتین به میوستاتین ($P = 0/018$) کاهش معنی داری در گروه کنترل داشت. با این وجود، تفاوت معنی داری در شاخص توده بدنی ($P = 0/054$)، میوستاتین ($P = 0/095$)، مشاهده نشد.

نتیجه گیری: به نظر می رسد تمرین مقاومتی با باند کشی استراتژی تمرینی مناسبی باشد که از طریق تعدیل سطوح فولیستاتین و میوستاتین می تواند باعث بهبود ترکیب بدنی و توده عضلانی افراد سالمند دارای چاقی استئوسارکوپنیک می شود.

واژگان کلیدی: چاقی استئوسارکوپنیک، تمرین مقاومتی با باند الاستیک، میوستاتین، فولیستاتین.

۱. دانشجوی دکتری، فیزیولوژی ورزشی، ۲. استاد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه اصفهان، ۳. دانشیار فیزیولوژی ورزشی دانشگاه شهرکرد

*نشانی الکترونیک نویسنده مسئول: m.faramarzi@spr.ui.ac.ir

مقدمه

سارکوپنیا یک بیماری وابسته به سن است که با از دست دادن تدریجی توده و عملکرد عضلات توصیف می شود (۷) که با برخی عوارض جانبی مانند ناتوانی، کیفیت پایین زندگی و افزایش خطر مرگ در سالمندان همراه است (۴۱). بر اساس تعریف کارگروه اروپایی سارکوپنیا در افراد سالمند^۱ (EWGSOP)، سارکوپنیا به صورت وجود هر دوی کاهش توده عضله و قدرت یا عملکرد عضلانی تعریف شده است و بر اساس آن وجود هر دوی کاهش توده عضلانی و عملکرد عضلانی (قدرت یا عملکرد) را برای تشخیص سارکوپنیا در آزمون‌های بالینی و تحقیقاتی توصیه کرده است (۱۰). استئوسارکوپنیا به عنوان سندرم سالمندی شناخته شده که از طریق وجود سارکوپنیایی تعریف می شود که در آن به صورت تدریجی توده چربی بدن افزایش و در نتیجه توده خالص عضلانی و قدرت کاهش می یابد و همچنین پوکی استخوان نیز وجود دارد (۲۰ و ۳۸). علاوه بر ضعف و ناتوانی، استئوسارکوپنیا با بیماری های قلبی عروقی (CVDs) و عوامل خطر مرتبط با آنها مانند غلظت بالای چربی خون، چاقی، دیابت نوع ۲ و فشار خون بالا ارتباط دارد (۵۴). در مطالعه ای که بر روی ۲۵۳۳ فرد سالمند بالای ۶۰ سال در ایران انجام گرفت، شیوع بالای استئوسارکوپنیا در تعداد زیادی از افراد سالمند نشان داده شد (۱۴). همچنین در سال ۲۰۱۱، مطالعه مقطعی دیگری در میان سالمندان ایرانی (SARIR)^۲ نشان داد میزان شیوع پیش سارکوپنیا، سارکوپنیا و سارکوپنیای شدید به ترتیب در

مردان ۷،۵۲٪، ۷،۲۰٪ و ۶٪ و در زنان ۳،۲۵٪، ۳،۱۵٪، ۳،۳٪ بود (۱۹).

از طرف دیگر، زنان سالمند پس از یائسگی مستعد افزایش وزن چربی و نیز نفوذ چربی به داخل عضله و استخوان و نیز تجمع چربی در داخل شکم (چربی احشایی) هستند (۴۶). امروزه یک وضعیت جدید بالینی به نام چاقی استئوسارکوپنیک (OSO)^۲ شناسایی شده است (۲۳). OSO نشانه ای از اختلال استخوان، عضله و چربی است که در آن از دست دادن استخوان و همزمان از دست دادن عضله در حضور چاقی صورت می پذیرد (۲۵). از نقطه نظر پاتوفیزیولوژیکی مرتبط با OSO، محیط پیش-التهابی و اختلالات هورمونی مرتبط با سالمندی، با افزایش توده چربی و نفوذ چربی به داخل عضله اسکلتی و استخوان می تواند منجر به کاهش توده عضلانی و استخوانی از طریق مکانیسم های مختلف شود (۲۴).

بررسی ها نشان می دهد شرایط مستعد کننده آتروفی عضلانی، مانند قرار گرفتن در معرض بی وزنی و یا محیط التهابی می تواند تشکیل استخوان را با افزایش سطوح در گردش میوستاتین (GDF-8) به عنوان عامل مشتق از عضله مهار کند (۱۷). میوستاتین (GDF-8) تنظیم کننده منفی رشد عضلانی اسکلتی است و کاهش آن تراکم استخوان، تمایز سلول های بنیادی مشتق از مغز استخوان و نیز ترمیم استخوان را افزایش می دهد (۳۴). عضله منبع اصلی میوستاتین در بدن است و این اعتقاد وجود دارد که شرایط مستعد کننده آتروفی عضلانی و افزایش ترشح میوستاتین به نوبه خود سبب مهار تشکیل استخوان می شود

¹ The European Working Group on Sarcopenia in Older People

² Osteosarcopenic obesity

مرد سالمند مقایسه نمودند. نتایج نشان داد تنها در زنان سالمند سطوح میوستاتین در پاسخ به تمرین کاهش نمی یابد و در مردان و زنان جوان و مردان سالمند کاهش می یابد (۲۹). همچنین، نشان داده شده است بین میزان میوستاتین پلازما با حجم توده عضلانی و حداکثر قدرت بیشینه در مردان سالمند ارتباط معنی داری وجود دارد (۱۶). در تحقیق دیگری که بر روی مردان سالمند (سالم و دارای سارکوپنیا) صورت گرفت، هشت هفته تمرین مقاومتی با باند کشی موجب کاهش میزان میوستاتین در هر ۲ گروه و افزایش سطح فولیستاتین در گروه سالم و سطح مقطع عضله ران و افزایش قدرت در گروه سارکوپنیا شد (۳۹).

تمرین مقاومتی با باند کشی اغلب به عنوان یک روش درمانی برای تقویت عضلات افراد سالمند مورد استفاده قرار می گیرد و اغلب روشی ایمن و بی خطر معرفی شده است. همچنین مشخص شده است استفاده از باندهای الاستیک مقاومتی نسبت به سایر تمرینات مقاومتی با وزنه دارای ایمنی بیشتری بوده و در بهبود ترکیب بدن، عملکرد جسمانی، سازگاری های فیزیولوژیکی و تعادل تاثیر قابل ملاحظه ای دارد (۳۱).

مطالعات قبلی از فواید تمرینات مقاومتی با باندهای الاستیک برای جلوگیری از چاقی و سارکوپنیا حمایت کرده اند، به گونه ای که این تمرینات با شدت پائین موجب بهبود سطح مقطع عضلانی و حداکثر قدرت در افراد سالمند با محدودیت جریان خون شد (۶۱). به طور نمونه، نیکل و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند هشت هفته تمرین مقاومتی با باند کشی بر روی زنان سالمند دارای اضافه وزن موجب کاهش درصد چربی در اندام های فوقانی و بالاتنه و افزایش

(۱۳). از طرف دیگر، فولیستاتین پروتئین دیگری است که می تواند به میوستاتین متصل و از طریق پوشش گیرنده های آن، فعالیت میوستاتین را مهار کنند (۳۴ و ۵۰). بیان بالای فولیستاتین باعث هیپرتروفی عضله از طریق فعال سازی سلول های ماهوارای می شود. این کار در بخشی، توسط مهار میوستاتین انجام می شود، اما احتمالاً از طریق تعامل با دیگر پروتئین های تنظیم کننده نیز انجام می شود (۵۰).

شواهدی امیدوارکننده ای وجود دارد که نشان می دهد تمرینات مقاومتی به طور بالقوه می توانند چاقی سارکوپنی را درمان کنند (۵۵) و حضور این مداخله در کاهش وزن (بدون کاهش توده خالص بدن) در افراد چاق ضروری است (۵۷). در مورد مداخله های ورزشی، تمرین مقاومتی روش مؤثری برای بهبود عملکرد بدنی افراد سالمند است. علاوه بر این، تمرین مقاومتی می تواند قدرت و اندازه عضلات را افزایش دهد. برای پیشگیری مؤثر از عوارض جانبی ناشی از این اختلال، تمرین مقاومتی می تواند مسیر مداخله ای ارزشمندی در افزایش توده عضلانی و کاهش چربی بدن در افراد سالمند باشد (۳۷).

مهمترین راه کارها در پیشگیری و درمان سارکوپنیا در افراد سالمند رژیم غذایی و تمرینات ورزشی می باشد (۳۳) بطوریکه بیان ژن فولیستاتین در عضله اسکلتی بدنبال تمرین مقاومتی حاد و طولانی مدت تنظیم می شود که به نقش فولیستاتین در بازسازی بافت عضلانی اشاره دارد (۲ و ۱۲). کیم و همکاران (۲۰۰۷) اثر یک نوبت تمرین مقاومتی را بر سطوح mRNA میوستاتین در ۲۰ زن و مرد جوان و ۲۰ زن و

کانسورت^۲ (CONSORT) برای آزمایش‌های تصادفی درمان غیر داروئی انجام شد (۳۶ و ۷). اصول اخلاقی مراحل اجرایی کار بر اساس بیانیه هلسینکی رعایت شد. پژوهش حاضر در کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی (IR.SSRC.REC.1398.040) و مرکز کارآزمایی بالینی ایران با کد (IRCT) IRCT20190705044101N1 تأیید و ثبت شده است.

در این پژوهش از بین ۱۰۲ نفر مراجعه کننده اولیه و پس از بررسی شرایط ورود و خروج از مطالعه ۳۲ نفر به دلیل نداشتن شرایط ورود به مطالعه و ۷ نفر به دلیل انصراف از شرکت در پژوهش از مطالعه خارج شدند. ۶۳ فرد باقیمانده به صورت تصادفی به دو گروه تجربی (۳۲ نفر) و کنترل (۳۱ نفر) تقسیم شدند. در طول ۱۲ هفته پروتکل پژوهش ۶ نفر از گروه تجربی (۳ نفر به دلایل شخصی و ۳ نفر به دلیل مشکلات خانوادگی) و ۹ نفر از گروه کنترل (۷ نفر به دلایل شخصی، ۱ نفر به دلیل مشکلات خانوادگی و ۱ نفر به دلیل تغییر مکان زندگی) از ادامه پژوهش حذف شدند. نهایتاً ۲۶ نفر در گروه تجربی و ۲۲ نفر در گروه کنترل مطالعه را به پایان رساندند و اطلاعات مربوط به این افراد به عنوان داده در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت (شکل ۱. فلوجارت کانسورت).

حجم کل نمونه با استفاده و نرم افزار * G Power (نسخه ۳،۱،۹،۲) ۴۸ نفر محاسبه شد. حجم نمونه نهایی ۶۳ نفر پس از پیش بینی میزان ریزش ۲۰٪، برآورد شد. کلیه بیماران واجد شرایط توسط یک پزشک انتخاب شدند.

توده بدون چربی در اندام های فوقانی گروه تمرین شد (۱۵). با این حال، در افراد سالمند دارای OSO، تاثیر تمرین مقاومتی بر ترکیب بدنی و عملکرد عضلانی به طور کامل مشخص نشده است و نتایج تحقیقات در این خصوص متناقض است. به طور مثال، در تحقیقی با برنامه تمرینی ۱۰ هفته ای تمرین مقاومتی با حداکثر سرعت، بهبود عملکرد بدنی، قدرت و توان در زنان سالمند با چاقی سارکوپنی در مقایسه با گروه کنترل بدون تمرین موثر نبود (۵۵). از طرف دیگر، یک مطالعه مداخله ای ۱۲ هفته ای، تأثیر تمرین مقاومتی با باند کشی در زنان سالمند دارای چاق سارکوپنی را بررسی و نشان داد توده عضلانی اسکلتی، کیفیت عضلات و ظرفیت بدنی، در مقایسه با گروهی که ورزش نکرده بودند به طور قابل توجهی بهبود یافته است (۱۱).

با وجود مزیت‌های فراوان فعالیت‌های مقاومتی برای افراد سالمند، بیشتر تحقیقات انجام شده در این گروه از افراد، تغییرات ترکیب بدنی و عملکرد عضلانی را مورد بررسی قرار داده اند و کمتر به تاثیر تمرینات مقاومتی بر تغییرات بیوشیمیایی شاخص های مرتبط با تنظیم توده عضله از جمله سطوح پلاسمایی میوستاتین و فولیستاتین پرداخته شده است. لذا هدف این پژوهش بررسی اثر دوازده هفته تمرین مقاومتی با باند کشی بر سطوح میوستاتین و فولیستاتین در زنان سالمند دارای OSO می باشد.

روش پژوهش

این پژوهش یک کارآزمایی بالینی تصادفی^۱ (RCT) یک سو کور بود که بر اساس بیانیه

² Consolidated Standards of Reporting Trials

¹ Randomized Clinical Trial

سانتریفیوژ شده و نمونه سرمی آن، جدا و برای آنالیز در دمای ۷۰- نگهداری شد و افرادی که واجد شرایط بودند از طریق تصادفی سازی بلوک دوتایی در دو گروه کنترل و تمرین مقاومتی قرار گرفتند. گروه تمرین در طی ۲ هفته قبل از شروع پروتکل و هر هفته یک جلسه‌ی یک تا یک و نیم ساعته، تمرینات مقاومتی با باند کشی با استفاده از باند زرد رنگ جهت آشنا سازی با ابزار تمرین، محیط تمرین و اصلاح حرکات انجام دادند. علاوه بر این، در ۲ جلسه اول، بیماران جهت کنترل شدت ورزش با استفاده از تعداد تکرار هدفمند (TNRs)^۱ و مقیاس تمرین مقاومتی OMNI (OMNI-RES)^۲ تمرین داده شدند (۳۲ و ۹). در تمرینات مقاومتی با باند کشی بیماران با افزایش یا کاهش فاصله دست‌ها به راحتی می‌توانند مقاومت را تنظیم کنند. از آن‌ها خواسته شد که یک باند کشی متناسب را انتخاب کنند که به آن‌ها اجازه می‌داد تا ۲۰- RM را انجام دهند (۹).

به طور کلی تمرین مقاومتی با باند الاستیک (Thera Band®)، شرکت هیژنیک، آکرون، OH، USA) برای تمرین همه گروه‌های عضلانی اصلی طراحی (حجم و شدت تمرین به طور مداوم بر اساس جدول ۲ افزایش یافت) و سه بار در هفته اجرا شد. حجم تمرین با افزایش تعداد ست‌ها از یک به دو ست و میزان پیشرفت بر اساس بهبود فردی (اگر بیمار قادر به انجام دو تکرار بیشتر در ست دوم بود) گزارش می‌شد که براساس مقیاس OMNI، مقاومت اعمال شده برای عضله فعال کمتر از ۷ (۰ بسیار آسان به ۱۰ بسیار سخت است و رنگ کش تغییر

در این مطالعه بیماران واجد شرایط چاقی استئوسارکوپنیک با توجه به معیارهای پیشنهاد شده EWGSOP که در آزمودنی‌ها ایرانی نیز قابل استفاده است (۱۹) بدین صورت پایش شدند: افراد با محدوده سنی ۶۰-۸۰ سال، با استفاده از ابزار جذب سنجی اشعه ایکس دوگانه انرژی (DEXA)، دارای درصد چربی بدن < ۳۲ درصد، BMI < ۳۰ کیلوگرم به متر مربع، T-score ≤ -۱.۵ از L1-L4 و یا کل استخوان ران و یا سر استخوان ران و سرعت راه رفتن (MWT ۱۰) ≥ ۱ متر بر مجذور ثانیه انتخاب شدند (۲۵ و ۶).

همه شرکت کنندگان بر اساس دیگر معیارهای ورود به مطالعه مانند: یائسگی، عدم ابتلا به بیماری‌های مزمن مثل فشارخون بالا، مشکلات تیروئید و یا کلیوی، سرطان، دیابت یا پوکی استخوان خیلی شدید (T-score < -۲/۵) نیز مورد بررسی قرار گرفتند. هم‌چنین عدم استفاده از هورمون درمانی، عدم داشتن تمرین منظم بیشتر از ۳۰ دقیقه در طول هفته طی شش ماه گذشته، عدم مصرف مکمل‌های غذایی در طی ۳ ماه گذشته نیز در نظر گرفته شد. ملاک‌های خروجی مواردی همچون منع پزشک معالج از ادامه تمرینات ورزشی، تمرینات جسمانی موازی، پیروی از رژیم کاهش‌دهنده وزن بیشتر از ۵ کیلوگرم در سه ماه گذشته، مصرف هر دارویی که روی تراکم استخوان، بافت چربی و یا سیستم هورمونی تاثیرگذار بود را شامل می‌شد.

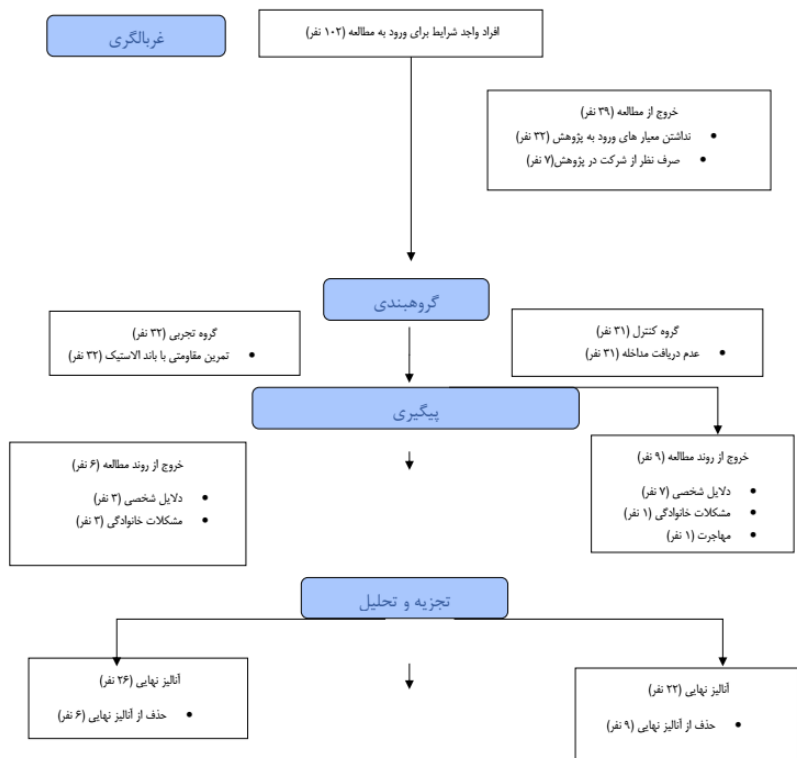
پس از اندازه‌گیری‌های آنترپومتریکی از آزمودنی‌های واجد شرایط آزمایش DEXA و نمونه خون اولیه به میزان پنج سی سی از ورید قدامی بازویی توسط متخصصین خونگیری آزمایشگاه گرفته شد. سپس، نمونه خون،

¹ Targeted number of repetitions

² OMNI- Resistance Exercise Scale

لیتر با استفاده از کیت ESTABIOPHARM (ساخت کشور چین) با حساسیت ۲/۵۴ نانوگرم بر لیتر و غلظت فولستاتین با استفاده از کیت ESTABIOPHARM (ساخت کشور چین) با حساسیت ۰/۲۵ نانوگرم بر میلی لیتر به روش الیزا اندازه گیری شد.

می‌یافت) افزایش یافت. به منظور رعایت اصل اضافه بار پس از هر ۲ هفته تمرین شدت تمرین با استفاده از تغییر رنگ الاستیک باند افزایش یافت که بر همین اساس، رنگ آنها به ترتیب از زرد به قرمز، آبی، سبز، مشکی، نقره‌ای تغییر یافت (جدول ۲). به منظور سهولت در کنترل درستی اجرای حرکات، نمونه های گروه تمرین به چهار گروه ۶-۸ نفره تقسیم‌بندی شدند و هر گروه در ساعت مشخص با نظارت محقق در جلسه تمرین شرکت کردند و تمرینات بر اساس دستورالعمل‌های کالج پزشکی ورزشی آمریکا (ACSM) انجام شد که برای تمرینات مقاومتی سالمندان توصیه شده است. سپس، برنامه تمرین به مدت ۱۲ هفته آغاز شد. هر جلسه تمرین با گرم کردن عمومی ۱۰ دقیقه‌ای شروع، سپس تمرینات مقاومتی با الاستیک باند (۴۵-۶۰ دقیقه) بصورت کنترل شده و آهسته برای هر یک از شش گروه عضلانی (پاها، پشت، شکم، قفسه سینه، شانه و بازو) انجام شد و با ۵ دقیقه زمان برای سرد کردن جلسه‌ی تمرین به پایان می‌رسید (جدول ۱) و کلیه‌ی برنامه‌های تمرینی هر روز بین ساعت ۸-۱۲ صبح انجام گردید. نمونه های گروه کنترل هیچ‌گونه دستورالعملی را در مورد تغییر رژیم غذایی معمول و فعالیت‌های بدنی خود، در طول دوره مطالعه دریافت نکردند و در هیچ برنامه‌ای برای تغذیه یا تمرین شرکت نکردند. بعد از اتمام دوره تمرین، پس از ۴۸ ساعت از آخرین جلسه‌ی تمرین مجدداً اخذ نمونه خون، آزمایش DEXA، اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریک و آزمایشگاهی در شرایط و زمان آزمون‌های اولیه و با همان ابزار توسط محقق و متخصص آزمایشگاه انجام پذیرفت. غلظت میوستاتین بر اساس نانوگرم بر



شکل ۱. فلوجارت کانسورت

جدول ۱. پروتکل تمرین الاستیک باند

مدت (دقیقه)	گروه عضلانی درگیر	شدت (ست/ تکرار)	نوع حرکت
۱- گرم کردن			
۵	عضلات خم کننده و باز کننده بخش فوقانی	-	تمرین جنبشی گردن/ اندام فوقانی و پشت
۵	عضلات خم کننده و باز کننده بخش تحتانی	-	فلکشن و اکستنشن اندام های تحتانی
۲- بخش فوقانی			
۱۰-۵	عضلات باز کننده فوقانی (سینه، سه سر)	۱۲-۱۰	۱- پرس سینه نشسته
۱۰-۵	عضلات خم کننده فوقانی (پشتی، دوزنقه)	۱۲-۱۰	۲- حرکت پارویی نشسته
۱۰-۵	عضلات خم کننده آرنج	۱۲-۱۰	۳- خم کردن آرنج نشسته
۱۰-۵	عضلات باز کننده آرنج	۱۲-۱۰	۴- باز کردن آرنج ایستاده
۱۰-۵	عضلات سرشانه (دلتوئید، دوزنقه)	۱۲-۱۰	۵- بالا بردن جانبی کش به حالت ایستاده
۱۰-۵	عضلات مرکزی	۱۲-۱۰	۶- کرانچ شکمی با دستگاه
۳- بخش تحتانی			
۱۰-۵	عضلات باز کننده تحتانی (همسترینگ)	۱۲-۱۰	۷- باز کردن زانو به حالت خوابیده
۱۰-۵	عضلات خم کننده تحتانی (چهارسرانی)	۱۲-۱۰	۸- جمع کردن زانو پا به حالت نشسته
۱۰-۵	عضلات باز کننده بخش تحتانی	۱۲-۱۰	۹- بالا بردن ساق پا به حالت نشسته
۱۰-۵	عضلات دور کننده بخش تحتانی	۱۲-۱۰	۱۰- دور کردن پا به حالت نشسته
۱۰-۵	عضلات نزدیک کننده بخش تحتانی	۱۲-۱۰	۱۱- نزدیک کردن پا به حالت نشسته
۱۰-۵	گروه عضلات همسترینگ	۱۲-۱۰	۱۲- باز کردن زانو به حالت نشسته
۱۰-۵	عضلات خم کننده مچ پا	۱۲-۱۰	۱۳- دورسی فلکشن نشسته
۱۰-۵	عضلات کف پای	۱۲-۱۰	۱۴- پلنتارفلکشن نشسته

جدول ۲. پروتکل تغییرات الاستیک باند

۱۱-۱۲	۹-۱۰	۷-۸	۵-۶	۳-۴	۱-۲	هفته	
					*	زرد	رنگ باند کشی
				*		قرمز	
			*			سبز	
		*				آبی	
	*					سیاه	
*						نقره ای	
۱۲-۱۰	۱۲-۱۰	۱۲-۱۰	۱۲-۱۰	۱۲-۱۰	۱۲-۱۰	تکرار	بار تمرین
۲	۲	۲	۲	۲	۲	ست	

۱۲ هفته تمرین مقاومتی با باند الاستیک در نتیجه مقایسه‌های بین گروهی تفاوت معنی‌داری در وزن ($P=0/001$)، درصد چربی بدن ($P=0/001$)، فولیستاتین ($P=0/002$)، و نسبت فولیستاتین به میوستاتین ($P=0/004$) مشاهده شد اما تغییرات در شاخص توده بدنی ($0/054$)، $P=$ و میوستاتین ($P=0/095$) معنی دار نبود. همچنین نتایج درون گروهی افزایش معنی دار در وزن ($P=0/001$)، شاخص توده بدنی ($P=0/003$)، درصد چربی بدن ($P=0/001$) و میوستاتین ($P=0/001$) و کاهش معنی دار نسبت فولیستاتین به میوستاتین ($P=0/018$) در گروه کنترل و افزایش معنی دار فولیستاتین در گروه تمرین ($P=0/001$) را نشان داد. (جدول ۳).

روش آماری

جهت تجزیه و تحلیل آماری در این پژوهش از میانگین و انحراف معیار به عنوان آمار توصیفی استفاده شد. جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و به منظور مقایسه‌های درون گروهی از آزمون T وابسته و ویلکاکسون و جهت مقایسه‌های بین گروهی از آزمون آنکوا استفاده شد. تمامی آزمون‌ها در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ و با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام شد.

یافته‌های پژوهش

نتایج پژوهش حاضر نشان داد تفاوت معنی‌داری بین میانگین سن ($P=0/947$) و قد ($0/812$)، $P=$ ، گروه کنترل و تمرین وجود نداشت. پس از

جدول ۳. مقایسه سطوح پایه شاخص ها در گروه کنترل و تجربی

متغیر	گروه	کنترل	تمرین	P بین گروهی
سن(سال)	پیش آزمون	۶۴/۰۵±۳/۳۵	۶۴/۱۱±۳/۸۱	۰/۹۴۷
قد(سانتی متر)	پیش آزمون	۱۵۵/۷۷±۴/۱۴	۱۵۵/۵۹±۴/۳۸	۰/۸۱۲
وزن(کیلوگرم)	پیش آزمون	۷۸/۷۳±۷/۵۲	۸۱/۶۶±۱۰/۱۰	۰/۰۰۱
	پس آزمون	۸۱/۸۱±۸/۰۳	۸۱/۸۷±۹/۸۱	
	Pدرون گروهی	۰/۰۰۱	۰/۵۱۹	
شاخص توده بدنی (کیلوگرم / متر مربع)	پیش آزمون	۳۲/۵۳±۳/۰۱	۳۳/۳۳±۴/۰۵	۰/۰۵۴
	پس آزمون	۳۳/۷۲±۳/۱۵	۳۳/۶۶±۳/۶۷	
	Pدرون گروهی	۰/۰۰۳	۰/۱۴۱	
درصد چربی بدن	پیش آزمون	۴۳/۶۰±۲/۶۶	۴۵/۸۸±۳/۴۲	۰/۰۰۱
	پس آزمون	۴۷/۹۲±۲/۶۵	۴۷/۱۵±۳/۸۶	
	Pدرون گروهی	۰/۰۰۱	۰/۰۹۹	

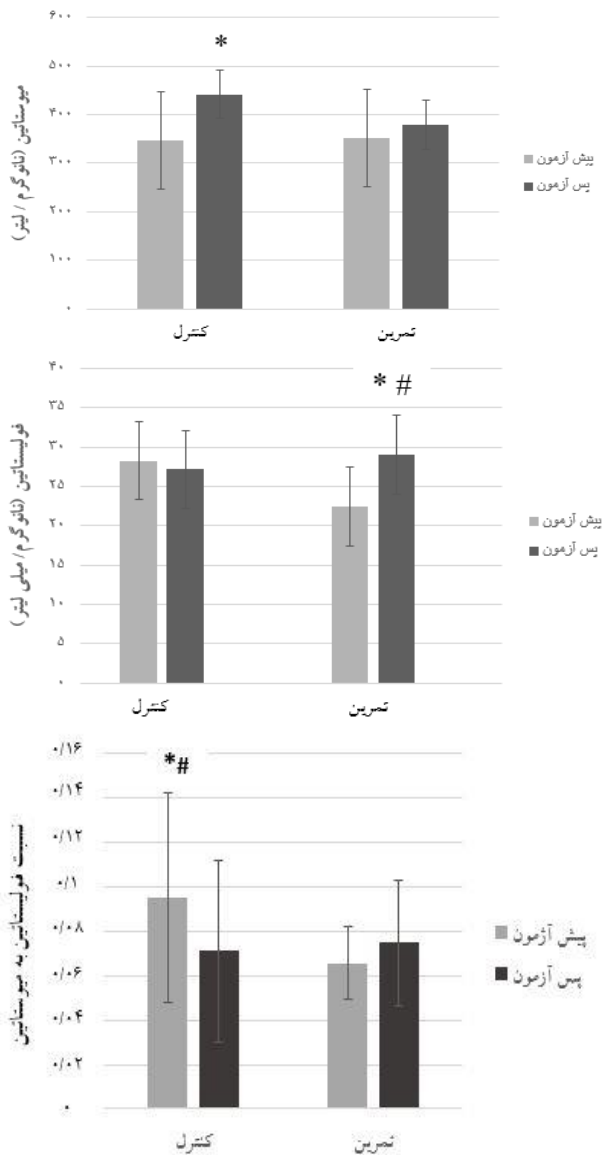
بررسی ارتباط بین شاخص های مورد مطالعه نیز نشان دهنده ارتباط معکوس معنی دار بین سطوح میوستاتین و فولیستاتین ($P=۰/۰۰۰۱, R=۰/۲۷۱$) و درصد چربی ($P=۰/۰۰۸, R=۰/۲۷۱$) (جدول ۴).

بررسی ارتباط بین شاخص های مورد مطالعه نیز نشان دهنده ارتباط معکوس معنی دار بین سطوح میوستاتین و فولیستاتین ($P=۰/۰۰۰۱, R=۰/۲۷۱$) و درصد چربی ($P=۰/۰۰۸, R=۰/۲۷۱$) (جدول ۴).

جدول ۴. بررسی ارتباط بین شاخص های مورد مطالعه

شاخص	میوستاتین	فولیستاتین	وزن	درصد چربی
میوستاتین		$R= -۰/۵۸۴$ $P=۰/۰۰۰۱^*$	$R= ۰/۱۲۵$ $P= ۰/۲۲۵$	$R= ۰/۱۰۲$ $P= ۰/۳۲۱$
فولیستاتین	$R= -۰/۵۸۴$ $P=۰/۰۰۰۱^*$		$R= ۰/۰۷۸$ $P= ۰/۴۵۲$	$R= ۰/۰۵۶$ $P= ۰/۵۸۵$
وزن	$R= ۰/۱۲۵$ $P= ۰/۲۲۵$	$R= ۰/۰۷۸$ $P= ۰/۴۵۲$		$R= ۰/۲۷۱$ $P= ۰/۰۰۸^*$
درصد چربی	$R= ۰/۱۰۲$ $P= ۰/۳۲۱$	$R= ۰/۰۵۶$ $P= ۰/۵۸۵$	$R= ۰/۲۷۱$ $P= ۰/۰۰۸^*$	

* نشان دهنده ارتباط معنی دار.



شکل ۲. تغییرات سطوح فولیستاتین و میوستاتین و نسبت فولیستاتین به میوستاتین از پیش آزمون تا پس آزمون در گروه کنترل و تمرین. # نشان دهنده ی تفاوت معنی دار در گروه. * نشان دهنده ی تفاوت معنی دار بین گروه تمرین و کنترل

بحث و نتیجه گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد ۱۲ هفته تمرین مقاومتی با باند کشی موجب تفاوت معنی دار در وزن، درصد چربی و فولیستاتین زنان سالمند مبتلا به OSO شد، با این حال، تفاوت معنی داری در شاخص توده بدن و میوستاتین مشاهده نشد. همچنین افزایش معنی دار در وزن بدن، شاخص توده بدنی، درصد چربی بدن گروه کنترل مشاهده شد. با توجه به عدم فعالیت ورزشی گروه کنترل در طی ۱۲ هفته وعدم محدودیت کالری دریافتی از رژیم غذایی معمول در طول مدت مداخله، وزن و به تبع آن شاخص توده بدنی گروه کنترل افزایش یافت.

هرچند شواهد قابل ملاحظه‌ای وجود دارد که نشان می‌دهد افزایش نفوذ چربی به استخوان و عضلات در افراد سالمند بیشتر است و منجر به افزایش از دست رفتن پیش رونده استخوان و عضله می‌گردد (۲۴ و ۴۰). تمرین مقاومتی به عنوان یک روش شناخته شده قوی می‌تواند باعث کاهش میزان چربی (۵۶) و همچنین بهبود تراکم معدنی استخوان گردد (۴۷ و ۴۹). در همین راستا، نتایج پژوهش حاضر نشان داد تغییرات درصد چربی بدن بین دو گروه اختلاف (افزایش معنی دار در گروه کنترل) وجود داشت. در مقابل، وطن خواه و همکاران (۱۳۹۷) (۵۴) و امینی و همکاران (۱۳۹۴) (۱) بدنبال هشت هفته تمرین مقاومتی با باند کشی کاهش معنی داری در درصد چربی و وزن چربی مشاهده کردند. کیم و همکاران (۲۰۰۷) نیز نشان دادند ۱۲ هفته تمرین با باند کشی موجب بهبود درصد چربی در زنان مسن گردید (۲۹). با توجه به حفظ توده بدون چربی (عضله)، یافته‌های اخیر نشان می‌دهد که تمرینات مقاومتی به طور

مؤثری توده بدون چربی را افزایش می‌دهد (۴۵). تحقیقات دیگری تاثیرات سودمند تمرینات مقاومتی با باندهای الاستیک بر ترکیب بدن را نشان دادند. سانگ و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند ۱۲ هفته تمرین مقاومتی پیشرونده با باند الاستیک به بهبود ترکیب بدن و عملکرد جسمانی زنان مسن همودیالیزی منجر گردید (۴۴). دی لیاو و همکاران (۲۰۱۷) هم نشان دادند بدنبال ۱۲ هفته تمرین مقاومتی در زنان سالمند درصد چربی بدن به طور معنی داری کاهش و توده بدون چربی به طور معنی داری افزایش یافت (۱۱).

نتایج این مطالعه نشان داد بدنبال ۱۲ هفته تمرین مقاومتی با باند الاستیکی بین تغییرات میوستاتین سرم گروه تمرین و کنترل تفاوت معنی داری مشاهده نشد. نتایج سایر تحقیقات در مورد میوستاتین متناقض است. روت و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که ۹ هفته تمرین مقاومتی منجر به کاهش بیان ژن میوستاتین گردید (۴۳). از طرف دیگر، جاسپرسن و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که در مردان جوان ۳ ماه تمرین مقاومتی پیش رونده، به افزایش بیان ژن میوستاتین منجر می‌شود (۲۶). یکی از تفاوت‌های نتایج مطالعه شده با سایر تحقیقات روش نمونه گیری و بافت مورد اندازه گیری است. عدم تفاوت معنی دار در تحقیق ما را نیز می‌توان این‌گونه توجیه کرد که شاید با توجه به اینکه پروتئین میوستاتین پس از سنتز مجموعه ای از تغییرات پس ترجمه ای را طی می‌کند، میوستاتین که به روش بیوپسی از عضلات به دست می‌آید نمی‌تواند معرف سطوح گردش خونی و شکل فعال میوستاتین باشد (۵۹)، لذا نتایج تحقیق ما با نتایج برخی تحقیقات که از

بیوپسی عضلانی استفاده کردند و نتایج معنی داری را مشاهده کردند متفاوت بود. درمقابل، ویلگوبی و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که بدنبال ۱۲ هفته تمرین مقاومتی شدید و مصرف مکمل سطوح سرمی میوستاتین و همچنین توده و قدرت عضلانی و ترکیب بدن در آزمودنی‌های جوان افزایش نشان داد (۵۸). اگرچه در برخی مطالعات ارتباطی بین سن و سطوح میوستاتین در عضله اسکلتی را گزارش نکردند (۳۶)، اما برخی تحقیقات نشان دادند که سطح گردش خون میوستاتین با افزایش سن در زنان و مردان افزایش می‌یابد و بیشترین میزان آن در افراد ۶۰ تا ۹۰ ساله است (۶۱). علت تفاوت پاسخ مردان سالمند با زنان سالمند را می‌توان ناشی از بیشتر بودن میزان استراحتی میوستاتین پلازما در زنان سالمند نسبت به مردان سالمند دانست (۱۶). البته در پاسخ به یک فعالیت ورزشی با شدت مشابه، زنان سالمند در کاهش بیان میوستاتین ناتوان هستند (۳۰). از طرف دیگر، اخیراً نشان داده شده است سطوح سرمی بالاتر میوستاتین با آمادگی بدنی بهتر همراه است و بهبود آمادگی جسمانی بعد از مداخله ورزشی با افزایش غلظت میوستاتین در مردان رابطه مثبت دارد. به نظر می‌رسد این نتایج این ایده را که سطح بالای میوستاتین سرم نشان دهنده ضعف در سالمندان است را دچار تردید می‌کند (۳). در تحقیق دیگری همراستا با مطالعه ما، باقری و همکاران (۱۳۹۳) گزارش دادند میزان میوستاتین پس از سه نوع ترتیب تمرین مقاومتی و استقامتی ترکیبی، در زنان سالمند تغییر معنی‌داری مشاهده نشد (۴). هافمن و همکاران (۲۰۱۶) نیز تغییر معنی‌داری در میوستاتین سرم زنان سالمند بدنبال ۶-۳ ماه

تمرین مقاومتی باند کشی و مصرف مکمل غذایی را مشاهده نکرد، اما بهبود عملکرد در تمرینات مشاهده شد (۲۱). در مقابل، وطن خواه و همکاران (۱۳۹۷) بدنبال هشت هفته تمرین با باند کشی کاهش معنی‌داری در میوستاتین سرمی و ترکیب بدن زنان سالمند مشاهده کردند (۵۴). بنابراین، به نظر می‌رسد علت نا همسو بودن نتایج این یافته‌ها با نتایج دیگر به وضعیت آزمودنی‌ها (چاقی استئوسارکو پنیک در مقابل سالم) و همچنین جنسیت آزمودنی‌ها (زنان نسبت به مردان) و سن افراد شرکت کننده (سالمند در مقابل جوان) مرتبط باشد. طول متفاوت دوره مطالعه نیز می‌تواند از دیگر علل ناهم‌سویی با نتایج سایر مطالعه‌ها باشد. بایستی به این نکته اشاره کرد که آزمودنی‌های این تحقیق زنان سالمندی بودند که دارای چاقی استئوسارکوپنیک می‌باشند، شرایطی که آزمودنی‌ها دارای چربی بدن بالا و توده عضلانی کم می‌باشند و همان‌طور که قبلاً اشاره شد زنان سالمند در یک شدت فعالیتی مشابه با مردان در کاهش بیان میوستاتین ناتوان هستند. با توجه به نتایج تحقیق که افزایش معنی‌داری در درصد چربی و میوستاتین در گروه کنترل و افزایش غیر معنی‌دار در گروه تمرین را نشان داد می‌توان به تأثیر تمرینات مقاومتی با باند کشی بر میزان میوستاتین و درصد چربی افراد دارای چاقی استئوسارکوپنیک، توجه نمود. یکی دیگر از عوامل مرتبط با توده عضلانی که تنظیم آن در طول فعالیت ورزشی و سازگاری آن به تمرینات مقاومتی در افراد سالمند دارای OSO اهمیت زیادی دارد و نامشخص است، فولیستاتین می‌باشد چرا که فعالیت ورزشی مداخله مهمی برای پیشگیری از سارکوپنیای

وابسته به سن است (۱۸). در این پژوهش ۱۲ هفته تمرین مقاومتی با باند الاستیک باعث افزایش سطح سرمی فولیستاتین در گروه تمرین و کاهش غیر معنی دار در گروه کنترل و همچنین بهبود معنی دار کیفیت عضلانی گردید. به نظر می رسد بهبود کیفیت عضلانی ناشی از تمرینات مقاومتی از طریق مسدود شدن جریان های تجزیه پروتئین های عضلانی و افزایش جریان های سنتز پروتئین شود (۶۲). همچنین افزایش سطوح فولیستاتین و عدم تغییر میزان میوستاتین، می تواند از علل هورمونی اثر گذار بر بهبود کیفیت عضلانی باشد (۲۸). مشابه این پژوهش، نگارش و همکاران (۲۰۱۶) نیز بعد از ۸ هفته تمرین مقاومتی بر روی مردان سالمند (سارکوپنیک و سالم) دریافتند که سطح سرم فولیستاتین در گروه سالم و سطح مقطع عضله و قدرت آن در گروه سارکوپنیک افزایش یافت (۳۹).

تاجیک و همکاران (۱۳۹۴) نیز نشان دادند هشت هفته تمرین هوازی و رژیم کاهش وزن بر سطوح سرمی فولیستاتین در زنان غیر فعال میانسال تأثیر گزار است. به گونه ای که در گروه های تمرین هوازی، رژیم پلکانی و تمرین همراه با رژیم، افزایش سطح فولیستاتین را گزارش نمودند (۴۸). همچنین، واموینی و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی تأثیر محرومیت انرژی و سطح فولیستاتین و میوستاتین بر روی ۷ مرد سالم دریافتند که به دنبال کاهش کالری دریافتی روزانه و گرسنگی، افزایش ترشح فولیستاتین در بدن به عنوان یک مکانیسم حفاظتی در برابر توده عضلانی عمل نموده و با کاتابولیسم توده چربی و سوزاندن چربی های اضافی بدن به تنظیم ترکیب بدن کمک کرده و

سبب بهبود چاقی یا اضافه وزن می شود، و میزان میوستاتین در هر دو زمان کاهش کالری و گرسنگی بدون تغییر ماند (۵۱). نظر به اینکه بیان بالای فولیستاتین باعث هایپر تروفی عضله از طریق فعالسازی سلول های ماهواره ای می شود که این کار در بخشی توسط مهار میوستاتین صورت می گیرد در نتیجه پیشنهاد شده فولیستاتین ممکن است یک استراتژی درمانی در اختلالات تحلیل عضلانی، مانند دیستروفی عضلانی دوشن^۱، سارکوپنیای وابسته به سن مؤثر باشد (۴۲).

یافته های این پژوهش نشان داد ۱۲ هفته فعالیت مقاومتی با باندکشی با افزایش معنی دار فولیستاتین در گروه تمرین همراه است. فولیستاتین با اتصال به میوستاتین، مانع اتصال میوستاتین به گیرنده خود می شود و در نتیجه، میوستاتین را در گردش خون خنثی و تأثیر زیادی بر رشد عضله اسکلتی دارد، جایی که افزایش حجم و قدرت عضلات باعث افزایش توده استخوانی می شود. بهبود درصد چربی بدن نیز از یافته های این پژوهش می باشد که می تواند موجب بهبود توده استخوان و عضله گردد (۲۷).

نتایج نشان داد نسبت فولیستاتین به میوستاتین در گروه کنترل به طور معناداری کاهش یافت. با توجه به افزایش معنادار میوستاتین و کاهش فولیستاتین، کاهش این نسبت معقول به نظر میرسد. اما این نسبت در گروه تمرین افزایش یافت که از این نسبت به عنوان ملاک پاسخ آنابولیک به کاتابولیک استفاده می گردد. نتایج این پژوهش با یافته های باقری و همکاران (۱۳۹۳) که نشان از افزایش این نسبت در زنان سالمندی که تمرین استقامتی و بعد

¹ Duchenne muscular dystrophy

از آنجایی که این پژوهش بر روی زنان سالمند دارای چاقی استئوسارکوپنیک با شرایط درصد چربی بالای ۳۲، BMI بیشتر از ۳۰ و $T-1 \leq \text{score}$ ۲،۵- انجام گرفت، ۱۲ هفته تمرین توانست تاثیر معنی داری بر فولیستاتین و غیر معنی دار بر میوستاتین و درصد چربی بگذارد. بنابر این نتایج، به دیگر محققین توصیه می شود اثرات دراز مدت این نوع تمرینات را با مدت زمان بیش از ۶ ماه انجام دهند. همچنین ترکیبی از مکمل های مختلف که بر استخوان، عضله و چربی تأثیر میگذارد، در تحقیقات آینده مورد استفاده قرار بگیرد.

با توجه به اینکه سالمندان دارای چاقی استئوسارکوپنیک دچار ضعف عضلانی جهت استفاده از شیوه های مختلف تمرین مقاومتی می شوند و با توجه به تاثیر این شیوه از تمرین بر بهبود ترکیب بدنی، استفاده از تمرین مقاومتی باند های الاستیک برای زنان سالمند دارای چاقی استئوسارکوپنیک که دارای محدودیت های حرکتی برای انجام سایر روش های تمرین مقاومتی هستند توصیه می شود.

تقدیر و تشکر

از کلیه آزمودنی هایی که به عنوان آزمودنی در این پژوهش به ما یاری رساندند، صمیمانه سپاسگزاری می شود. ضمناً نویسندگان این مقاله اعلام می کنند هیچ گونه تعارض منافی وجود ندارد.

قدرتی انجام میدادند، همخوانی دارد(۴). احتمالاً، فولیستاتین نقش مهمی در کاهش سیگنالینگ میوستاتین ایفا میکند؛ بنابراین افزایش مشاهده شده در فولیستاتین ممکن است از سیگنالینگ میوستاتین و در نتیجه، کاتابولیسم عضله پیشگیری کند.

همچنین مافی و همکاران(۲۰۱۸) افزایش نسبت فولیستاتین به میوستاتین را بعد ۸ هفته تمرین مقاومتی و مکمل اپی کاتچین در گروه های تمرین مقاومتی، مکمل اپی کاتچین و تمرین مقاومتی+ مکمل اپی کاتچین در مردان سالمند سارکوپنیک گزارش نمودند(۳۵). باقری و همکاران(۲۰۱۹) نیز تأثیر ۸ هفته تمرینات مقاومتی بالاته و پایین تنه بر افزایش نسبت فولیستاتین به میوستاتین بر مردان میانسال را بیان نمودند(۵). در شرایط عادی، برای حفظ اندازه فیبر عضلانی، بین تنظیم کننده های مثبت (مانند فولیستاتین و IGF-1) و منفی (مانند میوستاتین) تعادل وجود دارد. اما این تعادل، هنگامی که عضله آتروفیک باشد، منجر به تسلط در تنظیم کننده های منفی می شود. بارگذاری ماهیچه از طریق تمرین مقاومتی، ممکن است به تسلط تنظیم کننده های مثبت منجر شود. بنابراین، افزایش بیان فولیستاتین، از طریق فعال شدن سلولهای ماهواره ای، پیشگیری از میوستاتین و تعامل با دیگر پروتئین های تنظیمی، هیپرتروفی عضلات را افزایش میدهد (۱۸).

منابع

1. Amini, H., Isanejad, E., Hemati, A., Aghazade, J., & Kuhneshtin, B. (2015). The Effects of Exercise Using Thera-band on Body Compositions in Middle-aged Women. *Qom University of Medical Sciences Journal*, 9(1), 53-58. (persian)
2. Aoki, M. S., Soares, A. G., Miyabara, E. H., Baptista, I. L., & Moriscot, A. S. (2009). Expression of genes related to myostatin signaling during rat skeletal muscle

- longitudinal growth. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 40(6), 992-999 .
3. Arrieta, H., Hervás, G., Rezola-Pardo, C., Ruiz-Litago, F., Iturburu, M., Yanguas, J. J., . . . Irazusta, J. (2019). Serum myostatin levels are higher in fitter, more active, and non-frail long-term nursing home residents and increase after a physical exercise intervention. *Gerontology*, 65(3), 229-239 .
 4. Bagheri, L., Faramarzi, M., Banitalebi, E., & Azamian Jazi, A. (2015). The effect of sequence order of combined training (strength and endurance) on Myostatin, Follistatin and Follistatin/Myostatin ratio in older wome. *Sport Physiology*, 26, 143-164 .
 5. Bagheri, R., Rashidlamir, A., Motevalli, M. S., Elliott, B. T., Mehrabani, J., & Wong, A. (2019). Effects of upper-body, lower-body, or combined resistance training on the ratio of follistatin and myostatin in middle-aged men. *European journal of applied physiology*, 119(9), 1921-1931 .
 6. Balachandran, A., Krawczyk, S. N., Potiaumpai, M., & Signorile, J. F. (2014). High-speed circuit training vs hypertrophy training to improve physical function in sarcopenic obese adults: a randomized controlled trial. *Experimental gerontology*, 60, 64-71 .
 7. Baumgartner, R. N., Koehler, K. M., Gallagher, D., Romero, L., Heymsfield, S. B., Ross, R. R., . . . Lindeman, R. D. (1998). Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *American journal of epidemiology*, 147(8), 755-763 .
 8. Boutron, I., Altman, D. G., Moher, D., Schulz, K. F., & Ravaud, P. (2017). CONSORT statement for randomized trials of nonpharmacologic treatments: a 2017 update and a CONSORT extension for nonpharmacologic trial abstracts. *Annals of internal medicine*, 167(1), 40-47 .
 9. Colado, J. C., & Triplett, N. T. (2008). Effects of a short-term resistance program using elastic bands versus weight machines for sedentary middle-aged women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(5), 1441-1448 .
 10. Cruz-Jentoft, A. J., Baeyens, J. P., Bauer, J. M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., . . . Schneider, S. M. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People A. J. Cruz-Gentoft et al. *Age and ageing*, 39(4), 412-423.
 11. De Liao, C., Tsauo, J. Y., Lin, L. F., Huang, S. W., Ku, J. W., Chou, L. C., & Liou, T. H. (2017). Effects of elastic resistance exercise on body composition and physical capacity in older women with sarcopenic obesity. *Medicine (United States)*, 96(23), e7115 .
 12. Dieli-Conwright, C. M., Spektor, T. M., Rice, J. C., Sattler, F. R., & Schroeder, E. T. (2009). Influence of hormone replacement therapy on eccentric exercise induced myogenic gene expression in postmenopausal women. *Journal of applied physiology*, 107(5), 1381-1388 .
 13. Elkasrawy, M. N., & Hamrick, M. W. (2010). Myostatin (GDF-8) as a key factor linking muscle mass and skeletal form. *Journal of musculoskeletal & neuronal interactions*, 10(1), 56 .
 14. Fahimfar, N., Tajrishi, F. Z., Gharibzadeh, S., Shafiee, G., Tanha, K., Heshmat, R., . . . Larijani, B. (2019). Prevalence of Osteosarcopenia and Its Association with Cardiovascular Risk Factors in Iranian Older People: Bushehr Elderly Health (BEH) Program. *Calcified tissue international*, 1-7 .

15. Fritz, N. B., Juesas, Á., Gargallo, P., Calatayud, J., Fernández-Garrido, J., Rogers, M. E., & Colado, J. C. (2018). Positive effects of a short-term intense elastic resistance training program on body composition and physical functioning in overweight older women. *Biological research for nursing*, 20(3), 321-334 .
16. Gholamali, M., Nourshahi, M., & Hedayati, M. (2012). The Effects of Gender on Plasma Myostatin at Rest and in Response to Acute Resistance Exercise in Elderly Men and Women. *Iranian Journal of Ageing*, 7(3), 45-56 .
17. Hamrick, M. W. (2011). A role for myokines in muscle-bone interactions. *Exercise and sport sciences reviews*, 39(1), 43 .
18. Hansen, J., Brandt, C., Nielsen, A. R., Hojman, P., Whitham, M., Febbraio, M. A., . . . Plomgaard, P. (2011). Exercise induces a marked increase in plasma follistatin: evidence that follistatin is a contraction-induced hepatokine. *Endocrinology*, 152(1), 164-171 .
19. Hashemi, R., Heshmat, R., Motlagh, A. D., Payab, M., Esmailzadeh, A., Baigy, F., . . . Siassi, F. (2012). Sarcopenia and its determinants among Iranian elderly (SARIR): study protocol. *Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*, 11(1), 23 .
20. Hassan, E. B., & Duque, G. (2017). Osteosarcopenia: a new geriatric syndrome. *Australian family physician*, 46(11), 849 .
21. Heymsfield, S. B., Gonzalez, M. C., Shen, W., Redman, L., & Thomas, D. (2014). Weight loss composition is one-fourth fat-free mass: a critical review and critique of this widely cited rule. *Obesity Reviews*, 15(4), 310-321 .
22. Hofmann, M., Schober-Halper, B., Oesen, S., Franzke, B., Tschan, H., Bachl, N., . . . Wessner, B. (2016). Effects of elastic band resistance training and nutritional supplementation on muscle quality and circulating muscle growth and degradation factors of institutionalized elderly women: the Vienna Active Ageing Study (VAAS). *European journal of applied physiology*, 116(5), 885-897 .
23. Huang, S., Ku, J., Lin, L., Liao, C., Chou, L., & Liou, T. (2017). Body composition influenced by progressive elastic band resistance exercise of sarcopenic obesity elderly women: a pilot randomized controlled trial. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, 53(4), 556 .
24. Ilich, J., Inglis, J., Kelly, O., & McGee, D. (2015). Osteosarcopenic obesity is associated with reduced handgrip strength, walking abilities, and balance in postmenopausal women. *Osteoporosis International*, 26(11), 2587-2595 .
25. Ilich, J. Z., Kelly, O. J., & Inglis, J. E. (2016). Osteosarcopenic obesity syndrome: what is it and how can it be identified and diagnosed? *Current gerontology and geriatrics research*, 2016 .
26. Ilich, J. Z., Kelly, O. J., Inglis, J. E., Panton, L. B., Duque, G., & Ormsbee, M. J. (2014). Interrelationship among muscle, fat, and bone: connecting the dots on cellular, hormonal, and whole body levels. *Ageing research reviews*, 15, 51-60 .
27. JafariNasabian, P., Inglis, J. E., Kelly, O. J., & Ilich, J. Z. (2017). Osteosarcopenic obesity in women: impact, prevalence, and management challenges. *International journal of women's health*, 9, 33 .
28. Jespersen, J., Nedergaard, A., Andersen, L., Schjerling, P., & Andersen, J. (2011). Myostatin expression during human muscle hypertrophy and subsequent atrophy: increased myostatin with detraining. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 21(2), 215-223

29. Kelly, T. L., Wilson, K. E., & Heymsfield, S. B. (2009). Dual energy X-Ray absorptiometry body composition reference values from NHANES. *PloS one*, 4(9), e7038 .
30. Kerschan-Schindl, K., Thalmann, M. M., Weiss, E., Tsironi, M., Föger-Samwald, U., Meinhart, J., . . . Pietschmann, P. (2015). Changes in serum levels of myokines and Wnt-antagonists after an ultramarathon race. *PloS one*, 10(7), e0132478 .
31. Kim, C.-S., Park, I.-H., Kim, M.-W., Jang, S.-H., Kim, Y.-J., Park, M.-H., . . . Sun, H.-S. (2007). Effects of exercise using Thera band on body compositions, blood pressure and physical fitness in the elderly women. *Journal of muscle and joint health*, 14(2), 158-168 .
32. Kim, J.-s., Cross, J. M., & Bamman, M. M. (2005). Impact of resistance loading on myostatin expression and cell cycle regulation in young and older men and women. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 288(6), E1110-E1119 .
33. Kwon, H. R., Han, K. A., Ku, Y. H., Ahn, H. J., Koo, B.-K., Kim, H. C., & Min, K. W. (2010). The effects of resistance training on muscle and body fat mass and muscle strength in type 2 diabetic women. *Korean diabetes journal*, 34(2), 101-110 .
34. Lagally, K. M., & Robertson, R. J. (2006). Construct validity of the OMNI resistance exercise scale. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(2), 252 .
35. Laskou, F., & Dennison, E. (2019). Interaction of Nutrition and Exercise on Bone and Muscle. *European Endocrinology*, 15(1), 11 .
36. Lee, S.-J. (2004). Regulation of muscle mass by myostatin. *Annu. Rev. Cell Dev. Biol.*, 20, 61-86 .
37. Mafi, F., Biglari, S., Afousi, A., & Gaeini, A. (2018). Epicatechin supplementation and resistance training-induced improvement of muscle strength and circulatory levels of plasma follistatin and myostatin in sarcopenic older adults. *J Aging Phys Act*, 1-27.
38. Marcell, T. J., Harman, S. M., Urban, R. J., Metz, D. D., Rodgers, B. D., & Blackman, M. R. (2001). Comparison of GH, IGF-I, and testosterone with mRNA of receptors and myostatin in skeletal muscle in older men. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 281(6), E1159-E1164.
39. MEDICA, E. M. (2017). Body composition influenced by progressive elastic band resistance exercise of sarcopenic obesity elderly women: a pilot randomized controlled trial. *European journal of physical and rehabilitation medicine*.
40. Narici, M. V., & Maffulli, N. (2010). Sarcopenia: characteristics, mechanisms and functional significance. *British medical bulletin*, 95(1), 139-159.
41. Negaresh, R., Ranjbar, R., & Habibi, A. (2016). The effects of eight weeks of resistance training on some muscle hypertrophy and physiological parameters in elderly men. *Iranian Journal of Geriatric Nursing*, 3(1), 62-75.
42. Ormsbee, M. J., Prado, C. M., Ilich, J. Z., Purcell, S., Siervo, M., Folsom, A., & Panton, L. (2014). Osteosarcopenic obesity: the role of bone, muscle, and fat on health. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*, 5(3), 183-192.
43. Rizzoli, R., Reginster, J.-Y., Arnal, J.-F., Bautmans, I., Beudart, C., Bischoff-Ferrari, H., . . . Chines, A. (2013). Quality of life in sarcopenia and frailty. *Calcified tissue international*, 93(2), 101-120.
44. Rodino-Klapac, L. R., Haidet, A. M., Kota, J., Handy, C., Kaspar, B. K., & Mendell, J. R. (2009). Inhibition of myostatin with emphasis on follistatin as a therapy for

- muscle disease. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 39(3), 283-296.
45. Roth, S. M., Martel, G. F., Ferrell, R. E., Metter, E. J., Hurley, B. F., & Rogers, M. A. (2003). Myostatin gene expression is reduced in humans with heavy-resistance strength training: a brief communication. *Experimental biology and medicine*, 228(6), 706-709.
46. Song, W.-J., & Sohng, K.-Y. (2012). Effects of progressive resistance training on body composition, physical fitness and quality of life of patients on hemodialysis. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 42(7), 947-956.
47. Stefanaki, C., Peppas, M., Boschiero, D., & Chrousos, G. P. (2016). Healthy overweight/obese youth: early osteosarcopenic obesity features. *European journal of clinical investigation*, 46(9), 767-778.
48. Stenholm, S., Harris, T. B., Rantanen, T., Visser, M., Kritchevsky, S. B., & Ferrucci, L. (2008). Sarcopenic obesity-definition, etiology and consequences. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*, 11(6), 693.
49. Szychlinska, M. A., Castrogiovanni, P., Trovato, F. M., Nsir, H., Zarrouk, M., Furno, D. L., . . . Musumeci, G. (2019). Physical activity and Mediterranean diet based on olive tree phenolic compounds from two different geographical areas have protective effects on early osteoarthritis, muscle atrophy and hepatic steatosis. *European journal of nutrition*, 58(2), 565-581.
50. Tajik, M., Rashidlamir, A., & Attarzadeh Hosseini, R. (2015). The Effect of an 8-week Aerobic Training and Weight-loss Diet on the Level of Serum Follistatin in Inactive Middle-aged Women. *SSU_Journals*, 23(5), 411-419.
51. Trovato, F., Castrogiovanni, P., Szychlinska, M., Purrello, F., & Musumeci, G. (2018). Impact of Western and Mediterranean diets and vitamin D on muscle fibers of sedentary rats. *Nutrients*, 10(2), 231.
52. Tsuchida, K. (2004). Activins, myostatin and related TGF- β family members as novel therapeutic targets for endocrine, metabolic and immune disorders. *Current Drug Targets-Immune, Endocrine & Metabolic Disorders*, 4(2), 157-166.
53. Vamvini, M. T., Aronis, K. N., Chamberland, J. P., & Mantzoros, C. S. (2011). Energy deprivation alters in a leptin-and cortisol-independent manner circulating levels of activin A and follistatin but not myostatin in healthy males. *The journal of clinical endocrinology & metabolism*, 96(11), 3416-3423.
54. Varenna, M., Manara, M., Galli, L., Binelli, L., Zucchi, F., & Sinigaglia, L. (2013). The association between osteoporosis and hypertension: the role of a low dairy intake. *Calcified tissue international*, 93(1), 86-92.
55. Vasconcelos, K. S., Dias, J., Araújo, M. C., Pinheiro, A. C., Moreira, B. S., & Dias, R. C. (2016). Effects of a progressive resistance exercise program with high-speed component on the physical function of older women with sarcopenic obesity: a randomized controlled trial. *Brazilian journal of physical therapy*, 20(5), 432-440.
56. Vatankhah-khozani, S., Haghshenas, R., & Faramarzi, M. (2018). The Effect of 8 Weeks of Elastic Band Resistance Training on Serum Myostatin and Body Composition in Elderly Women. *Journal of Sport Biosciences*, 10(3), 347-358.
57. Villareal, D. T., Chode, S., Parimi, N., Sinacore, D. R., Hilton, T., Armamento-Villareal, R., . . . Shah, K. (2011). Weight loss, exercise, or both and physical function in obese older adults. *New England Journal of Medicine*, 364(13), 1218-1229.

58. Volpi, E., Campbell, W. W., Dwyer, J. T., Johnson, M. A., Jensen, G. L., Morley, J. E., & Wolfe, R. R. (2012). Is the optimal level of protein intake for older adults greater than the recommended dietary allowance? *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, 68(6), 677-681.
59. Weiss, E. P., Jordan, R. C., Frese, E. M., Albert, S. G., & Villareal, D. T. (2017). Effects of weight loss on lean mass, strength, bone, and aerobic capacity. *Medicine and science in sports and exercise*, 49(1), 206.
60. Willoughby, D. S. (2004). Effects of heavy resistance training on myostatin mRNA and protein expression. *Medicine and science in sports and exercise*, 36(4), 574-582.
61. Willoughby, D. S., & Wilborn, C. D. (2006). Estradiol in females may negate skeletal muscle myostatin mRNA expression and serum myostatin propeptide levels after eccentric muscle contractions. *Journal of sports science & medicine*, 5(4), 672.
62. Yarasheski, K., Bhasin, S., Sinha-Hikim, I., Pak-Loduca, J., & Gonzalez-Cadavid, N. (2002). Serum myostatin-immunoreactive protein is increased in 60-92 year old women and men with muscle wasting. *Journal of nutrition health and aging*, 6(5), 343-348.
63. Yasuda, T., Fukumura, K., Uchida, Y., Koshi, H., Iida, H., Masamune, K., . . . Nakajima, T. (2014). Effects of low-load, elastic band resistance training combined with blood flow restriction on muscle size and arterial stiffness in older adults. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, 70(8), 950-958.
64. Ziaaldini, M. M., Koltai, E., Csende, Z., Goto, S., Boldogh, I., Taylor, A. W., & Radak, Z. (2015). Exercise training increases anabolic and attenuates catabolic and apoptotic processes in aged skeletal muscle of male rats. *Experimental gerontology*, 67, 9-14



Effect of elastic-band resistance training on myostatin, follistatin levels in elderly women with osteosarcopenic obesity

Kazempour N¹, Faramarzi M^{2*}, Banitalebi E²

Received: 11/4/2020

Accepted: 20/8/2020

Abstract

Aim: Myostatin, its inhibitor follistatin have been proposed as factors that could potentially modify biological aging. The purpose of this study was to investigate the effect of 12 weeks resistance band exercise training on myostatin, follistatin levels in elderly women with osteosarcopenic obesity.

Method: In this randomized, single blind randomized clinical trial, 48 elderly women with osteosarcopenic obesity (based on the results of the DEXA test, age 64.63 ± 3.68 (years), fat percentage 45.4 ± 6.6 (%), BMI 33.1 ± 3.71 (kg/m²), T score of bone minerals density of femur and 1-4 lumbar spine -1.86 ± 1.42) were randomly divided to control (n = 22) and exercise (n = 26). The training group performed 12 weeks and three sessions a week resistance band training for all major muscle groups. Forty-eight hours before and after 12 weeks of intervention, blood sampling was performed. Paired-sample t-test was used for intra-group comparisons and Ancova was used for comparison between groups.

Results: The between groups comparison showed the a mount of significant difference in Follistatin (P=0.002) in training group, weight (P = 0.001), fat percentage (P = 0.001) increased and the ratio of follistatin to myostatin (P = 0.018) decreased significantly in control groups. However, there were no significant difference in body mass index (P = 0.054), myostatin (P=0.095) between groups.

Conclusion: Resistance band training seems to be an appropriate exercise strategy in elderly people with osteosarcopenic to improve body composition and muscle mass by modulating follistatin and myostatin levels.

Keywords: Osteosarcopenic Obesity, Elastic Band Resistance Training, Myostatin, Follistatin.

1. Ph.D. student of Exercise Physiology, 2. Professor in Exercise Physiology, University of Isfahan, 3. Associate Professor in Exercise Physiology, Shahrekord University.

*Email: m.faramarzi@spr.ui.ac.ir