علوم زیستی ورزشی – تابستان ۱۳۹۹
دورهٔ ۱۲، شمارهٔ ۲، ص: ۲۰۶ – ۱۸۹
تاریخ دریافت : ۰۱ / ۰۵ / ۹۸
تاریخ پذیرش : ۱۳ / ۰۲ / ۹۹

تأثیر ترتیب تمرین ترکیبی (مقاومتی- هوازی) بر برخی از عوامل آمادگی جسمانی، ظرفیت عملکردی و سطوح سرمی هورمون‌های میوستاتین و فولیستاتین زنان یائسه (کارآزمایی بالینی)

لیلا عیسی‌زاده[۱] – سیدعلیرضا حسینی‌کاخک [*۲] – رامبد خواجه‌ای[۳] – سیدمحمود حجازی[۴]

۱.دانشجوی دکتری گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران
۲. دانشیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران۳. استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران ۴. استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران

چکیده

هدف از مطالعهٔ حاضر بررسی تأثیر ترتیب تمرینات ترکیبی بر برخی از عوامل آمادگی جسمانی، ظرفیت عملکردی و سطوح سرمی میوستاتین و فولیستاتین زنان یائسه بود. روش بررسی کارآزمایی بالینی بود. ۳۳ زن یائسهٔ ۵۰ تا ۶۰ ساله به‌طور تصادفی در سه گروه هوازی- مقاومتی (۱۱ نفر)، مقاومتی- هوازی (۱۰ نفر) و گروه کنترل (۱۲ نفر) قرار گرفتند. تمرین در مدت ۸ هفته و ۴ جلسه در هفته انجام گرفت. برای تحلیل داده‌ها از روش آماری آنوا با اندازه‌های تکراری استفاده شد. نتایج نشان داد غلظت میوستاتین، فولیستاتین، شاخص تودهٔ بدن بین سه گروه تفاوت معناداری نداشت ($P>۰/۰۵$). درصد کاهش شاخص تودهٔ بدنی در گروه هوازی– مقاومتی بیشتر و 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 ($P>۰/۰۵$). در هر دو نوع ترتیب تمرین افزایش معناداری در قدرت و استقامت عضلانی بالاتنه مشاهده شد ($P>۰/۰۵$) و درصد تغییرات قدرت و استقامت عضلانی بالاتنه در گروه مقاومتی- هوازی بیشتر بود، ولی معنادار نبود. براساس یافته‌ها می‌توان گفت در متغیرهای پژوهش تفاوت معناداری بین ترتیب‌های متفاوت تمرین ترکیبی وجود ندارد و زنان یائسه می‌توانند از هر دو نوع ترتیب به‌منظور افزایش قدرت و استقامت عضلانی بالاتنه و جلوگیری از افزایش میوستاتین و تحلیل عضلانی استفاده کنند.

واژه‌های کلیدی

ترتیب تمرینات، تمرینات ترکیبی، فولیستاتین، میوستاتین، یائسگی.

* نویسندهٔ مسئول : تلفن: ۰۹۱۲۵۴۹۷۲۰۹ Email: hosseini18@yahoo.com

مقدمه

از پیامدهای افزایش سن در زنان، یائسگی است. دوران یائسگی در زنان با عوامل خطرزای قلبی عروقی شامل عدم تحرک و فعالیت بدنی، مشکلات متابولیکی و کاهش استروژن همراه است (۱). پیامد دیگر افزایش سن و یائسگی به‌دلیل کاهش هورمون‌های تخمدان، کاهش تودهٔ خالص بدنی است که این کاهش حجم عضلات در زنان میانسال با اختلال در توانایی عضلهٔ اسکلتی در پاسخ به محرک‌های آنابولیک و افزایش مسیرهای سیگنالی پروتئولیز همراه است (۲). برای افرادی که تمایل دارند ترکیب بدنی خود را بهبود بخشند و ظرفیت انجام کار را افزایش دهند، کاهش چربی، رشد عضلهٔ اسکلتی، هایپرتروفی، افزایش قدرت و تطابق عصبی عضلانی ضروری است (۳). محققان از تمرینات مختلف ورزشی برای مقابله با تحلیل عضلانی (۴) و بهبود ظرفیت عملکردی (۵) در فرایند افزایش سن، استفاده کرده‌اند. تحقیقات نشان می‌دهند تمرین مقاومتی نه‌تنها روشی مؤثر در بهبود عملکرد عصبی عضلانی است، بلکه به‌طور مساوی در نگهداری و بهبود وضعیت عضلانی فرد تأثیرگذار است (۶) و ازاین‌رو می‌توان از آن در افراد دارای کمبود هورمونی مثل زنان یائسه استفاده کرد (۷). تمرین هوازی نوع دیگری از تمرینات است که برای افزایش حداکثر اکسیژن مصرفی (۸) به‌کار می‌رود. ترکیب تمرینات مقاومتی و هوازی راهکاری است که می‌تواند عملکرد افرادی را بهبود دهد که در نتیجه افزایش سن با کاهش نیروی عضلانی و کاهش آمادگی قلبی تنفسی مواجه‌اند (۹). براساس نتایج تحقیقات تمرینات ترکیبی مقاومتی و هوازی در مقایسه با اجرای هریک از این تمرینات به‌تنهایی، سازگاری‌های مقاومتی متفاوتی خواهند داشت که به پاسخ‌های هورمونی مرتبط است (۱۰). تغییرات هایپرتروفی ممکن است ناشی از تأثیر هورمون‌های کاتابولیکی و آنابولیسمی مانند کورتیزول، هورمون رشد، تستوسترون (۱۱)، میوستاتین و فولیستاتین (۱۳، ۱۲) باشد. یکی از اختلالات مهم در افزایش سن، آتروفی عضلانی و بیماری‌های مرتبط به تحلیل عضلانی است. در تحقیقات هم افزایش میزان mRNA پروتئین میوستاتین افراد مسن در مقایسه با جوانان نشان داده شده است (۱۴). میوستاتین[1] و فولیستاتین[2] از تنظیم‌کننده‌های مهم حجم عضله هستند (۴). میوستاتین از انواع عامل رشد بتا TGF-B[3] است که تنظیم‌کنندهٔ منفی در حجم عضلهٔ اسکلتی است، به‌طوری‌که در موش‌های

1. Myostatin
2. Follistatin
3. Transforming growth factor beta

فاقد میوستاتین از دو مسیر هایپرتروفی[1] و هایپرپلازی[2] با افزایش حجم و تعداد تارهای عضلانی، حجم عضلانی دو برابر موش‌های معمولی شد (۱۵). مطالعات نشان می‌دهد با بالا رفتن سن، افزایش میوستاتین از طریق کاهش تکثیر، تمایز، فعالیت و بازسازی سلول‌های ماهواره‌ای، حجم عضلانی را کاهش می‌دهد (۱۶). فولیستاتین هم از عوامل دیگر مرتبط با تودهٔ عضلانی است که مانند میوستاتین عضو خانوادهٔ عامل رشد بتاست و به میوستاتین متصل می‌شود و از اتصال آن به گیرندهٔ اکتیوین دو[3] جلوگیری به‌عمل می‌آورد، در نتیجه اثر میوستاتین در تحلیل عضلات را خنثی می‌کند (۱۷). در مورد اثر فعالیت بدنی روی این عوامل مهاری و رشدی عضله تحقیقات زیادی انجام گرفته و در حال پیگیری است که نشان می‌دهد ژن فولیستاتین در عضلات اسکلتی به‌وسیلهٔ تمرینات حاد مقاومتی و کششی طولانی و پس از تمرینات استقامتی حاد افزایش یافته است (۱۸). از طرفی ژن‌های میوستاتین با پاسخ‌های هایپرتروفی به تمرین مقاومتی در زنان مسن مرتبط است، به‌طوری‌که زنان با ژن‌های کمتر میوستاتین، ۶۸ درصد هایپرتروفی عضلانی بیشتری داشتند (۱۹). لاندبرگ[4] (۲۰۱۲) نشان داد تمرین ترکیبی با ترتیب استقامتی – مقاومتی نسبت به تمرین مقاومتی تنها، بیان میوستاتین را کاهش می‌دهد، ولی مقایسه با ترتیب مقاومتی – استقامتی را انجام نداده است (۲۰). اما بعضی محققان نتایج ضدونقیضی را گزارش کرده‌اند، به‌طوری‌که ویلوگبای[5] (۲۰۰۴) بعد از اجرای ۱۲ هفته تمرین مقاومتی روی مردان افزایش بیان mRNA میوستاتین را گزارش کرد (۲۱). حجم و شدت تمرینات هوازی و مقاومتی، تعداد ست‌ها و تعداد تکرارها در هر ست و سرعت اجرای حرکت از متغیرهای تغییرپذیر در جهت دستیابی به کاهش چربی و افزایش هایپرتروفی است، ولی با وجود اصول پایه در طراحی تمرین همچنان تحقیقات در جهت طراحی روش‌های اختصاصی مطابق با اهداف خاص فیزیولوژیکی ادامه دارد (۲۲). تأثیر ترتیب به‌صورتی که مقاومتی قبل از استقامتی یا استقامتی قبل از مقاومتی اجرا شود، هنوز ناشناخته است و مطالعات انجام‌گرفته تاکنون بسیار اندک‌اند (۲۳). گروهی از محققان معتقدند که ترکیب تمرین هوازی و مقاومتی در یک جلسه به‌دلیل مسیرهای سیگنالی و ژنی متفاوت دارای اثرات تداخلی است (۲۴)، اما کدام نوع ترتیب تمرین، اثرات تداخلی کمتری به‌ویژه روی هایپرتروفی و حجم عضلانی دارد؟ ازاین‌رو پرسش اصلی پژوهش حاضر این است که ترتیب

1. Hypertrophy
2. Hyperplasia
3. ActivinΠ
4. Lundberg
5. Willoughby

تمرینات ترکیبی (مقاومتی- هوازی) چه تأثیری بر عوامل مختلف آمادگی جسمانی، ظرفیت عملکردی و هورمون‌های میوستاتین و فولیستاتین زنان یائسه دارد؟

روش تحقیق

این پژوهش از نوع کارآزمایی بالینی (تصادفی‌شده) بوده و با کد اخلاق IR.IAU.NEYSHABUR.REC.1397.021 و کد IRCT20200126046267N1 انجام گرفته است. جامعهٔ پژوهش، زنان یائسهٔ ۵۰ تا ۶۰ سال در شهر مشهد بودند. اطلاعات مربوط به پژوهش به‌صورت میدانی و آزمایشگاهی در قبل و بعد از تمرین گردآوری شد. حجم نمونه طبق مطالعات گذشته و به‌وسیلهٔ نرم‌افزار G Power برآورد شد.، حداقل حجم نمونه برای سه گروه با توجه به اندازهٔ اثر ۰/۲۷، توان ۰/۸ و آلفای ۰/۰۵ برابر ۳۰ به‌دست آمد. دعوت به همکاری در گروه‌های ورزشی تلگرام آگهی شد. از بین داوطلبانی که برای شرکت در پژوهش اعلام آمادگی کرده بودند، با پیش‌بینی امکان خروج آزمودنی‌ها، تعداد ۳۶ نفر به‌صورت هدفمند انتخاب شدند و به‌طور تصادفی و پس از تغییرات جزئی به‌منظور همگن کردن وزن در سه گروه قرار گرفتند. در روش تصادفی ساده به هریک از آزمودنی‌ها شمارهٔ ۱ تا ۳۶ داده شد، سپس اعداد ۱۲-۱ در گروه هوازی- مقاومتی، اعداد ۲۴-۱۳ در گروه مقاومتی- هوازی و اعداد ۳۶-۲۵ در گروه کنترل قرار گرفتند. معیارهای واجد شرایط بودن عبارت بود از جنسیت، سن، یائسگی (یائسگی یعنی توقف دائمی قاعدگی (وقفه در عادت ماهیانه حداقل به مدت ۱۲ ماه متوالی) که به‌طور طبیعی یا با شیمی‌درمانی یا جراحی رخ دهد (۷). ملاک‌های ورودی عبارت بود از اخذ برگهٔ سلامت جسمانی از پزشک عمومی، ارائهٔ رضایت‌نامهٔ آگاهانه از روش و نحوهٔ اجرای تمرینات، نبود هرگونه بیماری مانند دیابت یا قلبی، مصرف نکردن دارو، مکمل و دخانیات، عدم آسیب‌دیدگی عضلانی- اسکلتی، نداشتن سابقهٔ ورزشی در شش ماه گذشته). ملاک‌های خروج از مطالعه شامل آسیب جسمی، عدم شرکت منظم در جلسات تمرینی و عدم رضایت از برنامهٔ تمرینی بود. ۳ نفر به‌دلیل غیبت بیش‌ازحد مجاز، در انتهای کار توسط محقق از پژوهش حذف شدند. پیگیری علت غیبت و تشویق به شرکت در جلسات جبرانی از طریق تماس تلفنی با آزمودنی‌ها انجام می‌گرفت. در نهایت تعداد ۳۳ نفر، ۱۱ نفر در گروه تمرینی (هوازی- مقاومتی) و ۱۰ نفر در گروه تمرینی (مقاومتی- هوازی) و ۱۲ نفر در گروه کنترل، پژوهش را با رعایت اصول تمرین، به اتمام رساندند که حجم نمونه را به ۳۳ نفر رساند. خون‌گیری اولیه ساعت ۸ صبح در محل آزمایشگاه با ۱۲ تا ۱۴ ساعت ناشتایی انجام گرفت. نمونهٔ خون از ورید قدامی بازویی گرفته شد. ۵ سی‌سی خون که دو سی‌سی آن برای CBC و سه سی‌سی برای تست

الایزا استفاده شد. نمونه‌های خونی سانتریفیوژ شده و نمونهٔ سرمی آن جدا و برای آنالیز در دمای ۷۰- درجه در آزمایشگاه فریز شد. در روز اول در محل سالن ورزشی نحوهٔ اجرای حرکات ایروبیک و کار با دستگاه‌های بدنسازی، رعایت نکات ایمنی به‌صورت عملی و تئوری توسط محقق و مربی مجرب دستیار آموزش داده شد. در روز بعد آزمون‌های عملکردی و فاکتورهای آمادگی جسمانی مانند آزمون پرس سینه ارزیابی شد. آزمودنی‌ها در طول دو ماه برنامهٔ تمرینی را در ساعت ۱۰-۸ صبح و چهار روز در هفته اجرا کردند. میزان پیشرفت در طول دورهٔ تمرین شامل حداکثر ضربان قلب و تعداد تکرارها و میزان وزنهٔ هریک از آزمودنی‌ها توسط محقق و دستیار ثبت شد. در پایان دورهٔ تمرینی تمامی تست‌های آمادگی جسمانی دوباره تکرار شد و به‌منظور اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی پس از ۱۲ تا ۱۴ ساعت ناشتایی شبانه و پس از ۴۸ ساعت فاصله از آخرین جلسهٔ تمرین، مجدداً خون‌گیری با همان شرایط قبلی توسط متخصص آزمایشگاه انجام گرفت.

متغیرهای خونی با کیت‌های مخصوص آزمایشگاهی و روش الایزا اندازه‌گیری شد. از کیت میوستاتین[1] با حساسیت ng/l۲/۵ (نانوگرم در لیتر) و فولیستاتین[2] با حساسیت ۰/۲۵ ng/ml (نانوگرم در میلی‌لیتر) استفاده شد. ضریب تغییرات کیت‌ها (Intra- Assay: CV) زیر ۱۰ درصد و (Inter- Assay: CV) زیر ۱۲ درصد بود.

وزن با ترازوی دیجیتال[3] با دقت ۰/۱ کیلوگرم و قد با متر پزشکی[4] با دقت یک سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. از تقسیم وزن بر مجذور قد به متر، شاخص تودهٔ بدنی (BMI) محاسبه شد.

قدرت عضلانی بالاتنه در این پژوهش به‌وسیلهٔ دستگاه پرس سینه اندازه‌گیری شد (۲۵). یک تکرار بیشینه (1RM) از فرمول برزیکی[5] محاسبه شد (۲۶):

(تعداد تکرارها × ۰/۰۲۷۸) – ۱/۰۲۷۸ ÷ مقدار وزنه :1RM

به‌منظور اندازه‌گیری استقامت عضلانی بالاتنه، آزمودنی حرکت پرس سینه را با وزنه‌ای حدود ۵۰ درصد 1RM، پشت سرهم و بدون استراحت تا خستگی تکرار کرد (۲۷). در پیش‌آزمون استقامت عضلانی

1. Human Myostatin Elisa Kit 96t-Zellbio Germany
2. Human Follistatin Elisa Kit 96t-Zellbio Germany
3. digital scale (Lumbar, Made in China)
4. Medical sampler Race industry of China
5. Brzycki

با ۵۰ درصد 1RM به‌دست‌آمده در قبل تمرین محاسبه شد و در پس‌آزمون از ۵۰ درصد 1RM جدید در بعد تمرین استفاده شد و تعداد تکرارها ضربدر مقدار وزنه به‌عنوان استقامت عضلانی بالاتنه ثبت شد (۲۵).

برنامهٔ تمرینی

تمرینات گروه اول و دوم کاملاً مشابه بود، ولی ترتیب اجرای آن در هر گروه متفاوت شده و از (مقاومتی– هوازی) به (هوازی– مقاومتی) تغییر کرد. تمرینات به مدت ۸ هفته از شدت کم به زیاد و با رعایت اصل اضافه‌بار انجام گرفت. هر دو گروه بعد از ۱۰ دقیقه گرم کردن، تمرینات مربوط به خود را همزمان اجرا می‌کردند. گروه مقاومتی– هوازی ابتدا به مدت ۴۵ دقیقه تمرین مقاومتی انجام می‌دادند و بعد از ۱۰ دقیقه استراحت به تمرینات ایروبیک از ۲۰ تا ۴۰ دقیقه می‌پرداختند. گروه هوازی– مقاومتی ابتدا تمرینات ایروبیک از ۲۰ تا ۴۰ دقیقه را اجرا کرده و بعد از ۱۰ دقیقه استراحت، به مدت ۴۵ دقیقه تمرین مقاومتی را اجرا کردند. تمرینات مقاومتی شامل هشت ایستگاه (جلوبازو، پشت بازو، زیربغل، نشر از پهلو (با سیم‌کش) و پرس سینهٔ نشسته، جلوی ران نشسته، پشت ران خوابیده، ساق پا ایستاده (با دستگاه) بود. برنامهٔ تمرین هوازی در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. برنامهٔ تمرین هوازی

هفته‌ها	۱-۲	۳-۵	۶-۸
شدت (درصد ضربان قلب بیشینه)	۶۵-۷۵	۷۰-۷۵	۷۵-۸۰
مدت (دقیقه)*ست	۴*۵	۴*۷	۴*۱۰
مدت کل ایروبیک (دقیقه)	۲۰	۳۰	۴۰
استراحت بین ست‌ها (دقیقه)	۱	۱	۱

حرکات ایروبیک با شدت ۶۵ درصد ضربان قلب بیشینه در جلسات اول تا ۸۰ درصد ضربان قلب بیشینه در جلسات آخر افزایش یافت. شدت تمرین توسط ضربان سنج پلار کمپل فنلاند[1] کنترل شد. برنامهٔ تمرینات مقاومتی در جدول ۲ آمده است.

1. Polar S810, Polar Electro, Kempele, Finland

جدول ۲. برنامهٔ تمرینات مقاومتی

هفته‌ها	۱-۲	۳-۵	۶-۸
تعداد ست‌ها	۲	۲-۳	۳
تعداد ایستگاه‌ها	۸	۸	۸
تعداد تکرارها	۸-۱۲	۸-۱۲	۸-۱۲
استراحت بین ست‌ها (دقیقه)	۱-۱/۵	۱-۱/۵	۱-۱/۵
استراحت بین ایستگاه‌ها (دقیقه)	۳-۴	۳-۴	۳-۴
تعداد جلسات در هفته	۳	۴	۴

آزمودنی‌ها اصل اضافه‌بار در افزایش مقدار وزنه را به‌گونه‌ای رعایت می‌کردند که تعداد تکرارها بین ۱۲ - ۸ تا ثابت بماند، یعنی هر موقع سازگاری با یک وزنه به افزایش تعداد تکرارها به ۱۴ تا ۱۵ منجر می‌شد، مقدار وزنه افزایش می‌یافت تا دوباره تعداد تکرارها به ۱۲-۸ تا برسد (۲۹، ۲۸، ۲۲). شدت تمرین براساس تعداد تکرارهای ۸-۱۲ حدود ۷۰-۶۰ درصد یک تکرار بیشینه تعیین شد، ازاین‌رو مقدار وزنه برای هر آزمودنی براساس تفاوت‌های فردی آنها متغیر بود (۳۰). تعداد ست‌ها از ۲ ست در هفته‌های اول و دوم به ۳ ست در هفته‌های بعدی رسید (۳۱)، فاصلهٔ استراحت بین ست‌ها ۱/۵-۱ دقیقه (۲۲) و بین ایستگاه‌ها ۴-۳ دقیقه بود.

روش‌های آماری

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخهٔ ۲۲ صورت پذیرفت. تفاوت بین متغیرهای زمینه‌ای (سن، وزن و شاخص تودهٔ بدن) در ابتدای تحقیق توسط آزمون ANOVA بررسی و سطح معناداری نیز ۰/۰۵ درنظر گرفته شد. به‌منظور تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از روش آماری آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر (RM-ANOVA) استفاده شد. در این روش، اثر زمان، اثر گروه و اثر تعاملی زمان در گروه تحلیل شد. پس از برازش مدل RM-ANOVA پذیره‌های زیربنایی مدل نیز با استفاده از آزمون‌های لون، کولموگروف اسمیرنوف (لی‌لی فورس)، شاپیرو- ویلک بررسی شد، درصورتی‌که پذیره‌های زیربنایی مدل برقرار بود، از مدل RM-ANOVA اثر تعاملی زمان و گروه بررسی و در صورت معنادار بودن، برای

مقایسه‌های چندگانه از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. در حالتی که پذیره‌های زیربنایی مدل برقرار نبود، از روش تعمیم‌یافته استفاده شد.

نتایج و یافته‌های تحقیق

نتایج تجزیه‌وتحلیل ANOVA نشان داد بین متغیرهای آنتروپومتریک (سن، قد، وزن، شاخص تودهٔ بدن و درصد چربی) آزمودنی‌ها در گروه‌های مختلف در ابتدای تحقیق تفاوت معناداری وجود نداشت .آزمون نرمال بودن توزیع خطاهای مدل به روش شاپیرو-ویلک و کولموگروف اسمیرنوف (لی‌لی‌فورس) نیز نشان داد که خطاهای مدل در قبل و بعد از تمرین در تمام متغیرها از توزیع طبیعی برخوردار بودند (P>۰/۰۵). درصد تغییرات براساس میانگین و انحراف استاندارد در جدول ۳ آمده است.

برای مشخص کردن تفاوت پیش‌آزمون و پس‌آزمون در سه گروه و همچنین تفاوت گروه‌ها در پیش و پس‌آزمون از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. اثر گروه در زمان در مورد متغیرهای شاخص تودهٔ بدنی، میوستاتین، فولیستاتین معنادار نیست (P>۰/۰۵)، بدان‌معنا که در این متغیرها، در قبل و بعد از تمرین بین سه گروه تفاوت معناداری وجود نداشت. اثر گروه در زمان در متغیرهای قدرت پرس سینه (P>۰/۰۵) و استقامت پرس سینه معنادار است (P <۰/۰۵)، بدان‌معنا که در این متغیرها بین سه گروه در قبل و بعد از تمرین تفاوت معناداری وجود داشت. نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی به این شرح بود: قدرت و استقامت پرس سینه بعد از تمرین در هردو ترتیب تمرین افزایش معناداری داشت (P <۰/۰۵) و در گروه کنترل کاهش داشت، ولی معنادار نبود (P >۰/۰۵).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۳. داده‌های توصیفی (میانگین ± انحراف استاندارد) و درصد تغییرات متغیرهای تحقیق و درصد تغییرات هر گروه از قبل به بعد از تمرین

	هوازی – مقاومتی (۱۱ نفر)			مقاومتی- هوازی (۱۰ نفر)			کنترل (۱۲ نفر)		
	قبل از تمرین	بعد از تمرین	درصد تغییر	قبل از تمرین	بعد از تمرین	درصد تغییر	قبل از تمرین	بعد از تمرین	درصد تغییر
BMI (kg/m^2)	۴/۱ ± ۲۷/۷	۳/۹ ± ۲۷/۲	-۰/۰۱۷	۳/۶ ± ۲۸/۲	۳/۵ ± ۲۸/۲	-۰/۰۰۲	۴/۳ ± ۲۸/۲	۴/۰ ± ۲۸/۲	-۰/۰۰۱
میوستاتین (ng/l)	۲۶۶/۷ ± ۷۷/۵	۸۴/۵ ± ۲۵۸/۷	-۰/۰۲۹	۶۹/۷ ± ۲۰۱/۳	۶۱/۸ ± ۱۸۸/۸	-۰/۰۶۲	۷۶/۹ ± ۱۷۷/۵	۶۵/۶ ± ۱۷۴/۱	-۰/۰۱۹
فولیستاتین (ng/ml)	۱۰/۱ ± ۱/۶	۲/۰ ± ۹/۸	-۰/۰۲۸	۲/۹ ± ۸/۷	۲/۷ ± ۷/۶	-۰/۱۱۹	۲/۶ ± ۸/۸	۲/۰ ± ۸/۵	-۰/۰۲۶
قدرت بالاتنه (Kg)	۲۰/۴ ±۵/۵	۶/۳ ± ۲۸/۶	۰/۴۰۰	۳/۳ ± ۲۰/۷	۴/۷ ± ۳۰/۷	۰/۴۸۲	۴/۹ ± ۲۰/۴	۴/۲ ± ۲۰/۰	-۰/۰۲۰
استقامت بالاتنه (Kg)	۵۰/۶ ± ۱۷۲/۹	۱۱۲/۷ ± ۲۵۲/۲	۰/۴۵۹	۳۴/۲ ± ۱۴۴/۶	۸۴/۷ ± ۲۵۲/۵	۰/۷۴۶	۵۶/۵ ± ۱۴۸/۱	۵۳/۶ ± ۱۴۷/۷	-۰/۰۰۳

(Kg/m^2: کیلوگرم بر مترمربع. ng/l : نانوگرم در لیتر. ng/ml: نانوگرم در میلی‌لیتر. کیلوگرم: Kg)

نتایج آزمون ANOVA با اندازه‌گیری مکرر در جدول ۴ آمده است.

جدول ۴. نتایج آزمون ANOVA با اندازه‌گیری مکرر (اثر زمان، اثر گروه و اثر زمان در گروه)

	اثر گروه			اثر زمان			اثر زمان * گروه		
متغیر وابسته	p مقدار	F	اندازه اثر	p مقدار	F	اندازه اثر	p مقدار	F	اندازه اثر
BMI (kg/m^2)	۰/۸۶۲	۰/۱۴۹	۰/۰۱	۰/۰۸۸	۳/۱۰۳	۰/۰۹	۰/۱۷۵	۱/۸۴۸	۰/۱۱
میوستاتین (ng/ml)	۰/۰۱۴	۴/۹	۰/۲۴	۰/۳۸۵	۰/۷۷	۰/۰۲	۰/۹۲۰	۰/۰۸	۰/۰۰۶
فولیستاتین (ng/ml)	۰/۱۶۳	۱/۹۳	۰/۱۱	۰/۱۲۲	۲/۵۳	۰/۰۷	۰/۵۴۹	۰/۶۱۱	۰/۰۳
قدرت بالاتنه (Kg)	۰/۰۰۱	۲۹/۴۹	۰/۶۶	۰/۰۰۱	۱۰۸/۸۱	۰/۷۸	۰/۰۰۱	۴۰/۸۶	۰/۷۳
استقامت بالاتنه (Kg)	۰/۰۳۴	۳/۸۰	۰/۲۰۳	۰/۰۰۰	۲۲/۶۲	۰/۴۳۰	۰/۰۰۵	۶/۲۹	۰/۲۹۶

(kg/m^2: کیلوگرم بر مترمربع. ng/l : نانوگرم در لیتر. ng/ml: نانوگرم در میلی‌لیتر. کیلوگرم: Kg)

بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه به تأثیرات ۳۰ جلسه تمرین ترکیبی با ترتیب‌های متفاوت (مقاومتی - هوازی) و (هوازی- مقاومتی) روی برخی از عوامل آمادگی جسمانی، ظرفیت عملکردی و هورمون‌های میوستاتین و فولیستاتین زنان یائسه در طول هشت هفته پرداخت. نتایج این پژوهش نشان داد بین دو نوع ترتیب تمرین ترکیبی (مقاومتی- هوازی) در هیچ‌کدام از متغیرهای این پژوهش تفاوتی وجود نداشت. تغییرات شاخص تودهٔ بدنی در سه گروه معنادار نبود. نتایج ما با نتایج پژوهش شیخ‌الاسلامی وطنی و همکاران (۲۰۱۵) که تغییرات معناداری در شاخص تودهٔ بدنی در هر دو نوع ترتیب تمرین نسبت به گروه کنترل مشاهده کردند (۳۲)، مغایر بود، البته آنها نیز تفاوتی بین دو نوع ترتیب تمرین به‌دست نیاوردند. داویت و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند اگر تمرینات هوازی قبل یا بعد از تمرینات مقاومتی انجام گیرند، تأثیر یکسانی روی ترکیب بدن دارند (۳۳). طبق نظر آلوز (۲۰۱۲) ترتیب در تمرین ترکیبی نمی‌تواند تفاوتی در تغییر هزینهٔ انرژی مصرفی به‌وجود آورد (۳۴). طبق تحقیقات تغییر در وزن و درصد چربی در صورتی

مشاهده خواهد شد که انرژی ورودی به بدن از طریق تغذیه، کمتر از انرژی مصرف‌شده در تمرین ترکیبی باشد (۳۵). در پژوهش حاضر تغذیهٔ آزمودنی‌ها در طول دورهٔ تمرین، جزو محدودیت‌های کنترل‌نشدنی تحقیق بود، ازاین‌رو در عدم تغییر وزن آزمودنی‌ها از قبل تا بعد از تمرین این احتمال وجود دارد که انرژی مصرف‌شده در طول دورهٔ تمرین با افزایش انرژی ورودی به بدن از طریق تغذیه در خارج از محیط ورزشی جبران شده باشد. بین گروه‌ها در قدرت و استقامت عضلانی بالاتنه تفاوت معناداری دیده شد. قدرت و استقامت بالاتنه در هردو نوع ترتیب تمرین افزایش معنادار و در گروه کنترل کاهش غیرمعناداری داشت. در مورد علت تفاوت معنادار بین گروه‌های تمرین با گروه کنترل می‌توان به این نکته اشاره کرد که سازگاری عصبی، مکانیسم غالبی برای افزایش قدرت عضلانی در دوره‌های اولیهٔ ۸-۶ هفته تمرین مقاومتی است (۳۷، ۳۶). تفاوتی بین دو نوع ترتیب تمرین هوازی- مقاومتی و مقاومتی- هوازی در استقامت و قدرت بالاتنه به‌دست نیامد. این نتایج با پژوهش‌های چتارا (۲۰۰۸) و کولینز[1] (۱۹۹۳) همخوان است که نشان دادند قدرت در هر دو نوع ترتیب یکسان است، چراکه به‌نظر نمی‌رسد تنش مکانیکی تحت تأثیر نوع ترتیب تمرین قرار گیرد (۳۹، ۳۸). متاآنالیز انجام‌گرفته توسط مورلاسیتز[2] نشان داد ترتیب تمرینی مقاومتی– استقامتی در بهبود و افزایش یک تکرار بیشینه 1RM نسبت به روش استقامتی – قدرتی برتر است (۲۳). از نظر ادنز و همکاران (۲۰۱۸) زمانی‌که تمرین هوازی بلافاصله قبل از تمرین قدرتی اجرا شود، مجموع خستگی حاد و سیستماتیک روی سازگاری‌های طولانی‌مدت تمرین قدرتی مداخله می‌کند (۴۰). در پژوهش حاضر هم درصد تغییرات در قدرت و استقامت بالاتنه در گروه هوازی- مقاومتی کمتر بود، اما تفاوت معناداری بین دو گروه نبود. به‌نظر می‌رسد اثر خستگی ناشی از تخلیهٔ ذخایر گلیکوژن و خستگی عصبی عضلانی در تارهای نوع دو می‌تواند در گروه هوازی- مقاومتی به کاهش درصد تغییرات در قدرت و استقامت بالاتنه منجر شده باشد، اگرچه این تغییرات معنادار نبوده است. کادور (۲۰۱۹) هم بیان می‌کند چنانچه تمرین مقاومتی اول انجام گیرد، می‌توان حجم تمرین مقاومتی را بیشتر کرد که به نتایج بهتری در قدرت و استقامت عضلانی منجر خواهد شد (۳۱).

تمرین ترکیبی با ترتیب‌های متفاوت در هورمون‌های میوستاتین و فولیستاتین زنان یائسه تغییر معناداری ایجاد نکرده است. پژوهشی مبنی بر تأثیرات ترتیب تمرین بر هورمون‌های میوستاتین و

1. Collins
2. Murlasits

فولیستاتین در خارج از کشور یافت نشد. دسوزا[1](۲۰۱۴) (۴۱) و لاندبرگ[2](۲۰۱۲) (۴۲) مسیرهای سیگنالی میوستاتین در تمرین ترکیبی را بررسی کردند، اما اثرات ترتیب روی میوستاتین را بررسی نکردند. دسوزا (۲۰۱۴) در طول هشت هفته تغییر معناداری را در میوستاتین و ژن‌های تنظیم‌کنندهٔ آن بین چهار گروه تمرین ترکیبی، اینتروال و مقاومتی و بدون تمرین مشاهده نکرد. برای جلوگیری از اثرات ترتیب، در یک برنامهٔ تمرین ترکیبی از هر دو نوع ترتیب به‌صورت یک جلسه در میان استفاده کرده بود (۴۱). لاندبرگ (۲۰۱۲) افزایش بیان ژن میوستاتین در تمرین ترکیبی با ترتیب هوازی- مقاومتی را در مقایسه با تمرین مقاومتی تنها در طول پنج هفته گزارش کرد (۴۲). در پژوهش حاضر تمرین ترکیبی از افزایش میوستاتین در طول هشت هفته تمرین ترکیبی جلوگیری کرده است و از نظر درصد کاهش میوستاتین، گروه‌های تمرین نسبت به گروه کنترل وضعیت بهتری را نشان دادند. گروه مقاومتی- هوازی هم نسبت به گروه هوازی– مقاومتی درصد کاهش بیشتری در میوستاتین را مشاهده کردند، اگرچه تفاوت معناداری بین سه گروه مشاهده نشد. در پدیدهٔ تداخل مزمن[3]بیان می‌شود چنانچه تمرین هوازی و مقاومتی باهم ترکیب شوند و تمرین هوازی با فاصلهٔ استراحت کم قبل از تمرین مقاومتی انجام گیرد، عوامل مؤثر بر مسدود کردن مسیر (mTOR[4]) مانند کاهش ذخایر گلیکوژن در تارهای نوع دو (۴۳) و افزایش میوستاتین (۴۴) افزایش می‌یابند. تنظیم منفی میوستاتین بر سنتز پروتئین از طریق تأثیر مهاری روی مسیر (Akt/mTOR) و همچنین تنظیم منفی روی مسیر پیام‌رسانی کلسی‌نورین و فاکتورهای رونویسی (MyoD) و میوژنین انجام می‌گیرد (۴۴). تمرین ترکیبی می‌تواند مسیر بیوژنز میتوکندریایی (AMPK-PGC-1) را فعال کرده و فعال‌کننده‌های مسیر سنتز پروتئین مانند (Akt/mTOR/p70) را مسدود کند (۴۵). در پژوهش حاضر ترکیبی بودن تمرینات می‌تواند مانع تفاوت معنادار میوستاتین با گروه کنترل‌شده باشد. عواملی مانند طولانی شدن کل زمان تمرین ترکیبی و خستگی ناشی از آن (۲۴) اثر منفی بر کاهش میوستاتین و افزایش فولیستاتین به‌خصوص در گروه با ترتیب هوازی- مقاومتی داشته است؛ اگرچه خستگی عامل ایجاد تفاوت معنادار بین دو نوع ترتیب در هورمون‌های میوستاتین و فولیستاتین نبود. تأثیر ترتیب ممکن است به‌شدت تمرین هم وابسته باشد، به‌طوری‌که بعد از تمرین هوازی شدید خستگی بیشتر می‌شود (۴۳). می‌توان گفت در پژوهش حاضر شدت تمرین هوازی در حدی

1. DeSouza
2. Lundberg
3. Chronic interference
4. Mammalian target of rapamycin

نبوده است که به تفاوت معنادار بین دو نوع ترتیب تمرین منجر شده باشد، اما باز هم کاهش میوستاتین در گروه هوازی- مقاومتی کمتر بوده است. در پژوهش‌های مرتبط به تداخل مزمن (۴۴) اثر ترتیب تمرین ترکیبی در میزان تداخل بررسی نشده است. برخی مطالعات هم نشان داده‌اند که در مقایسه با اجرای تمرینات مقاومتی به‌تنهایی، تمرینات ترکیبی همزمان به افزایش بیشتر اسید فسفاتیدیک p70 S6k و mTOR منجر شده (۲۰) و هیچ تأثیر مخربی روی سنتز پروتئین ندارد (۴۶). در مطالعات اخیر زمان ارزیابی محدود به ساعات پس از تمرین بوده و پاسخ سازگاری را که دست‌کم به ۲۴ ساعت بعد از تمرین نیاز دارد، نشان نداده‌اند. از طرفی این یافته‌ها مربوط به مطالعاتی است که روی پاسخ به یک جلسه تمرین تمرکز کرده‌اند، درحالی‌که تداخل به‌نظر می‌رسد در طول چند هفته یا چند ماه ظاهر شود (۴۴). مطالعات متعدد دیگر تأثیرات تداخلی تمرین ترکیبی در مقابل تمرین مقاومتی به‌تنهایی را در کاهش هایپرتروفی مشاهده کردند (۴۷)، اما در این تحقیقات تأثیرات ترتیب تمرین بررسی نشده بود. سطح سرمی فولیستاتین در هر سه گروه کاهش غیرمعناداری داشت و بین دو نوع ترتیب تمرین و گروه کنترل هم تغییر معناداری مشاهده نشد. الیوت (۲۰۱۷)در مردان کم‌تحرک مسن بعد از یک دوره تمرین تناوبی شدید، کاهش فولیستاتین را گزارش کرد (۴۸). بیگلری (۲۰۱۸) با تمرین تناوبی شدید عدم تغییر فولیستاتین را در موش نشان دادند (۴۹) جنسکی (۲۰۱۰) عدم تغییر معنادار در فولیستاتین را در پاسخ به تمرین حاد و مزمن مقاومتی در عضلات زنان مشاهده کرد (۵۰) و مغایر با پژوهش حاضر هانسن (۲۰۱۱) به‌دنبال تمرینات حاد مقاومتی و کششی طولانی و پس از تمرینات استقامتی حاد افزایش ژن فولیستاتین در عضلات اسکلتی را مشاهده کرد (۱۸). نوع آزمودنی‌ها و شدت تمرینات، نتایج متفاوت و ناهمسویی در فولیستاتین را نشان می‌دهد. از نظر هنسن (۲۰۱۱) تغییرات فولیستاتین به جنسیت مرتبط نیست، اما به حجم عضلات درگیر در جلسهٔ تمرین و شدت و مدت تمرین وابسته است (۱۸). اما آنها در شرایطی افزایش فولیستاتین را گزارش کردند که اندازه‌گیری سه ساعت بعد از تمرین حاد انجام گرفته بود، احتمالاً کاهش فولیستاتین در پژوهش حاضر ناشی از اندازه‌گیری آن در ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرین باشد. دیلی (۲۰۰۹) افزایش فولیستاتین را بعد از تمرینات زنانی گزارش کرد که از هورمون درمانی با استروژن استفاده کرده بودند (۱۷) شاید یکی از دلایل کاهش فولیستاتین در زنان یائسهٔ پژوهش حاضر کمبود استروژن باشد. علاوه‌بر ورزش، یکی از عوامل محرک فولیستاتین، کاهش انرژی ورودی به بدن و گرسنگی است، به‌طوری‌که فولیستاتین به‌صورت یک مکانیسم دفاعی در شرایط گرسنگی افزایش‌یافته، جلوی تحلیل عضلانی را گرفته و برعکس کاتابولیسم بافت چربی را افزایش می‌دهد (۵۱) از آنجا که در

پژوهش حاضر کاهش وزن صورت نگرفته، می‌توان گفت یکی از عوامل محرک فولیستاتین فراهم نشده است. درصد کاهش شاخص تودهٔ بدنی در گروه هوازی- مقاومتی بیشتر بود و میزان کاهش فولیستاتین هم در این گروه کمتر مشاهده شد، اگرچه تفاوت آن با گروه‌های دیگر معنادار نبود.

از آنجا که یکی از پیامدهای افزایش سن و یائسگی به‌دلیل کاهش هورمون‌های تخمدان، کاهش تودهٔ خالص بدنی است (۵۲) و کاهش حجم عضلات در زنان میانسال با اختلال در توانایی عضلهٔ اسکلتی در پاسخ به محرک‌های آنابولیک و افزایش مسیرهای سیگنالی پروتئولیز و کاهندهٔ حجم عضلات همراه است (۲)، از طرفی تمرینات هوازی در زنان یائسه بهبود عملکرد اندوتلیال و سختی شریانی (۵۳) و کاهش استرس اکسیداتیو (۵۴) را به‌دنبال خواهد داشت، ازاین‌رو ترکیب هر دو نوع تمرین برای زنان یائسه مورد نیاز خواهد بود، اما می‌توان نتایج تحقیق حاضر را مبنی بر عدم تفاوت معنادار بین هورمون‌ها و فاکتورهای آمادگی جسمانی در دو نوع ترتیب تمرینی را این‌گونه تفسیر کرد که در زنان یائسه، ترتیب تمرینات تأثیر معناداری بر پیامدهای آمادگی جسمانی و تغییرات هورمونی ندارد، ازاین‌رو پیشنهاد می‌شود از تمرینات ترکیبی با هر دو نوع ترتیب هوازی- مقاومتی و مقاومتی- هوازی بدون توجه به اثر تداخلی آنها به‌صورتی که در برخی تحقیقات گذشته گزارش شده است، برای افزایش قدرت و استقامت عضلانی استفاده کرد. هرچند تفاوت‌های اندک و درصد تغییرات حاکی از آن است که در قدرت و استقامت عضلانی بالاتنه اولویت با ترتیب مقاومتی - هوازی است. مطالعهٔ حاضر نیز همانند هر مطالعهٔ دیگری محدودیت‌هایی داشت که می‌تواند در تحقیقات آتی مورد توجه قرار گیرد، از آن جمله می‌توان به عدم کنترل دقیق رژیم غذایی آزمودنی‌ها و میزان فعالیت روزمرهٔ آنها در خارج از محیط ورزشی اشاره کرد.

تشکر و قدردانی: از شرکت‌کنندگان فرهیخته در این پژوهش که دلیل اصلی همکاری خود را کمک به پیشرفت علم و شرکت فعال در زمینه‌های علمی در سطوح دکتری عنوان کردند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

منابع و مآخذ

1. Garcia M, Mulvagh SL, Bairey Merz CN, Buring JE, Manson JE. Cardiovascular disease in women: clinical perspectives. Circulation research. 2016; 118(8):1273-93
2. Douchi T, Iemura A, Matsuo T, Kuwahata T, Oki T, Yoshimitsu N, et al. Relationship of head lean mass to regional bone mineral density in elderly postmenopausal women. Maturitas. 2003; 46(3):225-30
3. Kraemer WJ, Ratamess NA, French DN. Resistance training for health and performance. Current sports medicine reports. 2002; 1(3):165-71

4 Hittel DS, Axelson M, Sarna N, Shearer J, Huffman KM, Kraus WE. Myostatin decreases with aerobic exercise and associates with insulin resistance. Medicine and science in sports and exercise. 2010; 42(11):2023

5 Wood RH, Reyes R, Welsch MA, Favaloro-Sabatier J, Sabatier M, Lee CM, et al. Concurrent cardiovascular and resistance training in healthy older adults. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2001; 33(10):1751-8

6 Hass CJ, Feigenbaum MS, Franklin BA. Prescription of resistance training for healthy populations. Sports medicine. 2001; 31(14):953-64

7 Organization WH. Research on the menopause in the 1990s: report of a WHO scientific group. 1996

8 Pedersen PK, JØrgensen K. Maximal oxygen uptake in young women with training, inactivity, and retraining. Medicine and science in sports. 1978; 10(4):233-7

9 Karavirta L, Tulppo MP, Laaksonen DE, Nyman K, Laukkanen RT, Kinnunen H, et al. Heart rate dynamics after combined endurance and strength training in older men. Medicine and science in sports and exercise. 2009; 41(7):1436-43

10 Kraemer WJ, Patton JF, Gordon SE, Harman EA, Deschenes MR, Reynolds K, et al. Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. Journal of applied physiology. 1995; 78(3): 976-89.

۱۱. Bell G, Syrotuik D, Martin T, Burnham R, Quinney H. Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in humans. European journal of applied physiology. 2000; 81(5):418-27

12 Asad M, Vakili J. Effect of 8 weeks resistance training on myostatin serum level in overweight nonathletic women. Int J Sport Stud. 2013; 3:774-8

13 Konopka AR, Douglass MD, Kaminsky LA, Jemiolo B, Trappe TA, Trappe S, et al. Molecular adaptations to aerobic exercise training in skeletal muscle of older women. Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences. 2010; 65(11):1201-7

14 Raue U, Slivka D, Minchev K, Trappe S. Improvements in whole muscle and myocellular function are limited with high-intensity resistance training in octogenarian women. Journal of applied physiology. 2009; 106(5):1611-7

15 Zimmers TA, Davies MV, Koniaris LG, Haynes P, Esquela AF, Tomkinson KN, et al. Induction of cachexia in mice by systemically administered myostatin. Science. 2002; 296(5572):1486-8

16 Elliott B, Shinwari Z, Altayar Z, Barrios L, Chaudhary G, Hanifa E, et al. editors. Circulating myostatin is reduced with aging in humans but not altered by short-term, high intensity training. Proceedings of the Physiological Society; 2017: The Physiological Society

17 Dieli-Conwright CM, Spektor TM, Rice JC, Sattler FR, Schroeder ET. Influence of hormone replacement therapy on eccentric exercise induced myogenic gene expression in postmenopausal women. Journal of applied physiology. 2009; 107(5):1381-8

18 Hansen J, Brandt C, Nielsen AR, Hojman P, Whitham M, Febbraio MA, et al. Exercise

induces a marked increase in plasma follistatin: evidence that follistatin is a contraction-induced hepatokine. Endocrinology. 2011; 152(1):164-71

18 Ivey FM, Roth SM, Ferrell RE, Tracy BL, Lemmer JT, Hurlbut DE, 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-M8

20 Lundberg TR, Fernandez-Gonzalo R, Gustafsson T, Tesch PA. Aerobic exercise alters skeletal muscle molecular responses to resistance exercise. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2012; 44(9):1680-8.

21 Willoughby DS. Effects of heavy resistance training on myostatin mRNA and protein expression. Medicine and science in sports and exercise. 2004; 36(4):574-82

22 Bird SP, Tarpenning KM, Marino FE. Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness. Sports medicine. 2005; 35(10):841-51

23 Murlasits Z, Kneffel Z, Thalib L. The physiological effects of concurrent strength and endurance training sequence: A systematic review and meta-analysis. Journal of sports sciences. 2018; 36(11):1212-9

24 Hickson RC. Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. European journal of applied physiology and occupational physiology. 1980; 45(2-3):255-63

25 Anderson T, Kearney JT. Effects of three resistance training programs on muscular strength and absolute and relative endurance. Research Quarterly for Exercise and Sport. 1982; 53(1):1-7

26 Brzycki M. Strength testing—predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. Journal of Physical Education, Recreation & Dance. 1993; 64(1):88-90

. 27 Adams KJ, Swank AM, Barnard KL, Berning JM, Sevene-Adams PG. Safety of maximal power, strength, and endurance testing in older African American women. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2000; 14(3):254-60.

28 Paulsen G, Myklestad D, Raastad T. The influence of volume of exercise on early adaptations to strength training. Journal of Strength and Conditioning Research. 2003; 17(1):115-20

29 Medicine ACoS. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. Medicine and science in sports and exercise. 2009; 41(3):687

30 Abe T, DeHoyos DV, Pollock ML, Garzarella L. Time course for strength and muscle thickness changes following upper and lower body resistance training in men and women. European journal of applied physiology. 2000; 81(3):174-80

31 Cadore EL, Izquierdo M. Concurrent Training in Elderly. Concurrent Aerobic and Strength Training: Springer; 2019. p. 277-91

32 Sheikholeslami-Vatani D, Siahkouhian M, Hakimi M, Ali-Mohammadi M. The effect of concurrent training order on hormonal responses and body composition in obese men. Science & Sports. 2015; 30(6):335-41

33 Davitt PM, Pellegrino JK, Schanzer JR, Tjionas H, Arent SM. The effects of a combined resistance training and endurance exercise program in inactive college female subjects: Does order matter? The Journal of Strength & Conditioning Research. 2014; 28(7):1937-45
34 Alves J, Saavedra F, Simão R, Novaes J, Rhea MR, Green D, et al. Does aerobic and strength exercise sequence in the same session affect the oxygen uptake during and postexercise? The Journal of Strength & Conditioning Research. 2012; 26(7):1872-8
35 Dolezal BA, Potteiger JA. Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate in nondieting individuals. Journal of applied physiology. 1998; 85(2):695-700
36 Staron R, Karapondo D, Kraemer W, Fry A, Gordon S, Falkel JE, et al. Skeletal muscle adaptations during early phase of heavy-resistance training in men and women. Journal of applied physiology. 1994; 76(3):1247-55
37 Carroll TJ, Abernethy PJ, Logan PA, Barber M, McEniery MT. Resistance training frequency: strength and myosin heavy chain responses to two and three bouts per week. European journal of applied physiology and occupational physiology. 1998; 78 (3):270-5
38 Chtara M, Chaouachi A, Levin GT, Chaouachi M, Chamari K, Amri M, et al. Effect of concurrent endurance and circuit resistance training sequence on muscular strength and power development. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2008; 22(4):1037-45
39 Collins MA, Snow TK. Are adaptations to combined endurance and strength training affected by the sequence of training? Journal of sports sciences. 1993; 11 (6):485-91
40 Eddens L, van Someren K, Howatson G. The role of intra-session exercise sequence in the interference effect: a systematic review with meta-analysis. Sports Medicine. 2018; 48(1):177-88
41 de Souza EO, Tricoli V, Aoki MS, Roschel H, Brum PC, Bacurau AV, et al. Effects of concurrent strength and endurance training on genes related to myostatin signaling pathway and muscle fiber responses. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2014; 28(11):3215-23
42 Lundberg TR, Fernandez-Gonzalo R, Tesch PA. Exercise-induced AMPK activation does not interfere with muscle hypertrophy in response to resistance training in men. Journal of applied physiology. 2014; 116 (6):611-20
43 Fyfe JJ, Bishop DJ, Stepto NK. Interference between concurrent resistance and endurance exercise: molecular bases and the role of individual training variables. Sports medicine. 2014; 44 (6):743-62
44 Schoenfeld B. Science and Development of Muscle Hypertrophy: Human Kinetics; 2016
45 Nader GA. Concurrent strength and endurance training: from molecules to man. Medicine and science in sports and exercise. 2006; 38 (11):1965
46 Carruthers NJ, Stemmer PM. Methionine oxidation in the calmodulin-binding domain of calcineurin disrupts calmodulin binding and calcineurin activation. Biochemistry. 2008; 47 (10):3085-95
47 Murach KA, Bagley JR. Skeletal muscle hypertrophy with concurrent exercise training: contrary evidence for an interference effect. Sports medicine. 2016; 46 (8):1029-39

48 Elliott BT, Herbert P, Sculthorpe N, Grace FM, Stratton D, Hayes LD. Lifelong exercise, but not short-term high-intensity interval training, increases GDF 11, a marker of successful aging: a preliminary investigation. Physiological reports. 2017; 5(13):e13343

49 Biglari S, Gaeini AA, Kordi MR, GhardashiAfousi A. The effect of 8 weeks high-intensity interval training on myostatin and follistatin gene expression in gastrocnemius muscle of the rats. Journal of Arak University of Medical Sciences. 2018; 21(1):1-10

50 Jensky 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

51 Vamvini MT, Aronis KN, Chamberland JP, Mantzoros CS. 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. 2011, 96(11):3416–3423

52 Crist BL, Alekel DL, Ritland LM, Hanson LN, Genschel U, Reddy MB. Association of oxidative stress, iron, and centralized fat mass in healthy postmenopausal women. Journal of Women's Health. 2009; 18(6):795-801

53 Wisløff U, Støylen A, Loennechen JP, Bruvold M, Rognmo Ø, Haram PM, et al. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. Circulation. 2007; 115 (24):3086-94

54 Attipoe S, Park J-Y, Fenty N, Phares D, Brown M. Oxidative stress levels are reduced in postmenopausal women with exercise training regardless of hormone replacement therapy status. Journal of women & aging. 2008; 20 (1-2):31-45

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

The Effect of Concurrent Training Order (Resistance-Aerobic) on Some Factors of Physical Fitness, Functional Capacity and Serum Levels of Myostatin and Follistatin Hormones in Postmenopausal Women (Clinical Trial)

Leila Esazadeh[1] - Seyed Alireza Hosseini Kakhk[*2] – Rambod Khajeie[3] - Seyed Mahmoud Hejazi[4]

1. Ph.D. Student, Department of Physical Education and Sport Sciences, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran 2. Associate Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran 3. Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran 4. Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran

(Received: 2019/07/23; Accepted: 2020/05/02)

Abstract

The aim of the present study was to examine the effect of concurrent training order on some factors of physical fitness, functional capacity and serum levels of Myostatin and Follistatin in postmenopausal women. Methodology was clinical trial. 33 postmenopausal women (aged between 50 and 60) were randomly assigned to three groups: aerobic-resistance training (n=11), resistance-aerobic training (n=10) and control (n=12). Training interventions were performed for 8 weeks, 4 sessions per week. ANOVA with repeated measures was used to analyze the data. The results showed no significant differences in BMI, myostatin and follistatin concentrations among the three groups (P>0.05). The percentage of reduction in BMI was higher in A+R group and the percentage of reduction in myostatin and follistatin was higher in R+A group but this reduction was not significant. There was a significant difference between training and control groups in upper body muscular strength and endurance (P>0.05). There was a significant increase in upper body muscular strength and endurance in both training groups (P>0.05). The percentage of changes in the upper body muscular strength and endurance was higher in R+A group but this percentage was not significant. Based on these results, it can be stated that there were no significant differences between the different orders of concurrent training in the mentioned variables and postmenopausal women can use both training orders in order to increase upper body strength and endurance and prevent to increase myostatin and muscle atrophy.

Keywords

Concurrent training, follistatin, myostatin, postmenopause, training order.

[*] . Corresponding Author: Email: Hosseini18@yahoo.com; Tel: +989125497209