Iranian Journal of Rehabilitation Research in Nursing Original Article

Spring 2023, Volume 9, Issue 3 10.22034/IJRN.9.3.9

The Effect of Training TRX on Serum Levels of Myostatin and Follistatin and Neuromuscular Function in Overweight Elderly Men

Mohammad Ebrahim Bahram [1], Soheila Hemmati[2], Neda Vahedi Kole Sara [2], Roghayyeh Afroundeh[3*], Samira Davarpanah[2]

1- PhD Student in Sports Physiology, Department of Sports Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
2- M.Sc of Sports Physiology, Department of Sports Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
3- Associate Professor of Sports Physiology, Department of Sports Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Corresponding Author: Roghayeh Afroundeh: Department of Sports Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
Email: afroundeh@uma.ac.ir

Received: 2022/06/30 Accepted: 2022/10/8

Abstract

Introduction: Myostatin and Follistatin are serum biomarkers associated with sarcopenia in old age. But their role in exercise-induced neuromuscular coordination in old age is not well understood. This study aimed to evaluate the effect of strength training TRX on serum levels of myostatin and Follistatin and neuromuscular function in overweight elderly men.

Methods: In this quasi-experimental study, 30 overweight elderly men with a mean age of (64.33±1.39) years were selected as a sample and randomly divided into two groups TRX and control. The experimental group trained in a TRX training program for 12 weeks and 3 sessions per week for 60 minutes. The intensity of the exercises was controlled by the Borg Pressure Perception Scale (RPE). Before and after the last training session, myostatin And Follistatin, and neuromuscular function (Time Up & Go and 5-Chair stand) were measured and the data were analyzed using a dependent t-test and analysis of covariance at the significant level of $P < 0.05$.

Results: 12 weeks of TRX training caused a significant difference in the serum levels of myostatin (P=0.010) and variable Follistatin in the experimental and control groups. Also, the test time of 5-CS (P=0.014) and TUG (P=0.003) indices improved significantly in the experimental group. In the intragroup statistical analysis in the experimental group, the serum level of myostatin, the test time of 5-CS (P=0.001) and TUG (P=0.001) indicators in the pre-test and post-test, a significant decrease; But there was a significant increase in the Follistatin (P=0.001) variable.

Conclusions: It seems that TRX training effectively improved and developed neuromuscular coordination in overweight elderly with a positive change in sarcopenia-related markers. TRX exercises can be used as a complementary and low-cost treatment in rehabilitation and nursing care for the elderly.

Keywords: Myostatin, Follistatin, Neuromuscular Function, Elderly.

[Downloaded from ijrn.ir on 2025-08-01]

[DOI: 10.22034/IJRN.9.3.9]

نشریه پژوهش توانبخشی در پرستاری
مقاله پژوهشی
بهار ۱۴۰۲، دوره ۹، شماره ۳
10.22034/IJRN.9.3.9

تاثیر تمرینات TRX بر سطوح سرمی میوستاتین و فولیستاتین و عملکرد عصبی– عضلانی در مردان سالمند دارای اضافه وزن

محمدابراهیم بهرام[۱]، سهیلا همتی شکراب[۲]، ندا واحدی کله سرا[۲]، رقیه افروندہ[۳*]، سمیرا داورپناه[۲]

۱- دانشجوی دکترای فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۲-کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۳-دانشیار فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

نویسنده مسئول: رقیه افروندہ: گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده روانشناسی و علوم‌تربیتی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
ایمیل: afroundeh@uma.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۴/۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۷/۱۶

چکیده

مقدمه: مایوستاتین و فولیستاتین از بیومارکرهای سرمی مرتبط با سارکوپنیا در دوره سالمندی هستند. اما نقش آنها در هماهنگی عصبی – عضلانی ناشی از ورزش در دوره سالمندی به خوبی مشخص نیست. هدف از مطالعه حاضر بررسی تاثیر تمرینات TRX بر سطوح سرمی میوستاتین و فولیستاتین و عملکرد عصبی- عضلانی در مردان سالمند دارای اضافه وزن بود.

روش‌کار: در این پژوهش نیمه تجربی، تعداد ۳۰ نفر از مردان سالمند دارای اضافه وزن با میانگین سنی (۱/۳۴±۶۴/۳۳ سال) به صورت دسترس به عنوان نمونه انتخاب و به طور تصادفی، در دو گروه تمرینی TRX و کنترل قرار گرفتند. گروه تجربی در یک برنامه تمرینی TRX، به مدت ۱۲ هفته و هر هفته ۳ جلسه به مدت ۶۰ دقیقه به تمرین پرداختند. شدت تمرینات توسط مقیاس درک فشار بورگ (RPE) کنترل شد. قبل و بعد از آخرین جلسه تمرین، میوستاتین و فولیستاتین و عملکرد عصبی- عضلانی (Time Up & Go و 5-Chair stand) اندازه گیری شد. داده‌ها با استفاده از آزمون t وابسته و تحلیل کوواریانس در سطح معناداری P<۰/۰۵ تحلیل شدند.

یافته‌ها: ۱۲ هفته تمرین TRX باعث تفاوت معنی‌دار در سطوح سرمی میوستاتین (P=۰/۰۱۰) و متغیر فولیستاتین گروه تجربی و کنترل شد. همچنین زمان آزمون شاخص‌های 5-CS (P=۰/۰۱۴) و TUG (P=۰/۰۰۳) در گروه تجربی بهبود معنی داری داشت. در بررسی تحلیل آماری درون‌گروهی در گروه تجربی، سطح سرمی میوستاتین (P=۰/۰۰۲)، زمان آزمون شاخص‌های 5-CS (P=۰/۰۰۱) و TUG (P=۰/۰۰۱) در پیش‌آزمون و پس‌آزمون، کاهش معنی‌دار؛ اما در متغیر فولیستاتین افزایش معنی‌داری داشت (P=۰/۰۰۱).

نتیجه‌گیری: به نظر می رسد تمرینات TRX با تغییر مثبت در مارکرهای مرتبط با سارکوپنیا، در بهبود و توسعه هماهنگی عصبی-عضلانی سالمندان دارای اضافه وزن موثر بود. تمرینات TRX می تواند به عنوان یک درمان مکمل و کم هزینه در توانبخشی و پرستاری سالمندان مورد استفاده قرار گیرد.

کلیدواژه ها: میوستاتین، فولیستاتین، عملکرد عصبی- عضلانی، سالمندان.

[Downloaded from ijrn.ir on 2025-08-01]
[DOI: 10.22034/IJRN.9.3.9]

مقدمه

سالمندی دوران حساسی از زندگانی انسان است که به طرز چشمگیری جمعیت جهان را دگرگون کرده است. این دوران زندگی با اختلالات فیزیویوژیکی بسیاری همراه بوده و فرد سالمند در معرض ابتلاء به بسیاری از بیماری‌ها و موقعیت‌های پاتولوژیکی خطرناکی قرار دارد [۱،۲]. شناخته‌شده ترین آنها، از دست دادن قدرت و توده عضلانی اسکلتی به عنوان عوامل خطر اصلی برای سقوط و اختلال در تحرک در افراد مسن می‌باشد [۳]. عواملی مثل ضعف عضلات اندام تحتانی، کاهش تعادل، کاهش توانایی ذهنی، فاکتورهای محیطی و غیره در ایجاد این نوع اختلالات دخیل هستند [۴]. قدرت عضلات اسکلتی به همراه سرعت انقباض، پیش بینی‌کننده‌های قوی عملکرد در افراد مسن می‌باشند [۵،۶]. همچنین این شاخص با تعادل پویا و نوسان وضعیتی مرتبط است. تصور می‌شود که تعادل پویا و نوسان وضعیتی پیش‌بینی‌کننده بهتری برای خطر سقوط نسبت به قدرت عضلانی باشد [۷]. از آنجایی افزایش سن با کاهش تدریجی قدرت و توده عضلانی همراه است از آن به عنوان سارکوپنی توصیف می‌شود [۸]. لذا تعیین این شاخص‌ها برای ارزیابی سارکوپنی ضرورت دارد [۹]. آمارها نشان می دهند ۳۰ تا ۴۰ درصد افراد، حجم تودهٔ عضلانی خود را بین ۶۰ تا ۸۰ سالگی از دست می‌دهند. عضلات سالمندان با کاهش تکثیر سلولهای ماهواره ای، به آسیب عضلات منجر شده و باعث تخریب و تولید مجدد عضله می‌گردند [۱۰]. علاوه بر این دو عامل، آدیپومیوکین‌های زیادی مثل مهارکننده‌های رشد عضلانی (اینترلوکین-۶، میوستاتین، اکتیوین‌های A/B، فاکتور رشد) و محرک‌های رشد عضلات (فولیستاتین، آیریزین) وجود دارند که توسط میوسیت‌های اسکلتی یا چربی‌ها ترشح می‌شوند [۱۱]. میوستاتین، که به عنوان عامل رشد و تمایز (GDF-8) شناخته شده، عضوی از ابرخانواده TGF-β است که توسط سلول‌های ماهیچه‌ای اسکلتی تولید و سپس وارد جریان خون موجودات زنده شده و از رشد عضلات جلوگیری می‌کند. ژن میوستاتین، در کنترل تشکیل تارهای عضلانی نقش داشته و با مهار تکثیر میوبلاست، از رشد عضلانی جلوگیری می‌کند [۸]. یکی از بازدارنده‌های مهم بیان میوستاتین که تحت تاثیر مکانیسم مولکولی و سلولی بسیار پیچیده عمل می‌کند، فولیستاتین می‌باشد [۱۲]. فولیستاتین یک پروتئین پلاسما گلیکوزیله، عضوی از خانواده TGFβ است. در بافت‌های مختلف بدن مانند جفت، تخمدان، بیضه و ماهیچه‌های اسکلتی به وفور یافت می‌گردد [۲]. سطح میوستاتین در دوره‌های عدم فعالیت عضلات اسکلتی زیاد می‌گردد و مهار این پروتئین، قدرت و توده عضلانی را افزایش می‌دهد. مداخلات درمانی مانند فعالیت بدنی در این فرایند اثرگذار بوده است [۸]. مطالعات نشان داده‌اند که مهم‌ترین تاثیر میوستاتین کاهش فعالیت، تمایز یافتگی، تکثیر و خاصیت بازسازی خود به خودی سلولهای ماهواره‌ای از طریق مسیرهای سیگنالی smad-1، smad-2 و smad-3 می‌باشد؛ اما نقش آن در روند آتروفی وابسته به سن به خوبی مشخص نشده است [۱۳]. آن دسته از مطالعات ورزشی که تلاش کرده اند تأثیر تمرین ورزشی در شاخص‌های تحقیق حاضر در سالمندان را بررسی کنند متفاوت هستند. باقری و همکاران (۱۳۹۴)، در بررسی تاثیر تمرین ترکیبی (قدرتی و استقامتی) بر این متغیرها، گزارش کردند که میزان این دو شاخص از سه نوع ترتیب تمرین، تغییر معنی داری نیافتند [۱۴]. همچنین یک مطالعه کارآزمایی بالینی هم که توسط عیسی‌زاده و همکاران (۱۳۹۸)، نشان دادند که غلظت میوستاتین، فولیستاتین و شاخص تودهٔ بدن بین سه گروه تفاوت معناداری نداشت. درصد کاهش میوستاتین و فولیستاتین در گروه مقاومتی- هوازی بیشتر بود، ولی معنادار نبود. بین دو گروه تمرین و کنترل در قدرت و استقامت عضلانی بالاتنه تفاوت معناداری وجود داشت [۱۵]. در مقابل نتایج برخی مطالعات نشان از کاهش معنادار این شاخص‌ها طی تمرینات مختلف بوده است. اسد و وکیلی (۱۳۹۱)، نشان دادند که مقدار میوستاتین در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل متعاقب برنامهٔ تمرین ترکیبی (مقاومتی+استقامتی) در مردان چاق غیر ورزشکار کاهش معنی‌داری داشت [۱۶]. هر چند مطالعات متعددی، اثر تمرینات مقاومتی روی متغیرهای مطالعه حاضر را مورد بررسی قرار است، اما مطالعات محدودی در حیطه تاثیر تمرینات TRX بر شاخص‌های میوستاتین، فولیستاتین و عملکرد عصبی - عضلانی بویژه روی سالمندان دارای اضافه وزن وجود دارد و مطالعات انجام شده هم نتایج متناقضی را نشان داده است و از طرفی سالمندان بیشتر در معرض اثرات مخرب کاهش توده عضلانی ناشی از افزایش سن و اضافه وزن قرار دارند، که ضرورت دارد تاثیر تمرینات ورزشی بر سطح سرمی این شاخص‌ها در جهت تقویت سطوح عضلانی سالمندان و کاهش آتروفی عضلانی مورد بررسی قرار گیرد. لذا این پژوهش با هدف بررسی تاثیر تمرینات TRX با وزن بدن بر سطوح سرمی میوستاتین و فولیستاتین و عملکرد عصبی- عضلانی در مردان سالمند دارای اضافه وزن بود.

[Downloaded from ijrn.ir on 2025-08-01]

[DOI: 10.22034/IJRN.9.3.9]

روش کار

آزمودنی‌ها

این پژوهش از نوع نیمه تجربی و کاربردی و طرح آن به صورت پیش آزمون-پس آزمون با گروه TRX و کنترل بود. جامعه آماری پژوهش حاضر مردان سالمند دارای اضافه وزن شهرستان اردبیل بودند که بعد از اعلام فراخوان، ۳۶ نفر از آنها به طور تصادفی حاضر به همکاری در پژوهش شدند. با استفاده از نرم افزار G -POWER با توان آزمون ۰/۸۶ و اندازه اثر ۰/۵۰ و سطح خطای آلفا برابر ۰/۵، ۳۰ نفر از سالمندان که شرایط ورود به مطالعه را داشتند، به عنوان نمونه انتخاب شدند. آزمودنی ها با محدوده سنی (۶۴/۳۳±۱/۳۴ سال)، به صورت هدفمند و در دسترس انتخاب و بر اساس شاخص توده بدن، همگن شده و به صورت تصادفی، به گروه TRX و گروه کنترل هر گروه ۱۵ نفر تقسیم شدند (جدول ۲ ویژگی‌های توصیفی آزمودنی‌ها آوده است). شرایط ورود به مطالعه شامل: ۱) سالمندان سالم مرد دارای اضافه وزن ۲) کسب نمره ۱۸ در آزمون معاینه مختصر روانی (MMSE)، طرح شده بوسیله Folstein و همکاران (۱۹۷۵)، برای ارزیابی وضعیت ذهنی و شناختی ۳) عدم استفاده از عصا و توانایی راه رفتن به صورت مستقل، ۴) نداشتن سابقه‌ی بیماری قلبی- ریوی حاد، صدمات مغزی، بیماری پارکینسون، فشارخون بالا، دیابت، بیماری کلیوی، ۵) عدم ناتوانی های ارتوپدی معنادار، ۶) تکمیل پرسشنامه ی آمادگی برای شروع فعالیت بدنی (PARQ) و ۷) آشنایی آزمودنی ها با نحوه انجام فعالیت بدنی و شرایط خروج از مطالعه شامل ۱) دو جلسه غیبت در زمان اجرای پروتکل تمرینی ۲) بروز هر نوع بیماری و مصرف هر نوع دارو و مکمل غذایی که بر فاکتورهای اندازه گیری شده موثر باشد ۳) شرکت در برنامه ورزشی خارج از برنامه تمرینی مطالعه و ۴) عدم شرکت در آزمایش‌ها بود. بعد از جمع آوری مشخصات دموگرافیک، و معاینه توسط پزشک، اجازه تمرینات ورزشی از طرف پزشک صادر شد. کلیه شرکت‌کنندگان اطّلاعات مکتوب در خصوص پژوهش را دریافت نموده و پس از مطالعه، از آن ها درخواست شد، رضایت نامه کتبی را امضاء نمایند کلیه مراحل تحقیق زیر نظر پزشک معتمد و متخصص فیزیولوژی ورزشی صورت گرفت. در مرحله اول، وزن (کیلوگرم) و قد (سانتی متر) آزمودنی ها با استفاده از ترازوی مدل SECA ساخت کشور آلمان، به ترتیب با دقت ۰/۱ کیلوگرم و ۰/۱ سانتی متر، شاخص توده بدن (BMI) بر حسب وزن تقسیم بر مجذور قد (کیلوگرم بر مترمربع) اندازه گیری شد. درصد چربی بدن توسط کالیپر هارپندن ساخت کشور انگلستان از طریق معادله هفت نقطه ای جکسون و پولاک ارزیابی و ثبت شد [۱۷]. در ادامه، گروه تجربی به مدت ۱۲ هفته و هر هفته ۳ جلسه به مدت ۶۰ دقیقه، به شکل ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۴۰ دقیقه تمرینات TRX (۶ هفته اول، ۵ تمرین- ۶ هفته دوم ۵ تمرین متفاوت) و ۱۰ دقیقه سردکردن زیر نظر مربی بین الملل TRX ، انجام دادند. در یک جلسه، تمرینات در ۳ ست، استراحت بین هر ست ۱ دقیقه (۳ دقیقه)، هر ست بین ۸ تا ۱۰ تکرار ثابت، استراحت بین هر تکرار ۲۰ ثانیه (بین ۱۶۰ تا ۲۴۰ ثانیه) همراه بود [۱۸]. به منظور سنجش شدت تمرین از مقیاس درک فشار بورگ (RPE) کنترل شد. بدین صورت که قبل از شروع تمرینات، آزمودنی ها با این مقیاس و دامنه آن آشنا شدند. شدت تمرینات برای گروه TRX در دامنه درک فشار ۱۰ تا ۱۶ از مقیاس ۶ تا ۲۰ امتیازی محاسبه گردید. گروه کنترل در طول تحقیق در هیچ برنامه ورزشی شرکت نداشت [۱۹].

پروتکل تمرینی

برنامه تمرینی TRX با استفاده از دستگاه سیستم تعلیق TRX (مدل Multi Gym Trainer، ساخت کشور تایلند) که در ارتفاع ۲/۵ متر بالاتر از سطح سالن نصب شده بود، انجام گردید. این کار به آزمودنی ها اجازه می داد حرکات را دقیقاً زیر نقطه ی لنگرگاه انجام دهند. جدول ۱ شرح کامل تمرینات TRX به همراه عضلات درگیر در طول تمرین را آورده است. برای افزایش کلّی شدّت در تمام تمرین های TRX در روند انجام تحقیق، اقداماتی از جمله تغییر موضع ایستادن از پاهای باز به پاهای بسته، استفاده از یک پا به جای هردو پا در انجام تمرین و افزایش در زاویه بدن انجام شد. گروه کنترل هیچ مداخله ای دریافت نکردند [۱۸].

اندازه‌گیری شاخص‌های هماهنگی عصبی-عضلانی

آزمون نشستن و بلندشدن، (Five time sit to stand)، یا 5-climbing test (5-CS) به این صورت انجام می گیرد که آزمودنی روی یک صندلی به ارتفاع ۴۵ سانتی‌متر می‌نشیند به نحوی که دستهایش به صورت ضربدری روی سینه قرار گیرد، سپس با فرمان آزمونگر، آزمودنی ۵ مرتبه عمل بلند شدن و نشستن از روی صندلی را انجام می‌دهد و مدت زمان انجام این عمل توسط آزمونگر به عنوان امتیاز آزمودنی ثبت می‌شود. آزمون بلندشدن و راه رفتن، TUG(Timed Up and Go) به این صورت انجام می گیرد که آزمودنی روی یک صندلی استاندارد شده با ارتفاع ۴۶ سانتی متر و ارتفاع دسته ۶۳ سانتی متر می‌نشیند، سپس با فرمان حرکت توسط آزمونگر، آزمودنی می بایست

[Downloaded from ijrn.ir on 2025-08-01]

[DOI: 10.22034/IJRN.9.3.9]

بایستد، طول یک مسیر ۳ متری را بپیماید، بچرخد و به محل صندلی برگشته و روی صندلی بنشیند. مدت زمانی که طول می کشد تا آزمودنی این کارها را انجام دهد، توسط کرونومتر ثبت شده و به عنوان رکورد وی ثبت می شود [۲۰].

۴۸ ساعت قبل و بعد از دوره مداخله، پس از ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه ساعت ۹ تا ۱۰ صبح روزهای تعیین شده و در شرایط آزمایشگاهی یکسان (از نظر درجه حرارت، نور، رطوبت، ریتم شبانه‌روزی و ساعت خون‌گیری)، ۵ سی‌سی خون از ورید آنتیکوبیتال از سیاهرگ ناحیه ساعد در وضعیت نشسته از دست چپ آزمودنی ها، توسط تکنسین آزمایشگاه گرفته شد. نمونه های خون پس از سانتریفوژ به مدت ده دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه، در دمای چهار درجه سانتیگراد و جداسازی سرم، برای اندازه گیری های بعدی به آزمایشگاه منتقل و در دمای۷۰ – درجه سانتیگراد نگهداری شد. مقادیر سرمی مایواستاتین با استفاده از روش الیزا، کیت انسانی Laboratory Bioassay Technology، ساخت چین با حساسیت ۵/۲ نانوگرم بر لیتر و ضریب تغییرات درون آزمون ۸٪ و برون آزمون ۱۰٪ اندازه‌گیری شد. مقادیر سرمی فولیستاتین با استفاده از روش الیزا، کیت انسانی Laboratory Bioassay Technology، ساخت چین با حساسیت ۰/۲۴ نانوگرم بر لیتر و ضریب تغییرات درون آزمون ۸٪ و برون آزمون ۱۰٪ اندازه گیری شد. همچنین در پیش آزمون از آزمودنی‌ها، تست‌های Time Up & Go و 5-Chair stand به عمل آمد. این آزمونها شاخصهایی از عملکرد عصبی –عضلانی در افراد سالمند و دارای اعتبار بالایی (r= ٪۹۳ و r=٪۸۶) به ترتیب برای آزمون‌های TUG و 5-CS فراهم می کنند [۲۱].

این مطالعه حاصل بخشی از طرح پژوهشی مصوب معاونت محترم پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی به شماره ۲۱۸۴/۹ /د/ ۱۴۰۰ به تاریخ ۶/ ۱۰ / ۱۴۰۰ می باشد و با کد اخلاق به شماره IR.UMA.REC.1401.003 در کمیته اخلاق دانشگاه محقق اردبیلی به ثبت رسید.

جدول ۱. تمرینات TRX و نحوه ی صحیح انجام هر حرکت و عضلاتی که آن حرکت را درگیر می کند (۱۲).

تمرین TRX	توضیحات	عضلات درگیر شونده
پرس سینه	وضعیت بدن را پشت بر روی مرکز دستگاه کنید. دستگیرههای TRX را گرفته و به بدن زاویه دهید. با خم کردن آرنج ها بدن را با سطح فقسهی سینه همتراز کنید. سپس با باز کردن آرنج ها بدن را به نقطهی آغاز بازگردانید.	سینه ای بزرگ دلتوئید پشت بازو
لانژ معلق(هر دو پا)	یکی از پاها را در هر دو دستگیرهی کش (بند)، داخل کنید به شکلی که روی پا به سطح دستگیرهها قفل شود. یک گام از مرکز دستگاه فاصله یگبرید. حال، زانویی که وزن بدن روی آن افتاده را به آرامی خم کنید. به یاد داشته باشید پنچهی پا جلوتر از زانو باشد. سپس زانو را به حالت آغازین بازگردانید.	چهار سر ران پشت ران (همسترینگ) سرینی
پارویی(روییینگ) دو دست	بدن را رو به دستگاه کنید. دستگیرهها را طوری بگیرید که به هم نزدیک باشند. در یک وضعیت مطلوب قرار گرفته به شکلی که کل بدن دریک راستا باشد. بدن را تا سطح سینه بالا کشیده وسپس به حالت کاملاً آزاد آغازین برگردید.	ذوزنقهای عضله پشتی بزرگ سرشانه (دلتوییدی)
اسکات	هر دو دستگیره را در حالتی که رو به دستگاه هستید، با دو دست بگیرید. فاصله دستها از هم مقداری طبیعی باشد. زانوها را به شکلی که از پنجهی پاها عقبترند تا زمانیکه رانها با زمین موازی شوند خم کنید، از دستها فقط به عنوان پشتیانی، جهت نگهداشتن تعادل کمک بگیرید. سپس به حالت آغازین بازگردید.	چهارسر ران پشت ران سرینی
پروانه با بند (YTW)	روی به دستگاه شوید. هر دو دستگیره را بگیرید. دستها بایستی طی سه حرکت کل دامنه ی حرکتی دایره ای شکل را طی کنند. این حرکت سه مرحله ای است که پس از اتمام هر مرحله بایستی به نقطه آغازین حرکت بازگردید. بدن به آرامی زاویه دار می شود. دست ها را در فرم Y شکل به بالای سر ببرید. سپس دستها را در راستای پهلو ها کاملاً باز ازهم پایین آورده تا شکل T به خود بگیرند. در آخر دستها را پایین کشیده و در کنار ران ها قرار دهید تا فرم Wبه خود بگیرند.	سرشانه (دلتوییدی) ذوزنقهای ماهیچههای لوزی شکل
پشت پا ددلیفت (هر دو پا)	روی یکی از پاها را در هر دو دستگیره فرو کنید. یک قدم از مرکز دستگاه فاصله بگیرید. دولا شده و در حالتیکه پست کمر صاف است و پای درگیر کش کمی خم شده است تا سطح باسن ها پایین بیایید. حال بالا تنه را به سمت زمین خم کنید. در آخر به حالت اولیه بازگردید.	سرینی پشت ران (همسترینگ)
پشت بازو	پشت بروی مرکز دستگاه باشید. هر دو دستگیره را در حالتیکه دستها بالای سر قرار دارند و کاملاً کشیده اند بگیرید. بدن بایستی در یک راستا باشد و آرنج ها هم تراز با سرشانه ها قرارگیرند. آرنج ها را تا زاویه ی ۹۰ درجه خم کرده و سپس به حالت کشیدهی اول تمرین بازگردانید.	پشت بازو

[Downloaded from ijrn.ir on 2025-08-01]

[DOI: 10.22034/IJRN.9.3.9]

پشت ران (همسترینگ)	تاق باز روی زمین دراز بکشید. پاشنهی هر پا را داخل دستگیره ها کرده بشکلی که پشت پا با آنها در تماس باشد. سپس پاشنه ها را در وضعیتی پل مانند به سمت باسن کشیده و در همین موقعیت نگه دارید. این حرکت به سمت داخل به سمت بیرون را متناوباً انجام دهید.	پشت ران
پلانک (تخت)	در حالتی که از آرنج ها بروی زمین به عنوان تکیه گاه استفاده میکنید رو به پشت خوابیده و پاها را بشکلی که روی پا درون دستگیره باشد در آنها فرو کنید. حال در این وضعیت تا حد امکان قرار گیرید.	عضلات راست شکم عضله عرضی شکم پهلو فیله کمر
ایزومتریک ساید هولد با پرس پالوف و بند (کش)	از طرف پهلو به سمت مرکز دستگاه بایستید. هر دو دستگیره را گرفته در سطح قفسهی سینه نگه دارید. به بدنتان زاویه دهید. حال با بالا و پایین کردن کشها توسط دستها بدن را به سمت بالا و پائین حرکت دهید.	پهلو ماهیچه مربع کمری

آنالیز آماری

در تجزیه و تحلیل آماری، ابتدا تمامی متغیرهای کمّی با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک از نظر نرمال بودن و آزمون لِوِن برای همگنی واریانس‌ها بررسی شد و پس از تایید؛ از روشهای آماری پارامتریک شامل آزمون آزمون تحلیل کواریانس و t زوجی برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها استفاده شد. کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۳ در سطح معناداری P>۰/۰۵ انجام شد.

یافته‌ها

میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های آزمودنی‌ها در گروه تجربی و کنترل در جدول ۲ گزارش شده است. با توجه به یافته‌های این جدول، تفاوت معنی داری بین دو گروه در متغیرهای سن، قد، وزن، BMI و درصد چربی وجود نداشت و هر دو گروه در شرایط مشابهی مورد مقایسه قرار گرفتند (P>۰/۰۵). همچنین ویژگی‌های دموگرافیک گروه تجربی با میانگین سنی (۱/۳۴±۶۴/۳۳ سال)، وزن (۲/۷۱±۸۵/۲۰ کیلوگرم)، قد (۱/۵۳±۱۷۲/۱ سانتی متر)، درصد چربی (۱/۳۳±۲۷/۳۳) و شاخص توده بدنی (۲/۴±۳۱/۵) کیلوگرم بر مترمربع و گروه کنترل با میانگین (۱/۴۴±۶۴/۴۰ سال)، وزن (۲۰/۸۸±۸۴/۲۰) کیلوگرم، قد (۱/۴۳±۱۷۵/۱ سانتی‌متر)، درصد چربی (۱/۳۵±۲۶/۴۶ درصد) و شاخص توده بدنی (۲/۹±۳۰/۴) کیلوگرم بر مترمربع بدست آمده است (جدول ۲).

جدول ۲: ویژگی های توصیفی آزمودنی ها در گروه تجربی و کنترل

متغیر	پیش آزمون تجربی	پیش آزمون کنترل	P
سن (سال)	۶۴/۳۳±۱/۳۴	۶۴/۴۰±۱/۴۴	۰/۴۹
وزن (کیلو گرم)	۸۵/۲۰±۲/۷۱	۸۴/۲۰±۲/۸۸	۰/۳۷
قد (سانتی متر)	۱۷۲/۱±۱/۵۳	۱۷۵/۱±۱/۴۳	۰/۳۱
چربی بدن (درصد)	۲۷/۳۳ ± ۱/۳۳	۲۶/۴۶ ± ۱/۳۵	۰/۱۷
BMI (kg/m^2)	۳۱/۵±۲/۴	۳۰/۴±۲/۹	۰/۷۲

۱۲ هفته تمرین TRX باعث تفاوت معنی‌دار در سطوح سرمی میوستاتین (P=۰/۰۱۰)، فولیستاتین (P=۰/۰۴۱)، ۵- CS (P=۰/۰۱۴) و TUG (P=۰/۰۰۳) در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل شد (P<۰/۰۵). تغییرات آماری درون‌گروهی ناشی از تحلیل آماری نشان داد اختلاف معنی‌داری در پس‌آزمون گروه تجربی، در متغیر میوستاتین وجود دارد (P=۰/۰۰۲). میوستاتین به میزان ۱۷/۳۰ درصد با کاهش همراه بود. شاخص فولیستاتین در بررسی تحلیل آماری درون‌گروهی در گروه تجربی، افزایش معنی‌داری در پس‌آزمون نشان داده است (P=۰/۰۰۱). این متغیر به میزان ۵/۲۱ درصد با افزایش همراه بود. همچنین در بررسی دو متغیر 5-CS و TUG؛ نتایج تحلیل درون گروهی داده‌ها نشان داد؛ در هر دو متغیر کاهش معنی‌داری در پس‌آزمون گروه تجربی وجود داشت (P=۰/۰۰۱ و P=۰/۰۰۱ به ترتیب). تفاوت زمانی پیش‌آزمون و پس‌آزمون در این شاخص‌ها به ترتیب برابر ۸/۲ و ۱۵/۸ درصد کاهش همراه بود. در گروه کنترل که برنامه تمرینی را دریافت نکرده بودند، تفاوت معنی‌دار درون‌گروهی در هیچ یک از متغیرهای مورد مطالعه مشاهده نشد (P>۰/۰۵) (جدول ۳).

[Downloaded from ijrn.ir on 2025-08-01]

[DOI: 10.22034/IJRN.9.3.9]

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس و t زوجی برای بررسی اثر بین‌گروهی و درون‌گروهی (گروه تجربی (n=۱۵) و کنترل (n=۱۵)

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	P درون‌گروهی t	P درون‌گروهی sig	P بین‌گروهی F	P بین‌گروهی sig
CS-5	کنترل	۱۴/۰۶ ±۰/۴۶	۱۴/۰۷ ±۰/۴۵	−۳/۵۲	۰/۰۷	۸/۰۵	# ۰/۰۱۴
	تجربی	۱۴/۲۵ ±۰/۲۶	۱۳/۱۶ ±۰/۱۶	۵/۳۲	۰/۰۰۱*		
TUG	کنترل	۷/۷۷ ±۰/۸۶	۷/۷۹ ±۰/۷۵	−۰/۷۵۳	۰/۴۷	۱۳/۰۰۹	# ۰/۰۰۳
	تجربی	۷/۸۴ ±۰/۱۴	۶/۷۷ ±۰/۵۷	۶/۵۷	۰/۰۰۱*		
میوستاتین	کنترل	۴۶۲/۹۰ ±۷/۰۱	۴۶۱/۹۸ ±۷/۰۱	۲/۴۶	۰/۰۸	۹/۱۲	# ۰/۰۱۰
	تجربی	۴۵۸/۷۶ ±۶/۲۲	۳۹۱/۰۷ ±۴/۱۱	۲۵/۵۸	۰/۰۰۲*		
فولیستاتین	کنترل	۵۷۶/۲۰ ±۸/۴۶	۵۷۵/۹۰ ±۸/۲۸	−۰/۷۱۱	۰/۵۳	۵۵/۷۰	# ۰/۰۴۱
	تجربی	۵۷۰/۸۸ ±۵/۴۷	۶۰۲/۳۰ ±۷/۷۶	−۸/۴۵	۰/۰۰۱*		

* نشانه معناداری آماری درون‌گروهی

نشانه معناداری آماری بین گروهی

بحث

هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر تمرینات قدرتی با وزن بدن بر سطوح سرمی میوستاتین و فلوستاتین و عملکرد عصبی- عضلانی در مردان سالمند دارای اضافه وزن بود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد مقادیر میوستاتین در گروه تجربی کاهش معنی دار (۱۷/۳۰درصد) و فولیستاتین افزایش معنی دار (۵/۲۱ درصد) داشت. همچنین شاخص‌های عملکرد عصبی-عضلانی در آزمودنی‌های سالمند در گروه تجربی بهبود یافته است.

نتایج حاصل از این مطالعه در ارتباط با متغیرهای میوستاتین و فولیستاتین با مطالعات بهرام و پوروقار (۱۳۹۶)، فایف و همکاران (۲۰۱۸)، رادزیمنسکا و همکاران (۲۰۱۸) و هیتل و همکاران (۲۰۱۰)، همسو است [۲, ۸, ۱۴, ۱۶, ۲۲]. مطالعات مختلف نشان داده است میوستاتین به طور غیرمستقیم، متابولیسم بدن را تنظیم می‌کند. به طوریکه، حذف میوستاتین با افزایش توده عضلانی همراه است که این عضلانی شدن باعث برداشت بیشتر سوبستراهای متابولیکی می‌گردد [۲۳]. در وضعیت عادی، برای حفظ اندازه تار عضلانی، یک تعادل همواستاتیک بین تنظیم‌کننده‌های مثبت (IGF-I) و منفی (میوستاتین) رشدی عضله وجود دارد؛ در صورتی که عضله دچار آتروفی گردد، این تعادل به سمت تنظیم‌کننده‌های منفی و در صورتی که بار روی عضله اعمال گردد، به سمت تنظیم‌کننده‌های مثبت حرکت می‌کنند. به نظر می‌رسد ارتباط بین حلقه‌های بازخورد منفی بسیار پیچیده باشد [۲۴]. با فعال شدن فاکتورهای مرتبط با هایپرتروفی (MAPK، MAPK-P38 و ErK1/2) از طریق مسیرهای سیگنالی (TAK1-MKK6 و Ras)، موجب کاهش فعالیت مسیر سیگنالی میوستاتین و در نتیجه کاهش میزان نسخه‌برداری، ترجمه، بیان و ترشح میوستاتین از سلولهای عضلانی می‌گردد. به نظر می‌رسد تمرینات مقاومتی با فعال کردن این مسیرهای سیگنالی باعث افزایش فاکتورهای هایپرتروفیک می‌شود. پس می‌توان علل کاهش میزان میوستاتین را به افزایش میزان فاکتورهای هایپرتروفیک مربوطه، افزایش فعالیت‌های مسیرهای سیگنالی نسبت داد [۱۴, ۲۵].

همچنین مطالعات نشان داده است هورمون‌هایی مثل تستوسترون، هورمون رشد و هورمون رشدی شبه انسولین از طریق فعال کردن مسیرهای سیگنالی مختلف، به ویژه مسیر سیگنالی فعال‌کننده‌ی نسخه‌برداری، با فعال کردن یک سری مسیرهای آبشاری سلولی بسیار پیچیده، موجب تنظیم منفی بیان میوستاتین از سلولهای عضلانی و در پی آن، کاهش میزان ترشح آن به خون می‌شوند [۱۴]. این احتمال وجود دارد که کاهش فاکتورهای مایواستاتیک مانند میوستاتین در نتیجه تنش پروتئینهای انقباضی عضله اسکلتی به واسطه فعالسازی گسترده تارهای عضلات اسکلتی باشد [۲۶]. شواهد جدیدتر نشان می‌دهد که بیان میوستاتین همچنین بر متابولیسم گلوکز و چربی تأثیر می‌گذارد، که در مورد چاقی سارکوپنیک، می‌تواند یک چرخه معیوب ایجاد کند [۲۷]. همچنین آثار مفید حذف یا مهار میوستاتین بر شاخص های متابولیکی مانند بهبود مقاومت به انسولین و کاهش دیس لیپیدمی و عوامل خطرزای قلبی-عروقی مانند لیپوپروتئین کم‌چگال (LDL) لیپوپروتئین بسیار کم‌چگال

[Downloaded from ijrn.ir on 2025-08-01]

[DOI: 10.22034/IJRN.9.3.9]

(VLDL) از این طریق اعمال می‌شود [۲۳].

از یافته دیگر مطالعه حاضر افزایش فولیستاتین در آزمودنی های تحقیق بود. فولیستاتین از طریق مهار اکتیوین و میوستاتین در تنظیم رشد عضلات و بافت چربی دخیل می‌باشد. این شرایط، باعث ایجاد مشکلاتی مثل سارکوپنی و سندرم متابولیک در سالمندان می‌شود؛ لذا فولیستاتین، از طریق مهار میوستاتین و اکتیوین، ممکن است یک هدف درمانی امیدوارکننده نه تنها برای سارکوپنی، اختلالات متابولیک و حتی التهاب باشد [۲۸]. احتمالاً، فولیستاتین نقش مهمی در کاهش سیگنالینگ میوستاتین ایفا می‌کند [۱۴]. گزارش شده است که افزایش سطوح فولیستاتین گردش خون ناشی از فعالیت ورزشی وابسته به افزایش بیان mRNA و پروتئین فولیستاتین کبدی می‌باشد. علاوه بر این، به خوبی مشخص شده است که افزایش نسبت گلوکاگون به انسولین با تأثیر بر هپاتوسیت‌ها منجر به تحریک بیان و ترشح فولیستاتین به گردش خون می‌شود [۲۶]. اگرچه نمی‌توان از نتایج مطالعه حاضر، استنباطی از این موضوع کرد که آیا افزایش فولیستاتین سرمی ناشی از تمرین مقاومتی با وزن بدن وابسته به افزایش بیان کبدی آن می‌باشد؛ با این حال می‌توان فرضیه‌ای برای افزایش فولیستاتین گردش خون در نظر گرفت. در تحقیق حاضر اطلاعاتی از نسبت گلوکاگون به انسولین در دسترس نیست؛ پس نمی‌توان به طور قطع توجیه کرد. از دلایل اختلاف در نتایج مطالعات مختلف، ممکن است مربوط به نوع پروتکل، شدّت و مدت تمرین، جنس، ویژگی آزمودنیها، روش اندازه‌گیری و یا تفاوت در زمان نمونه گیری بین این مطالعات باشد [۱۴, ۲۶]. زنان سالمند در کاهش بیان میوستاتین در پاسخ به یک فعالیت ورزشی با شدّت مشابه با مردان، ناتوان هستند. درصورتیکه مردان سالمند، کاهش مشابهی در میوستاتین در مقایسه با مردان و زنان جوان نشان دادند [۲۹].

در این پژوهش مشاهده شد که دوازده هفته تمرینات مقاومتی با وزن بدن در مردان سالمند، باعث تفاوت معنی داری در مقدار کاهش زمان آزمون‌های CS 5 و TUG در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون شده است و این نشان‌دهنده‌ی افزایش هماهنگی عصبی- عضلانی در این افراد می‌باشد. در توجیه این مطلب باید گفت که زمان انجام آزمون CS 5 و TUG در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون برای گروه تجربی به ترتیب ۸/۲۸ و ۱۵/۸۰ درصد کاهش یافت. لذا کاهش در زمان انجام این آزمون‌ها، نشان‌دهنده‌ی بهبود عملکرد عصبی-عضلانی در گروه تجربی می‌باشد [۲۱, ۳۰]. این یافته‌ها با نتایج گزارش شده احمدی و همکاران (۱۳۹۷)، شیری و همکاران (۱۳۹۶) و کریمی و کاشانی (۲۰۱۵) هم‌خوانی داشته است [۳۱-۳۳] بهبود قدرت و استقامت عضلانی ممکن است در حفظ یا افزایش تعادل، هماهنگی و وضعیت‌های عملکرد حرکتی مفید باشد. تمرینات عصبی- عضلانی به طور معمول در موقعیت‌های عملکردی تحمل وزن اجرا می‌شود و بر کیفیت حرکت تأکید دارد [۳۴]. علاوه بر این تمرینات عصبی -عضلانی بر ثبات و گیرنده‌های حسی-عمقی به عنوان آگاهی‌دهنده موقعیت، حرکت و تغییر در تعادل و شناخت از موقعیت، وزن و مقاومت اشیاء در ارتباط با بدن تمرکز دارند. بنابراین جابجایی غیرطبیعی مفصل را در طی فعالیت‌های عملکردی کنترل می کند [۳۴, ۳۵] .به نظر می‌رسد این تمرینات هم مانند سایر فعالیت‌های بدنی با افزایش تعداد و حساسیت گیرنده‌های مختلف در سیستم عصبی مانند عمقی، انتقال تکانه های عصبی توسط وابران‌ها به مرکز کنترل حرکتی مغز، گیرنده های حسی و مفصلی را بهبود بخشد. در نتیجه این امر منجر به افزایش سرعت و تحریک الکتریکی عصب وابران برای بهبود عملکرد واحدهای حرکتی می‌شود [۳۲]. همچنین یکی از مکانیسم‌هایی که محققان در توجیه افزایش عملکرد کمر، قدرت، و بهبود هورمون هایپرتروفیک زنان سالمند نسبت دادند؛ کاهش عملکرد اکتیوین A و کاهش عملکرد میوستاتین بوده است. به نظر می‌رسد این شاخص‌ها در عملکرد عصبی- عضلانی موثر باشد [۲۸, ۳۶]. استفاده از تمرینات مقاومتی با وزن بدن به عنوان راهبردی غیردارویی به منظور پیشگیری و کنترل نسبی مارکرهای موثر در کاهش توده عضلانی و بهبود هماهنگی عصبی- عضلانی سالمندان از نقاط قوت مطالعه حاضر بود. این نوع تمرینات می‌تواند در حوزه پرستاری سالمندی مفید واقع شود. انتخاب کم حجم نمونه، نبود امکان کنترل شرایط روحی- روانی و استرس آزمودنی ها در طول اجرای تحقیق از محدودیت های مطالعه حاضر بود.

نتیجه گیری

این مطالعه نشان داد تمرینات مقاومتی از نوع TRX با بهبود شاخص های مرتبط با سارکوپنیا، در بهبود و توسعه هماهنگی عصبی- عضلانی سالمندان دارای اضافه وزن موثر

[Downloaded from ijrn.ir on 2025-08-01]

[DOI: 10.22034/IJRN.9.3.9]

است. تمرینات مقاومتی با وزن بدن می تواند به عنوان یک درمان مکمل و کم هزینه در توانبخشی و پرستاری سالمندان مورد استفاده قرار گیرد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از تمامی کسانی که ما را در اجرای این پژوهش کمک کرده‌اند، تشکر و قدردانی می‌شود. همچنین از معاونت محترم پژوهشی و گروه فیزیولوژی ورزشی دانشگاه محقق اردبیلی که در این مطالعه ما را همراهی کردند، سپاسگزاریم.

تعارض منافع

در این مطالعه هیچ گونه تعارض منافعی بین نویسندگان وجود ندارد.

References

1. Stewart, C. and J. Rittweger, Adaptive processes in skeletal muscle: molecular regulators and genetic influences. Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions. 2006 ; 6(1): 73.
2. Fife, E., et al., Relationship of muscle function to circulating myostatin, follistatin and GDF11 in older women and men. BMC geriatrics. 2018; 18(1): 1-10. https://doi.org/10.1186/s12877-018-0888-y
3. Ivey, F.M., et al., Effects of age, gender, and myostatin genotype on the hypertrophic response to heavy resistance strength training. The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences. 2000 ; 55(11): M641-M648. https://doi.org/10.1093/gerona/55.11.M641
4. Ali, A., et al., The effect of whole body vibration exercises and non-training periods on neuromuscular function in elderly men. Iranian Journal of Aging. 2011 ; 20(6): 47-53
5. Reid, K.F. and R.A. Fielding, Skeletal muscle power: a critical determinant of physical functioning in older adults. Exercise and sport sciences reviews. 2012 ; 40(1): 4. https://doi.org/10.1097/JES.0b013e31823b5f13
6. Clémençon, M., et al., Potential role of optimal velocity as a qualitative factor of physical functional performance in women aged 72 to 96 years. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2008 ; 89(8): 1594-1599. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.11.061
7. De Vos, N.J., et al., Optimal load for increasing muscle power during explosive resistance training in older adults. The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences. 2005 ; 60(5): 638-647. https://doi.org/10.1093/gerona/60.5.638
8. Radzimińska, A., et al., The impact of pelvic floor muscle training on the myostatin concentration and severity of urinary incontinence in elderly women with stress urinary incontinence-a pilot study. Clinical Interventions in Aging. 2018 ;13: 1893. https://doi.org/10.2147/CIA.S177730 https://doi.org/10.2147/CIA.S160057
9. Hofmann, M., et al., 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. 2016 ; 116(5): 885-897. https://doi.org/10.1007/s00421-016-3344-8
10. Bagheri, et al., The effect of combined training sequence (strength and endurance) on serum levels of myostatin, folistatin and ratio of folistatin on myostatin in elderly women. Sports Physiology. 2015 ; 7 (26): 143-164.
11. Choi, K., et al., The association of the serum levels of myostatin, follistatin, and interleukin-6 with sarcopenia, and their impacts on survival in patients with hepatocellular carcinoma. Clinical and molecular hepatology. 2020 ; 26(4): 492. https://doi.org/10.3350/cmh.2020.0005
12. Willoughby, D.S., Effects of an alleged myostatin-binding supplement and heavy resistance training on serum myostatin, muscle strength and mass, and body composition. International Journal of Sport Nutrition & Exercise Metabolism. 2004 ; 14(4). https://doi.org/10.1123/ijsnem.14.4.461
13. Carlson, C.J., F.W. Booth, and S.E. Gordon, Skeletal muscle myostatin mRNA expression is fiber-type specific and increases during hindlimb unloading. American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology.1999 ; 277(2): R601-R606. https://doi.org/10.1152/ajpregu.1999.277.2.R601
14. -Bagheri, et al., The effect of combined training sequence (strength and endurance) on serum levels of myostatin, folistatin and ratio of folistatin on myostatin in elderly women. Sports

[Downloaded from ijrn.ir on 2025-08-01]

[DOI: 10.22034/IJRN.9.3.9]

Physiology. 2015 ; 7 (26): 143-164.
15. -Zadeh, A., et al., The effect of combined exercise sequence (resistance-aerobic) on some factors of physical fitness, functional capacity and serum levels of myostatin and follicatin hormones in postmenopausal women (clinical trial). Journal of Sports Life Sciences. 2020 ; 12 (2): 189-206.
16. -Assad, M. and. Javad, The effect of combined exercise program (resistance + endurance) on plasma myostatin levels in non-athlete obese men Sports Life Scienc. 2012 ;15: 77-89.
17. -Eston, R.G. and T. Reilly, Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual. Routledge London. 2001 ;1.
18. -Janot, J., et al., Effects of TRX versus traditional resistance training programs on measures of muscular performance in adults. Journal of Fitness Research. 2013 ; 2(2): 23-38.
19. -Borg, G. and E. Borg, A new generation of scaling methods: Level-anchored ratio scaling. Psychologica. 2001 ; 28(1):15-45.
20. -Abbasi, A., et al., The effect of whole body vibration training and detraining periods on neuromuscular performance in male older people. Iranian Journal of Ageing. 2011 ; 6(2): 0-0.
21. -Moreland, J.D., et al., Muscle weakness and falls in older adults: a systematic review and meta-analysis. Journal of the American Geriatrics Society. 2004 ; 52(7): 1121-1129. https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2004.52310.x
22. Bahram, M. and M. Pourvaghar, The Effect of 10 weeks of resistance training on serum level of myostatin and body composition in obese adolescents. Qom University of Medical Sciences Journal. 2017 ; 11(4): 43-51.
23. Kazemi, F., N. Maryam, Acute and delayed response of myostatin and insulin resistance to circular resistance activity. 2012 ; 14: 129-143
24. Lee, S.-J., Quadrupling muscle mass in mice by targeting TGF-ß signaling pathways. PloS one. 2007 ; 2(8): e789. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0000789
25. Hulmi, J.J., et al., The effects of whey protein on myostatin and cell cycle-related gene expression responses to a single heavy resistance exercise bout in trained older men. European journal of applied physiology. 2008 ; 102(2): 205-213. https://doi.org/10.1007/s00421-007-0579-4
26. Moosavi, R., F. Kazemi, and P. Nazarali, Effects of one period of total-body resistance exercise (TRX) training on serum concentration of myostatin and follistatin in inactive women. Journal of Sabzevar University of Medical Sciences. 2021 ; 28(1): 41-47.
27. Consitt, L.A. and B. Clark, The vicious cycle of myostatin signaling in sarcopenic obesity: myostatin role in skeletal muscle growth, insulin signaling and implications for clinical trials. The Journal of frailty & aging. 2018 ; 7(1): 21-27. https://doi.org/10.14283/jfa.2017.33
28. Anastasilakis, A.D., et al., Circulating follistatin displays a day-night rhythm and is associated with muscle mass and circulating leptin levels in healthy, young humans. Metabolism. 2016 ; 65(10): 1459-1465. https://doi.org/10.1016/j.metabol.2016.07.002
29. Coburn, J.W., et al., Neuromuscular responses to three days of velocity-specific isokinetic training. Journal of Strength and Conditioning Research. 2006 ; 20(4): 892. https://doi.org/10.1519/R-18745.1 https://doi.org/10.1519/00124278-200611000-00028
30. Podsiadlo, D. and S. Richardson, The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. Journal of the American geriatrics Society. 1991 ; 39(2): 142-148. https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x
31. Ahmadi, A., et al., The effect of eight weeks of combined exercise and coenzyme Q10 supplementation on motor function in patients with multiple sclerosis. Journal of the Faculty of Medicine of Mashhad University of Medical Sciences. 2018 ; 61(2): 958-970.
32. Karimi, M. and M. Kashani, The Response of the Neuromuscular System Function Passive and Active Elderly Women in a Morning Exercise. International Journal of Sport Sciences. 2015 ; 2(3).
33. Hedayati, R., Fatemi, A., Ghorbani, R., Tawangar, Sh., Amjadian, F., Shiri, H., Comparison of the effects of general body tremor alone and combined with exercise on body composition in healthy adults. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2016; 27(147): 196-183.
34. Khorshidshangavi, et al., The effect of

[Downloaded from ijrn.ir on 2025-08-01]

[DOI: 10.22034/IJRN.9.3.9]

neuromuscular training on balance and motor function in women with multiple sclerosis. Journal of Medical Science Studies. 2018 ; 29 (5): 362-371.

35. Komi, P., Training of muscle strength and power: interaction of neuromotoric, hypertrophic, and mechanical factors. International journal of sports medicine. 1986 ;7(S 1): S10-S15. https://doi.org/10.1055/s-2008-1025796

36. Sheida, V., Fathi, A. Mir, The effect of central stability training on serum levels of activin A and lumbar function index in elderly women with chronic low back pain: a randomized clinical trial study. Journal of Medical Science Studies. 2020 ; 30 (11): 867-875.

[Downloaded from ijrn.ir on 2025-08-01]

[DOI: 10.22034/IJRN.9.3.9]