

دانشور

پژوهشی

مقایسه آرایش تمرین موازی بر ویژگی‌های آنتروپومتری، سطوح سرمی IL-15 و شاخص مقاومت به انسولین زنان یائسه

نویسندگان: امین ریگی^۱، ابراهیم بنی‌طالبی^{۲*}، عبدالرضا کاظمی^۳، اسماعیل
عظیمیان^۴

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد
کرمان، ایران

۲. دانشیار فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه شهرکرد، ایران

۳. استادیار فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه ولی عصر رفسنجان، ایران

۴. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران

E-mail: banitalebi.e@gmail.com

* نویسنده مسئول: ابراهیم بنی‌طالبی

چکیده

مقدمه و هدف: فعالیت‌های ورزشی نقش مهمی در افزایش توده بدون چربی و ارتقای کیفیت زندگی سالمندان دارد. عضله اسکلتی از طریق انتشار مایوکاین‌ها، نقش مؤثری در رشد عضله و بهبود وضعیت متابولیکی دارد. هدف از مطالعه حاضر مقایسه تأثیر دو آرایش تمرین موازی بر ویژگی‌های آنتروپومتری، شاخص مقاومت به انسولین (HOMA) و سطوح سرمی IL-15 زنان یائسه می‌باشد.

مواد و روش‌ها: تعداد ۲۸ نفر از زنان یائسه (میانگین سن $61/25 \pm 0/72$ سال، قد $156 \pm 0/02$ سانتی‌متر، توده بدنی $71/70 \pm 1/09$ کیلوگرم و شاخص توده بدنی $28/35 \pm 0/52$ کیلوگرم بر مجذور قد) به‌طور تصادفی به ۳ گروه تمرین استقامتی + قدرتی (E+S) ($n=9$)، قدرتی + استقامتی (S+E) ($n=10$) و کنترل ($n=9$) تقسیم شدند. برنامه‌های تمرینی به‌مدت ۸ هفته و ۳ روز در هفته انجام شد. برنامه تمرین استقامتی شامل کار بر روی دوچرخه کارسنج (با شدت ۶۰ تا ۸۸ درصد MHR) و برنامه تمرین قدرتی شامل چندین تمرین منتخب بالاتنه و پایین‌تنه (با شدت ۴۰ تا ۷۵ درصد 1RM، ۸ تا ۱۸ تکرار) بود. توده بدنی، قد، شاخص توده بدن، نسبت دور کمر به دور باسن و سطوح سرمی IL-15، گلوکز و انسولین قبل و پس از برنامه تمرین اندازه‌گیری شد. از تحلیل کوواریانس برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد.

نتایج: اختلاف معناداری بین گروه‌های تمرین موازی با گروه کنترل در مقادیر انسولین ($P=0/37$) مشاهده نشد؛ اما اختلاف معنی‌داری در مقادیر توده بدنی ($P=0/02$)، شاخص توده بدنی ($P=0/03$)، سطح گلوکز ناشتا ($P=0/001$)، سطح IL-15 سرمی ($P=0/04$) و مقاومت به انسولین ($P=0/028$) مشاهده شد. اختلافی بین مقادیر فوق در دو گروه تمرین موازی مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: تمرینات موازی، مجزای از ترتیب آن موجب افزایش فاکتور رشد عضله و بهبود سوخت‌وساز گلوکز در زنان یائسه می‌گردد؛ لذا آن‌ها می‌توانند از مزایای تمرین موازی با هر آرایشی استفاده نمایند.

واژگان کلیدی: تمرین موازی، زنان یائسه، اینترلوکین-۱۵، شاخص مقاومت به انسولین

دوماهنامه علمی-پژوهشی
دانشگاه شاهد
سال بیست و چهارم-شماره ۱۲۶
دی ۱۳۹۵

دریافت: ۱۳۹۵/۰۷/۲۸
آخرین اصلاح‌ها: ۱۳۹۵/۰۹/۱۷
پذیرش: ۱۳۹۵/۰۹/۲۳

مقدمه

در کشورهای در حال توسعه که کشور ما نیز جزو این کشورها محسوب می‌شود، سرعت رشد جمعیت سالمندان بیشتر از کشورهای پیشرفته است. با افزایش سن، توانایی افراد برای فعالیت زندگی روزانه کاهش می‌یابد (۱). کاهش فعالیت بدنی و بی‌حرکی برای سلامتی افراد مسن خطرناک است (۲). از جمله بیماری‌های مرتبط با سالمندی، سندرم متابولیک می‌باشد که مجموعه‌ای از فاکتورهای خطر متابولیکی از جمله چاقی شکمی، چربی‌های مضر، فشارخون بالا و عدم تحمل گلوکز را شامل می‌شود (۳). در این راستا، فعالیت بدنی منظم به‌عنوان روش مؤثری در پیشگیری از فاکتورهای خطر ذکر شده و موجب بهبود وضعیت زندگی سالمندان می‌شود.

فعالیت‌های ورزشی نقش مهمی در افزایش توده بدون چربی و ارتقای کیفیت زندگی سالمندان دارد. حفظ و افزایش توده عضله اسکلتی با تمرینات ورزشی برای سالمندان بسیار مفید می‌باشد (۴). عضله اسکلتی از طریق تولید سایتوکاین‌ها که اصطلاحاً مایوکاین (۵) نامیده می‌شوند، نقش مؤثری در رشد عضله و همین‌طور بهبود وضعیت متابولیکی دارد. اخیراً سایتوکاین IL-15 به‌عنوان عامل رشدی معرفی شده است که در عضلات اسکلتی بیان می‌شود (۶). IL-15 نقش مهمی در هیپرتروفی عضلات و پیشگیری از تحلیل عضلات و همچنین عملکرد ایمنی دارد (۷). سیتوکین IL-15 در بافت عضلات اسکلتی بیان می‌شود و با افزایش سن کاهش می‌یابد. نشان داده شده سیگنالینگ IL-15 در حفظ توده عضلات در طول سالمندی نقش دارد. IL-15 می‌تواند باعث تجمع زنجیره سنگین میوزین در لوله‌های توبولی سلول‌های کشت داده شده عضلات اسکلتی انسان شود (۸). مطالعات نشان دادند که IL-15 نه تنها دارای تأثیراتی است که مستقل از فاکتور رشد شبه‌انسولین-۱ (IGF-1) است، بلکه در مقایسه با IGF-1، IL-15 بر میوتوب‌های متمایز شده تأثیر دارد و عمل هیپرتروفی‌کننده IL-15 بر سلول‌های عضلات اسکلتی شامل تحریک

تکثیر و تمایز میوبلاست اسکلتی نمی‌شود (۸). علاوه بر این، در مقایسه با IGF-1 که فقط سنتز پروتئین را تحریک می‌کند، IL-15 هم سنتز پروتئین را تحریک می‌کند و هم از تجزیه پروتئین در تارهای عضلانی کشت داده شده جلوگیری می‌کند (۹).

علاوه بر اثرات آنابولیک آن در عضله اسکلتی در داخل بدن و خارج بدن، IL-15 نقش مهمی در سوخت‌وساز چربی‌ها بازی می‌کند (۱۰)؛ بنابراین در ارتباط متقابل چربی - عضله درگیر است. پدرسون نشان داد تعامل منفی بین غلظت IL-15 پلاسما و توده چربی شکمی وجود دارد (۱۰). در حمایت از داده‌های انسانی پدرسون، آلوارز و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند وقتی IL-15 در عضله موش بیش‌بیانی شود، کاهش در توده چربی احشایی رخ می‌دهد؛ در حالی که توده چربی زیرپوستی تغییری نمی‌کند (۱۱). همچنین، IL-15 موجب افزایش سوخت‌وساز گلوکز از طریق افزایش ورود آن به عضله اسکلتی می‌گردد. تجویز IL-15 به درون عضله بازکننده انگشتان پای موش، موجب افزایش ۳۰ درصدی در جذب گلوکز از طریق افزایش بیان GLUT-4 گردید؛ بنابراین، IL-15 نقش مهمی در اثرات ضددیابتی و بروز بیماری‌های متابولیکی دارد (۱۲).

تمرینات موازی شکلی از تمرینات ورزشی هستند که به‌صورت انجام هم‌زمان دو نوع تمرین استقامتی و قدرتی یا برعکس صورت می‌گیرند (۱۳). ادعا بر این است که این تمرینات می‌تواند اثرات هر دو نوع تمرین را داشته باشد و لذا به‌علت کمبود زمان برای سالمندان در انجام تمرینات ورزشی و برای حفظ استقامت و توده عضلانی، انجام این دو نوع تمرین توصیه می‌شود (۱۴). تمرینات استقامتی و قدرتی کارایی زیادی در بهبود سوخت‌وساز گلوکز و انسولین دارند (۱۵) و لذا از بروز بیماری‌های متابولیکی می‌توانند جلوگیری کنند. با این حال مشخص شده که تمرینات استقامتی و مقاومتی دارای سازگاری‌های مختلف و گاه متضادی هستند. فعالیت استقامتی منجر به افزایش چگالی مویرگی،

انجام تمرین استقامتی بعد از تمرین قدرتی ممکن است عوامل التهابی و تجزیه پروتئین را افزایش دهد (۲۵). تحقیقی توسط تپال^۱ (۲۰۱۳) نشان داد که یک جلسه تمرین موزی با ترتیب مقاومتی استقامتی و استقامتی مقاومتی، پاسخ‌های هورمونی و عصبی عضلانی متفاوت داشت. آن‌ها نشان دادند که در مردان، میزان کورتیزول پس از تمرین استقامتی مقاومتی افزایش یافت. همچنین غلظت تستوسترون به‌طور قابل توجهی کمتر از تمرین مقاومتی استقامتی بود (۲۶).

در رابطه با متغیرهای پژوهش حاضر، مطالعات گزارش کردند تمرین استقامتی، IL-15 عضلات اسکلتی و سرمی را یک تا شش ساعت پس از فعالیت بر روی تردمیل تغییر نمی‌دهد (۲۷)؛ درحالی‌که تمرینات استقامتی قابلیت زیادی در تغییر سوخت‌وساز گلوکز و بهبود حساسیت انسولین دارد (۲۸). همچنین، تمرینات استقامتی از طریق کاهش بافت چربی نقش مؤثری در تعدیل ترکیب بدنی و بازداری از بیماری‌های متابولیکی دارد. در مقابل، تحقیقات افزایش IL-15 را پس از تمرینات مقاومتی نشان دادند (۲۹) و بهبود حساسیت انسولین را با افزایش ورود گلوکز به درون سلول عضلانی گزارش کردند (۳۰). با توجه به مطالعات انجام شده، به نظر می‌رسد ترتیب و آرایش تمرین موزی بر میزان سازگاری قدرت و استقامت و همین‌طور سازگاری‌های دو نوع تمرین اثرگذار است. با توجه به اطلاعات اندکی که پیرامون تغییرات مایوکاین‌ها پس از تمرینات موزی با ترتیب متفاوت وجود دارد، لذا بنا بر اهمیت انجام تمرینات با ترتیب‌های متفاوت و کمبود اطلاعات در مورد اثر این تمرینات جهت طراحی مؤثرترین شیوه تمرین موزی، پژوهش حاضر با هدف مقایسه آرایش مختلف تمرین موزی بر سطوح سرمی IL-15، شاخص مقاومت به انسولین و ویژگی‌های آتروپومتری زنان سالمند یائسه انجام گرفت.

ظرفیت قلبی عروقی، توان هوازی و مقاومت به خستگی و کاهش ضربان قلب استراحتی و درصد چربی بدن می‌شود. همچنین، تمرینات ورزشی هوازی ظرفیت اکسایشی و حساسیت به انسولین جوانان و سالمندان دارای اضافه‌وزن را بهبود می‌بخشد (۱۶)؛ درحالی‌که تمرین مقاومتی باعث افزایش ساخت پروتئین‌های انقباضی و هیپرتروفی عضلات به‌ویژه در تارهای تند انقباض می‌گردد که ممکن است به‌طور هم‌زمان منجر به کاهش حجم چگالی میتوکندری شود (۱۷). همچنین، تمرین قدرتی باعث افزایش قدرت عضلات، افزایش توده بدون چربی و کاهش درصد چربی بدن می‌شود (۱۴-۱۸).

بسیاری از مطالعات تأثیر تمرین موزی بر سازگاری قدرت و استقامت را بررسی کرده‌اند (۱۹). برخی یافته‌های تحقیقات نشان‌دهنده آثار زیان‌آور تمرین موزی بر سازگاری قدرت و استقامت است (۲۰). در بسیاری از موارد، تمرین استقامتی مخالف با سازگاری ایجاد شده توسط تمرین قدرتی است (۲۱). بیشتر مطالعات اخیر نشان داده‌اند تمرین موزی قدرتی و استقامتی ممکن است در بهبود عوامل آمادگی جسمانی اختلال ایجاد کند (۲۲). آرایش تمرین، یعنی ترتیبی که تمرین قدرتی و استقامتی انجام می‌شود، ممکن است بر سازگاری‌های ناشی از تمرین نیز تأثیر داشته باشد؛ اگرچه تنها مطالعات اندکی گزارش کرده‌اند که در یک جلسه تمرین، آیا تمرین قدرتی باید قبل یا پس از تمرین استقامتی انجام شود (۲۳). تا به امروز مطالعات اندکی به شرح مکانیسم‌های سازگاری در عضلات اسکلتی با محرک‌های هم‌زمان هوازی و مقاومتی پرداخته‌اند. علاوه بر این، نتایج تحقیقاتی که تغییرات سازگاری و عملکرد را در افرادی که تمرین موزی انجام داده‌اند، یکسان نیست (۱۳). در این راستا، برخی محققان تداخل در کسب قدرت و استقامت هوازی را پس از اجرای برنامه‌های تمرین موزی مشاهده کردند (۲۴). انجام تمرین استقامتی قبل از تمرین قدرتی ممکن است پاسخ‌های آنابولیکی را کاهش دهد، درحالی‌که

¹ Taipale

مواد و روش‌ها

آزمودنی‌ها: جامعه آماری این پژوهش را زنان سالمند سالم غیرفعال شهرکرد تشکیل دادند. آزمودنی‌ها شامل سالمندانی بودند که در هیچ‌گونه فعالیت ورزشی منظمی شرکت نداشته و در انجام کارهای روزانه خود مستقل بودند. در این پژوهش تعداد ۲۸ زن سالمند سالم غیرفعال انتخاب شد. کلیه شرکت‌کنندگان اطلاعات مكتوب درخصوص پژوهش که حاوی فواید و خطرات احتمالی بود را دریافت و پس از مطالعه، از آن‌ها درخواست شد رضایت‌نامه کتبی را امضا نمایند. همچنین، پژوهش حاضر زیر نظر پزشک متخصص و متخصصان فیزیولوژی ورزشی انجام گردید و کلیه آن‌ها پرسش‌نامه PARQ و پرسش‌نامه پیشینه پزشکی را تکمیل نموده و مشخص شد هیچ‌گونه پیشینه بیماری‌های قلبی و عروقی، فشارخون بالا، دیابت، بیماری‌های کلیوی نداشتند. آزمودنی‌ها در یک جلسه با نحوه انجام فعالیت ورزشی آشنا شدند. شاخص‌های ورود به تحقیق شامل داشتن سطح سلامت عمومی جسمانی و روانی بود. ملاک خروج از مطالعه ابتلا به بیماری قلبی عروقی، دیابت، اختلالات هورمونی، بیماری کلیوی و کبدی، جراحی، سیگاری بودن و هرگونه مداخله درمانی مؤثر بر نتایج آزمایشگاهی بود. این ۲۸ نفر به صورت تصادفی به ۳ گروه تمرین استقامتی + قدرتی (E+S) (n=۹)، قدرتی + استقامتی (S+E) (n=۱۰) و کنترل (n=۹) تقسیم شدند.

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی با ۲ گروه E+S, S+E و یک کنترل با پیش‌آزمون و پس‌آزمون می‌باشد. اطلاعات مربوط به تحقیق به صورت میدانی و آزمایشگاهی گردآوری شد. قبل از شروع تمرین و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی، قد، وزن، دور کمر، دور باسن، شاخص توده بدن^۱ (BMI)، VO₂max و درصد چربی آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. اطلاعات مربوط به قد و وزن آزمودنی‌ها با استفاده از متر نواری و ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. برای محاسبه درصد چربی بدن، ابتدا ضخامت چربی زیرپوستی سه نقطه‌ای

سه سر بازو، روی ران و فوق خاصره آزمودنی‌ها با استفاده از کالپر (بیس لاین ساخت کشور آمریکا) اندازه‌گیری شده و سپس با استفاده از فرمول، درصد چربی بدن محاسبه شد. همچنین درصد چربی هر نقطه سه مرتبه و به صورت چرخشی اندازه‌گیری شد (۳۱).

اندازه‌گیری شاخص‌های بیوشیمیایی: پس از ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه، آزمودنی‌ها رأس ساعت ۹ صبح در محل آزمایشگاه تخصصی حضور یافتند و نمونه خون اولیه به میزان ۵ سی‌سی از ورید قدامی بازویی توسط متخصصین خون‌گیری آزمایشگاه از آن‌ها گرفته شد. سپس نمونه خون سانتریفوژ شده و نمونه سرمی آن جدا و برای آنالیز در دمای ۷۰⁺- نگهداری شد. پس از جمع‌آوری داده‌های اولیه، از روز بعد برنامه تمرین به مدت ۸ هفته در محل سالن ورزشی آغاز شد. بعد از اتمام دوره تمرین، پس از ۴۸ ساعت از آخرین جلسه تمرین مجدداً اندازه‌گیری‌های آنروپومتریکی و آزمایشگاهی در شرایط و زمان آزمون‌های اولیه و با همان ابزار توسط محقق و متخصص آزمایشگاه انجام پذیرفت. اندازه‌گیری غلظت IL-15 و انسولین با استفاده از کیت‌های آزمایشگاهی تخصصی الیزا با شماره کاتالوگ ab100554 و ab200011 شرکت ABCAM صورت گرفت.

پروتکل تمرین: برنامه‌های تمرینی به مدت ۸ هفته از تمرینات ساده به مشکل و از شدت کم به شدت بالا با در نظر گرفتن اصل اضافه بار و افزایش شدت تمرین بود. برنامه تمرینی هوازی شامل کار بر روی دوچرخه کارسنج با شدت ۶۰ درصد حداکثر ضربان قلب^۲ (MHR) به مدت ۱۶ دقیقه در هفته اول است که به ۸۸ درصد MHR به مدت ۳۰ دقیقه در هفته هشتم رسید. همچنین در رابطه با کنترل شدت تمرین، این کار با تعیین ضربان قلب آزمودنی‌ها قبل از شروع تمرینات، حین اجرا و پس از انجام فعالیت در هر جلسه توسط پژوهشگران با استفاده از ضربان‌سنج پولار انجام شد (۳۲). برنامه تمرینی مقاومتی

². Heart rate max

¹. Body Mass Index

شد و در تمام عملیات آماری تحقیق با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام گرفت و سطح معنی داری $P < 0.05$ در نظر گرفته شد.

نتایج

در جدول ۱ داده‌های آنتروپومتری، آزمودنی‌ها قبل و پس از اجرای پروتکل تحقیق بین گروه‌ها ارائه شده است. نتایج آزمون t زوجی نشان داد در ویژگی‌های وزن، شاخص توده بدنی، درصد چربی بدن، محیط دور کمر و محیط دور باسن در دو گروه تمرین موازی نسبت به سطوح اولیه کاهش معنی داری داشت ($P < 0.01$). نتایج آزمون تحلیل کوواریانس نیز اختلاف معنی دار در توده بدنی ($P = 0.02$)، شاخص توده بدنی ($P = 0.03$)، محیط دور کمر ($P = 0.01$) و درصد چربی بدن ($P = 0.045$) بین گروه‌های تمرین موازی با گروه کنترل را نشان داد. بین دو گروه موازی اختلافی مشاهده نشد.

شامل پرس سینه، جلو ران، پشت ران، کشش زیربغل، جلو بازو و کشش دوطرفه به پایین دربرگیرنده عضلات بزرگ بالاتنه و پایین تنه بود. برنامه تمرین این گروه از ۲ دور با ۱۶ تا ۱۸ تکرار و ۴۰ درصد یک تکرار بیشینه در ابتدای دوره به ۳ دور با ۸ تا ۱۰ تکرار و ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه و با استراحت‌های ۲ دقیقه‌ای در پایان دوره تمرینی رسید (۳۲،۳۳). گروه تمرینی E+S در ابتدا برنامه تمرین استقامتی را انجام دادند و پس از ۲ دقیقه استراحت برنامه تمرین قدرتی را انجام دادند. گروه تمرین S+E در ابتدا برنامه تمرین قدرتی و پس از ۲ دقیقه استراحت برنامه تمرین استقامتی را انجام دادند (۳۴).

روشن تجزیه و تحلیل اطلاعات

پس از کسب اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و همگن بودن داده‌ها با آزمون لون، برای بررسی اثر متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته از آزمون تحلیل کوواریانس و t زوجی استفاده

جدول ۱. داده‌های آنتروپومتری آزمودنی‌ها

متغیرها	مرحله	استقامتی قدرتی	قدرتی استقامتی	کنترل	P بین گروهی
وزن (کیلوگرم)	پیش آزمون	۷۴/۶۶±۴/۶۸	۷۰/۸۰±۳/۹۰	۷۶/۸۸±۳/۷۸	*۰/۰۲
	پس آزمون	۷۲/۷۷±۴/۶۷	۶۸/۶۰±۳/۸۶	۷۶/۶۶±۴/۰۵	
	P درون گروهی	*۰/۰۰۵	*۰/۰۰۳	۰/۵۱	
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	پیش آزمون	۲۹/۸۹±۱/۲۰	۲۹/۲۳±۱/۷۱	۳۱/۷۵±۰/۹۱	*۰/۰۳
	پس آزمون	۲۹/۱۲±۱/۲۱	۲۸/۳۰±۱/۵۶	۳۱/۶۳±۱/۰۱	
	P درون گروهی	*۰/۰۰۵	*۰/۰۰۳	۰/۴۲	
چربی بدن (درصد)	پیش آزمون	۳۰/۴۹±۱/۰	۳۱/۶۶±۱/۳۵	۲۸/۵۰±۰/۹۲	*۰/۰۴۵
	پس آزمون	۲۶/۹۰±۱/۴۷	۲۷/۷۷±۱/۳۰	۲۷/۵۰±۱/۰۷	
	P درون گروهی	*۰/۰۰	*۰/۰۰	۰/۰۸	
محیط دور کمر (سانتی متر)	پیش آزمون	۹۸/۳۳±۳/۰۸	۹۵/۴۰±۳/۰۸	۹۷/۴۴±۴/۳۶	*۰/۰۰
	پس آزمون	۹۳/۴۴±۳/۰۳	۹۲/۵۰±۳/۱۸	۹۷/۰۰±۴/۵۳	
	P درون گروهی	*۰/۰۰	*۰/۰۱	۰/۲۲	
محیط دور باسن (سانتی متر)	پیش آزمون	۱۰۷/۶۶±۲/۹۲	۱۰۸/۰۰±۰/۰۱	۱۰۹/۷۷±۲/۶۳	۰/۱۷
	پس آزمون	۱۰۴/۳۳±۳/۴۶	۱۰۵/۰۰±۳/۴۰	۱۰۹/۱۱±۲/۷۴	
	P درون گروهی	*۰/۰۳	*۰/۰۰	۰/۳۱	
محیط دور کمر به باسن (سانتی متر)	پیش آزمون	۰/۹۱±۰/۰۱	۰/۸۸±۰/۰۱	۰/۸۸±۰/۰۲	۰/۵۵
	پس آزمون	۰/۸۹±۰/۰۱	۰/۸۸±۰/۰۱	۰/۸۸±۰/۰۲	
	P درون گروهی	۰/۱۷	۰/۸۰	۰/۸۳	

تحلیل کواریانس نیز اختلاف معنی‌دار در سطح گلوکز مقاومت به انسولین (HOMA) بین گروه‌ها ارائه شده است. نتایج آزمون t زوجی اختلاف معنی‌دار در سطوح گلوکز و HOMA در گروه‌های تمرین موازی را قبل و پس از اجرای پروتکل تمرین نشان می‌دهد. نتایج آزمون

در جدول ۲، مقادیر گلوکز و انسولین و شاخص مقاومت به انسولین (HOMA) بین گروه‌ها ارائه شده است. نتایج آزمون t زوجی اختلاف معنی‌دار در سطوح گلوکز و HOMA در گروه‌های تمرین موازی را قبل و پس از اجرای پروتکل تمرین نشان می‌دهد. نتایج آزمون

جدول ۲. شاخص‌های متابولیکی آزمودنی‌ها و مقایسه آن‌ها

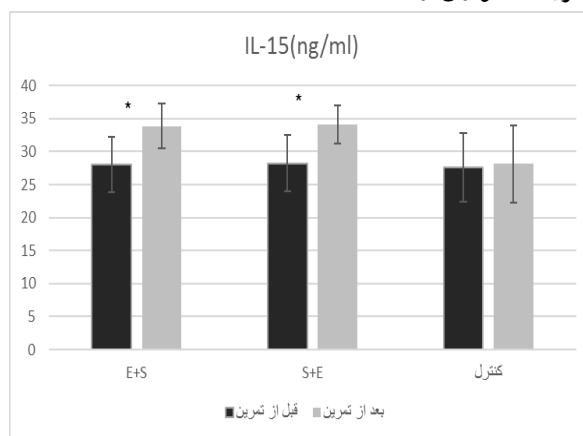
متغیر	مرحله	گروه E+S (تعداد=۹)	گروه S+E (تعداد=۱۰)	گروه کنترل (تعداد=۹)	F	مقدار p بین گروهی
گلوکز ناشتا (میلی‌گرم در دسی‌لیتر)	پیش‌آزمون	۱۰۸/۳۳±۹/۵۴	۹۲/۹۰±۱/۳۹	۱۱۷/۷۷±۱۰/۶۰	۶/۰۱	۰/۰۰۱
	پس‌آزمون	۹۳/۱۱±۵/۸۱	۸۳/۵۰±۲/۳۶	۱۱۰/۲۲±۹/۹۱		
	P درون‌گروهی	۰/۰۱	۰/۰۰۳	۰/۱۱		
انسولین ناشتا (میلی‌واحد بر میلی‌لیتر)	پیش‌آزمون	۴/۳۸±۱/۸	۳/۷۷±۱/۱۶	۴/۶۶±۱/۴۴	۱/۰۷	۰/۳۷
	پس‌آزمون	۳/۶۱±۱/۵۸	۳/۴۸±۱/۳	۴/۵±۱/۱۹		
	P درون‌گروهی	۰/۴۹	۰/۶۸	۰/۸۸		
شاخص مقاومت به انسولین	پیش‌آزمون	۱/۱۷±۰/۵۵	۰/۸۶±۰/۲۷	۱/۲۰۶±۰/۳۶	۳/۴۲	۰/۰۲۸
	پس‌آزمون	۰/۸۰۱±۰/۲۹	۰/۷۲±۰/۳	۱/۲۴±۰/۴۴		
	P درون‌گروهی	۰/۰۲۶	۰/۰۳	۰/۸۸		

بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که هشت هفته تمرین موازی با آرایش متفاوت بر فاکتورهای بیوشیمیایی و آنتروپومتریکی زنان سالمند اثر داشت؛ به‌گونه‌ای که پس از هشت هفته تمرین موازی، شاخص توده بدنی، محیط کمر، درصد چربی بدن و همین‌طور سطوح گلوکز و شاخص مقاومت به انسولین نسبت به گروه کنترل کاهش معنی‌داری داشتند. افزایش معنی‌دار IL-15 در گروه‌های تمرین موازی نسبت به کنترل نیز مشاهده شد. نتایج نشان داد که در همه گروه‌های تمرین، میزان اثر تمرین موازی با آرایش مختلف یکسان بود و اختلافی در نتایج همه فاکتورها بین گروه‌های تمرین موازی مشاهده نگردید.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد درصد چربی (P=۰/۰۴۵)، وزن بدن (P=۰/۰۲) و شاخص توده بدنی (P=۰/۰۳) به‌طور معناداری در هر سه گروه تمرینی نسبت به گروه کنترل کاهش معنی‌داری یافت و تفاوتی بین آرایش تمرین موازی در کاهش درصد چربی و وزن بدن مشاهده نشد. بهبود ترکیب بدنی و کاهش معنادار درصد چربی بدن در دو گروه تمرین موازی امری طبیعی

در نمودار ۱ مقادیر IL-15 ارائه شده است، همان‌طور که ملاحظه می‌کنید، اختلاف معنی‌داری در این شاخص بین گروه‌های تمرین موازی با کنترل (F=۲/۴۲، P=۰/۰۴۴) مشاهده می‌شود. در واقع، IL-15 در بین گروه‌های تمرین موازی افزایش معنی‌داری نسبت به گروه کنترل داشت؛ اما اختلافی بین گروه‌های تمرین موازی مشاهده نشد. نتایج آزمون t زوجی نیز اختلاف معنی‌دار بین سطوح ثانویه و اولیه IL-15 در گروه تمرینات موازی را نشان داد (P=۰/۰۳).



نمودار ۱. تغییرات IL-15 سه گروه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون.

* اختلاف معنی‌دار با گروه کنترل

گروه‌های تجربی مشاهده نشد که نشان می‌دهد هر دو نوع تمرین دارای کارایی یکسانی در کاهش دور کمر زنان سالمند است. در تحقیقی همسو، منتظری‌طالقانی (۲۰۱۲) به‌دنبال ده هفته تمرین موازی قدرتی استقامتی، تغییر معنی‌داری در کلیه شاخص‌های جسمانی نظیر توده بدن، محیط کمر، نسبت محیط کمر به باسن، شاخص توده بدن و درصد چربی بدن مشاهده کرد (۴۱). باتوجه‌به این داده‌ها، به‌نظر می‌رسد تمرینات موازی موجب کاهش چربی احشایی شده است که به‌نظر باتوجه‌به اثرات تمرینات ورزشی بدیهی است.

نتایج پژوهش حاضر کاهش معنی‌دار ($P=0/001$) گلوکز خون در گروه‌های تمرین موازی نسبت به گروه کنترل و همین‌طور کاهش گلوکز در پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون را در گروه‌های تمرین نشان داد. در پژوهش حاضر، تغییر معنی‌داری در سطوح انسولین بین گروه‌های تمرین موازی و کنترل مشاهده نشد؛ اما با کاهش سطوح گلوکز، کاهش معنی‌دار در نسبت HOMA مشاهده شد ($P=0/028$). پژوهش‌های بررسی‌کننده اثر تمرینات موازی بر سوخت‌وساز گلوکز و انسولین اندک‌شمار می‌باشند. در تحقیقی همسو، پرستو و همکاران (۲۰۱۲) نیز نشان دادند دوازده هفته تمرین موازی هوازی مقاومتی منجر به بهبود نیم‌رخ لیپیدی و گلوکز ناشتا شد (۴۲). عصارزاده نوش‌آبادی و عابدی (۲۰۱۲) نشان دادند که دوازده هفته تمرین موازی با ترتیب هوازی مقاومتی توانست مقدار انسولین و مقاومت به انسولین را کاهش دهد (۴۳). اثرات تمرین موازی بر گلوکز خون احتمالاً ناشی از این واقعیت است که تمرین هوازی و تمرین مقاومتی موجب بهبود سوخت‌وساز گلوکز خون از طرق مجزا می‌گردند و این تأثیر را در مقایسه با تمرینات هوازی و قدرتی تنها بیشتر می‌نماید (۴۴). تمرینات استقامتی و مقاومتی از طریق افزایش بیان انتقال‌دهنده گلوکز (GLUT-4) موجب بهبود متابولیسم گلوکز می‌گردد. همان‌طور که ذکر شد، IL-15 از طریق افزایش سطوح GLUT4 در سوخت‌وساز گلوکز و بهبود حساسیت انسولین درگیر

و قابل‌پیش‌بینی است. کاهش توده چربی و افزایش توده بدون چربی از اثرات مطلوب انواع برنامه‌های تمرینی است و به افزایش آمادگی جسمانی و سلامت کمک می‌کند. تمرین قدرتی و استقامتی توانایی‌های عملکردی و وضعیت سلامتی را با تغییر در ترکیب بدن افزایش می‌دهند. فعالیت بدنی بر اساس نوع، شدت و مدت فعالیت منجر به سازگاری‌های ویژه‌ای می‌شود. تمرین استقامتی با کاهش توده چربی بدن و تمرین قدرتی از طریق افزایش توده بدون چربی بدن به بهبود ترکیب بدنی کمک می‌کند. گلوواکی^۱ و همکاران (۲۰۰۴) در پژوهشی همسو کاهش معنادار درصد چربی بدن را در گروه‌های تمرین موازی مشاهده کردند (۲). کادوره^۲ و همکاران (۲۰۱۰) نیز تأثیر آرایش تمرین موازی در مردان سالمند را بررسی کردند و کاهش درصد چربی بدن بدون تفاوت در آرایش تمرین را گزارش کردند؛ بنابراین می‌توان گفت تمرین موازی روشی مؤثر و کارآمد در کاهش درصد چربی بدن و بهبود ترکیب بدنی سالمندان است و آرایش تمرین تأثیری در میزان کاهش درصد چربی بدن ندارد. برخی پژوهش‌ها افزایش اندک یا عدم تغییر وزن را پس از تمرین موازی مشاهده نمودند (۳۳-۳۷، ۳۵). در مقابل، برخی تحقیقات همسو با تحقیق حاضر کاهش معنادار وزن را پس از تمرین موازی مشاهده نمودند (۴۰-۳۸). به‌نظر می‌رسد کاهش درصد چربی بدن زنان سالمند در کاهش وزن مؤثر بوده است. بهبود BMI نیز بیشتر به‌خاطر کاهش وزن و درصد چربی بدن می‌باشد؛ زیرا در این تحقیق بعید است که هاپیروتروفی رخ داده باشد؛ زیرا طول مدت تمرین برای بروز هاپیروتروفی کافی نبوده است. همچنین، نوع، مدت و آزمودنی‌ها در بروز چنین پاسخی دخیل می‌باشد.

در تحقیق حاضر، کاهش معنی‌دار محیط دور کمر و عدم تغییر در محیط دور باسن و نسبت دور کمر به دور باسن (WHR) در گروه‌های تمرین موازی نسبت به گروه کنترل مشاهده شد ($P<0/05$)؛ ولی تفاوت معنی‌داری بین

1. Glowacki

2. Cadore

می‌باشد (۱۲).

سرانجام با مسیر SAPK/JAK که با افزایش آپتوز سلول چربی همراه است، می‌باشد؛ بنابراین، این مایوکاین از طریق این مسیر سبب کاهش توده چربی بدن می‌شود (۴۹). علاوه بر این، IL-15 اکسیداسیون چربی را از طریق افزایش بیان انتقال‌دهنده‌های اسیدهای چرب مانند FAT و FATP و همین‌طور کارنتین پالمیتوئیل ترانسفراز ۱ و ۲ (CPT1 و CPT2) افزایش می‌دهد (۴۹). همان‌طور که ذکر شد، IL-15 موجب کاهش چربی احشایی می‌گردد (۱۱) و لذا کاهش دور کمر زنان یائسه تا حدودی به این مایوکاین قابل استناد است.

نتیجه‌گیری

در مجموع، نتایج نشان داد اشکال مختلف تمرینات موازی در زنان سالمند موجب تغییرات مشهودی در شاخص‌های آنتروپومتری و بیوشیمیایی نسبت به گروه کنترل می‌گردد؛ به طوری که کاهش توده بدنی، شاخص توده بدنی و درصد چربی و کاهش سطوح ناشتای گلوکز و شاخص HOMA و افزایش IL-15 مشاهده شد؛ اما برای تعیین بهترین شیوه اجرای تمرینات موازی به لحاظ ترتیب اجرا، تفاوت معناداری بین روش‌های متفاوت تمرین موازی در ایجاد تغییرات در متغیرهای پژوهش مشاهده نشد. بنابراین زنان سالمند می‌توانند از مزایای حاصل از تمرینات موازی با هر آرایشی استفاده کنند و از مزایای آن استفاده نمایند.

تقدیر و تشکر

از کلیه آزمودنی‌هایی که در اجرای این پژوهش ما را یاری کردند، کمال تشکر را داریم.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد میزان IL-15 پس از تمرین E+S و S+E افزایش یافت و میزان افزایش در گروه E+S بیشتر بود. با این حال، این افزایش بین دو گروه تمرین موازی معنی‌دار نبود. ریچمن و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند سطح IL-15 پلاسما پس از ده هفته تمرین قدرتی به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد. در مقابل نیلسن و همکاران (۲۰۰۷) پس از انجام فعالیت قدرتی در مردان جوان تغییری در IL-15 پلاسما مشاهده نکردند (۴۵). همچنین نیمن و همکاران (۲۰۰۴) تغییری در میزان IL-15 mRNA پس از فعالیت استقامتی یا قدرتی مشاهده نکردند (۲۲). به طور مشابه اوستروسکی و همکاران (۱۹۹۷) تغییری در میزان IL-15 پلاسما پس از ۲ ساعت دویدن بر روی تردمیل مشاهده نکردند (۲۷).

IL-15 یک میانجی مهم در پاسخ توده عضلات به تمرین ورزشی در انسان است (۲۹). همان‌طور که ذکر شد، IL-15 دارای اثرات آنابولیکی و متابولیکی است. IL-15 دارای اثرات آنابولیکی و ضدکاتابولیکی است. با توجه به زمان اجرای پروتکل پژوهش که بعید است هاپیرتروفی در آن رخ بدهد، می‌توان گفت حداقل IL-15 نقش ضدکاتابولیکی خود را بروز داده است. IL-15 موجب کاهش بیان آتروژین ۱ و MuRF-1 که عناصر کلیدی تنظیم‌کننده تجزیه پروتئین عضلات ناشی از مسیر یوبیکوئیتین پروتازوم می‌باشند، مربوط است (۴۷، ۴۶)؛ بنابراین از این طریق از سارکوپنای همراه با پیری ممانعت به عمل می‌آورد. از طرف دیگر IL-15 دارای اثرات متابولیکی نیز می‌باشد. کوین و همکاران^۱ (۲۰۰۹) دریافتند که سطوح گردش بالای IL-15 منجر به کاهش معنادار در چربی بدن و افزایش محتوای معدنی استخوان بدون اثرگذاری قابل ملاحظه در توده بدون چربی یا سطوح دیگر سایتوکاین‌ها می‌شود (۴۸). ترشح IL-15 از بافت عضله ممکن است توده چربی احشایی را از طریق مکانیسم درون‌ریز تعدیل کند. سازوکار مولکولی اثر IL-15 بر بافت چربی شامل مسیر MAPK، مسیر STAT5 و

^۱. Quinn et al

منابع

- Hortobágyi T, Mizelle C, Beam S, DeVita P. Old adults perform activities of daily living near their maximal capabilities. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 2003; 58(5): M453-M60.
- DiPietro L. Physical Activity in Aging Changes in Patterns and Their Relationship to Health and Function. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 2001; 56(2): 13-22.
- Vozarova B, Weyer C, Hanson K, Tataranni PA, Bogardus C, Pratley RE. Circulating interleukin-6 in relation to adiposity, insulin action, and insulin secretion. *Obesity Research* 2001; 9(7): 414-7.
- Stewart C, Rittweger J. Adaptive processes in skeletal muscle: molecular regulators and genetic influences. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions* 2006; 6(1): 73.
- Seldin MM, Peterson JM, Byerly MS, Wei Z, Wong GW. Myonectin (CTRP15), a novel myokine that links skeletal muscle to systemic lipid homeostasis. *Journal of Biological Chemistry* 2012; 287(15): 11968-80.
- Grabstein KH, Eisenman J, Shanebeck K, Rauch C, Srinivasan S, Fung V, et al. Cloning of a T cell growth factor that interacts with the beta chain of the interleukin-2 receptor. *Science* 1994; 264(5161): 965-8.
- Akerstrom T, Steensberg A, Keller P, Keller C, Penkowa M, Pedersen BK. Exercise induces interleukin-8 expression in human skeletal muscle. *The Journal of Physiology* 2005; 563(2): 507-16.
- Quinn LS, Anderson BG, Drivdahl RH, Alvarez B, Argilés JM. Overexpression of Interleukin-15 Induces Skeletal Muscle Hypertrophy in Vitro Implications for Treatment of Muscle Wasting Disorders. *Experimental Cell Research* 2002; 280(1): 55-63.
- Tanaka H, Swensen T. Impact of resistance training on endurance performance. *Sports Medicine* 1998; 25(3): 191-200.
- Pedersen BK, Akerström TC, Nielsen AR, Fischer CP. Role of myokines in exercise and metabolism. *Journal of Applied Physiology* 2007; 103(3): 1093-8.
- Alvarez B, Carbó N, López-Soriano Jn, Drivdahl RH, Busquets SI, López-Soriano FJ, et al. Effects of interleukin-15 (IL-15) on adipose tissue mass in rodent obesity models: evidence for direct IL-15 action on adipose tissue. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects* 2002; 1570(1): 33-7.
- Busquets S, Figueras M, Almendro V, López-Soriano FJ, Argilés JM. Interleukin-15 increases glucose uptake in skeletal muscle An antidiabetogenic effect of the cytokine. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects* 2006; 1760(11): 1613-7.
- Leveritt M, Abernethy PJ, Barry BK, Logan PA. Concurrent strength and endurance training. *Sports medicine*. 1999; 28(6): 413-27.
- Coffey VG, Hawley JA. The molecular bases of training adaptation. *Sports Medicine* 2007; 37(9): 737-63.
- Saremi A, Shavandi N, Parastesh M, Daneshmand H. Twelve-week aerobic training decreases chemerin level and improves cardiometabolic risk factors in overweight and obese men. *Asian Journal of Sports Medicine* 2010; 1(3): 151-8.
- Solomon TP, Sistrun SN, Krishnan RK, Del Aguila LF, Marchetti CM, O'Carroll SM, et al. Exercise and diet enhance fat oxidation and reduce insulin resistance in older obese adults. *Journal of Applied Physiology* 2008; 104(5): 1313-9.
- Clemmons DR. Role of IGF-I in skeletal muscle mass maintenance. *Trends in Endocrinology & Metabolism* 2009; 20(7): 349-56.
- Nichols J, Omizo D, Peterson K, Nelson K. Efficacy of heavy-resistance training for active women over sixty: muscular strength, body composition, and program adherence. *Journal of the American Geriatrics Society* 1993; 41(3): 205-10.
- Leveritt M, Abernethy PJ, Barry B, Logan PA. Concurrent strength and endurance training: the influence of dependent variable selection. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2003; 17(3): 503-8.
- 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.
- Inder W, Hellemans J, Swanney M, Prickett T, Donald R. Prolonged exercise increases peripheral plasma ACTH, CRH, and AVP in male athletes. *Journal of Applied Physiology* 1998; 85(3): 835-41.
- Nieman DC, Davis J, Brown VA, Henson DA, Dumke CL, Utter AC, et al. Influence of carbohydrate ingestion on immune changes after 2 h of intensive resistance training. *Journal of Applied Physiology* 2004; 96(4): 1292-8.
- Cadore EL, Izquierdo M, Alberton CL, Pinto RS, Conceição M, Cunha G, et al. Strength prior to endurance intra-session exercise sequence optimizes neuromuscular and cardiovascular gains in elderly men. *Experimental gerontology* 2012; 47(2): 164-9.
- 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.
- Coffey VG, Pilegaard H, Garnham AP, O'Brien BJ, Hawley JA. Consecutive bouts of diverse contractile activity alter acute responses in human skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology* 2009; 106(4): 1187-97.

26. Taipale RS, Häkkinen K. Acute Hormonal and Force Responses to Combined Strength and Endurance Loadings in Men and Women: The "Order Effect". *PLoS One* 2013; 8(2): e55051.
27. Ostrowski K, Hermann C, Bangash A, Schjerling P, Nielsen JN, Pedersen BK. A trauma-like elevation of plasma cytokines in humans in response to treadmill running. *The Journal of Physiology* 1998; 513(3): 889-94.
28. Wackerhage H. Adaptation to endurance training. *Genetics and Molecular Biology of Muscle Adaptation* 2006: 165-96.
29. Riechman SE, Balasekaran G, Roth SM, Ferrell RE. Association of interleukin-15 protein and interleukin-15 receptor genetic variation with resistance exercise training responses. *Journal of Applied Physiology* 2004; 97(6): 2214-9.
30. Macaluso A, De Vito G. Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. *European Journal of Applied Physiology* 2004; 91(4): 450-72.
31. Coburn JW, Malek MH. *NSCA's essentials of personal training: Human Kinetics* 2012.
32. TANG Q-h, XIE X-r. Research of the Physical Function and Fitness of Elder Intellectuals by Health Qigong- BaDuanJin [J]. *Journal of Physical Education Institute of Shanxi Teachers University* 2008; 1: 043.
33. Cadore E, Pinto R, Lhullier F, Correa C, Albetton C, Pinto S, et al. Physiological effects of concurrent training in elderly men. *International Journal of Sports Medicine* 2010; 31(10): 689.
34. Di Blasio A, Gemello E, Di Iorio A, Di Giacinto G, Celso T, Di Renzo D, et al. Order effects of concurrent endurance and resistance training on post-exercise response of non-trained women. *Journal of Sports Science & Medicine* 2012; 11(3): 393.
35. McCARTHY JP, Pozniak MA, Agre JC. Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2002; 34(3): 511-9.
36. Glowacki SP, Martin SE, Maurer A, Baek W, Green JS, Crouse SF. Effects of resistance, endurance, and concurrent exercise on training outcomes in men. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2004; 36(12): 2119-27.
37. Shaw B, Shaw I. Compatibility of concurrent aerobic and resistance training on maximal aerobic capacity in sedentary males: cardiovascular topics. *Cardiovascular journal of Africa* 2009; 20(2): 104-6.
38. Nindl BC, Harman EA, Marx JO, Gotshalk LA, Frykman PN, Lammi E, et al. Regional body composition changes in women after 6 months of periodized physical training. *Journal of Applied Physiology* 2000; 88(6): 2251-9.
39. Gergley JC. Comparison of two lower-body modes of endurance training on lower-body strength development while concurrently training. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2009; 23(3): 979-87.
40. Dolezal BA, Pottleiger JA. Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate in nondieting individuals. *Journal of Applied Physiology* 1998; 85(2): 695-700.
41. Taleghani H, Soori R, Rezaeian N, Khosravi N. Changes of plasma leptin and adiponectin levels in response to combined endurance and resistance training in sedentary postmenopausal women. *Koomesh* 2012; 13(2).
42. Ossanloo P, Zafari A, Najari L. The Effects of Combined Training (Aerobic Dance, Step Exercise and Resistance Training) on Cardiovascular Disease Risk Factors in Sedentary Females. *Annals of Biological Research* 2012; 3(7): 3652-6.
43. Assarzade Noushabadi M, Abedi B. Effects of combination training on insulin resistance index and some inflammatory markers in inactive men. *The Horizon of Medical Sciences* 2012; 18(3): 95-105.
44. Sigal RJ, Kenny GP, Boulton NG, Wells GA, Prud'homme D, Fortier M, et al. Effects of Aerobic Training, Resistance Training, or Both on Glycemic Control in Type 2 Diabetes: A Randomized Trial. *Annals of Internal Medicine* 2007; 147(6): 357-69.
45. Nielsen AR, Mounier R, Plomgaard P, Mortensen OH, Penkowa M, Speersneider T, et al. Expression of interleukin-15 in human skeletal muscle—effect of exercise and muscle fibre type composition. *The Journal of Physiology* 2007; 584(1): 305-12.
46. Marzetti E, Carter CS, Wohlgemuth SE, Lees HA, Giovannini S, Anderson B, et al. Changes in IL-15 expression and death-receptor apoptotic signaling in rat gastrocnemius muscle with aging and life-long calorie restriction. *Mechanisms of Ageing and Development* 2009; 130(4): 272-80.
47. Kim H-J, Park JY, Oh SL, Kim Y-A, So B, Seong JK, et al. Effect of treadmill exercise on interleukin-15 expression and glucose tolerance in Zucker diabetic fatty rats. *Diabetes & Metabolism Journal* 2013; 37(5): 358-64.
48. Quinn L. Interleukin-15: a muscle-derived cytokine regulating fat-to-lean body composition. *Journal of Animal Science* 2008; 86(14 Suppl).
49. Argilés JM, López-Soriano FJ, Busquets S. Therapeutic potential of interleukin-15: a myokine involved in muscle wasting and adiposity. *Drug Discovery Today* 2009; 14(3): 208-13.

Comparison of order of concurrent training on anthropometric characteristics, serum IL-15 levels and insulin resistance index in post-menopausal women

Amin Rigi¹, Ebrahim Banitalebi^{2*}, Abdolreza Kazemi³, Esmail Azimian⁴

1. Faculty of Humanities, Islamic Azad University of Kerman, Kerman, Iran
2. Faculty of Humanities, University of Shahrekord, Shahrekord, Iran
3. Faculty of Humanities, University of Vali Asr, Rafsanjan, Iran
4. Faculty of Physical Education, University of Shahid Chamran, Ahvaz, Iran.

* Corresponding author e-mail: banitalebi.e@gmail.com

Abstract

Background and Objective: Exercise activities have an important role in increasing lean body mass and quality of life in the elderly. Skeletal muscle through the release of myokines have a significant role in muscle growth and improves metabolic condition. The purpose of this study was to investigate the comparison of order of concurrent training on anthropometric characteristics, serum IL-15 levels and insulin resistance index (HOMA) in post-menopausal women.

Materials and Methods: Twenty eight healthy post-menopausal women (age: 61.25 ± 0.72 years, height: 156 ± 0.02 cm, weight: 71.70 ± 1.09 kg and BMI: 28.35 ± 0.52) were randomly divided into three groups, strength + endurance (S+E) (n=10), endurance + strength (E+S) (n=9) and control (n=9). Training program was done eight week, 3 times per week. Endurance training were performed on a cycle ergometer (intensity: 61-88 % MHR) and strength training involved selected upper and lower body workout (intensity: 40-75 1RM, 8-18 repeat). Height, weight, BMI, WHR and serum levels of IL-15, glucose and insulin were measured and recorded before and after performing protocol. Univariate (covariance) test was used for analyzing of data.

Results: There were no significant differences between experimental groups and control group for insulin ($p=0.37$). But, there were significant differences in body mass ($p=0.02$), BMI ($p=0.03$), fasting glucose ($p=0.001$), IL-15 ($p=0.04$) and HOMA ($p=0.028$). Significant differences were not seen between experimental groups.

Conclusion: Concurrent training distinct from order of it, increases muscle growth factor (IL-15) and improves glucose metabolism in premenopausal women, so these women can take advantage from concurrent training with any order.

Keywords: Concurrent training, Post-menopausal women, IL-15, Insulin resistance index.