



Open Access

مقاله پژوهش

## تاثیر ویریشن کل بدن بر سطوح سرمی فولیستاتین و مایواستاتین در زنان یائسه

امیر خسروی\*<sup>۱</sup>، وحید ولی پور ده نو<sup>۲</sup>، ریما شایان نسب<sup>۳</sup>، سکینه جعفریان<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۱۱ تاریخ چاپ: ۱۴۰۲/۰۹/۰۱

## چکیده

**مقدمه:** یکی از عوارض یائسگی که در کاهش کیفیت زندگی نقش مهمی دارد کاهش توده بدون چربی بدن می باشد. هدف از این مطالعه بررسی تاثیر ۱۲ هفته ویریشن کل بدن بر سطوح سرمی فولیستاتین و مایواستاتین در زنان یائسه بود. **روش پژوهش:** در این مطالعه نیمه تجربی ۲۰ زن یائسه با کم کاری تیروئید ۴۶ تا ۵۷ ساله شهرستان خرم آباد انتخاب و به دو گروه ۱۰ نفره: کنترل (C) و تمرین ویریشن کل بدن (V)، تقسیم شدند. گروه V، تمرینات را به مدت ۱۲ هفته و سه بار در هفته، با فرکانس ۳۰ تا ۵۰ هرتز، با دامنه یک تا دو میلی متر با اعمال ۲۰ تا ۳۰ دقیقه ویریشن ۵ تا ۱۵ دقیقه تمرین اندام فوقانی و تحتانی را انجام دادند. ۴۸ ساعت پیش و پس از برنامه تمرینی؛ نمونه گیری خونی و شاخص های تن سنجی اندازه گیری شد. برای اندازه گیری سطوح سرمی فولیستاتین و مایواستاتین از روش الایزا استفاده شد. داده ها با استفاده از آزمون های t مستقل و کوواریانس در سطح معناداری  $p < 0.05$  تجزیه و تحلیل شدند. **یافته ها:** نتایج نشان داد ۱۲ هفته تمرین ویریشن کل بدن باعث کاهش معناداری در میزان درصد چربی بدن ( $P=0.041$ )، شاخص توده بدن ( $P=0.044$ ) و وزن ( $P=0.047$ ) همچنین افزایش معنادار سطوح سرمی فولیستاتین ( $P=0.001$ ) و کاهش مایواستاتین سرم ( $P=0.018$ ) شد. **نتیجه گیری:** به نظر می رسد تمرین ویریشن کل بدن موجب افزایش سطوح سرمی فولیستاتین و کاهش مایواستاتین در زنان یائسه می شود و این تغییرات مثبت ممکن است در بهبود توده بدون چربی زنان یائسه نقش مهمی ایفا کند.

واژگان کلیدی: ویریشن، فولیستاتین، مایواستاتین، یائسگی، زنان

۱. استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آیت الله العظمی بروجردی (ره)، بروجرد، ایران ۲. دانشیار، گروه علوم ورزشی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران ۳. کارشناس ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی، اداره آموزش و پرورش ناحیه دو تبریز، تبریز، ایران ۴. دکتری علوم تربیتی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران

\* نشانی الکترونیک نویسنده مسئول: [stu\\_khosravi1@yahoo.com](mailto:stu_khosravi1@yahoo.com)

## مقدمه

و افزایش مسیرهای سیگنالی پروتئولیز همراه است (۴). کاهش سطح این هورمون‌ها زمینه ساز بسیاری از تغییراتی است که با افزایش سن در ترکیب بدنی رخ می‌دهد این تغییرات شامل افزایش توده چربی و کاهش پیشرونده در توده عضلانی است. 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 کاهش حجم با ضعف عضلانی، افزایش خستگی و عملکرد نامناسب و در نهایت آتروفی شدن عضلات به ویژه فیبرهای تند انقباض یا همان نوع ۲، همراه است این تغییرات در زنان بیش‌تر از مردان، به‌خصوص بعد از یائسگی گزارش شده است (۱، ۵). مکانیسم‌های بسیاری به عنوان دلایل کاهش توده عضلانی مرتبط با سن مطرح شده‌اند؛ اما در مجموع شناخت جامعی در مورد آنها وجود ندارد (۶). یکی از علل ممکن این است که با افزایش سن، فعالیت سوپر خانواده عامل تبدیل‌شونده بتا ۲ با بیش از ۳۰ عضو، که یکی از عوامل مؤثر بر سلول‌های ماهواره‌ای و سازگاری‌های هیپرتروفیک است تغییر می‌یابد (۷). مایواستاتین یکی از اعضای این خانواده می‌باشد که در سنتز منفی پروتئین و رشد منفی میوفیبریل‌ها دخیل است، و عامل

سازمان بهداشت جهانی، یائسگی<sup>۱</sup> را به معنای قطع واقعی قاعدگی به مدت حداقل ۱۲ ماه، به علت از دست رفتن فعالیت فولیکول‌های تخمدانی تعریف می‌کند که به طور متوسط در ۵۱ سالگی اتفاق می‌افتد (۱). از جمله مشکلات جسمانی یائسگی می‌توان به گرگرفتگی، پوکی استخوان، بیماری‌های قلبی - عروقی، آتروفی دستگاه تناسلی، کاهش توده خالص بدنی و مشکلات عصبی - روانی مانند اضطراب، فشار روانی، عصبانیت و افسردگی، و غیره اشاره نمود (۲). حدود ۷۵٪ زنان پس از یائسگی، این علائم حاد را که موجب ناراحتی شدید و اختلال در زندگی و در کل کاهش کیفیت زندگی می‌شود، تجربه می‌کنند (۳). یکی از عوارض مهم و حیاتی یائسگی که در کاهش کیفیت زندگی نقش مهمی دارد کاهش توده خالص بدنی می‌باشد. دوران یائسگی با کاهش هورمون‌های استروژن، رشد شبه انسولین، دی هیدرواپی اندرسترون سولفات<sup>۱</sup> در نتیجه کاهش سنتز پروتئین عضله و افزایش در عوامل کاتابولیکی مانند التهاب و به طور کلی اختلال در توانایی عضله اسکلتی در پاسخ به محرک‌های آنابولیک

<sup>۲</sup> TGF-β Transforming growth factor beta

<sup>۱</sup> Menopause

<sup>۱</sup> DHEA

شده است (۱۱). در مجموع، به نظر می‌رسد همزمان با افزایش سن، افزایش بیان مایو استاتین موجب کاهش تعداد، فعالیت و تمایز یافتگی سلول‌های ماهواره ای و در پی آن، کاهش حجم توده عضلانی و در نهایت، افزایش میزان شیوع سارکوپنیا در افراد سالمند می‌شود. به علاوه مطالعات نشان می‌دهند میزان شیوع سارکوپنیا در زنان سالمند بیشتر از مردان سالمند است (۱۲).

یکی دیگر از عوامل مرتبط با توده عضلانی، فولیستاتین می‌باشد. فولیستاتین یک پروتئین پلاسمایی گلیکوزیله است که عضو خانواده بزرگ TGF-B می‌باشد و به اعضای دیگر خانواده بزرگ TGF-B مانند مایو استاتین متصل می‌شود و در تنظیم توده عضلات اسکلتی نقش دارد. فولیستاتین با اتصال به مایو استاتین، از اتصال مایو استاتین به گیرنده اکتیوین II ممانعت می‌کند و در نتیجه، مایو استاتین را در گردش خون خنثی می‌کند (۱۳). خنثی شدن مایو استاتین توسط فولیستاتین، تأثیر زیادی بر رشد عضله اسکلتی دارد (۱۳). در همین راستا، با افزایش بیان فولیستاتین در موشها، افزایش قابل توجهی در توده عضلانی آنها مشاهده شده است؛ بنابراین، افزایش بیان فولیستاتین، از طریق فعال شدن سلول‌های ماهواره‌ای، پیشگیری از مایو استاتین و تعامل با دیگر پروتئینهای تنظیمی، هیپرتروفی عضلات را افزایش می‌دهد (۱۳).

منفی مؤثر در تنظیم رشد و نگهداری حجم عضلانی و از مهمترین سایتوکاین‌های تنظیم کننده رشد عضله اسکلتی است که در عضله اسکلتی تولید می‌شود؛ این پروتئین پس از سنتز در عضله، وارد خون شده و به گیرنده اش در تارهای عضلانی پیوند می‌خورد و مسیر پیام‌رسانی میو استاتین smad را فعال کرده و به این ترتیب رشد عضله اسکلتی با جلوگیری از تکثیر میوبلاست‌ها (مهار تکثیر و تمایز سلول‌های اکتیوین ماهواره ای) مهار می‌شود (۸). گزارش شده است افزایش غلظت سرمی مایو استاتین در موش‌ها، به آتروفی عضلانی منجر می‌گردد (۹). همچنین با افزایش سن، افزایش بیان مایو استاتین موجب کاهش تعداد، فعالیت و تمایز یافتگی سلول‌های ماهواره‌ای، کاهش حجم توده عضلانی و در نهایت، افزایش میزان شیوع سارکوپنیا در افراد سالمند می‌شود (۱۰). از طرفی، عدم حضور طولانی مدت مایو استاتین در موش‌ها، سارکوپنیا را کاهش می‌دهد که نشان می‌دهد مایو استاتین به سارکوپنیا در این نوع کمک می‌کند (۹). همچنین افزایش میزان mRNA پروتئین مایو استاتین در افراد مسن در مقایسه با افراد جوان گزارش شده و ثابت شده با افزایش سن از جوانی به میانسالی و سپس سالمندی، پروتئین مایو استاتین سرم در زنان به طور پیشرونده‌ای افزایش می‌یابد و بین میزان مایو استاتین سرم و توده عضلانی در زنان سالمند، ارتباط معکوسی مشاهده

مایواستاتین باشد. در تأیید این موضوع، کاهش بیان مایواستاتین پس از تمرین حاد و پس از نه هفته تمرین مقاومتی شدید مشاهده شد (۱۶). این یافته ها نشان می دهند که کاهش بیان ژن مایواستاتین پس از تمرین ورزشی ممکن است علت هیپرتروفی بیشتر عضلات در برنامه تمرینی باشد. در افراد سالمندی که در تمرین قدرتی شرکت کردند، پس از آخرین جلسه تمرین، ۴۰ درصد کاهش بیان مایواستاتین در افراد تمرین کرده مشاهده شد (۱۷).

اگر چه انجام تمرینات سنتی قدرتی و استقامتی که بر روی زمین انجام می شوند برای بسیاری از سالمندان سودمند است، اما بسیاری از بزرگسالان به علت نداشتن زمان کافی یا برخی شرایط طبی خاصی سالمندان (مانند استئوپروز، آرتروز، سکتی و چاقی) به واسطه درد یا کاهش تحرک پذیری مفاصل و سایر محدودیت های جسمانی، همچنین خطر آسیب دیدگی در تمرینات مقاومتی توانایی شرکت آنها در این برنامه های تمرینی را کاهش داده و یا مانع از انجام این تمرینات توسط آنان می گردد (۱۸). بنابراین، مطالعه در مورد سایر برنامه های ورزشی جایگزین با سازگاری های سوخت و سازی مشابه و بدون تعهد زمانی قابل ملاحظه مورد نیاز است. اخیراً تمرینات ویریشن کل بدن با توجه به ویژگی های که

در حال حاضر هیچ گونه درمان موثر و خاص دارویی برای تحلیل عضلانی همراه با افزایش سن وجود ندارد و تحقیقات متعدد نشان داده اند که درمان غیر دارویی تحلیل عضلانی قابلیت درمانی بیشتری دارند بویژه تمرینات ورزشی که منتج به بهبود معنی داری در عملکرد عضلانی، آمادگی جسمانی و بهبود عملکرد فیزیولوژیکی بافت عضله اسکلتی در افراد مسن هستند (۱۴). در حال حاضر تمرینات ورزشی مرسوم برای افزایش توده عضلانی در افراد مسن تمرینات مقاومتی می باشد پژوهش ها نشان داده اند که تمرینات مقاومتی با بهبود عملکرد فیزیولوژیکی بافت عضله اسکلتی، بهترین روش تقلیل کاهش توده عضلانی ناشی از افزایش سن می باشد (۱۴). در همین راستا، شواهد تحقیقاتی حاکی از اثبات این فرضیه است که تمرینات ورزشی به ویژه تمرینات قدرتی بهترین روش پیش گیری یا تقلیل کاهش توده عضلانی و در نتیجه کاهش عوارض ناشی از افزایش سن و یائسگی در زنان، مانند کاهش توده ی خالص بدنی و استخوان، کاهش آمادگی جسمانی و عملکرد سیستم عصبی- عضلانی و عصب مرکزی و پیرامونی همچنین خطر بیماری های قلبی - عروقی می باشد (۱۵).

مطالعات اخیر نشان داده است که افزایش توده عضلانی ناشی از تمرین ورزشی ممکن است مربوط به تنظیم فولیستاتین و

دارد مورد توجه پژوهشگران فیزیولوژی ورزش و مراکز بازتوانی جهت استفاده افراد به خصوص افراد مسن قرار گرفته است. ویرایش کل بدن یک محرک مکانیکی است که تحریکات را به صورت حرکات نوسانی و به طور مداوم به کل بدن می فرستد. این تمرینات دارای مزایایی از جمله: تمایل افراد برای حضور بیشتر در تمرینات، احتمال آسیب کمتر، قابلیت استفاده آسان از دستگاه ویرایش در فضای بسته و استفاده توسط تمامی افراد با شرایط خاص که توان استفاده از ورزش های نیاز به تحرک را ندارند می باشد (۱۹). اثرات مثبت تمرینات ویرایش کل بدن بر ساختار و عملکرد دستگاه های عصبی - عضلانی، قلب و عروق، تنفس، بافت استخوان، غدد درون ریز، الگوهای نوار الکتریکی عضلانی، همچنین افزایش درجه حرارت مرکزی و میزان اکسیژن مصرفی در پژوهش های بسیاری گزارش شده است (۱۹). اخیراً تمرینات ویرایش کل بدن جهت به تاخیر انداختن تحلیل عملکرد عضلانی در افراد مسن مورد استفاده قرار می گیرد. متا آنالیز انجام گرفته نشان داده اند که تمرینات ویرایش می توانند روند نزولی توده عضلانی، قدرت عضلانی و عملکرد جسمانی را تغییر داده در ضمن تحقیقات متعدد نشان داده اند که تمرینات ویرایش تاثیرات مثبتی بر

سارکوپنی داشته و منجر به افزایش قدرت عضلانی از طریق افزایش هورمون های آنابولیکی و ... می شود (۱۴). بنابراین ممکن است تمرینات ویرایش یک روش تمرینی با قابلیت جایگزین برای تمرینات مقاومتی مرسوم جهت پیشگیری از روند نزولی توده خالص بدنی و عملکرد جسمانی باشد که عموماً تمرینات مقاومتی با شدت بالا انجام می شوند. با توجه به اثبات تاثیر تمرینات ویرایش بر عملکرد عضلانی از جمله قدرت، توان، سرعت و هیپرتروفی عضلانی تا به امروز، مطالعات اندکی به شرح مکانیسم های سازگاری عضلات اسکلتی با محرک تمرین ویرایش از طریق تغییر شاخص فولیستاتین و مایواستاتین پرداخته اند و ادبیات تحقیقی تمرینات ویرایش کل بدن بر شاخص های ذکر شده که نقش حیاتی در مکانیسم افزایش قدرت عضلانی دارند بسیار محدود می باشد. از جمله لو<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۲۲) عنوان کردند یک دوره ویرایش کل بدن موجب کاهش مایواستاتین و افزایش فولیستاتین در مردان مسن می شود (۲۰). بلنکس<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۲۰) تغییر معنی داری را در میزان مایواستاتین مردان جوان چاق و غیر چاق متعاقب یک جلسه تمرین ویرایش کل بدن مشاهده نکردند (۲۱).

<sup>2</sup> Blanks<sup>1</sup> Lu

بنابراین با توجه به تحقیقات محدود انجام گرفته در خصوص تاثیر ویریشن کل بدن بر شاخص‌های رشد و مهارت عضلات اسکلتی از جمله فولیستاتین و مایواستاتین و از سویی اهمیت توده خالص عضلانی بر سلامت و کیفیت زندگی زنان یائسه و عدم بررسی مکانیسم افزایش قدرت عضلانی زنان یائسه از طریق اندازه‌گیری شاخص‌های حیاتی موثر در قدرت عضلانی مثل فعالیت برخی از اعضای سوپر خانواده عامل تبدیل شونده بتا ۱ و از طرفی با توجه به مقبولیت و مزایای تمرینات ویریشن نسبت به سایر تمرینات ورزشی سنتی (۱۹) و از سویی کاهش حجم عضلات زنان یائسه و دارا بودن عوارض جانبی روش‌های دارویی کاهش عوارض یائسگی و لزوم ارائه روش‌های درمانی غیر دارویی کاهش عوارض یائسگی و گزارشات در خصوص تاثیر پذیری قدرت عضلانی از تمرینات ویریشن کل بدن، ضرورت تحقیق حاضر را که بر روی آزمودنی انسان سالم و با مدت و شدت مشخص شده و متفاوت از آزمودنی‌های مطالعات گذشته توجیه می‌کند. بنابراین هدف تحقیق حاضر بررسی اثر ۱۲ هفته‌ای ویریشن کل بدن بر شاخص‌های فولیستاتین و مایواستاتین سرم زنان یائسه می‌باشد.

## روش کار

### حیوانات آزمایشگاهی

این مطالعه از نوع کاربردی و با طرح نیمه-تجربی است که با استفاده از طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون با داشتن گروه کنترل انجام شد. زنان یائسه ساکن در شهر خرم‌آباد با دامنه سنی ۵۵ - ۴۵ سال (با شاخص توده بدنی ۲۵-۳۲ کیلوگرم بر متر مربع) جامعه آماری این پژوهش را تشکیل دادند. شرکت‌کنندگان بر اساس فراخوان همکاری وارد مطالعه شدند. در پی فراخوان ۳۱ نفر برای حضور در مطالعه اعلام آمادگی کردند، ۲۰ زن داوطلب که حائز شرایط حضور در مطالعه بودند انتخاب شدند و پس از همگن‌سازی به دو گروه ۱۰ نفره: ۱- کنترل<sup>۱</sup> (C) ۲- تمرین ویریشن کل بدن<sup>۲</sup> (V)، تقسیم شدند.

**شرایط ورود به تحقیق:** ورود به تحقیق شامل دامنه سنی ۵۵ - ۴۵ سال، یائسگی (حداقل یک سال از آخرین عادت ماهانه گذشته باشد و مدت یائسگی آن‌ها بیشتر از ۱۰ سال نباشد) غیرورزشکار بودن (نداشتن فعالیت ورزشی منظم حداقل سه روز در هفته در شش ماه گذشته) عدم هورمون درمانی،

<sup>1</sup> Control

<sup>2</sup> Vibration

<sup>1</sup> TGF- $\beta$  Transforming growth factor  
beta

ورزشی و یا غیر ورزشی خودداری کنند. دو جلسه تمرین جهت آشنایی شرکت کنندگان برگزار شد. سپس در مرحله اجرای تمرین نحوه صحیح حالت‌های مختلف بر روی دستگاه ویبریشن، آموزش داده شد. همچنین در خلال این دو جلسه اندازه‌گیری‌های ترکیب‌بدنی پیش از آزمون شامل: درصد چربی بدن، قد و وزن، اندازه‌گیری شد. به منظور همگن سازی پیش از شروع تحقیق، آزمودنی‌های با توجه به، سن، قد، وزن، درصد چربی بدن، شاخص توده بدنی در دو گروه ۱۰ نفره همسان تقسیم شدند. مطابق برنامه زمان بندی شده گروه تمرین ویبریشن تمرینات را به مدت ۱۲ هفته انجام دادند. برای محاسبه‌ی درصد چربی بدن از فرمول سه نقطه‌ای جکسون و همکاران (۱۹۷۸) با استفاده از کالیپر، در سه ناحیه ضخامت چربی زیر پوستی سه سر بازو، فوق خاصره و ران استفاده شد (۲۳). میانگین اندازه‌ها برای هر نقطه سه بار تکرار و ثبت گردید. قد با استفاده از قد سنج با دقت ۰/۱، وزن با استفاده از ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. برای ارزیابی مقادیر فولیستاتین و مایواستاتین، آزمودنی‌ها ۴۸ ساعت پس از اندازه‌گیری وزن درصد چربی و قد به آزمایشگاه مراجعه کرده و از آن‌ها در حالت ناشتا خونگیری به عمل آمد. لازم به ذکر است که ۴۸ ساعت قبل از شروع برنامه تمرینی و پس از اتمام ۱۲ هفته برنامه تمرینی؛ نمونه گیری خونی (فولیستاتین و

عدم مصرف دارو (عدم مصرف منظم داروهای قلبی عروقی، تنفسی و آرام‌بخش‌ها) و عدم مشکلات جسمی (شامل مشکلات حرکتی و ارتوپدی که در حرکت آزمودنی‌ها اختلال ایجاد می‌کرد)، عدم استعمال سیگار، عدم ابتلا به بیماری‌های مزمن از جمله دیابت، ام‌اس، و به طور خلاصه برخورداری از سلامت عمومی که توسط پزشک معاینه و تایید شدند (۲۲).

**شرایط خروج از تحقیق:** شرایط خروج از تحقیق شامل عدم حضور آزمودنی در سه جلسه تمرین و یا آسیب دیدگی حین انجام تمرینات و یا انصراف از ادامه شرکت در پژوهش در طول دوره تحقیق و بروز قاعدگی بود.

پس از انجام معاینات پزشکی که توسط پزشک متخصص زنان و زایمان انجام شد، مجوز شرکت در برنامه تمرینی توسط پزشک متخصص زنان و زایمان صادر شد. نحوه اجرای آزمون و هدف از انجام پژوهش برای آزمودنی‌ها توضیح داده شد. در مرحله بعد پرسشنامه اطلاعات فردی و رضایت نامه شرکت اختیاری در تحقیق، از داوطلبان اخذ شد. از شرکت کنندگان درخواست شد در طول دوره ۱۲ هفته تحقیق، برنامه غذایی خود را تغییر ندهد و در هیچ برنامه تمرین ورزشی غیر از برنامه تحقیق جاری شرکت نداشته باشند و از مصرف هر گونه دارو، مکمل

فعالیت بدنی روزانه خود را در مدت زمان پروتکل تمرینی حفظ کند و از انجام کارهای قدرتی و تمرین با وزنه پرهیز کند. همچنین آزمودنی‌های گروه کنترل طی دوره تمرین تمام شرایط و وضعیت گروه تجربی را روی دستگاه ویریشن خاموش انجام دادند (۱۹).

### روش اندازه‌گیری متغیرها

**اندازه‌گیری متغیرهای خونی:** در تحقیق حاضر از آزمودنی‌ها در دو مرحله خونگیری (۱۰ سی سی خون از ورید آنتیکیوبیتال دست چپ) در حالت ناشتا و پس از ۱۵ دقیقه استراحت به وضعیت نشسته بین ساعت ۹ - ۸ صبح در محل آزمایشگاه و توسط متخصص آزمایشگاه انجام شد. مرحله اول، ۴۸ ساعت قبل از شروع تمرینات (پیش آزمون) و مرحله دوم ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین (پس آزمون). لازم به ذکر می‌باشد که از آزمودنی‌ها خواسته شد که ۴۸ ساعت قبل از هر دو مرحله خونگیری، هیچگونه فعالیت ورزشی انجام ندهند. نمونه‌های خونی بلافاصله در لوله‌های حاوی ماده ضد انعقاد EDTA ریخته شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه و با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه و در دمای چهار درجه سانتیگراد سانتریفیوژ شدند و بعد از جداسازی سرم بدست آمده مورد آزمایش قرار گرفت. برای اندازه‌گیری میزان مایواستاتین (حساسیت ۵/۵۲ نانو گرم در میلی لیتر ضریب تغییرات

مایواستاتین)، شاخص‌های تن سنجی (وزن، BMI و درصد چربی بدن) اندازه‌گیری شد.

**پروتکل تمرینی:** گروه تمرین ویریشن کل بدن (V) این تمرینات را به مدت ۱۲ هفته و سه بار در هفته، با فرکانس ۳۰ تا ۵۰ هرتز، با آمپلی‌تود یک تا دو میلی‌متر با اعمال ۲۰ تا ۳۰ دقیقه ویریشن، ۵ تا ۱۵ دقیقه تمرین اندام فوقانی و تحتانی (زاویه زانو به صورت ۳۰ درجه فلکشن، هر یک دقیقه همراه با ۳۰ ثانیه استراحت بود) را انجام دادند. برنامه تمرینی آزمودنی‌های گروه تمرین ویریشن کل بدن (V) (مدل NEMES-LB Bosco System ساخت کشور ایرلند) شامل ایستادن روی دستگاه با فرکانس ۳۰ هرتز و دامنه ۱۰ میلی‌متر در شش وضعیت بدنی مختلف شامل حالت ایستاده بر روی پنجه پا، اسکات ۹۰ درجه، اسکات ۹۰ درجه با چرخش خارجی پاها، اسکات ۹۰ درجه روی پای چپ، اسکات ۹۰ درجه روی پای راست و قرارگرفتن روی کف دست با آرنج صاف بود. مدت زمان فعالیت در هر وضعیت بدنی ۹۰ ثانیه بود که هر روز پنج ثانیه به آن افزوده شد تا به دو دقیقه رسید. آزمودنی‌ها در بین هر وضعیت بدنی ۴۰ ثانیه استراحت کردند. قبل از شروع هر جلسه تمرینی، آزمودنی‌ها ۱۰ دقیقه را به گرم کردن و در پایان، ۱۰ دقیقه را به سردکردن اختصاص دادند. از گروه کنترل (C) خواسته شد که



**یافته‌ها**

نتایج نشان داد که داده‌ها در تمامی مراحل آزمون طبیعی بودند. نتایج بررسی قد، وزن، شاخص توده بدنی (BMI)، و سن آزمودنی‌ها به تفکیک گروه‌ها در جدول یک نشان داده شده‌است. نتایج تحلیل کوواریانس نشان داد که ۱۲ هفته تمرین وایپریشن کل بدن موجب کاهش معنادار در شاخص‌های پیکر سنجی مانند درصد چربی بدن ( $P=0/041$ )، شاخص توده بدن ( $P=0/044$ ) و وزن ( $P=0/047$ ) آزمودنی‌ها شد. (جدول یک). همانطور که در نمودار یک و دو مشاهده می‌شود ۱۲ هفته تمرین وایپریشن کل بدن به ترتیب موجب افزایش و کاهش معنی‌دار در سطوح فولیستاتین ( $P=0/006$ ) و مایواستاتین سرمی ( $P=0/0011$ ) گروه وایپریشن کل بدن نسبت به گروه کنترل شده است.

درون آزمون  $CV < 8\%$  و برون آزمون  $CV < 10\%$  اندازه‌گیری شد) و فولیستاتین سرم (حساسیت  $0/24$  نانو گرم در میلی لیتر ضریب تغییرات درون آزمون  $CV < 8\%$  و برون آزمون) از روش الیزا (با استفاده از دستگاه مدل کورونا - Electric MTP ساخت آلمان) و از کیت‌های شرکت استو بیوفرم چین تحت لیسانس کشور آمریکا برابر با دستورالعمل شرکت سازنده استفاده شد.

**تجزیه و تحلیل آماری:**

برای ارزیابی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کلموگروف - اسمیرنوف و برابری واریانس‌ها از آزمون لوین استفاده شد. همچنین برای مقایسه (میانگین‌های) متغیرهای بین دو گروه کنترل و تمرین از آزمون تی مستقل (جهت همسان سازی گروه‌ها در ابتدای تحقیق) و کوواریانس (مقایسه داده‌ها دو گروه در ابتدا و پایان تحقیق) استفاده شد. ضمناً کلیه عملیات آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۵ و با سطح معنی‌داری  $0/5$   $P <$  در نظر گرفته شد.

**بحث و نتیجه‌گیری**

جدول ۱. آماره‌های مربوط به ویژگی‌های تن سنجی آزمودنی‌ها (داده‌ها براساس انحراف معیار  $\pm$  میانگین)

گروه	سن	وزن (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	درصد چربی بدن
کنترل (C)	پیش آزمون	۳/۹±۵۲/۴۳	۲۸/۱±۳/۴	۶/۱±۳/۱
	پس آزمون	-	۲۸/۴±۳/۸	۷/۲±۳/۲
تمرین (V)	پیش آزمون	۲/۳±۵۱/۹۱	۲۷/۳±۲/۱	۵/۸±۳/۰
	پس آزمون	-	*#۲۵/۲±۳	*#۱±۸

\* تفاوت معنادار در هر گروه قبل و بعد از ۱۲ هفته تمرین

# تفاوت معنادار گروه تمرین کرده نسبت به گروه کنترل

#### نمودار ۱. تغییرات غلظت مایواستاتین سرم



دو گروه: C; کنترل و V; ویریشن، در دو مرحله اندازه‌گیری پیش و پس آزمون.

\* نشانه تفاوت معنی‌دار نسبت به پیش آزمون  $P < 0.05$ .

# نشانه تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه کنترل  $P < 0.05$ .

## نمودار ۲. تغییرات غلظت فولیستاتین سرم



دو گروه: C; کنترل و V; و بپریشن، در دو مرحله اندازه گیری پیش و پس آزمون.

\* نشانه تفاوت معنی دار نسبت به پیش آزمون  $P < 0.05$ .

# نشانه تفاوت معنی دار نسبت به گروه کنترل  $P < 0.05$ .

## بحث و نتیجه‌گیری

تمرین ویرایش نوعی تمرین عملکردی و روش معمول تمرین مقاومتی در برنامه‌های تمرینی است. آثار مثبت این نوع تمرین بر سازگاری‌های عضلانی از جمله هیپرتروفی، توان و قدرت عضلانی اثبات شده است (۱۴). با وجود این، مکانیزم‌های مولکولی این سازگاری‌ها به طور کامل درک نشده است. برای اولین بار یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که تمرین ویرایش منجر به کاهش معنی دار غلظت مایواستاتین سرم و افزایش معنی دار غلظت فولیستاتین سرم زنان یائسه نسبت به گروه کنترل می‌شود. در ارتباط با آثار یک دوره تمرین ویرایش بر غلظت مایواستاتین و فولیستاتین گردش خون تنها یک مطالعه با آزمودنی‌های متفاوت با تحقیق حاضر یافت شد (۲۰)؛ از این رو با توجه به این که تمرین ویرایش به عنوان بخشی از تمرینات مقاومتی محسوب می‌شود، نتایج مطالعه حاضر با مطالعات گذشته در زمینه آثار تمرینات مقاومتی بر مایواستاتین و فولیستاتین مورد بحث قرار گرفته است. همسو با نتایج تحقیق حاضر لو و همکاران (۲۰۲۲)، نگارش و همکارانش (۲۰۱۹) و عطارزاده و همکاران (۲۰۱۷) عنوان کردند یک دوره تمرین ویرایش و تمرین مقاومتی

موجب کاهش مایواستاتین و افزایش فولیستاتین می‌شود (۱۶، ۱۷، ۲۰). لو و همکاران (۲۰۲۲) عنوان کردند یک دوره ویرایش کل بدن موجب کاهش مایواستاتین و افزایش فلاستاتین در مردان مسن می‌شود (۲۰). نگارش و همکارانش (۲۰۱۹) نیز عنوان کردند که ۸ هفته تمرین مقاومتی کل بدن منجر به کاهش مایواستاتین و افزایش فلاستاتین در هر دو گروه مردان با و بدون سارکوپنی می‌شود (۱۷). عطارزاده و همکاران (۲۰۱۷) نیز نشان دادند که ۸ هفته تمرین مقاومتی سبب افزایش هر دوی فولیستاتین و همچنین نسبت فولیستاتین به مایواستاتین در زنان جوان غیرفعال می‌شود (۱۶).

همچنین، ناهمسو با نتایج تحقیق حاضر جنسکی<sup>۱</sup> و همکارانش (۲۰۱۰) عدم تغییرات mRNA مایواستاتین پس از ۷ جلسه تمرین مقاومتی در زنان گزارش شد (۲۴). یافته‌های پژوهشی مافی و همکارانش (۲۰۱۸) نیز افزایش غلظت مایواستاتین پلاسما را پس از ۸ هفته تمرین مقاومتی در مردان با سارکوپنی نشان داد (۲۵). دلیل اختلاف بین مطالعات مشخص نیست، اما ممکن است به دلیل عواملی همچون مؤلفه‌های تمرینی از جمله شدت و مدت تمرین، جنسیت و نیز ویژگی آزمودنی‌ها (جوان، مسن، سطح

<sup>1</sup> Jensky

محسوس تارهای عضلانی تند انقباض نسبت به تارهای عضلانی کند انقباض گزارش کردند به نظر می رسد فراخوان بیش تر واحدهای حرکتی تند انقباض که در نتیجه تمرینات با شدت بالا در مقایسه با تمرینات با شدت پایین اتفاق می افتد، تأثیر بیش تری بر سطوح مایوکاین های عضلانی و هم چنین میزان، سیگنالینگ عوامل میوژنیک دارد (۲۶).

همچنین کنترل میزان سیگنالینگ هایپرتروفی عضلانی علاوه بر مکانیزم های درون عضلانی تابع عوامل پرقدرت دیگری نظیر عوامل هورمونی است که سهم هر کدام از این عوامل در میزان هایپرتروفی عضلانی قابل بحث است (۲۷). بر اساس تحقیقات سیگنالینگ هایپرتروفی عضلانی ناشی از فعالیت می تواند تحت تأثیر سطوح هورمون های GH، تستوسترون، فاکتور رشد شبه انسولینی (IGF-I)، کورتیزول قرار گیرد که رهایش این هورمون ها متأثر از شدت و میزان اعمال فشار تمرینات هستند (۲۸). سطوح هورمون رشد در پاسخ به فعالیت های ورزشی شدید افزایش می یابد که الگوی رهایش آن وابسته به ماهیت، شدت، اندازه و گروه عضلات درگیر است (۲۸). به علاوه مشخص شده است که فعالیت مقاومتی که با بارهای کمتری در تعداد تکرار بیش تری اجرا شود، نسبت به فعالیت مقاومتی که با

آمادگی، دارای اضافه وزن و غیره)، تفاوت در روش اندازه گیری و یا تفاوت در زمان نمونه گیری بین این مطالعات باشد. به نظر می رسد میزان رهایش مایوکاین ها از جمله مایواستاتین و فولیستاتین و عوامل تنظیمی رشد عضلات تا حد زیادی وابسته به شدت و حجم عضلات درگیر در فعالیت است (۲۶). سیگنالینگ اولیه محرک هایپرتروفی عضلانی ناشی از کشش پروتئین های انقباضی است (۲۶)؛ در نتیجه انقباض عضلانی و کشش این پروتئین ها مجموعه ای از سیگنال هایی فعال می شود که منجر به تعادل مثبت عوامل مایوژنیک نظیر فولیستاتین و تعادل منفی عوامل مایواستاتیک نظیر مایواستاتین می شود و در نهایت سبب تعادل مثبت فرآیندهای هایپرتروفیک از طریق افزایش سنتز پروتئین های انقباضی و هم چنین تکثیر و جذب سلول های ماهواره ای می شود (۲۶). هم چنین شدت و سطح مقاومت ایجاد شده بر میزان فعال سازی واحدهای حرکتی نیز اثر گذار است که میزان و نوع واحدهای حرکتی درگیر در فعالیت بر سطوح مایوکاین های ترشحی و بنابراین عملکرد اتوکراینی و پاراکراینی آنها نیز اثر گذار است (۲۶). بر این اساس و با توجه به تحقیقاتی که از طریق افزایش اگزوژنیک سطوح فولیستاتین و یا سرکوب بیان ژن مایواستاتین افزایش هایپرتروفی عضلانی را از طریق افزایش

بودند گزارش شده است. شاید یکی از دلایل کاهش فولیستاتین در زنان یائسه کم بود استروژن باشد (۳۰). آلن و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند که افزایش تستوسترون ناشی از تمرینات ورزشی شدید به ویژه تمرین مقاومتی در افزایش مقادیر فولیستاتین نقش دارد (۳۱). بنابراین احتمالاً افزایش سطوح فولیستاتین و نسبت فولیستاتین به مایواستاتین و کاهش سطوح مایواستاتین در گروه تمرین ویریشن در نتیجه عوامل ذکر شده می‌باشد چراکه ویریشن به مانند تمرینات مقاومتی موجب افزایش فعال سازی سیگنالینگ کشش پروتئین های انقباضی از طریق فراخوانی واحدهای حرکتی تند و کند انقباض (۳۲) و از سویی افزایش هورمون‌های آنابولیکی از جمله هورمون های تستوسترون، رشد، استروژن و از سویی کاهش هورمونی کاتابولیکی مثل کورتیزول می‌شود (۳۳).

یکی دیگر از عوامل موثر در کسب نتایج حاصل از تحقیق حاضر احتمالاً مربوط به کاهش وزن آزمودنی‌های تحقیق در نتیجه تمرین ویریشن می باشد چرا که همسو با نتایج تحقیق حاضر تحقیقات پیشین نیز نشان داده اند که تمرینات ویریشن باعث افزایش توده عضلانی و کاهش توده چربی می شود (۳۳). با توجه به ارتباط مستقیم سطوح مایواستاتین با چاقی، میتوان کاهش مایواستاتین و افزایش فولیستاتین متاثر از

بارهای سنگین تری اجرا شود GH کمتری تولید می کند، بنابراین شدت تمرین موثرتر از حجم تمرین در میزان رهایش GH است. هورمون GH کاهش کاتابولیسم پروتئین و افزایش GH افزایش سطوح سنتز پروتئین را در نتیجه افزایش IGF-I به دنبال خواهد داشت. IGF-I با فعال سازی مسیره های آنابولیک نظیر مجموعه ای از سیگنال های آنابولیک <sup>1</sup> IRS-1 و <sup>2</sup> PI3K درون سلولی را فعال می کند (۲۸). علاوه بر این افزایش سطوح آندروژن هایی نظیر تستوسترون و LH در تمرین های مقاومتی سنگین و فعالیت ورزشی هوازی شدید گزارش شده است (۲۸). مشخص شده است که پروموتور ژن مایواستاتین یک گیرنده تستوسترون دارد و یک گیرنده کورتیزول که افزایش سطوح تستوسترون و اتصال به این گیرنده سبب کاهش بیان مایواستاتین می شود از سویی افزایش سطوح کورتیزول سبب افزایش بیان ژن مایواستاتین می شود که مشخص شده است در نتیجه تمرینات مقاومتی نسبت تستوسترون به کورتیزول افزایش خواهد یافت (۲۸). هم چنین تستوسترون علاوه بر کاهش سطوح عوامل مایواستاتیک سبب افزایش سطوح عوامل میوژنیک نظیر فولیستاتین می شود (۲۹). افزایش فولیستاتین بعد از تمرینات زنانی که از هورمون درمانی با استروژن استفاده کرده

<sup>2</sup> phosphoinositide 3-kinases<sup>1</sup> Insulin receptor substrate 1

مایوژنیک فولیستاتین ناشی از به  $TGF-\beta$  عملکرد آن در سرکوب اعضای خانواده خصوص مایواستاتین است (۳۴). فولیستاتین به صورت مستقیم با کاهش سطوح پروتئین مایواستاتین آزاد و هم چنین با اتصال به می سازد و علاوه بر این به صورت غیر مستقیم از طریق فعالسازی برخی عناصر واسطه ای سبب کاهش عملکرد سایر می شود. مکانیزم اثر مایواستاتین  $TGF-\beta$  اعضای خانواده نیز مانند فولیستاتین دو سویه است، از این جهت که برخلاف SMAD فولیستاتین با فعالسازی مجموعه از پروتئین ها سبب تخریب کلیه مسیرهای آنابولیک درون سلولی و سنتز پروتئین می شود و از سوی دیگر با فعال تر کردن مسیرهای FOXO سیگنالینگ تجزیه پروتئین و آپوپتوز سلولی نظیر کلیه فرآیندهای کاتابولیک را سرعت بخشیده و در نهایت سبب آتروفی بافت عضلانی می شود. علاوه بر این وجود گیرنده های مایواستاتین در سلول های بافت چربی و استخوانی نشان دهنده عملکرد متضاد مایواستاتین با فولیستاتین در این بافت ها است. بر این اساس به نظر می رسد تغییرات اندک در مقادیر این مایوکاین ها می تواند در روند توسعه عضلانی و استخوانی و هم چنین تعادلات متابولیک بدن نقش ایفا کند (۳۴). علاوه بر این مشخص شده است که

کاهش وزن چربی در تحقیق حاضر باشد. مطالعات مختلفی بیان کردند چاقی با افزایش بیان مایواستاتین مرتبط است. میزان میوستاتین در هر دو بافت چربی و عضله اسکلتی موشهای چاق بیشتر است (۳۰) همچنین، میزان مایواستاتین گردش خون و عضله در زنان چاق در مقایسه با زنان غیرچاق بیشتر است (۳۰). برعکس، میزان مایواستاتین عضلات و بافت چربی موشها پس از دو هفته تزریق لپتین و پس از کاهش وزن در انسان در بیماران چاق کاهش یافت. پژوهشهایی که به بررسی تغییرات مایواستاتین در پی کاهش وزن پرداخته بودند کاهش در سطوح مایواستاتین را گزارش کرده اند (۳۰).

افزایش فولیستاتین محرک پر قدرتی در تحریک کلیه مسیرهای سیگنالینگ سنتز پروتئین و سرکوب مسیرهای تجزیه پروتئین است؛ علاوه بر این فولیستاتین مهم ترین عامل تحریک سلول های ماهواره ای است که نقش با اهمیتی در ترمیم و توسعه بافت عضلانی دارند. علاوه بر نقش فولیستاتین در توسعه بافت عضلانی اثر آن در افزایش رشد و تراکم بافت استخوانی از طریق افزایش فعالیت استئوبلاستیک و کاهش فعالیت استئوکلاستیک گزارش شده است (۳۴)، هم چنین نقش آن در افزایش متابولیسم چربی و کاهش ذخایر چربی گزارش شده است. با این وجود بخش مهمی از مکانیزمهای

مایواستاتین در زنان یائسه غیرفعال احتمالاً با فعالسازی مکانیزم های پر قدرت سنتز پروتئین سبب افزایش توده بدون چربی و احتمالاً توسعه بافت عضلانی آنان و در نتیجه کاهش عوارض یائسگی خواهد شد.

### تشکر و قدردانی

از تمامی آزمودنی های شرکت کننده و کسانی که ما را در اجرای این تحقیق یاری رساندند، نهایت تشکر و قدردانی را داریم.

### تضاد منافع

نویسندگان این مقاله، هیچ نفع متقابلی از انتشار آن ندارند

### حامی مالی

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی با کد مصوب ۲۱۷۰۰۲-۱۵۶۶۴ است که در دانشگاه آیت الله العظمی بروجردی به ثبت رسیده است.

مایواستاتین در روند افزایش مقاومت به انسولین و پیشرفت بیماری های متابولیک نظیر دیابت نیز مؤثر است. از این نظر اخیراً تغییرات نسبت فولیستاتین به مایواستاتین را به عنوان شاخصی در جهت فعال سازی بیش تر مکانیزم های توسعه فرآیندهای مثبت آنابولیکی نظیر افزایش سنتز پروتئین در بافت ها به خصوص بافت عضلانی و استخوانی و هم چنین افزایش فرآیند کاتابولیک تجزیه بافت چربی در نظر می گیرند (۳۴). از این نظر افزایش معنی دار این نسبت در گروه تمرین ویریشن حائز اهمیت است. با توجه به این که این مطالعه با محدودیت هایی از جمله رژیم غذایی متنوع، پاسخ های سازگاری گوناگون نسبت به تمرین ویریشن، عدم کنترل ساعات خواب و بیداری آزمودنی ها و هم چنین سایر تفاوت های فردی روبه رو بوده است، بنابراین در نتیجه گیری باید جانب احتیاط را بیش تر رعایت کرد؛ از این نظر، باتوجه به محدودیت های تحقیقاتی موجود به سایر پژوهشگران توصیه می شود، با طراحی پژوهش هایی مشابه این پژوهش با دوره ی تمرینی متفاوت به لحاظ شدت و مدت سبب توسعه دانش در این زمینه شوند.

### نتیجه گیری

در مجموع با توجه به یافته های ما به نظر می رسد تمرین ویریشن از طریق افزایش سطوح فولیستاتین و کاهش سطوح



## منابع

۱. Makara-Studzińska MT, Kryś-Noszczyk KM, Jakiel G. Epidemiology of the symptoms of menopause—an intercontinental review. *Przegląd menopauzalny=Menopause review*. 2014;13(3):203.
۲. Makara-Studzińska MT, Kryś-Noszczyk KM, Jakiel G. Epidemiology of the symptoms of menopause—an intercontinental review. *Menopause Review/Przegląd Menopauzalny*. 2014;13(3):203-11.
۳. Lambrinoudaki I, Armeni E, Goulis D, Bretz S, Ceausu I, Durmusoglu F, et al. Menopause, wellbeing and health: A care pathway from the European Menopause and Andropause Society. *Maturitas*. 2022;163:1-14.
۴. Nappi RE, Chedraui P, Lambrinoudaki I, Simoncini T. Menopause: a cardiometabolic transition. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*. 2022.
۵. Abdnezhad R, Simbar M. A review of the effective herbal medicines on hot flashes in menopausal women. *The Iranian Journal of Obstetrics, Gynecology and Infertility*. 2020;23(8):107-19.
۶. Girardi F, Taleb A, Ebrahimi M, Datye A, Gamage DG, Peccate C, et al. TGF $\beta$  signaling curbs cell fusion and muscle regeneration. *Nature Communications*. 2021;12(1):750.
۷. Klein GL. Transforming growth factor-beta in skeletal muscle wasting. *International journal of molecular sciences*. 2022;23(3):1167.
۸. Mázala DA, Novak JS, Hogarth MW, Nearing M, Adusumalli P, Tully CB, et al. TGF- $\beta$ -driven muscle degeneration and failed regeneration underlie disease onset in a DMD mouse model. *JCI insight*. 2020;5(6).
۹. Choi SJ, Lee MS, Kang D-H, Ko GJ, Lim H-S, Yu BC, et al. Myostatin/appendicular skeletal muscle mass (Asm) ratio, not myostatin, is associated with low handgrip strength in community-dwelling older women. *International journal of environmental research and public health*. 2021;18(14):7344.
۱۰. Rodgers BD, Ward CW. Myostatin/activin receptor ligands in muscle and the development status of attenuating drugs. *Endocrine Reviews*. 2022;43(2):329-65.
۱۱. Grevendonk L, Connell NJ, McCrum C, Fealy CE, Bilet L, Bruls YM, et al. Impact of aging and exercise on skeletal muscle mitochondrial capacity, energy metabolism, and physical function. *Nature Communications*. 2021;12(1):4773.
۱۲. Marques DL, Neiva HP, Marinho DA, Marques MC. Manipulating the Resistance Training Volume in Middle-Aged and Older Adults: A Systematic Review with Meta-Analysis of the Effects on Muscle Strength and Size, Muscle Quality, and Functional Capacity. *Sports Medicine*. 2023;53(2):503-18.

- .۱۳ Scisciola L, Fontanella RA, Surina, Cataldo V, Paolisso G, Barbieri M. Sarcopenia and cognitive function: role of myokines in muscle brain cross-talk. *Life*. 2021;11(2):173.
- .۱۴ Wu S, Ning H-T, Xiao S-M, Hu M-Y, Wu X-Y, Deng H-W, et al. Effects of vibration therapy on muscle mass, muscle strength and physical function in older adults with sarcopenia: a systematic review and meta-analysis. *European Review of Aging and Physical Activity*. 2020;17:1-12.
- .۱۵ Hettchen M, von Stengel S, Kohl M, Murphy MH, Shojaa M, Ghasemikaram M, et al. Changes in menopausal risk factors in early postmenopausal osteopenic women after 13 months of high-intensity exercise: The randomized controlled ACTLIFE-RCT. *Clinical Interventions in Aging*. 2021;16:83.
- .۱۶ Attarzadeh Hosseini SR, Moeinnia N, Motahari Rad M. The effect of two intensities resistance training on muscle growth regulatory myokines in sedentary young women. *Obesity Medicine*. 2017;5.
- .۱۷ Negaresh R, Ranjbar R, Baker JS, Habibi A, Mokhtarzade M, Gharibvand MM, et al. Skeletal muscle hypertrophy, insulin-like growth factor 1, myostatin and follistatin in healthy and sarcopenic elderly men: the effect of whole-body resistance training. *International journal of preventive medicine*. 2019;10.
- .۱۸ Nordlund M, Thorstensson A. Strength training effects of whole-body vibration? *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2007;17(1):12-7.
- .۱۹ Ma C, Liu A, Sun M, Zhu H, Wu H. Effect of whole-body vibration on reduction of bone loss and fall prevention in postmenopausal women: a meta-analysis and systematic review. *Journal of orthopaedic surgery and research*. 2016;11(1):24.
- .۲۰ Lu L, He X, Ma L, Liu Y, Chen N. Effects of vibration training vs. conventional resistance training among community-dwelling older people with sarcopenia: three-arm randomized controlled trial protocol. *Frontiers in Aging Neuroscience*. 2022;14:905460.
- .۲۱ Blanks AM, Rodriguez-Miguel P, Looney J, Tucker MA, Jeong J, Thomas J, et al. Whole body vibration elicits differential immune and metabolic responses in obese and normal weight individuals. *Brain, Behavior, & Immunity-Health*. 2020;1:100011.
- .۲۲ Khosravi A, Taherzadeh S. The Effect of a Whole Body Vibration Period on Serum BDNF Levels in Obese Postmenopausal Women. *Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology*. 2022;9(2):81-92.
- .۲۳ Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *British journal of nutrition*. 1978;40(3):497-50.۴
- .۲۴ Jency NE, Sims JK, Dieli-Conwright CM, Sattler FR, Rice JC, Schroeder ET. Exercise does not influence myostatin and follistatin mRNA expression in young women. *Journal of strength and conditioning research/National Strength & Conditioning Association*. 2010;24(2):522.
- .۲۵ Mafi F, Biglari S, Afousi AG, Gaeini AA. Improvement in skeletal muscle strength and plasma levels of follistatin and myostatin induced by an 8-week resistance training and epicatechin supplementation in sarcopenic older adults. *Journal of aging and physical activity*. 2019;27(3):384-91.

۲۶. Khalafi M, Aria B, Symonds ME, Rosenkranz SK. The effects of resistance training on myostatin and follistatin in adults: A systematic review and meta-analysis. *Physiology & Behavior*. 2023;114:27.
۲۷. Lim C, Nunes EA, Currier BS, Mcleod JC, Thomas AC, Phillips SM. An Evidence-Based Narrative Review of Mechanisms of Resistance Exercise-Induced Human Skeletal Muscle Hypertrophy. *Medicine and science in sports and exercise*. 2022;54(9):1546.
۲۸. McIntosh MC, Sexton CL, Godwin JS, Ruple BA, Michel JM, Plotkin DL, et al. Different Resistance Exercise Loading Paradigms Similarly Affect Skeletal Muscle Gene Expression Patterns of Myostatin-Related Targets and mTORC1 Signaling Markers. *Cells*. 2023;12(6):۸۹۸.
۲۹. Dalbo V, Roberts M, Mobley C, Ballmann C, Kephart W, Fox C, et al. Testosterone and trenbolone enanthate increase mature myostatin protein expression despite increasing skeletal muscle hypertrophy and satellite cell number in rodent muscle. *Andrologia*. 2017;49(3):e12622.
۳۰. Paris MT, Bell KE, Mourtzakis M. Myokines and adipokines in sarcopenia: understanding cross-talk between skeletal muscle and adipose tissue and the role of exercise. *Current opinion in pharmacology*. 2020;52:61-6.
۳۱. Allen DL, Hittel DS, McPherron AC. Expression and function of myostatin in obesity, diabetes, and exercise adaptation. *Medicine and science in sports and exercise*. 2011;43(10):1828.
۳۲. Wang Z, Wei Z, Li X, Lai Z, Wang L. Effect of whole-body vibration on neuromuscular activation and explosive power of lower limb: A systematic review and meta-analysis. *Plos one*. 2022;17(12):e0278637.
۳۳. Monteiro-Oliveira BB, Coelho-Oliveira AC, Paineiras-Domingos LL, Souza A, Sá-Caputo DdCd, Bernardo-Filho M. Use of surface electromyography to evaluate effects of whole-body vibration exercises on neuromuscular activation and muscle strength in the elderly: a systematic review. *Disability and Rehabilitation*. 2022;44(24):7368-77.
۳۴. Han X, Møller LLV, De Groote E, Bojsen-Møller KN, Davey J, Henríquez-Olguin C, et al. Mechanisms involved in follistatin-induced hypertrophy and increased insulin action in skeletal muscle. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*. 2019;10(6):1241-57.



**Metabolism and Exercise**  
**A biannual journal**  
**Vol 14, Number 1, 2024**



## **The Effect of a Whole Body Vibration on myostatin and follistatin Serum in Postmenopausal Women**

Amir khosravi<sup>\*1</sup>.Vahid Valipour Dehno<sup>2</sup>. Rima Shayan Nasab<sup>3</sup>. Sakineh Jafaryan<sup>4</sup>

Received: 10/07/2023

Accepted: 15/11/2023

Published: 20/04/2024

---

### **Abstract**

**Introduction:** One of the complications of menopause that plays an important role in reducing the quality of life is the reduction of body fat-free mass. The aim of this study was to determine the effect of a period of whole body vibration course on myostatin and follistatin Serum in Postmenopausal Women. **Methodology:** In this semi experimental study, 20 postmenopausal women with hypothyroidism were selected and divided into two groups of 10: control (C) and whole body vibration training (V). Group V performed these exercises for 12 weeks and three times a week, with a frequency of 30 to 50 Hz, applying on upper and lower limb training. At the beginning and end of the study, blood serum myostatin and follistatin levels were measured using the ELISA method, , body fat percentage, body mass index, and body weight. Due to the normality of data distribution, independent t and covariance statistical methods were used for analysis at a significance level of 0.05. **Results:** 12 weeks of whole body vibration training in group V significantly increased the serum levels of follistatin ( $P=0.001$ ), and decreased myostatine ( $P=0.018$ ) compared to the control group. There was also a significant decrease in body fat percentage ( $P=0.041$ ), body mass index ( $P=0.044$ ) and weight ( $P=0.047$ ). **Conclusion:** It seems that whole body vibration training increases serum levels of follistatin and decreases myostatin in postmenopausal women, and these positive changes may play an important role in improving lean mass of postmenopausal women.

**Key words:** Vibration, myostatin , follistatin, Postmenopausal, Women.

---

1- Assistant Professor, Department of Physical Education and Exercise Science , Faculty of Humanities ,Islamic Azad University Khorramabad Branch, Khorramabad, Iran.2-Department of Sport Sciences, Literature & Human Sciences Faculty, Lorestan University, Khorramabad, Iran3-, MSC of physical Education, Tabriz Education Office District II, Tabriz, Iran4- Assistant Professor of Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran

\*Corresponding author: [stu\\_khosravi1@yahoo.com](mailto:stu_khosravi1@yahoo.com)