

## The order Effect of Concurrent Aerobic- Strength Training with Vascular Occlusion on Physical Fitness in Elderly Women

Zeighami F<sup>1</sup>, Hosseini Kakhak A.R<sup>2</sup>, Haghghi A.H<sup>2</sup>

### Abstract

**Purpose:** Order of the concurrent training is one of the essential training principles which has been less investigated specially with respect to restricted blood flow and in elderly women. Therefore, the purpose of the present study was to investigate the effect of concurrent training order (aerobic- strength vs strength-aerobic) in the same session with vascular occlusion on physical fitness in elderly women.

**Methods:** Fourteen elderly women (age 60-70 yr) randomly divided into 3 groups: strength prior to (SE, n=14) or after (ES, n=13) endurance training and the control group (Con=13). Both aerobic and strength trainings were performed in the same training session under the vascular occlusion (VO). The training duration was 12 weeks, three sessions per week.

**Results:** The results showed that body mass index in both training groups significantly decreased compared with Con ( $p<0.001$ ), but this reduction was further in ES ( $p<0.001$ ). Upper and lower body strengths were significantly increased in both training group compared with Con ( $p<0.001$ ), but this increase was further in SE ( $p<0.001$ ). Also, muscle endurance significantly increased in both training groups compared with Con ( $p<0.001$ ), with no difference between groups ( $p=0.280$ ). There was only significant difference between AS with Con in aerobic capacity ( $p<0.001$ ), while there was no significant difference between SA with Con ( $p=0.081$ ), and AS with SA ( $p>0.05$ )

**Conclusion:** It seems that concurrent training with vascular occlusion significantly improved physical fitness components in elderly women regardless of their order and there was no obvious difference between the order of the training in one session. However, if specific training goals are to be considered, the order of the training may be determinative.

**Keywords:** Concurrent training, Training order, Blood flow restriction, Elderly women

Received: 2018.09.01 Accepted: 2018.11.10

### اثر ترتیب تمرینات ترکیبی هوازی - مقاومتی همراه با انسداد عروق بر آمادگی جسمانی زنان مسن

فاطمه ضیغمی<sup>۱</sup>، سید علیرضا حسینی کاخک<sup>۲</sup>، امیرحسین حقیقی<sup>۲</sup>

**هدف:** ترتیب تمرینات ترکیبی یکی از اصول اساسی تمرین می باشد که بخصوص در زنان سالمندان و همراه با محدودیت جریان خون کمتر مورد مطالعه قرار گرفته است. لذا هدف مطالعه حاضر مطالعه اثر ترتیب تمرینات ترکیبی (هوازی - مقاومتی در مقابل مقاومتی- هوازی) در یک جلسه تمرینی همراه با انسداد عروق بر عوامل آمادگی جسمانی زنان مسن بود.

**روش بررسی:** چهار نفر زن سالمند سن ۶۰ تا ۷۰ سال به طور تصادفی به دو گروه تمرین ترکیبی و یک گروه کنترل (۱۳ نفر) تقسیم شدند. یکی از گروه‌های تمرینی ابتدا تمرین مقاومتی و سپس تمرین هوازی (۱۴ نفر) و گروه تمرینی دیگر ابتدا تمرین هوازی و سپس تمرین مقاومتی (۱۳ نفر) را انجام دادند. هر دو بخش تمرین هوازی و مقاومتی در یک جلسه و همراه با انسداد عروق انجام شد. کل دوره تمرینی، ۱۲ هفته و سه جلسه در هفته بود.

**یافته ها:** نتایج نشان داد که در مورد شاخص توده بدن، دو گروه تمرینی نسبت به گروه کنترل کاهش معنی‌داری داشت ( $p<0/001$ )، اما این کاهش در گروه تمرین هوازی- مقاومتی بیشتر بود ( $p<0/001$ ). قدرت بالاتنه و پایین‌تنه هر دو گروه تمرینی نسبت به گروه کنترل افزایش معنی‌دار داشت ( $p<0/001$ )، اما این افزایش در گروه مقاومتی- هوازی بیشتر بود ( $p<0/001$ ). استقامت عضلانی دو گروه تمرینی نسبت به گروه کنترل افزایش معنی‌داری داشت ( $p<0/001$ )، اما بین دو

گروه تمرینی تفاوت معنی داری وجود نداشت ( $p > 0/248$ ). ظرفیت هوازی فقط بین گروه تمرین هوازی - مقاومتی با گروه کنترل تفاوت معنی داری وجود داشت ( $p < 0/001$ )، در حالی که بین گروه مقاومتی - هوازی با کنترل ( $p = 0/081$ ) و دو گروه تمرینی با یکدیگر تفاوت معنی داری وجود نداشت ( $p > 0/05$ ).

**نتیجه گیری:** به نظر می رسد تمرینات ترکیبی همراه با انسداد عروق صرف نظر از ترتیب آن‌ها به طور موثری باعث بهبود عناصر آمادگی جسمانی زنان سالمند می شود و تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین ترتیب این دو نوع تمرین در یک جلسه تمرین وجود ندارد. هر چند چنانچه اهداف تمرینی خاصی مد نظر باشد، ترتیب تمرینات می تواند تعیین کننده باشد.

**کلمات کلیدی:** تمرینات ترکیبی، ترتیب تمرینات، انسداد عروق، زنان مسن

**نویسنده مسئول:** سید علیرضا حسینی کاخک، [sa.hosseini@hsu.ac.ir](mailto:sa.hosseini@hsu.ac.ir)، ORCID: 0000-0002-7510-2445

آدرس: سبزوار، توحید شهر، دانشگاه حکیم سبزواری، دانشکده علوم ورزشی، ص. پ. ۳۹۷

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

۲- دانشیار گروه فیزیولوژی ورزش دانشگاه حکیم سبزواری، دانشکده علوم ورزشی، سبزوار، ایران

## مقدمه

تحقیقات حاکی از افزایش سالمندان جهان است به طوری که پیش‌بینی می شود تا سال ۲۰۵۰ میلادی تعداد سالمندان جهان به دو برابر یعنی نزدیک به دو میلیارد نفر برسد (۱-۳). سالمندی با کاهش عملکردهای عصبی عضلانی و قلبی عروقی همراه است که در نتیجه ظرفیت عملکردی برای انجام کارهای روزمره کاهش می یابد (۴). در سالمندی قدرت و توده عضلانی کاهش یافته و بیش از نیمی از مردان و دو سوم زنان سالمند توانایی انجام کارهای سنگین منزل را به همین علت از دست می دهند. تحقیقات نشان می دهد قدرت عضلانی از دهه ۵۰ زندگی به بعد بتدریج شروع به کاهش کرده و این کاهش با سرعت بیشتری به میزان ۱۲ تا ۱۵ درصد در هر دهه ادامه می یابد. این افت عملکرد و لذا پیامدهای نامطلوب ناشی از آن در زنان بیشتر از مردان است (۳) و به علت تفاوت های جنسیتی بخصوص در اثر یائسگی باید توجه ویژه ای به زنان داشت (۲). سالمندی همچنین باعث افت حداکثر اکسیژن مصرفی شده به طوری که در سن ۶۵ سالگی، ظرفیت هوازی به میزان ۳۰ تا ۴۰ درصد نسبت به دوره جوانی کاهش می یابد و به عملکردهای روزانه افراد سالمند لطمه می زند (۵).

یکی از مهمترین استراتژی ها برای مهار یا کاهش افت عملکرد حرکتی، توده و قدرت عضلانی در سالمندان انجام تمرینات قدرتی و هوازی منظم است (۴،۵). به طور کلی ترکیبی از تمرینات هوازی و مقاومتی برای افراد سالمند توصیه می شود (۶، ۷، ۴)، هر چند دستورالعمل مشخصی

در زمینه تمرینات ترکیبی وجود ندارد (۸). برای تجویز یک برنامه تمرینی ترکیبی بهینه برای سالمندان باید موثرترین ترکیب اصول تمرینات (مانند شدت، حجم، تواتر و غیره) را شناسایی نمود. یکی از این اصول تمرینات ترکیبی که کمتر مورد مطالعه و توجه قرار گرفته است، ترتیب یا اولویت انجام بخش قدرتی یا هوازی این تمرینات در درون یک جلسه تمرین می باشد (۴). هر چند تحقیقات قابل توجهی در زمینه تمرینات ترکیبی انجام شده، اما اولاً روی سالمندان و ثانیاً در مورد ترتیب اجرای این تمرینات مطالعات بسیار اندکی صورت پذیرفته است (۴) و نتایج بدست آمده نیز بعضاً متناقض می باشد. به عنوان مثال، در یک مطالعه نشان داده شد ترتیب درون جلسه‌ای تمرینات ترکیبی اثری بر ظرفیت هوازی ندارد، هر چند قدرت عضلانی در گروهی که ابتدا تمرین مقاومتی را انجام داده بودند به طور معنی داری بالاتر بود (۹). در مطالعه دیگری روی مردان سالمند نشان داده شد که قدرت عضلانی بالاتنه و پایین تنه در هر دو گروه قدرتی - استقامتی و استقامتی - قدرتی افزایش یافت، اما افزایش در قدرت پایین تنه به طور معنی داری در گروه قدرتی - استقامتی بیشتر بود، در توده عضلانی نیز بین دو گروه تفاوتی وجود نداشت (۱۰).

در مطالعه Schuman و همکاران (۱۱) روی مردان جوان، تفاوتی در قدرت عضلانی پایین تنه بین دو گروه هوازی - مقاومتی و مقاومتی - هوازی بعد از ۱۲ هفته تمرین مشاهده نشد (۱۱). در مطالعه بنی طالبی و همکاران (۱۲) نیز تفاوتی بین ترتیب تمرینات ترکیبی از

شدتی کمتر (۲۰ تا ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه) از تمرینات قدرتی انجام می‌شود و اعتقاد بر این است که می‌تواند همان آثار فیزیولوژیک تمرینات با شدت بالا را بدون بروز مصدومیت و آسیب به همراه داشته باشد (۱۶، ۱۷، ۲۱، ۲۲، ۲۳). در این روش تمرینی، قسمت پروگزیمال بازو یا ران با استفاده از یک کش الاستیکی، کاف یا تورنیکت بسته شده، به طوری که جریان خون عضله محدود شده و عضله تحت شرایط هایپوکسی به فعالیت پردازد (۱۶). تحقیقاتی که در زمینه اثر تمرینات همراه با انسداد عروق روی عملکرد سالمندان انجام شده، عمدتاً با استفاده از تمرینات مقاومتی بوده (۲۳-۲۷) و تحقیقات اندکی روی تمرینات هوازی انجام گرفته است (۲۸، ۲۹). در زمینه اثر تمرینات ترکیبی همراه با انسداد عروق نیز ظاهراً فقط یک مطالعه انجام شده است. در این مطالعه یک گروه تمرین ترکیبی را با و گروه دیگر بدون انسداد عروق انجام دادند. البته در این مطالعه فقط بخش قدرتی تمرین با انسداد عروق انجام شد. نتایج تحقیق نیز نشان داد که افزایش سطح مقطع ران، قدرت عضلانی و ظرفیت هوازی در هر دو گروه مشابه بود (۳۰). لذا به نظر می‌رسد اولاً تا کنون تحقیقی که همزمان اثر تمرینات مقاومتی و هوازی همراه با محدودیت جریان خون را بررسی کرده باشد وجود ندارد، ثانیاً اثر ترتیب تمرینات ترکیبی همراه با انسداد عروق مورد مطالعه قرار نگرفته است. بنابراین این تحقیق به منظور بررسی اثر ترتیب تمرینات ترکیبی در یک جلسه (ابتدا هوازی سپس مقاومتی یا برعکس) همراه با محدودیت جریان خون بر عناصر آمادگی جسمانی زنان سالمند طراحی و اجرا شد.

### روش بررسی

این یک تحقیق نیمه تجربی با دو گروه تمرین و یک گروه کنترل و طرح پیش آزمون، پس آزمون بود. ابتدا آزمودنی‌ها توسط پزشک معاینه شده و مجوز شرکت ایشان در برنامه تمرین ورزشی صادر گردید. تمام آزمودنی‌ها رضایت نامه کتبی مبنی بر شرکت در طرح تحقیقاتی را تکمیل و امضاء نمودند.

آزمودنی‌های این تحقیق را ۴۰ نفر از زنان سالمند شهرستان مشهد تشکیل دادند. آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد و با توجه به توان آزمون و سطح معنی داری آن‌ها که

لحاظ تاثیر بر درصد چربی یا قدرت بالاتنه زنان سالمند وجود نداشت، هر چند در قدرت پایین‌تنه و ظرفیت هوازی بین دو گروه تفاوت مشاهده شد (۱۲). همین‌طور، در تحقیق دیگری گزارش شد که ترتیب متفاوت هوازی-مقاومتی شش هفته تمرین ترکیبی (با هدف توانبخشی) در زنان و مردان جوان تاثیری در قدرت و حجم عضلانی آزمودنی‌ها نداشت (۱۳). در مطالعه Campos و همکاران (۱۴)، نیز ۱۲ هفته تمرین ترکیبی (با ترتیب متفاوت هوازی-مقاومتی) در زنان سالمند، قدرت عضلانی بالاتنه فقط در گروه تمرین مقاومتی به تنهایی و تمرین مقاومتی-هوازی، در حالی که قدرت پایین‌تنه در هر چهار گروه (تمرین هوازی به تنهایی، تمرین مقاومتی به تنهایی، گروه هوازی-مقاومتی و گروه مقاومتی-هوازی) افزایش یافت. غیر از گروه هوازی به تنهایی، بین سه گروه دیگر نیز تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. در عملکرد هوازی نیز فقط دو گروه هوازی-مقاومتی و مقاومتی-هوازی تفاوت معنی‌داری با سایر گروه‌ها داشتند و بین این دو گروه تفاوتی وجود نداشت (۱۴). در مطالعه دیگری البته، نشان داده شد که تمرینات ترکیبی با ترتیب هوازی-قدرتی نسبت به تمرینات قدرتی و هوازی به تنهایی و تمرین قدرتی-هوازی اثر بیشتری بر ظرفیت هوازی مردان جوان دارد (۱۵)، این در حالی است که به نظر می‌رسد که قدرت و نیروی تولیدی عضله وقتی که تمرین قدرتی قبل از تمرین هوازی انجام شود، بیشتر است (۹). حتی پاسخ‌های هورمونی نیز به نظر می‌رسد متاثر از ترتیب تمرینات هوازی و مقاومتی در درون یک جلسه تمرین ترکیبی باشد. به عنوان مثال پاسخ تستوسترون به یک جلسه تمرین ترکیبی با اولویت هوازی بیشتر از اولویت مقاومتی می‌باشد (۹). لذا به نظر می‌رسد اصل مهم ترتیب تمرینات ترکیبی در سازگاری‌های ایجاد شده حائز اهمیت است و باید به آن توجه داشت.

دستورالعمل‌های تمرینی در مورد تمرین مقاومتی در سالمندان به طور کلی حامی انجام تمرینات با شدت بالای ۷۰ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه هستند (۱۶-۱۹). اما معمولاً این شدت تمرینی مطلوب برای سالمندان نمی‌باشد و ممکن است با آسیب دیدگی‌هایی نیز همراه باشد (۱۶، ۲۰). لذا نوع دیگری از تمرینات قدرتی یعنی تمرینات با انسداد عروق معرفی شده است. این تمرینات با

مشترک و با شرکت هر دو گروه انجام می‌شد. فقط محقق اصلی نسبت به گروه بندی اطلاع داشت و آزمونگرها از این موضوع مطلع نبودند.

تمرینات هوازی عبارت بود از راه رفتن تند، دویدن نرم، پله‌ورزی و حرکات ریتمیک ایروبیکی. شدت تمرین بر اساس ضربان قلب بیشینه (سن-۲۲۰) کنترل می‌شد. شدت تمرین در دو هفته اول ۵۰ تا ۵۵ درصد ضربان قلب بیشینه بود که هر دو هفته پنج درصد به شدت تمرین افزوده می‌گردید، به طوری که در دو هفته آخر به ۸۰ تا ۸۵ درصد ضربان قلب بیشینه رسید. ضربان قلب از طریق ضربان سنج پولار کنترل می‌شد. همچنین به آزمودنی‌ها آموزش داده شد از طریق نبض مچ دستی شدت تمرین را کنترل نمایند.

تمرینات مقاومتی شامل کار با دستگاه‌های بدنسازی و وزنه‌های آزاد بود. چند جلسه آشنایی با نحوه انجام صحیح حرکات برگزار گردید. حرکات بالاتنه شامل پرس سینه، پرس سرشانه (در حالت نشسته)، کشش جانبی از پهلو، خم کردن و باز کردن آرنج و حرکات پایین تنه شامل پرس پا، خم کردن زانو، خم و باز کردن مچ پا (ساق پا) بود. ابتدا حرکات چند مفصله و سپس حرکات تک مفصله انجام می‌شد. شدت تمرینات بر اساس تعداد تکرارها تعیین شد (۳۱)، به طوری که آزمودنی وزنه ای را انتخاب می‌کرد که بتواند ۸ تا ۱۰ تکرار انجام دهد. البته در دو هفته اول شدت تمرین کمتر و تکرارها ۱۰ تا ۱۲ بود. استراحت بین ایستگاه‌ها یک تا دو دقیقه و بین ست‌ها یک دوم تا یک دقیقه بود. اضافه بار از طریق ثابت نگهداشتن تعداد تکرارها با اضافه کردن وزنه رعایت می‌شد (۳۱).

برای اعمال انسداد عروق از کاف پنوماتیکی محقق ساخته استفاده شد (۳۲). به این صورت که یک تیوپ لاستیکی در داخل یک روکش برزنتی قرار داده شد، که توسط یک تلمبه باد و فشار داخل آن توسط اسفیگمومانومتر اندازه‌گیری می‌شد. عرض کاف برای بالاتنه و پایین‌تنه به ترتیب پنج و هفت سانتی متر بود (۳۳). میزان فشار باد داخل کاف برابر بود با ۵۰ درصد فشار مورد نیاز برای انسداد کامل سرخرگ. انسداد کامل سرخرگ با استفاده از دستگاه سونوگرافی داپلر (Vascular Doppler Detector, BV-520- Schenzen, China) تعیین شد، به این صورت که

بترتیب ۸۹ و ۵ درصد و اندازه اثر بدست آمده از مطالعه اولیه برابر ۲۹ درصد بود، حجم نمونه با استفاده از نرم افزار G\*Power برآورد شد و برابر حداقل ۴۰ نفر بدست آمد. آزمودنی‌ها از طریق اعلام فراخوان و بر اساس معیارهای ورود به تحقیق وارد شدند. معیارهای ورود به تحقیق عبارت بود از: سن بین ۶۰ تا ۷۰ سال، عدم ابتلاء به بیماری‌های قلبی عروقی، دیابت، پرفشاری خون، مشکلات ارتوپدی که مانع شرکت در فعالیت شود، عدم مصرف داروهای خاص. عدم استعمال دخانیات و الکل و عدم شرکت در فعالیت ورزشی منظم طی شش ماه گذشته. عدم شرکت متوالی در سه جلسه تمرینی و بروز آسیب‌دیدگی که مانع ادامه تمرین شود، نیز به عنوان معیارهای خروج در نظر گرفته شدند. آزمودنی‌ها پس از انتخاب، به طور تصادفی به دو گروه تمرین ترکیبی و یک گروه کنترل (انجام فعالیت‌های روزمره زندگی بدون شرکت در برنامه تمرینی مشخص، ۱۵ نفر) تقسیم شدند. دو گروه تمرینی عبارت بود از گروهی که ابتدا تمرین مقاومتی و سپس تمرین هوازی (۱۵ نفر) و گروهی که ابتدا تمرین هوازی و سپس تمرین مقاومتی (۱۵ نفر) را در یک جلسه تمرین انجام می‌داد. همچنین از آزمودنی‌ها خواسته شد در سرتاسر برنامه تمرینی رژیم غذایی معمول خود را در پیش گیرند و از دستکاری رژیم غذایی بپرهیزند. دو نفر از گروه هوازی - مقاومتی و یک نفر از گروه مقاومتی - هوازی به علت مسافرت و دو نفر از گروه کنترل به علت شرکت نکردن در پس آزمون از روند مطالعه خارج شدند.

**برنامه تمرینی:** تمرین به مدت ۱۲ هفته، هر هفته سه جلسه و هر جلسه حدوداً ۹۰ دقیقه انجام شد. برنامه تمرینی به صورت کاملاً نظارت شده و زیر نظر مربیان مجرب صورت می‌گرفت. آزمودنی‌های دو گروه تمرینی در یک سالن و به صورت همزمان تمرین می‌کردند. سالن دارای دو بخش مجزای ایروبیکی و مقاومتی بود. ابتدا هر دو گروه تمرینی با هم برنامه گرم کردن (شامل دویدن آهسته، حرکات کششی و نرمش‌های سوئدی) را انجام می‌دادند، سپس یک گروه از آزمودنی‌ها ابتدا در قسمت بدنسازی سالن، تمرین مقاومتی و همزمان گروه دیگر در قسمت ایروبیکی سالن، تمرینات هوازی را انجام می‌دادند، سپس جای این دو گروه عوض می‌شد. پس از اتمام تمرینات اصلی هر دو گروه، برنامه سرد کردن نیز به طور

از برآزش مدل RM-ANOVA پذیره‌های زیربنایی مدل نیز با استفاده از آزمون های لیلی فورس، شاپیرو-ویلک و آزمون باکس بررسی گردید. سطح معنی داری نیز ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

### یافته ها

نتایج تجزیه و تحلیل ANOVA نشان داد بین متغیرهای آنترپومتریکی (سن، قد، وزن، شاخص توده بدن و درصد چربی) آزمودنی ها در گروه های مختلف در ابتدای تحقیق تفاوت معنی داری وجود نداشت. در جدول ۱ میانگین و انحراف معیار متغیرهای اصلی پژوهش به تفکیک گروه‌های مختلف در قبل و بعد از تمرین ارائه شده است. نتایج آزمون ثابت بودن کواریانس خطاهای مدل (آزمون باکس) حاکی از آن بود که کواریانس خطاهای مدل تمام متغیرها (به جز استقامت پرس سینه و استقامت پا) قبل و پس از تمرین ثابت بود ( $p > 0/05$ ). آزمون نرمال بودن توزیع خطاهای مدل به روش شاپیرو-ویلک و کولوموگروف اسمیرنوف (لیلی فورس) نیز نشان داد که خطاهای مدل در قبل و بعد از تمرین در تمام متغیرها از توزیع طبیعی برخوردار بودند ( $p > 0/05$ ).

در جدول ۲ نیز اثر زمان، اثر گروه و اثر تعاملی زمان و گروه در مورد هر یک از متغیرهای تحقیق ارائه شده است. در جدول ۲، نتایج آزمون RM-ANOVA آمده است. همان طور که در جدول فوق مشاهده می شود، در مورد تمام متغیرها اثر تعاملی زمان و گروه معنی دار است و این بدان معنی است که بین گروه ها در پیش آزمون و پس آزمون تفاوت معنی دار وجود داشت که برای مشخص کردن اینکه تفاوت پیش آزمون و پس آزمون در سه گروه و همچنین تفاوت گروه ها در پیش و پس آزمون چگونه بوده است، نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی به این شرح بود. وزن در هر دو گروه تمرینی از قبل از تمرین تا پس از تمرین کاهش معنی داری داشت (به ترتیب  $p < 0/01$  و  $p < 0/03$ ). اما در گروه کنترل وزن از قبل از تمرین تا پس از تمرین تغییر معنی داری نداشت ( $p = 0/22$ ). شاخص توده بدن در هر دو گروه تمرینی در پس از تمرین با یکدیگر تفاوت معنی داری داشت ( $p < 0/01$ )، به طوری که، شاخص توده بدن گروه هوازی- مقاومتی از گروه مقاومتی- هوازی در پس از تمرین به طور معنی داری کمتر بود ( $p < 0/01$ ). فقط گروه هوازی- مقاومتی از قبل

پروب دستگاه روی شریان بازویی یا ران قرار می گرفت و کاف توسط تلمبه باد می شد تا حدی که صدای نبض ناپدید می گردید. در این هنگام فشار کاف ثبت و به عنوان فشار مورد نیاز برای انسداد کامل شریان در نظر گرفته می شد. کاف در حین تمرین و حتی در فواصل استراحتی بین ست ها بسته بوده و فقط بین حرکات باز می شد (۳۰).

قد و وزن به روش استاندارد و با قد سنج و ترازوی سکا اندازه گیری و شاخص توده بدن از تقسیم وزن (کیلوگرم) بر مجذور قد (متر) محاسبه شد. درصد چربی بدن به روش سه نقطه‌ای جکسون و پولاک محاسبه شد. در این روش چین پوستی نواحی سه سر بازو، فوق خاصره و ران در سمت راست بدن توسط کالیپر اندازه گیری و در فرمول مربوطه قرار داده شده و درصد چربی محاسبه می شود (۳۴). قدرت پرس سینه و قدرت پا بترتیب توسط حرکت پرس سینه و باز کردن زانو توسط روش مستقیم One Repetition Maximum ارزیابی گردید. به این ترتیب که آزمودنی بر اساس جلسات آشنایی با وزنه، وزنه ای را که حدس می زد می تواند فقط یکبار جابجا کند، انتخاب می کرد. سپس با روش آزمون و خطا (بین سه تا پنج بار کوشش و خطا) و فاصله استراحت مناسب بین تکرارها، مقدار وزنه ای که به طور صحیح و کامل توسط آزمودنی جابجا می شد، به عنوان رکورد وی در آن حرکت ثبت می گردید (۳۶، ۳۵). استقامت پرس سینه و استقامت عضلات پا نیز در همین حرکات اما با ۵۰ درصد One Repetition Maximum (تعداد حرکات تا حد خستگی) (۳۶) و ظرفیت هوازی یا  $VO_{2max}$  (بر حسب میلی لیتر/ کیلوگرم/ دقیقه) توسط آزمون یک مایل راکپورت مورد ارزیابی قرار گرفت (۳۷). تمام آزمون ها قبل و ۲۴ ساعت پس از برنامه تمرینی و در شرایط کاملا مشابه گرفته شد.

به منظور تجزیه و تحلیل داده ها از روش آماری آنالیز واریانس با اندازه گیری مکرر (-Repeated Measure Analysis of Variance) استفاده گردید. در این روش، اثر زمان، اثر گروه و اثر تعاملی زمان و گروه مورد تحلیل قرار گرفت. در مواردی که اثر تعاملی زمان و گروه معنی دار بود، برای مقایسه های چندگانه از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. تمام تجزیه و تحلیل ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS نسخه ۲۲ صورت پذیرفت. پس

جدول ۱: داده‌های توصیفی متغیرهای تحقیق

گروه‌ها	تمرین هوازی - مقاومتی (۱۳ نفر)			تمرین مقاومتی - هوازی (۱۴ نفر)			کنترل (۱۳ نفر)		
	قبل از تمرین (میانگین ± انحراف معیار)	پس از تمرین (میانگین ± انحراف معیار)	درصد تغییرات	قبل از تمرین (میانگین ± انحراف معیار)	پس از تمرین (میانگین ± انحراف معیار)	درصد تغییرات	قبل از تمرین (میانگین ± انحراف معیار)	پس از تمرین (میانگین ± انحراف معیار)	درصد تغییرات
وزن (kg)	۷۱/۱ ± ۱۰/۶	۶۹/۱ ± ۹/۴	-۲/۸۱	۶۷/۳ ± ۱۰/۹	۶۶/۱ ± ۹/۴	-۱/۷۸	۷۰/۲ ± ۹/۹	۷۲/۸ ± ۷/۷	۳/۷
شاخص توده بدن (kg/m <sup>2</sup> )	۲۸/۶ ± ۴/۱	۲۷/۷ ± ۴	-۳/۱۴	۲۸/۲ ± ۳/۶	۲۷/۵ ± ۲/۹	-۲/۵	۲۶/۹ ± ۳/۸	۲۷ ± ۳/۸	۰/۳۷
درصد چربی	۲۹/۴ ± ۴/۱	۲۸/۴ ± ۳/۷	-۳/۴	۲۷/۷ ± ۴/۸	۲۶/۲ ± ۴/۳	-۵/۴۱	۲۷/۵ ± ۳/۸	۲۷/۹ ± ۳/۴	۱/۴۵
قدرت پرس سینه (kg)	۲۳ ± ۴/۲	۴۱/۶ ± ۴	۸۰/۸	۲۶/۱ ± ۸	۴۸/۶ ± ۸/۲	۸۶/۲	۲۴/۱ ± ۶/۴	۲۴ ± ۶/۲	-۰/۴۱
قدرت پا (kg)	۴۰/۳ ± ۹/۶	۶۱/۴ ± ۱۴	۵۲/۳	۴۴ ± ۱۱/۴	۷۰/۷ ± ۱۰/۴	۶۰/۷	۴۱ ± ۱۰/۳	۳۸/۸ ± ۱۰/۶	-۵/۳۶
استقامت پرس سینه (تکرار)	۱۶/۳ ± ۱/۶	۱۹/۲ ± ۱/۷	۱۷/۸	۱۵/۴ ± ۱/۸	۱۷/۸ ± ۱/۷	۱۵/۶	۱۵ ± ۱/۸	۱۴/۸ ± ۱/۷	-۱/۳۳
استقامت پا (تکرار)	۱۶ ± ۱	۱۸/۸ ± ۱/۵	۱۷/۵	۱۵/۶ ± ۱/۴	۱۸/۷ ± ۱/۳	۱۹/۹	۱۶/۲ ± ۱/۴	۱۶ ± ۱	-۱/۲۳
ظرفیت هوازی (ml/kg/min)	۳۴ ± ۲/۳	۳۸/۸ ± ۲/۶	۱۴/۱	۳۵/۳ ± ۲/۵	۴۱/۱ ± ۲/۴	۱۶/۴۳	۳۵/۴ ± ۲/۳	۳۵/۵ ± ۲/۶	۰/۲۸

kg: کیلوگرم، m<sup>2</sup>: مترمربع، ml: میلی لیتر

جدول ۲: نتایج آزمون ANOVA با اندازه‌گیری مکرر (اثر زمان، اثر گروه و اثر زمان در

اندازه اثر	اثر گروه		اثر زمان		اثر زمان * گروه		اندازه اثر	F(df1,df2)= Statistics	اندازه اثر	F(df1,df2)= Statistics	اندازه اثر	F(df1,df2)= Statistics	اندازه اثر	F(df1,df2)= Statistics	گروه‌ها	
	p-مقدار	F(df1,df2)= Statistics	p-مقدار	F(df1,df2)= Statistics	p-مقدار	F(df1,df2)= Statistics										p-مقدار
وزن (kg)	<۰/۰۰۱*	F(۱/۳۷)=۹/۹	۰/۰۶	F(۱/۳۷)=۱/۳	۰/۲۹	<۰/۰۰۱	F(۱/۳۷)=۱۵/۳	۰/۳۴	<۰/۰۰۱*	F(۱/۳۷)=۹/۹	۰/۲۸	<۰/۰۰۱*	F(۱/۳۷)=۱۵/۳	۰/۲۹	<۰/۰۰۱	F(۱/۳۷)=۱۵/۳
شاخص توده بدن (kg/m <sup>2</sup> )	<۰/۰۰۱*	F(۱/۳۷)=۹/۶	۰/۰۲	F(۱/۳۷)=۰/۳۷	۰/۳۷	<۰/۰۰۱	F(۱/۳۷)=۲۱/۷	۰/۳۴	<۰/۰۰۱*	F(۱/۳۷)=۹/۶	۰/۰۷	<۰/۰۰۱*	F(۱/۳۷)=۲۱/۷	۰/۳۷	<۰/۰۰۱	F(۱/۳۷)=۲۱/۷
درصد چربی	<۰/۰۰۱*	F(۱/۳۷)=۴۰/۱	۰/۰۴	F(۱/۳۷)=۰/۸۰	۰/۶۲	<۰/۰۰۱	F(۱/۳۷)=۶۲/۶	۰/۶۹	<۰/۰۰۱*	F(۱/۳۷)=۴۰/۱	۰/۴۵	<۰/۰۰۱*	F(۱/۳۷)=۶۲/۶	۰/۶۲	<۰/۰۰۱	F(۱/۳۷)=۶۲/۶
قدرت پرس سینه (kg)	<۰/۰۰۱*	F(۱/۳۷)=۳۷۸/۶	۰/۴۴	F(۱/۳۷)=۱۵/۰۳	۰/۹۷	<۰/۰۰۱	F(۱/۳۷)=۱۴۴۶/۳	۰/۹۵	<۰/۰۰۱*	F(۱/۳۷)=۳۷۸/۶	<۰/۰۰۱*	F(۱/۳۷)=۱۵/۰۳	۰/۹۷	<۰/۰۰۱	F(۱/۳۷)=۱۴۴۶/۳	
قدرت پا (kg)	<۰/۰۰۱*	F(۱/۳۷)=۶۸/۱	۰/۳۵	F(۱/۳۷)=۱۰/۳	۰/۸۷	<۰/۰۰۱	F(۱/۳۷)=۲۶۵/۱	۰/۷۸	<۰/۰۰۱*	F(۱/۳۷)=۶۸/۱	<۰/۰۰۱*	F(۱/۳۷)=۱۰/۳	۰/۸۷	<۰/۰۰۱	F(۱/۳۷)=۲۶۵/۱	
استقامت پرس سینه (تکرار)	<۰/۰۰۱*	F(۱/۳۷)=۶۵/۶	۰/۸۸	F(۱/۳۷)=۱۳۵/۲	۰/۸۰	<۰/۰۰۱	F(۱/۳۷)=۱۴۴	۰/۷۸	<۰/۰۰۱*	F(۱/۳۷)=۶۵/۶	<۰/۰۰۱*	F(۱/۳۷)=۱۳۵/۲	۰/۸۰	<۰/۰۰۱	F(۱/۳۷)=۱۴۴	
استقامت پا (تکرار)	<۰/۰۰۱*	F(۱/۳۷)=۱۰۳/۳	۰/۷۲	F(۱/۳۷)=۴۷/۶	۰/۹۳	<۰/۰۰۱	F(۱/۳۷)=۵۲۸/۳	۰/۸۴	<۰/۰۰۱*	F(۱/۳۷)=۱۰۳/۳	<۰/۰۰۱*	F(۱/۳۷)=۴۷/۶	۰/۹۳	<۰/۰۰۱	F(۱/۳۷)=۵۲۸/۳	
ظرفیت هوازی (ml/kg/min)	<۰/۰۰۱*	F(۱/۳۷)=۴۷/۶	۰/۲۰	F(۱/۳۷)=۴/۶	۰/۸۴	<۰/۰۰۱	F(۱/۳۷)=۱۹۷/۷	۰/۷۲	<۰/۰۰۱*	F(۱/۳۷)=۴۷/۶	<۰/۰۰۱*	F(۱/۳۷)=۴/۶	۰/۸۴	<۰/۰۰۱	F(۱/۳۷)=۱۹۷/۷	

\*معنی‌داری در سطح p<۰/۰۵، kg: کیلوگرم، m<sup>2</sup>: مترمربع، ml: میلی لیتر، df1: درجه آزادی ۱، df2: درجه آزادی ۲

نیز از قبل از تمرین به بعد از تمرین تفاوت (افزایش) معنی‌داری داشت (p<۰/۰۱). بین گروه‌ها در درصد چربی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (p<۰/۰۵).

قدرت پرس سینه و قدرت پا هر دو گروه تمرینی از قبل از تمرین به بعد از تمرین تفاوت (افزایش) معنی‌داری داشت (در همه موارد p<۰/۰۰۱). در حالی که گروه

از تمرین به بعد از تمرین تفاوت (کاهش) معنی‌داری داشت (p<۰/۰۰۱)، در حالی که در گروه مقاومتی - هوازی و گروه کنترل (به ترتیب <۰/۱۴ و <۰/۹۸) تفاوتی مشاهده نشد. در مورد درصد چربی هر دو گروه تمرینی از قبل از تمرین به بعد از تمرین تفاوت (کاهش) معنی‌داری داشت (در هر دو مورد p<۰/۰۰۱)، همچنین گروه کنترل

نشان داد که تفاوتی بین ترتیب تمرینات در یک برنامه تمرین ترکیبی از لحاظ اثر بر ترکیب بدنی وجود نداشت، هر چند در مورد شاخص توده بدن، برتری با تمرین هوازی- مقاومتی بود. در مورد قدرت عضلانی بالاتنه و پایین تنه نیز نتایج نشان داد که هر چند هر دو برنامه باعث افزایش قدرت شدند، اما به نظر می رسد ترتیب تمرین مقاومتی- هوازی از اولویت برخوردار است. البته این موضوع در مورد استقامت عضلانی و ظرفیت هوازی صادق نبود و بین دو برنامه تمرینی تفاوتی وجود نداشت.

به طور کلی تحقیقات از فوائد و برتری تمرینات ترکیبی نسبت به تمرینات هوازی یا مقاومتی به تنهایی در سالمندان حمایت می کنند (۷،۸،۳۸) و بر این نکته تاکید دارند که جهت بهینه سازی تجویز برنامه تمرینی ترکیبی در سالمندان باید موثرترین ترکیب متغیرهای برنامه تمرینی (شامل شدت، حجم، تواتر در هفته و ترتیب تمرینات) شناسایی شود (۴). این مطالعه بر همین مبنا طرح ریزی گردید، چرا که به نظر می رسد اصل ترتیب تمرینات در برنامه تمرین ترکیبی بخصوص در زنان سالمند و بویژه همراه با محدودیت جریان خون مورد مطالعه قرار نگرفته است. برخی تحقیقات حاکی از آن است که (در مردان مسن) چنانچه تمرینات هوازی قبل از تمرینات مقاومتی انجام گیرد، اثر منفی روی اکتساب قدرت دارد (۳۹). در حالی که تحقیقات دیگر مدعی هستند تفاوتی بین ترتیب تمرینات هوازی و مقاومتی در یک برنامه تمرین ترکیبی وجود ندارد (۱۴). Cadore و همکاران (۳۹) با مطالعه ۱۲ هفته تمرین مقاومتی، هوازی و ترکیبی روی مردان مسن به این نتیجه رسید که تمرینات ترکیبی با ترتیب هوازی- مقاومتی منجر به تداخل در قدرت پایین تنه می شود در حالی که این تداخل در قدرت بالاتنه مشاهده نشد (۳۹). Campos و همکاران (۱۴) نیز با مطالعه ۱۲ هفته تمرین در زنان مسن (در گروه های تمرین مقاومتی، تمرین هوازی، تمرین هوازی- مقاومتی، تمرین مقاومتی- هوازی و کنترل) به این نتیجه رسیدند که دو گروه تمرین ترکیبی (صرف نظر از ترتیب آن ها) در عملکرد هوازی امتیاز بهتری بدست آوردند، در حالی که در قدرت ایستا بین گروه های تمرینی تفاوتی وجود نداشت. اما در قدرت بالاتنه (پرس سینه) سه گروه تمرین مقاومتی، تمرین هوازی- مقاومتی و تمرین مقاومتی - هوازی نسبت به

کنترل از قبل از تمرین به بعد از تمرین تفاوت معنی داری نداشت (به ترتیب  $p < 0/98$  و  $p < 0/10$ ). همچنین هر دو گروه تمرینی در پس از تمرین با گروه کنترل تفاوت معنی داری داشت (در همه موارد  $p < 0/001$ )، به طوری که، قدرت پرس سینه و قدرت پا هر دو گروه تمرینی در پس از تمرین به طور معنی داری بیشتر از گروه کنترل بود (در همه موارد  $p < 0/001$ ). همچنین قدرت پرس سینه و قدرت پا دو گروه تمرینی در پس از تمرین با یکدیگر تفاوت معنی داری داشت (در همه موارد  $p < 0/001$ )، به طوری که، قدرت پرس سینه و قدرت پا گروه قدرتی- هوازی پس از تمرین به طور معنی داری بیشتر از گروه هوازی- مقاومتی بود (در همه موارد  $p < 0/001$ ).

نتایج استقامت پرس سینه و استقامت پا نیز مشابه یکدیگر بود، به طوری که این دو فاکتور در هر دو گروه تمرینی از قبل از تمرین به بعد از تمرین تفاوت (افزایش) معنی داری داشت (در همه موارد  $p < 0/001$ ). در حالی که گروه کنترل از قبل از تمرین به بعد از تمرین تفاوت معنی داری نداشت ( $p < 0/74$ ). هر دو گروه تمرینی در پس از تمرین با گروه کنترل نیز تفاوت معنی داری داشت (در همه موارد  $p < 0/001$ )، به طوری که، استقامت پرس سینه و استقامت پا هر دو گروه تمرینی در پس از تمرین به طور معنی داری بیشتر از گروه کنترل بود (در همه موارد  $p < 0/001$ ). اما بین دو گروه تمرینی تفاوت معنی داری وجود نداشت ( $p < 0/28$  و  $p < 0/99$ ). در مورد ظرفیت هوازی، هر دو گروه تمرینی از قبل از تمرین به بعد از تمرین تفاوت (افزایش) معنی داری داشت (در هر دو مورد  $p < 0/001$ ). در حالی که گروه کنترل از قبل از تمرین به بعد از تمرین تفاوت معنی داری نداشت ( $p < 0/81$ ). فقط بین گروه تمرین هوازی- مقاومتی با گروه کنترل تفاوت معنی داری وجود داشت ( $p < 0/001$ )، در حالی که بین گروه مقاومتی- هوازی و گروه کنترل ( $p > 0/81$ ) و دو گروه تمرینی با یکدیگر تفاوت معنی داری وجود نداشت ( $p > 0/5$ ).

### بحث و نتیجه گیری

این مطالعه برای اولین بار به مطالعه مقایسه اثر ترتیب دو برنامه تمرین ترکیبی (هوازی- مقاومتی) همراه با محدودیت جریان خون بر عوامل مختلف ترکیب بدنی و آمادگی جسمانی زنان سالمند پرداخت. نتیجه این مطالعه

ترتیب تمرینات تأثیری بر قدرت ایزومتریک یا ظرفیت هوازی آزمودنی‌ها نداشت (۱۳). شاید علت این مغایرت تفاوت در سن و جنس آزمودنی‌ها و نوع تمرین هوازی یا مقاومتی و اثر هر یک از آن‌ها بر خستگی باشد. به طوری که، Chtara و همکاران (۱۵) عنوان کردند، به نظر می‌رسد این تداخل اثر تمرینات هوازی و مقاومتی در یک جلسه تمرینی بیشتر ناشی از تأثیر خستگی تمرینات باشد تا ماهیت خود تمرین (۱۵).

چند مکانیسم برای اثر تداخلی تمرینات مقاومتی و هوازی همزمان ارائه شده است. یکی از این مکانیسم‌ها، عبارت است از ذخایر انرژی عضله، خستگی و اقتصاد عصبی عضلانی (ارزیابی شده توسط Electro Myography)، به عبارتی چنانچه ابتدا تمرین مقاومتی و سپس هوازی انجام شود، صرفه‌جویی در انرژی صورت گرفته و افزایش قدرت بیشتر از زمانی خواهد بود که ابتدا تمرین هوازی و سپس قدرتی انجام شود. هر چند تفاوتی در حجم عضلانی از این لحاظ وجود ندارد (۱۰، ۴۳). تحقیقات نشان داده شده است تخلیه منابع گلیکوژنی منجر به خستگی و افزایش فعالیت AMPK شده که این به نوبه خود می‌تواند پاسخ‌های آنابولیکی ایجاد شده توسط تمرینات مقاومتی را مهار نماید (۴۳). همچنین به نظر می‌رسد بخشی از مکانیسم تداخل تمرینات هوازی و مقاومتی وقتی به صورت همزمان انجام می‌شوند را بتوان به تفاوت در مسیرهای پیام‌رسانی این دو نوع تمرین نسبت داد. به طوری که در تمرینات مقاومتی مسیر آبخار پیام‌رسانی هدف پستانداری راپامایسین (Mammalian Target of Rapamycin) مسیر اصلی بوده که بیشتر تحت تأثیر محرک‌های مکانیکی و عوامل رشدی است که سنتز پروتئین را موجب می‌شوند، در حالی که تمرینات هوازی، از طریق مسیرهای متابولیکی ناشی از تغییرات غلظت کلسیم داخل سلولی، اکسیژن، لاکتات، گونه‌های اکسیژن واکنشی و افزایش نسبت AMP به ATP و  $NAD^+$  به  $NADH$  عمل می‌کنند. گفته می‌شود هر یک از این مسیرهای پیام‌رسانی مولکولی سازگاری‌های ویژه‌ای را موجب می‌شود، به صورتی که پاسخ‌های پیام‌رسانی که توسط تمرینات هوازی ایجاد می‌شود می‌تواند سنتز پروتئین (ناشی از تمرینات مقاومتی) را مهار و تجزیه پروتئین را تحریک نماید و این مسیرها به صورت آنتاگونیست منجر به تداخل می‌شوند (۴۳). البته باید

پیش‌آزمون و در مورد قدرت پایین‌تنه (پرس پا) هر چهار گروه تمرینی نسبت به پیش‌آزمون برتری داشتند (۱۴). اخیراً Karatrantou و همکاران (۴۰) نیز تمرینات ترکیبی ولی با ترتیب‌های متفاوت را روی زنان میانسال به مدت هشت هفته اجرا نمودند. نتایج مطالعه حاکی از عدم تفاوت معنی‌دار ترکیب بدنی، ظرفیت هوازی، قدرت و استقامت عضلانی بین دو گروه بود (۴۰).

در مطالعه حاضر تفاوت آماری بین قدرت بالاتنه و پایین‌تنه در دو گروه وجود نداشت، هر چند نگاهی به درصد تغییرات نشان می‌دهد که هم در قدرت بالاتنه و هم پایین‌تنه، گروه تمرین مقاومتی - هوازی اکتساب بیشتری در قدرت داشت. لذا شاید بتوان گفت چنانچه تمرین هوازی قبل از قدرتی انجام شود، می‌تواند اثر تداخلی روی قدرت داشته باشد. این موضوع را Cadore (۱۰) تأیید می‌نماید، جایی که نشان داد در افراد مسن، قدرت پایین‌تنه در گروه مقاومتی - هوازی به طور معنی‌داری بالاتر از گروه هوازی - مقاومتی بود (۱۰). در این مطالعه پیشنهاد شد برای اکتساب بیشتر قدرت پایین‌تنه در یک برنامه تمرین ترکیبی، باید ابتدا تمرین مقاومتی و سپس هوازی انجام شود که با نتایج تحقیق ما تا حدودی موافق می‌باشد. در تحقیقی دیگر روی مردان جوان دانشجو نشان داده شد که ترتیب تمرین ترکیبی هوازی - مقاومتی در مقایسه با تمرین هوازی به تنهایی، تمرین مقاومتی به تنهایی یا تمرین ترکیبی با ترتیب مقاومتی - هوازی، منجر به بهبودی بیشتری در عملکرد هوازی می‌شود (۱۵)، اما از سوی دیگر، Gravelle و Blessing (۴۱) بیان کردند که در دختران دانشجو هنگامی که تمرینات هوازی قبل از تمرینات مقاومتی در یک برنامه تمرین ترکیبی انجام شود، افزایش ظرفیت هوازی کمتر از وقتی خواهد بود که ابتدا تمرینات مقاومتی و سپس هوازی انجام شود (۴۱). نتایج این دو مطالعه با نتایج تحقیق حاضر مغایر است، در مطالعه حاضر بین دو گروه تفاوت معنی‌داری در توان هوازی بین دو گروه مشاهده نشد. مشابه نتایج تحقیق حاضر، در مطالعه Collins و Snow (۴۲) ترتیب تمرینات اثری بر توان هوازی و قدرت عضلانی در زنان و مردان نداشت (۴۲). در مطالعه - ای دیگر، MacNeil (۱۳)، به مطالعه اثر ترتیب شش هفته تمرینات ترکیبی بعد از دو هفته بی‌حرکی در افراد جوان پرداختند. نتیجه این مطالعه نیز نشان داد که



با محدودیت جریان خون در مقایسه با گروه بدون محدودیت خون بود (۱۶). همچنین نشان داده شده است وقتی تمرینات هوازی همراه با محدودیت جریان خون صورت گیرد، افزایش بیشتری در ظرفیت هوازی ( $VO_{2max}$ ) نسبت به تمرینات معمول هوازی اتفاق خواهد افتاد (۵۱).

اما می‌توان نتایج تحقیق حاضر را مبنی بر عدم تفاوت معنی دار بین فاکتورهای آمادگی جسمانی در دو گروه تمرینی و عدم مشاهده پدیده تداخل به صورتی که در برخی تحقیقات گذشته گزارش شده است، این گونه تفسیر کرد که در زنان سالمند، ترتیب تمرینات تاثیر معنی دار بر پیامدهای آمادگی جسمانی ندارد منوط به اینکه تمریناتی که در ابتدای جلسه تمرین انجام می‌شود منجر به خستگی نشده تا بخش دوم تمرین را تحت تاثیر منفی قرار دهد. لذا بر این اساس زنان سالمند می‌توانند به دلخواه و بر اساس امکاناتی که در دسترس دارند، آزادانه و بدون توجه به ترتیب تمرینات هوازی و مقاومتی، به ورزش بپردازند و از مزایای آن بهره‌مند شوند. هر چند تفاوت‌های اندک و درصد تغییرات حاکی از آن است که چنانچه هدف فرد افزایش آمادگی هوازی باشد، می‌تواند این تمرینات را در ابتدای جلسه تمرین و برعکس چنانچه هدف افزایش قدرت عضلانی باشد، تمرینات مقاومتی را در ابتدای جلسه تمرینی قرار دهد. مطالعه حاضر نیز همانند هر مطالعه دیگری دارای محدودیت‌هایی بود که می‌تواند در تحقیقات آتی مورد توجه قرار گیرد، از آن جمله می‌توان به عدم کنترل دقیق رژیم غذایی آزمودنی‌ها و عدم ارزیابی حجم و توده عضلانی اشاره کرد.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد زنان سالمند به هدف برخورداری از مزایای تمرینات ورزشی می‌توانند هر ترتیب دلخواهی از تمرینات هوازی- مقاومتی یا بالعکس را انجام دهند، چرا که بین ترتیب این تمرینات از لحاظ تاثیر بر پیامدهای جسمانی و سلامتی تفاوت چندانی وجود ندارد، هر چند وقتی هدف بهبود ترکیب بدنی و افزایش ظرفیت هوازی می‌باشد، بهتر است ابتدا تمرینات هوازی و هر وقت هدف افزایش قدرت عضلانی است، ابتدا تمرینات مقاومتی انجام شوند. همچنین جهت بهبود بیشتر عوامل آمادگی جسمانی، انجام تمرینات ترکیبی همراه با محدودیت جریان خون توصیه می‌شود.

خاطر نشان کرد که پدیده تداخل اثر تمرینات هوازی و مقاومتی وقتی اتفاق می‌افتد که تمرین هوازی و مقاومتی در یک جلسه تمرین و به صورت همزمان انجام شوند. در حالی که به نظر می‌رسد وقتی تمرینات ترکیبی هوازی و مقاومتی به صورتی انجام شوند که در یک جلسه تمرین هوازی و در جلسه بعد تمرین مقاومتی انجام شود، نه تنها مشکل تداخل ایجاد نمی‌شود بلکه این روش تمرینی اثر هم‌افزایی نیز داشته و قدرت عضلانی در تمرین ترکیبی هوازی- مقاومتی بیشتر از زمانی اتفاق می‌افتد که تمرین مقاومتی به تنهایی انجام شود (۴۴).

اما نکته مهم در مقایسه نتایج تحقیقات گذشته با تحقیق حاضر، تفاوت در درصد افزایش قدرت عضلانی است. در مطالعه Cadore و همکاران (۱۰) درصد افزایش قدرت بالاتنه در گروه هوازی- مقاومتی، ۲۲ و در گروه مقاومتی هوازی، ۳۵ درصد بود که کمتر از مطالعه حاضر می‌باشد (در مطالعه حاضر بترتیب حدود ۵۲ و ۶۰ درصد برای تمرین هوازی- مقاومتی و مقاومتی هوازی). در مطالعه Holviala (۴۶) نیز افزایش قدرت ۲۰ و ۲۱ درصد بود. همچنین در مطالعه Karavirta (۴۵) نیز اکتساب قدرت مشابهی رخ داد (۲۱ تا ۲۲ درصد) در حالی که در این دو مطالعه طول دوره تمرین طولانی‌تر از تحقیق ما و ۲۱ هفته بود. یافته‌های تحقیق حاضر در مورد قدرت عضلانی با بیشتر تحقیقات گذشته همراستا می‌باشد، اما همانطور که مشاهده می‌شود درصد تغییرات و افزایش قدرت در مطالعه حاضر بیشتر از تحقیقات قبلی است که علت آن می‌تواند، اعمال محدودیت جریان خون باشد که در مطالعات گذشته به این شیوه مورد مطالعه قرار نگرفته است.

تحقیقات حاکی از آن است که انجام تمرینات (هوازی یا مقاومتی) همراه با محدودیت جریان خون مزایای بیشتری نسبت به انجام تمرینات صرف دارد. افزایش فراخوانی تارهای تند انقباض در شرایط هایپوکسی (۴۷، ۴۸)، ایجاد گونه‌های اکسیژن واکنشی (۴۹، ۵۰)، افزایش ترشح کاتکولامین‌ها و هورمون رشد ناشی از متابولیسم بی‌هوازی و انباشتگی لاکتات (۲۳، ۵۰) بخشی از مکانیسم اثر محدودیت جریان خون است. به عنوان مثال در مطالعه ای به مقایسه اثر سه هفته راه رفتن روی تردمیل با و بدون محدودیت جریان خون پرداخته شد، نتیجه مطالعه حاکی از افزایش بیشتر سطح مقطع و قدرت عضلانی گروه

## سیاسگزاری

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه حکیم سبزواری است که با حمایت مالی معاونت پژوهشی این دانشگاه انجام شده است. از تمامی آزمودنی های شرکت کننده در این تحقیق قدردانی می شود. موازین اخلاقی این پژوهش بر اساس اصول اساسی بیانیه هلسینکی انجام شد و این طرح در کمیته اخلاق دانشگاه حکیم سبزواری مورد تایید قرار گرفت (کد اخلاق: IR.HSU.REC.1370.014).

## منابع

1. Bauman A, Merom D, Bull FC, Buchner DM, et al. Updating the evidence for physical activity: summative reviews of the epidemiological evidence, prevalence, and interventions to promote "active aging". *Gerontologist* 2016; 56 (2): S268-280.
2. Kendall KL, and Fairman CM. Women and exercise in aging. *Journal of Sport and Health Science* 2014; 3(3): 170-178.
3. Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. *Sports Med* 2004; 34(5): 329-348.
4. Cadore EL, Pinto RS, Bottaro M, Izquierdo M . Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. *Aging Dis* 2014; 5(3): 183-195.
5. Huang G, Gibson CA, Tran ZV, Osness WH. Controlled endurance exercise training and VO2max changes in older adults: a meta-analysis. *Prev Cardiol* 2005; 8(4):217-25.
6. Takeshima N, Rogers ME, Islam MM, Yamauchi T, et al. Effect of concurrent aerobic and resistance circuit exercise training on fitness in older adults. *Eur J Appl Physiol* 2004; 93(1-2): 173-82.
7. Wood RH, Reyes R, Welsch MA, Favaloro-Sabatier J, et al. Concurrent cardiovascular and resistance training in healthy older adults. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33(10):1751-8.
8. Fisher G, McCarthy JP, Zuckerman PA, Bryan DR, et al. Frequency of combined resistance and aerobic training in older women. *journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association* 2013; 27(7): 1868-1876.
9. Cadore EL, Izquierdo M, Alberton CL, Pinto RS, et al. Strength prior to endurance intrasession exercise sequence optimizes neuromuscular and cardiovascular gains in elderly men. *Exp Gerontol* 2012; 47 (2): 164-169.
10. Cadore EL, Izquierdo M, Pinto SS, Alberton CL, et al. Neuromuscular adaptations to concurrent

- training in the elderly: effects of intrasession exercise sequence. *Age (Dordr)* 2013; 35(3): 891-903.
11. Schumann M, Walker S, Izquierdo M, Newton RU, et al. The order effect of combined endurance and strength loadings on force and hormone responses: effects of prolonged training. *European journal of applied physiology* 2014; 114 (4): 867-880.
  12. Banitalebi E, Bovirhasani Baghanari H. Effect of sequence order of combined training (resistance and endurance) on strength, aerobic capacity, and body composition in older women. *Middle East J Rehabil Health* 2015; 2(2): e28514.
  13. MacNeil LG, Glover E, Bergstra TG, Safdar A, et al. The order of exercise during concurrent training for rehabilitation does not alter acute genetic expression, mitochondrial enzyme activity or improvements in muscle function. *PLoS One* 2014; 9(10): e109189.
  14. Campos Anderson Leandro Peres, Del Ponte Lourenço dos Santos, Cavalli Adriana Schüller, Afonso Mariângela da Rosa, et al. Effects of concurrent training on health aspects of elderly women. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano* 2013; 15(4): 437-447.
  15. Chtara M, Chamari K, Chaouachi M, Chaouachi A, et al. Effects of intra-session concurrent endurance and strength training sequence on aerobic performance and capacity. *Br J Sports Med* 2005; 39(8): 555-560.
  16. Abe T, Kearens CF, Sato Y. Muscle size and strength increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle. *kaatsu-walk training. J Appl Physiol* 2006; 100(5): 1460-1466.
  17. Wernbom M, Augustsson J, Raastad T. Ischemic strength training: a low-load alternative to heavy resistance exercise? *Scand J Med Sci Sports* 2008; 18(4): 401-16.
  18. Kraemer WJ, Adams K, Cafarelli E, Dudley GA, et al. American College of Sports Medicine. Position stand: progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34 (2): 364-380.
  19. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41(3): 687-708.
  20. Loenneke JP, Wilson JM, Balapur A, Thrower AD, et al. Time under tension decreased with blood flow-restricted exercise. *Clin Physiol Funct Imaging* 2012; 32(4): 268-73.
  21. Loenneke JP, and Pujol TJ. The use of occlusion training to Produce muscle hypertrophy. *Strength and Conditioning Journal* 2009; 31 (3): 77-84.
  22. Suga T, Okita K, Morita N, Yokota T. Intramuscular metabolism during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. *J Appl Physiol* (1985). 2009; 106(4): 1119-24.
  23. Takarada Y, Takazawa H, Ishii N. Applications of vascular occlusion diminishes disuse atrophy of knee extensor muscles. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32 (12): 2035-2039.
  24. Karabulut M, Abe T, Sato Y, Bemben MG. The effects of low-intensity resistance training with vascular restriction on leg muscle strength in older men. *Eur J Appl Physiol* 2010; 108 (1): 147-155.
  25. Shimizu R, Hotta K, Yamamoto S, Matsumoto T. Low-intensity resistance training with blood flow restriction improves vascular endothelial function and peripheral blood circulation in healthy elderly people. *Eur J Appl Physiol* 2016; 116 (4):749-757.
  26. Yasuda T, Fukumura K, Tomaru T, Nakajima T. Thigh muscle size and vascular function after blood flow-restricted elastic band training in older women. *Oncotarget* 2016; 7(23): 33595-33607.
  27. Yasuda T, Fukumura K, Fukuda T, Uchida Y. Muscle size and arterial stiffness after blood flow-restricted low-intensity resistance training in older adults. *Scand J Med Sci Sports* 2014; 24 (5): 799-806.
  28. Abe T, Ozaki H, Sugaya M, Fujita S, et al. Effect of 42 weeks walk training with blood flow reduction on muscle size and strengths in the elderly. *Proceedings of the International Conference on Sports and Exercise Science Bangkok, Thailand* 2009; 336-341.

29. Ozaki H, Miyachi M, Nakajima T, Abe T. Effects of 10 weeks walk training with leg blood flow reduction on carotid arterial compliance and muscle size in the elderly adults. *Angiology* 2011; 62 (1): 81-86.
30. Libardi CA, Chacon-Mikahil MP, Cavaglieri CR, Tricoli V. et al. Effect of concurrent training with blood flow restriction in the elderly. *Int J Sports Med* 2015; 36(5): 395-399.
31. Radaelli R, Botton CE, Wilhelm EN, Bottaro M, et al. Time course of low- and high-volume strength training on neuromuscular adaptations and muscle quality in older women. *Age (Dordr)* 2014; 36(2): 881-892.
32. Hollander DB, Reeves GV, Clavier JD, Francois MR, et al. Partial occlusion during resistance exercise alters effort sense and pain. *J Strength Cond Res* 2010; 24(1): 235-243
33. Fahs CA, Loenneke JP, Thiebaud RS, Rossow LM, et al. Muscular adaptations to fatiguing exercise with and without blood flow restriction. *Clin Physiol Funct Imaging* 2015; 35(3): 167-176.
34. Eston R and Reily T. *Kinanthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual, Tests, procedures and data*. 3rd edition, 2009: 30-31, Routledge
35. Baechle TR, Earle RW. *Essentials of strength training and conditioning*. 3rd ed. National Strength and Conditioning Association, 2009;245. Human Kinetics
36. Adams KJ, Swank AM, Barnard KL, Berning JM, et al. Safety of maximal power, strength, and endurance testing in older African American women. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2000; 14(3): 254-260.
37. ACSM's *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*, 8th edition, 2009, Lippincott, William & Wilkins.
38. Cadore EL, Pinto RS, Lhullier FLR, Correa CS, et al. Effects of strength, endurance and concurrent training on aerobic power and dynamic neuromuscular economy in elderly men. *J Strength Cond Res* 2011; 25 (3): 758-766
39. Cadore EL, Pinto RS, Lhullier FLR, Correa CS, et al. Physiological effects of concurrent training in elderly men. *Int J Sports Med* 2010; 31(10): 689-97.
40. Karatrantou K, Gerodimos V, Hakkinen K, Zafeiridis A. Health-promoting effects of serial vs integrated combined strength and aerobic training. *Int J Sport Med* 2017; 38(1): 55-64.
41. Gravelle BL, Blessing DL. Physiological adaptation in women concurrently training for strength and endurance. *J Strength Cond Res* 2000; 14: 5-13.
42. Collins MA, Snow TK. Are adaptations to combined endurance and strength training affected by the sequence of training? *J Sports Sci* 1993;11 (6): 485-91.
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): 743-762.
44. Mikkola, J, Rusko, H, Izquierdo, M, Gorostiaga, EM, et al. Neuromuscular and cardiovascular adaptations during concurrent strength and endurance training in untrained men. *Int J Sports Med* 2012; 33 (9): 702-710,
45. Karavirta L, Häkkinen A, Sillanpää E, Garcia-Lopez D, et al. Effects of combined endurance and strength training on muscle strength, power and hypertrophy in 40–67-year-old men. *Scand J Med Sci Sports* 2011; 21 (3): 402-411.
46. Holviala J, Kraemer WJ, Sillanpää E, Karpinen H, et al. Effects of strength, endurance and combined training on muscle strength, walking speed and dynamic balance in aging men. *Eur J Appl Physiol* 2012; 112(4): 1335-1347.
47. Wernbom M, Augustsson J, and Thomee R. effects of vascular occlusion on muscular endurance in dynamic knee extension exercise at different submaximal load. *J Strength Cond Res* 2006; 20(2): 372-377.
48. Wernbom M, Jarrebring R, Andreasson MA, and Augustsson J. Acute effects of blood flow

- restriction on muscle activity and endurance during fatiguing dynamic knee extensions at low load. *J Strength Cond Res* 2009; 23(8): 23389-2395.
49. Takarada Y and Ishii N. Effects of low-intensity resistance exercise with short interest rest period on muscular function in middle-aged women. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2002; 16(1): 123-128.
50. Takarada Y, Nakamura Y, Aruga S, Onda T, et al. Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *J Appl Physiol* 2000; 88(1): 61-65b.
51. Park S, Kim JK, Choi HM, Kim HG, et al. Increase in maximal oxygen uptake following 2-week walk training with blood flow occlusion in athletes. *Eur J Appl Physiol* 2010; 109(4): 591-600.