Sport and Biomotor Sciences
ورزش و علوم زیست حرکتی

تاثیر هشت هفته تمرین مقاومتی- هوازی، هوازی- مقاومتی و ترکیبی چرخشی بر برخی از شاخص‌های ترکیب بدنی، اینترلوکین ٦ و مقاومت انسولینی در زنان سالمند

زهرا مردان‌پور شهرکردی[1]، ابراهیم بنی‌طالبی*[2]، محمد فرامرزی[3]، الهام صالحی[1]

۱- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی دانشگاه شهرکرد

۲- استادیار دانشگاه شهرکرد

۳- دانشیار دانشگاه شهرکرد

* نشانی نویسنده مسئول: شهرکرد، دانشگاه شهرکرد، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی

Email: Banitalebi@lit.sku.ac.ir

وصول: ۹۳/۰۳/۲۸ **اصلاح:** ۹۳/۰۵/۰۱ **پذیرش:** ۹۳/۱۰/۳۰

چکیده

مقدمه و هدف: سالمندی اغلب با سطوح بالایی از عوامل پیش‌التهابی مانند اینترلوکین٦ (IL-6) در ارتباط است و منجر به عملکرد ضعیف و مرگ و میر می‌شود، اما ممکن است راهکارهای کاهش التهاب وابسته به سن، طول عمر را در افراد مسن بهبود بخشد. هدف از این مطالعه بررسی تاثیر هشت هفته تمرین مقاومتی- هوازی، هوازی- مقاومتی و ترکیبی چرخشی بر برخی از شاخص‌های ترکیب بدنی، اینترلوکین ٦ و مقاومت انسولینی در زنان سالمند است.

روش‌شناسی: ٤٠ نفر از زنان سالمند (میانگین سنی:۰/۸۲±٦۰/۳٤ سال، قد: ۰/۰۱±۱۵۵سانتی‌متر، وزن: ۱/۸۹±۷۱/۷۲ کیلوگرم و BMI: ۰/٦۳±۲۹/٤۵ کیلوگرم بر متر مربع) به طور هدفمند انتخاب و بطور تصادفی ساده در یکی از چهار گروه: تمرین هوازی+مقاومتی (A+R) (n=۹)، مقاومتی+هوازی (R+A) (n=۱۰)، ترکیبی چرخشی (CI) (n=۱۲) وکنترل (n=۹) قرار گرفتند. برنامه‌های تمرینی به مدت هشت هفته و سه روز در هفته انجام شد. از آزمون تی وابسته جهت تغییرات درون گروهی و از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه جهت بررسی اختلاف بین گروه‌ها استفاده شد.

یافته‌ها: هشت هفته تمرین ترکیبی، کاهش معنی‌داری در وزن و BMI ایجاد کرد (p <۰/۰۵). در تغییرات درون‌گروهی در سطوح سرمی IL-6، کاهش معنی‌داری در گروه R+A (p =۰/۰٤) در مقایسه با گروه A+R (p =۰/۷۵) و ترکیبی چرخشی (p =۰/۰۹) مشاهده شد.

بحث و نتیجه‌گیری: این مطالعه نشان داد که سازگاری به تمرینات ترکیبی مستقل از ترتیب تمرین ترکیبی است و به نظر می‌رسد شیوه تمرینی که در ابتدا با تمرین مقاومتی شروع شود و به دنبال آن تمرین هوازی انجام شود می‌تواند تاثیر بیشتری در بهبود عوامل التهابی در مقایسه با توالی‌های دیگر داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: *ترتیب تمرین ترکیبی، IL-6، سالمندی.*

مقدمه

سالمندی فرآیندی است که در آن ظرفیت فیزیولوژیکی بدن به طور مداوم بعد از سن ۳۰ سالگی کاهش می‌یابد. اطلاعات جمعیت شناختی نشان از آن دارد که تعداد افراد مسن بالای ٦۰ سال در ایران افزایش‌یافته و ساختار هرم سنی در حال وارونگی است (۱). پیری از لحاظ تقویمی خود یک بیماری نیست، بلکه فرآیند کاهش در ظرفیت‌های فیزیولوژیکی بدن است (۲).

نظریه های متعددی مانند رادیکال آزاد، اعصاب و غدد و نظریه‌های ایمنی تلاش می‌کنند تا کاهش عملکرد بدن در روند پیری را توضیح دهند (۳). به طور کلی اعتقاد بر این است که عملکرد ایمنی با سن کاهش می‌یابد (٤). هر چه بدن پیرتر می‌شود نارسایی سیستم ایمنی همراه با سن بیشتر می‌شود که تحت عنوان سالمندی سیستم ایمنی شناخته می‌شود (۵) و باعث برخی از بیماری‌های مرتبط با سن مانند بیماری‌های عفونی، بیماری‌های عروق کرونر، دیابت نوع دو، بیماری آلزایمر و استئوآرتریت می‌شود (٦). التهاب مزمن با درجات پایین به عنوان یک عامل پیش‌بینی‌کننده مستقل در انواع بیماری‌های مرتبط با سالمندی است (۷). به خوبی شناخته شده که سالمندی اغلب با سطوح بالایی ازعوامل پیش‌التهابی مانند TNF-αو IL-6 در ارتباط است (۱۰-۸). مشخص شده است که سطوح بالایی از این سایتوکاین‌ها همراه با افزایش خطر مرگ و میر در افراد میانسال و سالمند می‌باشد.

سایتوکاین‌ها گروهی از پروتئین‌ها هستند که در ایجاد التهاب و در پاسخ التهابی به محرک‌های آسیب شناختی مانند التهاب و آسیب به بافت نقش اساسی ایفا می‌کنند و به دو دستهٔ بزرگ پیش و ضد التهابی تقسیم می‌شوند. IL-6 سایتوکینی است که اثر پیش و ضدالتهابی از خود نشان می‌دهد (۱۱) و توسط مونوسیت‌ها و ماکروفاژها و یا سلول‌های چربی تولید می‌شود (۱۲). IL-6 القاءکننده ترشح CRP در کبد و افزایش خطرات احتمالی به دنبال آن می باشد (۱۳). افزایش مزمن سطوح IL-6 پلاسما مرتبط با یک وضعیت التهابی می‌تواند باعث ایجاد مقاومت انسولین شود (١٤).

بنابراین، با توجه به خطرات افزایش التهاب مزمن، شناسایی راهکارهای موثر در کاهش التهاب به خصوص در این گروه سنی مهم است. استفاده از عوامل دارویی خاص ممکن است التهاب را کاهش دهد، اما اثرات جانبی این داروها ممکن است کاربرد بالینی آنها را برای درمان به موقع التهاب مزمن محدود کند (۱۵). از سوی دیگر، شواهد امیدوار کننده وجود دارد که شرکت در فعالیت بدنی به طور منظم عوامل پیش التهابی را کاهش می‌دهد. از بین راهکارهای مختلف در بهبود عملکرد سیستم ایمنی در سالمندان، تمرینات ورزشی به عنوان بهترین مداخله غیر تهاجمی است که بدون عوارض جانبی منفی است (١٦). کاهش وزن و تمرین ورزشی با کاهش در التهاب و مقاومت به انسولین در افراد سالمند دارای اضافه وزن در ارتباط است (۱۸, ۱۷). با این حال، رابطه بین ورزش و اثرات ضد التهابی پیچیده است و مرتبط با جنس، درصد چربی بدن و سلامت عمومی فرد است. تمرین بدنی ممکن است به شکلی متناقض باعث یک واکنش التهابی حاد در طی یک دوره کوتاه بشود، اما کاهش التهاب به یک دوره تمرینی طولانی نیازمند است (۱۹). تعدادی از مطالعات قبلی به اثرات بالقوه تمرین بر سالمندی سیستم ایمنی اشاره کرده‌اند (۲۰) آنها نشان داده‌اند که کاهش وزن یک مداخله مفید در کاهش سطح IL-6 است به دلیل اینکه بافت چربی مقادیر زیادی از این فاکتور را ترشح می‌کند (۲۱, ۱۷). ترکیب همزمان تمرین هوازی و مقاومتی در برنامه‌های تمرینی منظم، تمرین ترکیبی نامیده می‌شود و به علت اختصاصی بودن اثرات تمرین، ترکیب هر دو تمرین هوازی و مقاومتی برای عملکرد بدنی مطلوب و سلامتی در افراد سالمند توصیه شده است (۲۲).

با این حال، در ارتباط با اثرات متقابل بین تمرین ترکیبی، سن و سیستم ایمنی به خصوص تمرین ترکیبی با ترتیب تمرین، بسیار کم کار شده است. رال و همکاران (۱۹۹٦) نشان دادند ۱۲ هفته تمرین قدرتی کاهشی در IL-6 آزمودنی‌های سالمند ایجاد نکرد (۲۳). مطالعات متعددی نشان داده‌اند که تمرین هوازی عملکرد سیستم ایمنی بدن و عوامل خطرزای ابتلا به بیماری های مزمن را در افراد مسن بهبود می‌بخشد (۲۷-٢٤). با این حال، هیچ چیز در مورد اثر تمرین ترکیبی با ترتیب مختلف شناخته نشده است، لیباردی و همکاران (۲۰۱۱) در مدت ١٦ هفته تمرین ترکیبی در افراد میانسال نشان دادند تفاوتی در مقدار IL-6 گروه تمرین ترکیبی با گروه تمرین قدرتی بعد از تمرین وجود ندارد، آنها نشان دادند که تمرین نمی‌تواند مارکرهای التهابی را کاهش دهد (۲۸). کانراد و همکاران (۲۰۰۲) نیز نشان دادند که چهار ماه تمرین ترکیبی هوازی-مقاومتی سطح IL-6 را تغییر نمی‌دهد (۲۹). علاوه بر این، جورج و همکاران (۲۰۱۱) در یک مطالعه تجربی اثرات سه روش مختلف تمرین ترکیبی بر شاخص‌های التهابی را با هم مقایسه کرده و نشان دادند به دنبال مداخلات تمرینی قدرتی، هوازی و ترکیبی تفاوتی در سطوح سرمی IL-6 وجود ندارد (۳۰).

ما می‌خواهیم بدانیم تمرین ترکیبی به چه میزان و با چه ترتیبی برای دستیابی به آمادگی جسمانی مرتبط با سلامتی در سالمندان مفید است. با توجه به تحقیقات موجود، مطالعات علمی سیستمیک منتشر شده‌ای وجود ندارد که اثر ترتیب تمرین ترکیبی را برسطوح سرمی فاکتورهای پیش‌التهابی در زنان سالمند انجام داده باشد. بنابراین، هدف از این مطالعه بررسی تاثیر هشت هفته تمرین مقاومتی- هوازی، هوازی- مقاومتی و ترکیبی چرخشی بر برخی از شاخص‌های ترکیب بدنی، اینترلوکین ٦ و مقاومت انسولینی در زنان سالمند می‌باشد.

روش‌شناسی

آزمودنی‌ها: جامعه‌ی آماری این پژوهش را زنان سالمند سالم غیرفعال تشکیل دادند. با استفاده از فراخوان از افراد واجد شرایط برای شرکت در تحقیق در پایگاه قهرمانی شهرستان شهرکرد دعوت به همکاری شد. ٦٠ نفر (میانگین سنی: ٦٠/٣٤±٠/٨٢ سال) بر اساس شاخص‌های ورود به تحقیق و به صورت هدفمند انتخاب شدند و به طور تصادفی به چهار گروه تمرین هوازی + مقاومتی (n=١٥)، مقاومتی + هوازی (n=١٥)، ترکیبی چرخشی (n=١٥) و کنترل (n=١٥) تقسیم شدند.

ملاک‌های ورود به مطالعه شامل عدم مصرف هر نوع دارو، عدم ابتلا به بیماری‌های مزمن، عدم سابقه فعالیت بدنی منظم در یک سال قبل از آغاز پژوهش و داشتن سطح سلامت عمومی جسمانی و روانی بود که این موارد با استفاده از پرسشنامه آمادگی برای شروع فعالیت ورزشی[1] (PARQ) و پرسشنامه پیشینه پزشکی مورد ارزیابی قرار گرفت. کلیه‌ی شرکت‌کنندگان اطلاعات مکتوب در خصوص پژوهش را دریافت نموده و پس از مطالعه، از آنها درخواست شد رضایتنامه آگاهانه را امضا نمایند. در ضمن آزمودنی‌ها در یک جلسه با نحوه‌ی انجام فعالیت ورزشی آشنا شدند. پژوهش حاضر زیر نظر پزشک متخصص و متخصصان فیزیولوژی ورزشی انجام گردید. ملاک‌های خروج از مطالعه نیز شامل غیبت بیش از سه جلسه، مبتلا شدن به بیماری خاص و یا هر گونه تغییر مداخله‌ی درمانی مؤثر که می‌توانست بر نتایج تحقیق تاثیر داشته باشد و یا توسط پزشک معالج تشخیص داده شود بود، که بدین دلایل ٢٠ نفر از تحقیق خارج شدند و در نهایت ٤٠ نفر برنامه های تمرینی را به مدت هشت هفته به پایان رساندند که شامل: گروه تمرین هوازی + مقاومتی (n=٩)، مقاومتی + هوازی (n=١٠)، ترکیبی چرخشی (n=١٢) و کنترل (n=٩) می‌باشد.

تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی با سه گروه A+R، R+A، CI و یک کنترل با پیش آزمون و پس آزمون می‌باشد. اطلاعات مربوط به تحقیق به صورت میدانی و آزمایشگاهی گردآوری گردید. ٢٤ ساعت قبل از شروع تمرین و ٤٨ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی قد، وزن، درصد چربی بدن و شاخص توده بدن آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری وزن افراد با لباس سبک، بدون کفش و با ترازوی دیجیتال مدل سکا (ساخت کشور آلمان) صورت گرفت. برای محاسبه درصد چربی بدن، ابتدا ضخامت چربی زیر پوستی سه نقطه‌ای سه سربازو، روی ران و فوق خاصره آزمودنی‌ها با استفاده از کالیپر (بیس لاین ساخت کشور آمریکا) اندازه‌گیری شده و سپس با استفاده از فرمول درصدچربی بدن محاسبه شد. همچنین درصدچربی هر نقطه سه مرتبه و به صورت چرخشی مورد ارزیابی قرار گرفت (٣١). قد افراد در وضعیت ایستاده و بدون کفش درحالی که کتف‌ها در شرایط عادی قرار داشتند، با استفاده از متر نواری انعطاف‌پذیر استاندارد اندازه‌گیری شد. شاخص‌های ترکیب بدن انتخاب شده برای این مطالعه، وزن، درصد چربی بدن و BMI بود، BMI از تقسیم وزن بر حسب کیلوگرم به مجذور قد برحسب متر محاسبه شد و برای محاسبه مقاومت به انسولین از فرمول HOMA-IR استفاده گردید (١٧).

برنامه تمرینی : برنامه‌های تمرینی به مدت هشت هفته از تمرینات ساده به مشکل و از شدت کم به شدت بالا با در نظرگرفتن اصل اضافه بار و افزایش شدت تمرین بود. هر جلسه شامل ١٠ دقیقه گرم کردن عمومی و ٥٠ دقیقه تمرین و ١٠ دقیقه سردکردن بود. برنامه‌ی تمرینی هوازی شامل کار برروی دوچرخه کارسنج با شدت ٦١ درصد حداکثر ضربان قلب (MHR) به مدت ١٦ دقیقه در هفته‌ی اول بود که به ٨٨٪ MHR به مدت ٣٠ دقیقه درهفته‌ی 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

1- Physical Activity Readiness Questionnaire

جلسه توسط پژوهشگران با استفاده از ضربان‌سنج پـولار انجـام شد (۳۲). برنامه‌ی تمرینی مقاومتی شامل پرس‌سینه، جلـوران، پشت ران، کشش زیر بغل، جلو بازو و کشش دو طرفه به پـایین در برگیرنده‌ی عضلات بزرگ بالا تنه و پایین تنه بـود. برنامـه‌ی تمرین این گروه از دو دور با ۱۸-۱٦ تکـرار و ٤۰ درصـد یـک تکرار بیشینه در ابتدای دوره به سـه دور بـا ۱۰-۸ تکـرار و ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه و با استراحت‌های دو دقیقه ای بین هـر ست و استراحت پنج دقیقه ای بین هـر نـوع حرکـت در پایـان دوره‌ی تمرینی رسید (۳۳, ۳۲).

گروه تمرینی A+R در ابتدا برنامه تمرین هـوازی را انجـام دادند و پس از دو دقیقه اسـتراحت برنامـه تمـرین مقـاومتی را انجام دادند. گروه تمرینی R+A در ابتدا برنامه تمرین مقـاومتی و پس از دو دقیقه اسـتراحت برنامـه تمـرین هـوازی را انجـام دادند و گروه CI به صـورت چرخشـی برنامـه تمرینـی(۱/۳R +۱/۳A+۱/۳R+۱/۳A+۱/۳R+۱/۳A) را انجـام دادنـد، بـدین صورت که برنامه مقاومتی به سه قسمت و زمان برنامه هـوازی هم به سه قسمت تقسیم شد و بصورت یکی در میان ابتدا یـک سوم اول زمان تمرین هوازی و سپس یک سوم حجـم تمـرین مقاومتی و دوباره یک سوم دوم تمرین هوازی بـه همـراه یـک سوم دوم حجم تمرین مقاومتی را انجام می‌دادنـد و بـه همـین **روش‌های آزمایشگاهی** : پـس از ۱۲ سـاعت ناشـتایی شـبانه آزمودنی‌ها رأس ساعت ۹ صبح در محل آزمایشگاه تخصصـی حضور یافتند و نمونه خون اولیه به میزان دو سی‌سـی از وریـد قدامی بازویی توسط متخصصین خون‌گیری آزمایشـگاه از آنهـا گرفته شد. سپس نمونه خون سانتریفوژ شده و نمونه سرمی آن جدا شد و برای آنالیز در دمای ۷۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. پس از جمع‌آوری داده‌های اولیه، برنامه تمرین از روز بعد به مدت هشت هفته در محل سالن ورزشی آغـاز شـد. بعـد از اتمام دوره تمرین، پس از ٤۸ ساعت از آخرین جلسه‌ی تمرین مجدداً اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریک و آزمایشگاهی در شرایط و زمان آزمـون‌هـای اولیـه و بـا همـان ابـزار توسـط محقـق و متخصص آزمایشگاه انجام پذیرفت. اندازه‌گیری غلظت IL-6 با استفاده از کیت بوستر ساخت کشور آمریکا با حساسیت کمتـر از ۰/۳ pg/ml با روش الایزا انجام شد.

روش آماری: پس از کسب اطمینان از نرمال بودن توزیـع داده‌ها با آزمون کولمـوگروف- اسـمیرنوف بـرای بررسـی اثـر نحو هر سه یک سـوم تمرینـات هـوازی و مقـاومتی را بطـور اینتروال انجام دادند (۳٤). فاصله استراحت بین هر اینتروال دو دقیقه در نظر گرفته شد (نمودار زیر).

برنامه تمرین ترکیبی در یک جلسه در سه گروه به صورت زیر بود.

تغییرات درون گروهی از آزمون تی وابسته و اثر تغییرات بـین-گروهی از آزمون آنالیز واریانس یک طرفـه اسـتفاده شـد و در صورت معنی‌داری از آزمون تعقیبی توکی برای تعیـین تفـاوت بین گروه‌ها استفاده شد. تمام عملیات آماری تحقیق با اسـتفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱٦ و سطح معنی‌داری کمتـر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

بر اساس یافته‌های پژوهش حاضـر (جـدول ۱)، بـا اسـتفاده از آزمون آنالیز واریانس یـک‌طرفـه جهـت مقایسـه بـین‌گروهـی، تفـاوت معنـی‌داری در وزن (p=۰/۰۱) و BMI (p =۰/۰۲) مشاهده شـد، امـا تفـاوت معنـی‌داری در درصـد چربـی بـدن (p=۰/۰۸)، IL-6 (p=۰/٤۳)، انسـولین (p=۰/۷۲)، گلـوکز (p=۰/۰۹) و مقاومـت بـه انسـولین (p=۰/٦۹) مشـاهده نشـد. درآزمون تی وابسته جهت مقایسه‌ی درون‌گروهی، در هـر سـه گروه تجربی کاهش معنی‌داری در وزن، BMI، درصدچربی‌بدن

و گلوکز مشاهده شد ($p \leq ۰/۰۵$). غلظتهای سرمی IL-6 تغییر معنـــی‌داری در گـــروه A+R ($p =۰/۷۵$) و CI ($p =۰/۰۹$) نداشت، اما در گروه R+A ($p =۰/۰٤$) کاهش معنی‌داری وجود مشاهده شد.

باتوجه به سطح معنی‌داری در مقادیر P بین‌گروهی، آزمون توکی نشان داد (جدول ۲) در متغیر وزن تفاوت معنی‌داری بین دو گروه CI و R+A ($p =۰/۰۲$) وگروه کنترل و CI ($p =۰/۰۳$) و در متغیر BMI تفاوت معنـی‌داری بـین دو گـروه CI و R+A ($p =۰/۰۲$) بعد از تمرین مشاهده شد. در نمودار یک تغییـرات سطوح IL-6 سرم قبل و بعد از مداخله تمرینی نشان داده شـده است.

جدول ۱. مقایسه تغییرات در متغیرهای اندازه‌گیری شده قبل و بعد از هشت هفته مداخله تمرینی

متغیرها	گروه‌ها	میانگین ± انحراف معیار		p درون گروهی	p بین گروهی
		پیش آزمون	پس آزمون		
وزن (kg)	A+R	۷٤/۶۶±٤/۶۸	*۷۲/۷۷±٤/۶۷	۰/۰۰	**۰/۰۱**
	R+A	۷۰/۸۰±۳/۹۰	*۶۸/۶۰±۳/۸۶	۰/۰۰	
	CI	۶۶/٤۱±۲/۶۹	*۶٤/٤۱±۲/٤٤	۰/۰۰	
	Con	۷۶/۸۸±۳/۷۸	۷۶/۶۶±٤/۰۵	۰/۵۱	
شاخص توده بدن (BMI) (kg/m^2)	A+R	۲۹/۸۹±۱/۲۰	*۲۹/۱۲±۱/۲۱	۰/۰۰	**۰/۰۲**
	R+A	۲۹/۲۳±۱/۷۱	*۲۸/۳۰±۱/۵۶	۰/۰۰	
	CI	۲۷/۵۷±۰/۹۲	*۲۶/۷۶±۰/۸۶	۰/۰۰	
	Con	۳۱/۷۵±۰/۹۱	۳۱/۶۳±۱/۰۱	۰/٤۲	
درصد چربی	A+R	۳۰/٤۹±۱/۰	*۲۶/۹۰±۱/٤۷	۰/۰۰	**۰/۰۸**
	R+A	۳۱/۶۶±۱/۳۵	*۲۷/۷۷±۱/۳۰	۰/۰۰	
	CI	۳۰/۶۵±۱/۰۵	*۲۷/۸۸±۰/۹۵	۰/۰۰	
	Con	۲۸/۵۰±۰/۹۲	۲۷/۵۰±۱/۰	۰/۰۸	
IL-6 (pg/ml)	A+R	۱۶/۷۷±۸/۲	۱۲/۶۵±۷/۵	۰/۷۵	**۰/٤۳**
	R+A	٤۵/٤۸ ±۱۵/٤۱	*۱۰±۶/۲۸	۰/۰٤	
	CI	۳۰/۹۱±۱۲/۶۳	۶/۲۲±۲/٤۲	۰/۰۹	
	Con	۳۶/۲۵±۱٤/۰۳	۲۲/۵۳±۱٤/۸۸	۰/۳۲	

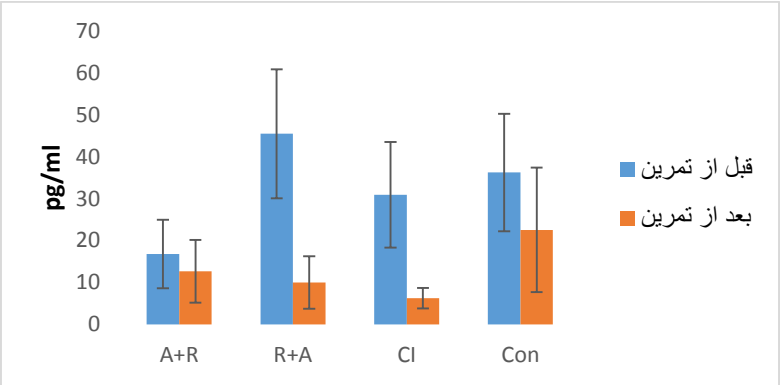
انسولین u/mlμ	A+R	٤/٢٧±٠/٦٥	٥/٥٨±١/٨٢	٠/٤٩	**٠/٧٢**
	R+A	٤/٤٨±١/٠٠	٤/٦٧±٠/٩٢	٠/٨٩	
	CI	٥/٧٥±٥/٦٩	٦/٢١±٥/٥١	٠/٥٩	
	Con	٥/٤٦±٠/٨٧	٤/٠٢±٠/٢٢	٠/١٢	
گلوکز (mg/dL)	A+R	١٠٨/٣٣±٩/٥٤	*٩٣/١١±٥/٨١	٠/٠١	**٠/٠٩**
	R+A	٩٢/٩٠±١/٣٩	*٨٣/٥٠±٢/٣٦	٠/٠٠	
	CI	١١٤/٩١±٨/١٤	*٩٥/٤١±٣/٩٠	٠/٠١	
	Con	١١٨/٧٧±١٠/٦٠	١١٥/٦٦±١٠/٩١	٠/١١	
مقاومت به انسولین	A+R	٢٠/٢٣±٣/٤١	٢٢/٥١±٧/٤١	٠/٧٦	**٠/٦٩**
	R+A	١٨/٨٦±٤/٦٩	١٦/٧٠±٢/٧٣	٠/٧٠	
	CI	٥٩/٤٤±٣٤/٣٧	٥١/٥٩±٢٤/٤٧	٠/٦٠	
	Con	٣٧/٠٢±٩/٧٤	٢٠/٩٥±٢/٨١	٠/١٤	

A+R: ابتدا تمرین هوازی بعد تمرین مقاومتی، R+A: ابتدا تمرین مقاومتی بعد تمرین هوازی، CI: مقاومتی – هوازی به طور متناوب، Con: آزمودنی‌هایی که در برنامه تمرینی شرکت نکردند. * دارای تفاوت معنی دار با p در سطح ٠/٠٥

جدول ٢. نتایج آزمون توکی به منظور تعیین تفاوت بین گروه‌ها

گروه	تفاوت بین‌گروهی	Sig (وزن)	Sig (BMI)
A+R	R+A	٠/٩٦	٠/٩٣
	CI	٠/٩٩	٠/٩٩
	Con	٠/٠٧	٠/١٠
R+A	A+R	٠/٩٦	٠/٩٣
	CI	٠/٩٨	٠/٩٦
	Con	*٠/٠٢	*٠/٠٢
CI	A+R	٠/٩٩	٠/٩٩
	R+A	٠/٩٨	٠/٩٦
	Con	*٠/٠٣	٠/٠٥٤
Con	A+R	٠/٠٧	٠/١٠
	R+A	*٠/٠٢	*٠/٠٢
	CI	*٠/٠٣	/٠٥٤

* دارای تفاوت معنی دار با p در سطح ٠/٠٥



شکل ۱. تغییرات سطوح IL-6 سرم قبل و بعد از مداخله تمرینی

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعات بسیاری به بررسی تاثیر تمرینات ترکیبی (هوازی و مقاومتی) بر برخی عوامل التهابی پرداخته‌اند، اما با توجه به تحقیقات موجود، این مطالعه برای اولین بار است که به بررسی تاثیر ترتیب تمرینات ترکیبی بر سازگاری برخی از عوامل التهابی می‌پردازد.

نتایج حاصل از مطالعه نشان داد که غلظت سرمی IL-6 پس از هشت هفته تمرین ترکیبی با ترتیب مختلف در بین سه گروه تغییر معنی‌داری نکرد که با نتایج تحقیقات کانراد و همکاران (۲۰۰۲)، لیباردی و همکاران (۲۰۱۲)، آستانگو و همکاران (۲۰۱۰) و گرزی و همکاران (۲۰۱۲) همسو است (۳۷-۲۹،۳۵)، در حالی که با نتایج تحقیقات نیکلاس و همکاران (۲۰۰٤) و بیورز و همکاران (۲۰۱۰) همخوانی نداشت (۳۹, ۳۸). در تحقیق لیباردی و همکاران (۲۰۱۲) نشان داده شد ۱٦ هفته تمرین ترکیبی قدرتی- استقامتی و تمرین قدرتی در افراد میانسال تفاوت معنی داری در IL-6 ایجاد نکرد (۳۵)، کانراد و همکاران (۲۰۰۲) نیز نشان دادند ۱٦ هفته تمرین ترکیبی باعث کاهش IL-6 در افراد جوان، میانسال و سالمند مبتلا به بیماری های قلبی عروقی نشد (۲۹)، که یکی از دلایل آن میتواند فقدان شدت مورد نیاز یا عدم تغییر کافی در وزن و شاخص توده بدنی باشد (۳٦). از طرفی در تحقیق نیکلاس و همکاران (۲۰۰٤) کاهش در TNF-α، IL-6، وزن و شاخص توده بدنی در افراد چاق بعد از ۱۸ ماه غذای کنترل شده با یا بدون فعالیت فیزیکی نشان داده شد، لذا به نظر می‌رسد مداخلات تمرینی طولانی مدت فقط در ارتباط با کاهش وزن به طور موثر التهاب مزمن را بهبود می‌دهند (۳۸). بنابراین احتمال دارد یکی از عوامل عدم تغییر سطح IL-6 در پژوهش حاضر طول دوره ی تمرینی باشد. ورزش با شدت و مدت متوسط و بالا در دوره ی تمرین اثر بیشتری بر متغیرهای التهابی داشته و موجب کاهش عوامل التهابی می‌شود و شدت-های پایین‌تر اثرات کمتری دارد (٤۰). لوینجر و همکاران (۲۰۰۹) تغییری در شاخص‌های التهابی بر اثر تمرین مقاومتی مشاهده نکردند و پیشنهاد نمودند که به منظور مشاهده‌ی تاثیر تمرین مقاومتی بر شاخص‌های التهابی دوره‌ی تمرینی بلندمدت لازم است (٤۱). با این وجود، مطالعات با طول دوره تمرینی مختلف نتایج متفاوتی نشان دادند. مداخلات تمرینی کوتاه‌مدت شامل: ۱۲- ۱۰ هفته باعث کاهش در IL-6 (٤٤-٤۲) و طولانی مدت شامل: ۱۸-۱۲ ماه (٤۵) علی‌رغم استفاده از آزمودنی‌های مختلف موجب تغییر در فاکتورهای التهابی نشدند.

همچنین نتایج حاصل از مطالعه نشان داد که غلظت سرمی IL-6 پس از ۸ هفته تمرین ترکیبی فقط در گروه R+A کاهش معنی داری داشت. احتمال می رود به دلیل اینکه IL-6 از فعالیت گیرنده انسولین جلوگیری میکند، کاهش غلظت IL-6 با بهبود هموستاز گلوکز همراه است (٤٦)، به هنگام ورزش بلند مدت و در پاسخ به بحران انرژی به ویژه کاهش در ذخایر گلیکوژن عضله ی در حال انقباض رهایش IL-6 از عضلات اسکلتی رخ میدهد. با کاهش گلیکوژن عضله وابستگی عضلات در حال انقباض به گلوکز خون به عنوان انرژی

افزایش میابد، بنابراین رهایی IL-6 از عضلات علامتی برای کبد در جهت افزایش برونده گلوکز و جلوگیری از افت مقدار گلوکز خون ناشی از تمرین می‌باشد (٤٧) که در نتیجه ی افزایش ذخایر گلیکوژن عضله در گروه R+A، غلظت IL-6 کاهش پیدا کرده است.

نتایج این تحقیق کاهش معنی‌داری را در همه گروه‌های تمرینی در وزن، BMI و در درصد چربی بدن نشان دادند. به نظر می‌رسد که تمرینات ترکیبی محرک مناسبی هستند و می‌توانند درصد چربی بدن و وزن را در زنان مسن کاهش دهند. شواهد نشان دادند که بین مصرف انرژی در تمرین ورزشی با توده بدون چربی بدن رابطه‌ای وجود دارد (٤٨). آنها نشان داده‌اند که تمرینات ترکیبی در کاهش درصد چربی بدن زمانی که با تمرین مقاومتی و استقامتی به تنهایی مقایسه شوند کارآمد هستند (٥١-٤٩). IL-6 اثر لیپولیتکی بر آدیپوسیت‌ها دارد و در دوره‌های بعد از ورزش باعث افزایش اکسایش چربی وکاهش بیان لیپوپروتئین لیپاز می‌شود. IL-6 باعث فعال سازی AMPK و تحریک اکسایش چربی می‌شود (٥٢) دلیل از دست دادن وزن بدن، ناشی از اثر ورزش بر کاهش سطح IL-6 (٥٣) و از دست دادن بافت چربی در اثر کاهش وزن، BMI و درصد چربی بدن متاثر از بیان ژن و به دنبال آن کاهش تولید فاکتورهای التهابی در گردش است (٥٤).

همچنین IL-6 سایتوکاینی است که با هورمون تنظیم می‌شود و در افراد سالمند و غیر فعال سطح بالایی دارد (٥٥). علاوه بر این، ترشح زیاد IL-6 ممکن است میانجی اصلی آثار مثبت ورزش در بهبود حساسیت به انسولین باشد (٥٦). در پژوهش حاضر کاهش معنی دار گلوکز خون ناشتا در هرسه گروه تمرین ترکیبی مشاهده شد در حالی که تغییر قابل توجهی در مقادیر انسولین و مقاومت به انسولین مشاهده نشد. تمرینات ورزشی، موجب افزایش تحویل گلوکز به عضلات در حال کار (منقبض) میشود که این تغییرات وابسته به تغییرات عملکردی در سیگنال‌های انسولینی و مرتبط با افزایش محتویات پروتئین GLUT-4 انجام می شود.

نتیجه‌گیری: مستقل از ترتیب تمرین، برنامه تمرینی تحقیق حاضر منجر به تغییرات مثبت در ترکیب بدن زنان سالمند شد و این نوع مداخله تمرینی می‌تواند به عنوان یک شیوه تمرینی موثر برای بهبود ترکیب بدنی در زنان سالمند توصیه شود. همچنین، با توجه به اینکه ترتیب R+A منجر به کاهش معنی‌داری در سطوح سرمی IL-6 شد، به نظر می‌رسد شیوه تمرینی که در ابتدا با تمرین مقاومتی شروع شود و به دنبال آن تمرین هوازی انجام شود تاثیر بیشتری در بهبود عوامل التهابی در مقایسه با توالی‌های دیگر دارد.

تشکر و قدردانی

این مقاله منتج از پایان نامه کارشناسی ارشد رشته تربیت بدنی گرایش فیزیولوژی ورزشی دانشگاه شهرکرد است که بدینوسیله از کلیه کسانی که در انجام این تحقیق به ما یاری رساندند تقدیر و تشکر می‌گردد.

منابع

1. Noroozian M. The Elderly population in Iran: An ever growing concern in the health system. Iranian Journal of Psychiatry and Behavioral Sciences. 2012;6(2):1.
2. Donato AJ, Tench K, Glueck DH, Seals DR, Eskurza I, Tanaka H. Declines in physiological functional capacity with age: a longitudinal study in peak swimming performance. Journal of Applied Physiology. 2003;94(2):764-9.
3. Weinert BT, Timiras PS. Invited review: Theories of aging. Journal of Applied Physiology. 2003;95(4):1706-16.
4. Castelo-Branco C, Soveral I. The immune system and aging: A review. Gynecological Endocrinology. 2013;30(1):16-22.
5. Ginaldi L, De Martinis M, D'ostilio A, Marini L, Loreto M, Quaglino D. The immune system in the elderly. Immunologic research. 1999;20(3):117-26.
6. Vasto S, Candore G, Balistreri CR, Caruso M, Colonna-Romano G, Grimaldi MP, et al. Inflammatory networks in ageing, age-related diseases and longevity. Mechanisms of ageing and development. 2007;128(1):83-91.
7. Brinkley TE, Leng X, Miller ME, Kitzman DW ,Pahor M, Berry MJ, et al. Chronic inflammation is associated with low physical function in older adults across multiple comorbidities. The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences. 2009; 64(4): 455-461.
8. Maggio M, Guralnik JM ,Longo DL, Ferrucci L. Interleukin-6 in aging and chronic disease: a magnificent pathway. The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences. 2006;61(6):575-84.

9. Penninx BW, Kritchevsky SB, Yaffe K, Newman AB, Simonsick EM, Rubin S, et al. Inflammatory markers and depressed mood in older persons: results from the Health, Aging and Body Composition study. Biological psychiatry. 2003;54(5):566-72.
10. Chung HY, Kim HJ, Jung KJ, Yoon JS, Yoo M, Kim KW, et al. The inflammatory process in aging. Reviews in Clinical Gerontology. 2000;10(03):207-22.
11. Anderson JL, Muhlestein JB, Horne BD, Carlquist JF, Bair TL, Madsen TE, et al. Plasma homocysteine predicts mortality independently of traditional risk factors and C-reactive protein in patients with angiographically defined coronary artery disease. Circulation. 2000;102(11):1227-32.
12. Petersen AMW, Pedersen BK. The anti-inflammatory effect of exercise. Journal of applied physiology. 2005;98(4):1154-62.
13. Kershaw EE, Flier JS. Adipose tissue as an endocrine organ. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. 2004;89(6):2548-56.
14. Steensberg A, Fischer CP, Keller C, Møller K, Pedersen BK. IL-6 enhances plasma IL-1ra, IL-10, and cortisol in humans. American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism. 2003;285(2):E433-7.
15. Canvin J, El-Gabalawy H. Anti-inflammatory therapy. Physical medicine and rehabilitation clinics of North America. 1999;10(2):301-17.
16. Woods JA, Lowder TW, Keylock K. Can exercise training improve immune function in the aged? Annals of the New York Academy of Sciences. 2002;959(1):117-27.
17. Ryan AS, Nicklas BJ. Reductions in plasma cytokine levels with weight loss improve insulin sensitivity in overweight and obese postmenopausal women. Diabetes care. 2004;27(7):1699-705.
18. Colbert LH, Visser M, Simonsick EM, Tracy RP, Newman AB, Kritchevsky SB, et al. Physical activity, exercise, and inflammatory markers in older adults: findings from the Health, Aging and Body Composition Study. Journal of the American Geriatrics Society. 2004;52(7):1098-104.
19. Kasapis C, Thompson PD. The effects of physical activity on serum C-reactive protein and inflammatory markers: a systematic review. Journal of the American College of Cardiology. 2005;45(10):1.۹-۵۶۳
20. Kohut ML, Senchina DS. Reversing age-associated immunosenescence via exercise. Exerc Immunol Rev. 2004;10:6-41.
21. Okita K, Nishijima H, Murakami T, Nagai T, Morita N, Yonezawa K, et al. Can exercise training with weight loss lower serum C-reactive protein levels? Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology. 2004;24(10):1868-73.
22. Coffey VG, Hawley JA. The molecular bases of training adaptation. Sports medicine. 2007;37(9):737-63.
23. Rall LC, Roubenoff R, Cannon JG, Abad LW, Dinarello CA, Meydani SN. Effects of progressive resistance training on immune response in aging and chronic inflammation. Medicine and science in sports and exercise. 1996;28(11):1356-65.
24. Bouchard CE, Shephard RJ, Stephens T. Physical activity, fitness, and health: International proceedings and consensus statement. Champaign, IL, England: Human Kinetics Publishers. 1994;6(5):675.
25. Harris B. The influence of endurance and resistance exercise on muscle capillarization in the elderly: a review. Acta physiologica scandinavica. 2005;185(2):89-97.
26. Drela N, Kozdron E, Szczypiorski P. Moderate exercise may attenuate some aspects of immunosenescence. BMC geriatrics. 2004;4:8.
27. Riedl I, Yoshioka M, Nishida Y, Tobina T, Paradis R, Shono N, et al. Regulation of skeletal muscle transcriptome in elderly men after 6weeks of endurance training at lactate threshold intensity. Experimental gerontology. 2010;45(11):896-903.
28. Libardi CA, Souza GV, GÁspari AF, Santos CFD, Leite ST, Dias R, et al. Effects of concurrent training on interleukin-6, tumour necrosis factor-alpha and C-reactive protein in middle-aged men. Journal of sports sciences. 2011;29(14):1573-81.
29. Conraads V, Beckers P, Bosmans J, De Clerck L, Stevens W, Vrints C, et al. Combined endurance/resistance training reduces plasma TNF-α receptor levels in patients with chronic heart failure and coronary artery disease. European heart journal. 2002;23(23):1854-6.
30. Jorge MLMP, de Oliveira VN, Resende NM, Paraiso LF, Calixto A, Diniz ALD, et al. The effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic control, inflammatory markers, adipocytokines, and muscle insulin signaling in patients with type 2 diabetes mellitus. Metabolism. 2011;60(9):1244-52.
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. Journal of Physical Education Institute of Shanxi Teachers University 2008; 1: 43-55.
33. Cadore E, Pinto R, Lhullier F, Correa C, Alberton C, Pinto S, et al. Physiological effects of concurrent training in elderly men. International journal of sports medicine. 2010;31(10):689-97.
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):393-399.
35. Libardi CA, De Souza GV, Cavaglieri CR, Madruga VA, Chacon-Mikahil M. Effect of resistance, endurance, and concurrent training on TNF-a, IL-6, and CRP. Med Sci Sports Exerc. 2012;44:50-6.
36. Astengo M, Dahl Å, Karlsson T, Mattsson-Hulten L, Wiklund O, Wennerblom B. Physical training after percutaneous coronary intervention in patients with stable angina: effects on working capacity, metabolism, and markers of inflammation. European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation. 2010;17(3):349-54.

37. Gorzi A, Rajabi H, Azad A, molanouri shamsi M, Hedayati M. Effect of Concurrent, Strength and Endurance Training on Hormones, Lipids and Inflammatory Characteristics of Untrained Men. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism. 2012;13(6):614-620.
38. Nicklas BJ, Ambrosius W, Messier SP, Miller GD, Penninx BW, Loeser RF, et al. Diet-induced weight loss, exercise, and chronic inflammation in older ,obese adults: a randomized controlled clinical trial. The American journal of clinical nutrition. 2004;79(4):544-51.
39. Beavers KM, Hsu F-C, Isom S, Kritchevsky SB, Church T, Goodpaster B, et al. Long-term physical activity and inflammatory biomarkers in older adults. Medicine and science in sports and exercise. 2010;42(12):2189-2196.
40. Fischer C, Berntsen A, Perstrup L, Eskildsen P, Pedersen B. Plasma levels of interleukin-6 and C-reactive protein are associated with physical inactivity independent of obesity. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2007;17(5):580-7.
41. Levinger I, Goodman C, Peake J, Garnham A, Hare DL, Jerums G, et al. Inflammation, hepatic enzymes and resistance training in individuals with metabolic risk factors. Diabetic medicine. 2009;26(3):220-7.
42. Adamopoulos S, Parissis J, Kroupis C, Georgiadis M, Karatzas D, Karavolias G, et al. Physical training reduces peripheral markers of inflammation in patients with chronic heart failure. European heart journal. 2001;22(9):791-7.
43. Donges CE, Duffield R, Drinkwater EJ. Effects of resistance or aerobic exercise training on interleukin-6, C-reactive protein, and body composition. Medicine and science in sports and exercise. 2010;42(2):304-13.
44. Phillips MD, Flynn MG, McFarlin BK, Stewart LK, Timmerman KL. Resistance training at eight-repetition maximum reduces the inflammatory milieu in elderly women. Medicine and science in sports and exercise. 2010; 42(2):314-25.
45. Beavers KM, Brinkley TE, Nicklas BJ. Effect of exercise training on chronic inflammation. Clinica Chimica Acta. 2010;411(11):785-93.
46. Ferrier K, Nestel P, Taylor A, Drew B, Kingwell B. Diet but not aerobic exercise training reduces skeletal muscle TNF-α in overweight humans. Diabetologia. 2004;47(4):630-7.
47. Steensberg A, Van Hall G, Osada T, Sacchetti M, Saltin B, Pedersen BK. Production of interleukin-6 in contracting human skeletal muscles can account for the exercise-induced increase in plasma interleukin-6. The Journal of Physiology. 2000;529(1):237-42.
48. Antunes BdMM, Monteiro PA, Silveira LS, Cayres SU, Silva CBd, Junior F, et al. Effect of concurrent training on risk factors and hepatic steatosis in obese adolescents. Revista Paulista de Pediatria. 2013;31(3):371-6.
49. Campos ALP, Del Ponte LdS, Cavalli AS, Afonso MdR, Schild JFG ,Reichert FF. Effects of concurrent training on health aspects of elderly women. Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano. 2013;15(4):437-47.
50. Sillanpää E, Laaksonen DE, Häkkinen A, Karavirta L, Jensen B, Kraemer WJ, et al. Body composition, fitness, and metabolic health during strength and endurance training and their combination in middle-aged and older women. European journal of applied physiology. 2009;106(2):285-96.
51. Akuthota V, Ferreiro A, Moore T, Fredericson M. Core stability exercise principles. Current sports medicine reports. 2008;7(1):39-44.
52. Ruderman NB, Keller C, Richard A-M, Saha AK, Luo Z, Xiang X, et al. Interleukin-6 regulation of AMP-activated protein kinase potential role in the systemic response to exercise and prevention of the metabolic syndrome. Diabetes. 2006;55(Supplement 2): S48-54.
53. Christiansen T, Paulsen SK, Bruun JM, Pedersen SB, Richelsen B. Exercise training versus diet-induced weight-loss on metabolic risk factors and inflammatory factors in obese subjects: a 12-week randomized intervention study. Am J Physiol Endocrinol Metab. 2010; 298:824–831.
54. Cancello R, Henegar C, Viguerie N, Taleb S, Poitou C, Rouault C, Coupaye M, Pelloux V, Hugol D, Bouillot JL, Bouloumié A, Barbatelli G, Cinti S, Svensson PA, Barsh GS, Zucker JD, Basdevant A, Langin D, Clément K. Reduction of macrophage infiltration and chemoattractant gene expression changes in white adipose tissue of morbidly obese subjects after surgery-induced weight loss. Diabetes. 2005; 54:2277–2286.
55. Colbert LH, Visser M, Simonsick EM, Tracy RP, Newman AB, Kritchevsky SB, et al. Physical activity, exercise, and inflammatory markers in older adults: findings from the Health, Aging and Body Composition Study. Journal of the American Geriatrics Society. 2004;52(7):1098-104.
56. Pedersen BK, Febbraio MA. Muscle as an endocrine organ: focus on muscle-derived interleukin-6. Physiological reviews. 2008;88(4):1379-406.

The effect of 8 weeks resistance-aerobic, aerobic-resistance and circulation concurrent training on some of the indicators of serum level of interleukin-6 in aged women

Mardanpour Shahrekordi Z, Banitalebi E*[*], *Faramarzi M, Salehi E
Shahrekord University

Received: 2015/06/18 **Revised:** 2015/07/23 **Accepted:** 2016/01/20

∗Correspondence
Ebrahim Banitalebi , Exercise Physiology,
Shahrekord University,
Shahrekord, Iran.

Email:
Banitalebi@lit.sku.ac.ir

Abstract

Introduction: Aging is often associated with high levels of pre-inflammatory factors such as interleukin-6 (IL-6) which could lead to poor performance and mortality. However, it is possible to reduce age-related inflammation to increase the life span of the elderly. The aim of this study was to investigate the effect 8 weeks resistance-aerobic, aerobic-resistance and circulation concurrent training on some of the indicators of body composition, interleukin-6 and insulin resistance in aged women.

Methods: 40 elderly women (age average: 60.34±0.82 years, height: 155±0.01 cm, weight: 71.72±1.89 kg and BMI: 29.45±0.63 kg/m^2) were selected purposely and were randomly divided into four groups of aerobic + resistance (A+R) (n=9), resistance + aerobic (n=10), circulation concurrent (CI) (n=12) and control (Con) (n=9) groups. The training program lasted eight weeks, 3 days a week. Within-group differences were analyzed by paired samples t-test and the between-group differences were analyzed by one-way ANOVA.

Results: 8 weeks of concurrent training resulted in a significant reduction in weight and BMI ($p<0.05$). A significant reduction in serum level of IL-6 in the R+A group ($p=0.04$) was observed compared with A+R group ($p=0.75$) and CI ($p=0.09$).

Conclusions: This study confirmed that adaptations to concurrent training appear to be independent of the sequence of concurrent training and it seems that the method which begins with resistance training followed by aerobic training can be more effective in controlling inflammatory factors in comparison to the other sequences.

Keywords: Order of combined training, IL-6, elderly.