

ارتباط بین عوامل پیش التهابی و عملکرد عروق در زنان سالمند بعد از یک دوره تمرین ترکیبی دایره‌ای (مقاومتی و استقامتی)

شهلا دهقان^۱، *حسن متین همایی^۲، مقصود پیری^۳، محمد فرامرزی^۴

چکیده

مقدمه: افزایش سن با التهاب خفیف و اختلال عملکرد اندوتلیوم عروق همراه است. مزایای فعالیت بدنی منظم در بهبود سلامت سالمندان به خوبی شناخته شده است. با این حال، با توجه به مطالعات کم انجام شده، هدف ما بررسی ارتباط بین عوامل پیش التهابی و عملکرد عروق در زنان سالمند بعد از یک دوره تمرین ترکیبی دایره‌ای (مقاومتی و استقامتی) (CCT) بود.

روش بررسی: نمونه آماری این پژوهش را ۲۴ زن سالمند عضو مرکز سالمندان تشکیل می‌دادند (سن = $5/06 \pm 73/95$ سال، قد = $6/47 \pm 154/26$ سانتیمتر، وزن = $9/87 \pm 66/13$ کیلوگرم و $BMI = 27/76 \pm 3/27$ kg/m^2) که به صورت هدفمند به دو گروه تجربی (۱۲ نفر) و کنترل (۱۲ نفر) تقسیم شدند. آزمودنی‌های گروه تجربی در برنامه CCT شرکت کردند. شاخص‌های آنتروپومتریک، اتساع وابسته به جریان (FMD) و $IL-6$ ، $IL-1\beta$ و $TNF-\alpha$ آنها قبل و بعد از برنامه تمرینی اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: نتایج تحلیل کواریانس کاهش معنی‌داری را در $IL-6$ ($p=0/001$)، $IL-1\beta$ ($p=0/001$)، $TNF-\alpha$ ($p<0/001$) و افزایش معنی‌داری را در FMD ($p=0/001$) گروه تجربی نسبت به کنترل پس از دوره تمرینی نشان داد. در آزمون ضریب همبستگی پیرسون نیز ارتباط غیرمستقیم و غیرمعنی‌داری بین FMD با سه فاکتور $IL-6$ ($r=-0/26$ ، $p=0/41$)، $IL-1\beta$ ($r=-0/37$ ، $p=0/23$) و $TNF-\alpha$ ($r=-0/17$ ، $p=0/59$) دیده شد.

بحث و نتیجه‌گیری: در نهایت نتایج نشان داد که ۱۲ هفته تمرین ترکیبی دایره‌ای (مقاومتی و استقامتی) روی عوامل پیش التهابی مرتبط با عملکرد عروق در زنان سالمند ۷۰ تا ۸۰ سال تأثیرگذار است و عوامل پیش التهابی ارتباط غیرمستقیم و ضعیفی را با عملکرد عروق در زنان سالمند نشان دادند. بنابراین احتمالاً می‌توان گفت که با کاهش عوامل پیش التهابی از طریق برنامه CCT، عملکرد عروق زنان سالمند از نظر کلینیکی بهبود می‌یابد. تحقیقات بیشتری مورد نیاز است.

کلمات کلیدی: تمرینات دایره‌ای، سایتوکاین‌ها، التهاب، سالمندی، زنان

مقدمه

جمعیت جهانی به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه رو به پیر شدن است و این اتفاق برای قرن‌های آینده نیز پیش‌بینی شده و ادامه خواهد داشت [۱]. با توجه به اینکه بیماری‌های قلبی عروقی با افزایش سن، وقوع و شیوع پیدا می‌کنند می‌توان گفت بیماری‌های قلبی عروقی رایج‌ترین علت مرگ‌ومیر در میان سالمندان است [۱]. سالمندی منجر به افزایش خطر ابتلا به بیماری قلبی و در درجه اول از طریق توسعه اختلال شریانی منجر می‌شود، که تا حد زیادی به دو تغییرات فیزیولوژیکی سفت شدن شریان‌ها و توسعه اختلال عملکرد اندوتلیال عروقی سیستمیک مربوط می‌شود. سالمندی همچنین منجر به اختلال اندوتلیال وابسته به استرس اکسیداتیو و شرایط پیش التهابی سلول‌های اندوتلیال عروق می‌شود [۲]. شواهد بیش از ۲۰ سال گذشته نشان می‌دهد که اندوتلیوم شریانی نقش مهمی در توسعه بیماری‌های قلبی عروقی (CVD) به‌ویژه، تصلب شراین ایفا می‌کند. اندوتلیوم عروقی (لایه داخلی عروق خونی که از یک لایه نازک سلولی پوشانده شده است) به شکل ایده آلی برای تحمل آسیب در مقابل فشار برشی، اکسیداسیون لپیدی، رادیکال‌های اکسیداتیو و همه آنچه آسیب‌پذیری با سن را افزایش می‌دهد، تکامل یافته است [۳]. نقص عملکرد اندوتلیال که با افزایش سن افزایش می‌یابد، اغلب منجر به آترواسکلروزیس و دیگر بیماری‌های رگی می‌شود که با شرایط پیش‌التهابی، پیش‌انقادی و پیش‌تکثیری همراه است [۴]. اندوتلیوم عروقی زمانی سالم است که در یک تعادل از لحاظ سطوح اکسیدان و آنتی‌اکسیدان‌ها، گشادکننده‌ها و منقبض کننده‌های عروقی و مولکول‌های پیش و ضدالتهابی باشد. در مقابل شیوه زندگی سالم به‌طور کلی با کاهش خطر CVD در ارتباط است [۵].

شواهد زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد فعالیت ورزشی مداخله مفیدی در پیشگیری و درمان بیماری‌های قلب و عروق

در افراد سالمند دارد [۶]. ورزش منظم با کاهش عوامل خطرزای قلبی عروقی از قبیل اصلاح نیمرخ لیپوپروتئین، کاهش توده چربی، فشارخون [۷] و همچنین بهبود عملکرد عروق [۸] در ارتباط است. در بین مکانیسم‌های حفاظتی تحت تأثیر ورزش، عملکرد اندوتلیوم به‌عنوان هدف اصلی تشخیص داده شده است. فعالیت‌های ورزشی هوازی به تنهایی (مثل دویدن، دوچرخه‌سواری، شنا و قایقرانی) مانع افزایش سختی شریان‌های بزرگ (کمپلینانس شریان کاروتید بالاتر) در اثر افزایش سن در مقایسه با سالمندان کم‌تحرک در همان سن همراه بوده است [۲، ۹]. اما تمرینات مقاومتی به‌تنهایی در گروه میانسال و سالمند سختی بیشتری در مقایسه با گروه کنترل نشان داده‌اند [۱۰]. در حالی که افراد میانسال و سالمندی که ترکیبی از تمرینات هوازی و مقاومتی انجام دادند کاهش‌ی در سختی شریان‌ها در مقایسه با افراد بی‌تمرین و مشابه گروه هم‌تایان تمرینات ایروبیکی خود نشان دادند [۱۱]. این نشان می‌دهد که ترکیب تمرینات هوازی با مقاومتی ممکن است شریان‌ها را از سختی نجات دهد و اثرات تمرینات مقاومتی به‌تنهایی را جبران کند. ترکیب هم‌زمان تمرین استقامتی و مقاومتی در برنامه‌های تمرینی منظم، تمرین ترکیبی نامیده می‌شود. به علت اختصاصی بودن اثرات تمرین، ترکیب هر دو تمرین استقامتی و مقاومتی برای عملکرد بدنی مطلوب و سلامتی در افراد سالمند توصیه شده است [۱۲]. تا به امروز مطالعات اندکی به شرح مکانیسم‌های سازگاری اندوتلیوم با تمرینات ترکیبی پرداخته است و نتایج تحقیقات به‌دست‌آمده به خاطر اختلاف در ترتیب و نوع تمرین، متفاوت بوده است. تحقیق هیکسون و مطالعات پس از آن، سطوح متفاوتی از سازگاری را در اثر ترکیب تمرین مقاومتی و استقامتی گزارش کردند [۱۳]. با این حال با توجه به نیاز به دانش بیشتر در مورد سازگاری ناشی از ورزش در اندوتلیوم، نیاز به استفاده از مداخلات تمرینی جدید برای گسترش درک فعلی ما از نحوه سازگاری است که ممکن است در نهایت به طراحی شیوه‌های تمرینی جدید برای ورزشکاران و به‌ویژه سالمندان منجر شود.

1. Cardiovascular diseases

ایستیبوفارم^۱ ساخت کشور چین و روش الایزا در پلاسماي خون آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شدند. سپس در روز بعد آزمودنی‌ها جهت اندازه‌گیری FMD^۲ به بیمارستان انتقال یافته و طبق فرآیند ارزیابی FMD آنها با دستگاه سونوگرافی داپلر و توسط رادیولوژیست متخصص اندازه‌گیری شد [۱۶]. در این روش پس از پنج دقیقه ایجاد ایسکمی به وسیله کاف فشارسنج در انتهای عضو، افزایش در قطر سرخرگ بازویی که تقریباً به طور انحصاری توسط اکسید نیتریک تعدیل می‌شود اندازه‌گیری شد [۱۷]. تمام اندازه‌گیری‌های شاخص FMD در وضعیت دیاستولی شریان ثبت شد. در پاسخ به افزایش جریان خون بعد از ایسکمی ایجاد شده توسط کاف فشارسنج، شریان براکیال متسع شده و این اتساع وابسته به اندوتلیوم شریان است. میزان شاخص FMD از معادله زیر محاسبه شد [۱۸]:

$$FMD\% = \frac{\text{قطر حداکثری شریان بازویی} - \text{قطر شریان بازویی در حالت پایه}}{\text{قطر شریان بازویی در حالت پایه}} \times 100$$

پس از جمع‌آوری داده‌های اولیه برنامه ۱۲ هفته‌ای تمرین دایره‌ای ترکیبی آغاز شد. برنامه تمرینی ۳ بار در هفته، یک روز در میان و به مدت ۱۲ هفته در باشگاه ورزشی انجام شد. برنامه تمرینی دایره‌ای شامل ترکیبی از تمرینات مقاومتی و استقامت هوازی بود. بخش تمرین مقاومتی با استفاده از دستگاه‌های بدن‌سازی بوده و در هر جلسه همه گروه‌های عضلانی منتخب تمرین داده شدند که شامل انجام ۹ حرکت (پرس سینه، پرس پا، پرس شانه، کرانچ شکم، پشت ران و جلو ران، بازکننده ستون مهره‌ها، دوسر و سه سر بازویی) بود [۱۹]. بلافاصله بعد از تمرین مقاومتی بخش تمرین هوازی شامل ۱۰ تا ۲۰ دقیقه حرکات موزون هوازی کم فشار با شدت ۴۵ تا ۶۰٪ حداکثر ضربان قلب انجام شد (جدول ۱). تمرینات هر جلسه شامل سه بخش گرم کردن (۵ دقیقه)، بخش اصلی تمرین (تمرینات ترکیبی مقاومتی و استقامتی) و سرد کردن (۵ دقیقه) بود. پس

همچنین مطالعات بیشتری در مورد شدت، مدت، تکرار و مدت سازگاری برای دستیابی به سازگاری عروقی، بهبود عملکرد رگی و کاهش خطر بیماری‌های عروقی مرتبط با سن در افراد سالمند لازم است [۱۴]. این تحقیق به دنبال یافتن پاسخی برای این سؤال است که آیا بین عوامل پیش التهابی سیستمیک (که به راحتی از طریق خون قابل اندازه‌گیری هستند) و عملکرد عروق در زنان سالمند بعد از یک دوره تمرین ترکیبی دایره‌ای (مقاومتی و استقامتی) ارتباط وجود دارد؟ لذا هدف از این تحقیق مطالعه ارتباط بین عوامل پیش التهابی و عملکرد عروق در زنان سالمند ۷۰ تا ۸۰ سال مرکز سالمندان طراوت شهرستان شهرکرد بعد از یک دوره تمرین ترکیبی دایره‌ای (مقاومتی و استقامتی) بود.

روش بررسی

این تحقیق از نوع تحقیقات نیمه تجربی بود که به صورت میدانی انجام گرفت. نمونه آماری این تحقیق را ۲۴ نفر از زنان ۷۰ تا ۸۰ سال مرکز سالمندان طراوت شهرستان شهرکرد تشکیل می‌دادند که پس از تکمیل پرسشنامه پزشکی و اختصاص چک لیست به هر فرد به صورت هدف‌دار گزینش شدند و در دو گروه تجربی (۱۲ نفر) و کنترل (۱۲ نفر) قرار گرفتند.

گروه‌های منتخب به مدت یک هفته جهت اندازه‌گیری‌های اولیه شاخص‌های آنتروپومتری (قد، وزن، دور شکم و دور لگن) و آشنایی سالمندان با چگونگی کار دستگاه‌ها و تعیین میزان قدرت بیشینه اولیه (1RM) به باشگاه ورزشی انتقال یافتند. قدرت بیشینه آزمودنی‌ها با استفاده از فرمول زیر و پس از گذشت هر ۴ هفته از تمرین مجدداً به دست آمد [۱۵]:

$$1RM = wt / [0.0278 - 0.0278(\text{reps})]$$

که در آن wt مقدار وزنه و reps تعداد تکرارها بوده است. خون‌گیری اولیه توسط متخصص آزمایشگاه انجام شد و نمونه‌ها بلافاصله در یخچال نگهداری و به آزمایشگاه انتقال یافتند. IL-6، IL-1β و TNF-α با کیت تخصصی کمپانی

1. Eastbiopharm
2. Flow mediation dilation

جدول ۱- برنامه تمرین مقاومتی دایره‌ای و استقامتی (موزون هوازی کم‌فشار)

تمرین استقامتی		تمرین مقاومتی							
BPM	HRmax	مدت جلسه (دقیقه)	استراحت بین ست‌ها (دقیقه)	سرعت تکرار (با کنترل)	تعداد ست	تعداد تکرار از هر تمرین	1RM	مدت جلسه (دقیقه)	هفته‌ها
۱۳۰	%۴۵	۱۰	۲	۳ ثانیه بازگشت به حالت اول	۱	۱۵-۱۳	%۴۵	۲۰	۱-۴
۱۳۵	%۵۵	۱۵	۲	۳ ثانیه بازگشت به حالت اول	۲	۱۲-۱۰	%۶۵	۳۰	۵-۸
۱۴۰	%۶۰	۲۰	۳	۳ ثانیه بازگشت به حالت اول	۳	۹-۸	%۷۵	۴۵	۹-۱۲

1RM: یک تکرار بیشینه؛ HRmax: ضربان قلب بیشینه؛ BPM: ضرب موسیقی در دقیقه

از اتمام دوره تمرین و پس از ۲۴ ساعت از آخرین روز تمرین مجدداً اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریک، بالینی و آزمایشگاهی در شرایط و زمان آزمون‌های اولیه، با همان ابزار اولیه و توسط محقق و متخصص آزمایشگاه انجام پذیرفت. مشخصات عمومی آزمودنی‌ها در جدول ۲ قابل مشاهده است. از آمار توصیفی برای بررسی ویژگی‌های آنتروپومتریک آزمودنی‌ها شامل سن، قد، وزن، شاخص توده بدن، نسبت دور کمر به باسن و غیره استفاده شد. برای آزمون فرضیه تحقیق از روش‌های آماری استنباطی شامل: آزمون طبیعی بودن توزیع داده‌ها^۱، با محاسبه کجی^۲ و بلندی^۳، آزمون لوین برای همگونی واریانس‌ها و آزمون تحلیل کوواریانس برای تجزیه و تحلیل داده‌ها به منظور مقایسه گروه‌ها و آزمون پیرسون نیز به منظور بررسی ارتباط بین متغیرهای تحقیق، به کار برده شد.

یافته‌ها

نتیجه آزمون لوین^۵ تساوی واریانس‌ها را در دو گروه نشان داد و با توجه به وجود تفاوت معنی‌دار در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر فاکتور در گروه‌ها از آزمون تحلیل کوواریانس برای تجزیه و تحلیل داده‌ها به منظور مقایسه گروه‌ها و آزمون فرضیه‌ها استفاده گردید (جدول ۳). آزمون ضریب همبستگی پیرسون نیز به منظور بررسی ارتباط بین متغیرهای تحقیق، به کار برده شد.

بین میانگین‌های تعدیل‌شده نمره سیالی آزمودنی‌ها بر

از اتمام دوره تمرین و پس از ۲۴ ساعت از آخرین روز تمرین مجدداً اندازه‌گیری‌های آنتروپومتریک، بالینی و آزمایشگاهی در شرایط و زمان آزمون‌های اولیه، با همان ابزار اولیه و توسط محقق و متخصص آزمایشگاه انجام پذیرفت. مشخصات عمومی آزمودنی‌ها در جدول ۲ قابل مشاهده است. از آمار توصیفی برای بررسی ویژگی‌های آنتروپومتریک آزمودنی‌ها شامل سن، قد، وزن، شاخص توده بدن، نسبت دور کمر به باسن و غیره استفاده شد. برای آزمون فرضیه تحقیق از روش‌های آماری استنباطی شامل: آزمون طبیعی بودن توزیع داده‌ها^۱، با محاسبه کجی^۲ و بلندی^۳، آزمون لوین برای همگونی واریانس‌ها و آزمون تحلیل کوواریانس برای تجزیه و تحلیل داده‌ها به منظور مقایسه پیش‌آزمون و پس‌آزمون‌ها در هر گروه و در بین گروه‌ها، همچنین برای تفسیر داده‌ها از نرم‌افزار

جدول ۲- مشخصات عمومی آزمودنی‌ها

گروه کنترل		گروه تجربی		ویژگی‌های عمومی آزمودنی‌ها
پس‌آزمون	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	پیش‌آزمون	
-	۷۶/۵±۴/۶۶	-	۷۱/۴۱±۴/۲	سن
-	۱۵۵/۱۲±۷/۵۲	-	۱۵۳/۴۱±۵/۴۲	قد (سانتی‌متر)
۶۸/۷۸±۱۰/۱۶	۶۸/۰۹±۹/۵۷	۶۳/۲۹±۱۰/۰۶	۶۴/۳۸±۱۰/۲۲	وزن (کیلوگرم)
۲۸/۴۹±۳/۰۵	۲۸/۲۲±۲/۸۵	۲۶/۸۵±۳/۷۰	۲۷/۳۱±۳/۷۱	BMI (کیلوگرم بر مترمربع)
۰/۹۱±۰/۰۴	۰/۰۹±۰/۰۵	۰/۸۵±۰/۰۵	۰/۸۸±۰/۰۴	WHR
۲۸/۸۵±۹/۷۳	۲۸/۷۲±۹/۹۴	۳۳/۵۷±۱۳/۷۶	۳۳/۴۲±۱۴/۴۴	1RM
۱/۹۴±۰/۶۴	۱/۹۳±۰/۵۶	۱/۶۹±۰/۵۵	۱/۹۵±۰/۴۷	IL-6 (ng/l)
۴/۸۰±۰/۹۴	۴/۶۱±۰/۹۱	۴/۳۵±۰/۹۸	۴/۴۳±۱/۰۴	IL-1β (pg/l)
۴/۱۹±۰/۸۰	۴/۰۵±۰/۸۲	۳/۰۲±۰/۴۲	۴/۱۷±۰/۵۲	TNF-α (ng/l)
۶/۱۴±۳/۵۶	۶/۳۱±۲/۱۹	۱۲/۸۶±۵/۶۲	۶/۴۹±۲/۲۷	FMD%

BMI: شاخص توده بدن؛ WHR: نسبت دور کمر به دور باسن؛ 1RM: یک تکرار بیشینه؛ IL-6: اینترلوکین ۶؛ IL-1β: اینترلوکین ۱؛ TNF-α: عامل نکروز توموری آلفا؛ FMD: اتساع وابسته به جریان

4. Excel
5. Levene

1. Normality
2. Skewness
3. Kurtosis

جدول ۴- نتایج تحلیل کوواریانس شاخص‌های پیش‌تهابی و FMD

شاخص‌ها	متغیرهای آماری	میانگین مجذورات	درجه آزادی	F	سطح معنی داری	میزان تأثیر
IL-6 (ng/l)	پیش‌آزمون	۶/۷۲	۱	۱۲۱/۳۹	۰/۰۰۰	۰/۸۵۳
	گروه	۰/۷۸	۱	۱۴/۱۷	۰/۰۰۱	۰/۴۰۳
	خطا	۰/۰۵	۲۱	-	-	-
	کل	-	۲۴	-	-	-
IL-1β (pg/l)	پیش‌آزمون	۱۶/۵۹	۱	۴۵۲/۶۲	۰/۰۰۰	۰/۹۵
	گروه	۰/۵۷	۱	۱۳/۳۵	۰/۰۰۱	۰/۳۸
	خطا	۰/۰۴۳	۲۱	-	-	-
	کل	-	۲۴	-	-	-
TNF-α (ng/l)	پیش‌آزمون	۶/۱۷	۱	۴۲/۴۵	۰/۰۰	۰/۶۶
	گروه	۷/۹۸	۱	۵۴/۸۸	۰/۰۰	۰/۷۲
	خطا	۰/۱۴	۲۱	-	-	-
	کل	-	۲۴	-	-	-
FMD	پیش‌آزمون	۱۱۵/۷۳	۱	۷/۴۷	۰/۰۱۲	۰/۲۶
	گروه	۲۱۴/۱۸	۱	۱۳/۸۳	۰/۰۰۱	۰/۳۹
	خطا	۱۵/۴۷	۲۱	-	-	-
	کل	-	۲۴	-	-	-

IL-6: اینترلوکین ۶؛ IL-1β: اینترلوکین ۱؛ TNF-α: عامل نکروز توموری آلفا؛ FMD: اتساع وابسته به جریان

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده تمرین دایره‌ای ترکیبی (مقاومتی و استقامتی) بر IL-6 ($p=0/001$)، IL-1β ($p=0/001$) و TNF-α ($p<0/001$) در زنان سالمند ۷۰ تا ۸۰ سال تأثیرگذار است. نتایج به‌دست‌آمده با تحقیق آرسنالت و همکاران (۲۰۰۸) که تمرینات هوازی به‌تنهایی در زنان سالمند به‌کار گرفته بودند همخوانی دارد [۲۰ و ۲۱]. آرسنالت و همکاران (۲۰۰۹) کاهش معنی‌داری را در TNF-α در اثر تمرینات هوازی طولانی‌مدت مشاهده کردند. روستی رودریگز و همکاران (۲۰۱۳) نیز نشان دادند سطوح IL-6 و TNF-α به‌دنبال یک دوره تمرینات دایره‌ای مقاومتی در مردان بزرگسال با سندرم داون کاهش معنی‌داری را نشان داده است و نتیجه گرفتند تمرینات مقاومتی دایره‌ای بر کاهش سیستمیک التهاب می‌تواند اثرگذار باشد [۲۲]. نتایج تحقیق اوگاوا و همکاران (۲۰۱۰) نیز نشان داد تمرینات مقاومتی با شدت پایین می‌تواند کاهش معنی‌داری را در TNF-α و CRP زنان سالمند کم‌تحرک مشاهده کردند و بیان داشتند هیپرتروفی و قدرت عضله به‌دنبال ۱۲ هفته تمرین مقاومتی با کاهش عوامل التهابی و سایتوکاین‌ها و در نتیجه بهبود کیفیت زندگی سالمندان ارتباط دارد؛ زیرا TNF-α تمایز سلول‌های عضلانی را مهار کرده و تجزیه پروتئین را افزایش و

حسب عضویت گروهی نمرات IL-6، IL-1β، TNF-α و FMD (گروه تجربی و کنترل) در مرحله پس‌آزمون تفاوت معنی‌دار آماری وجود داشت ($p < 0/05$). بنابراین تمرین دایره‌ای ترکیبی (مقاومتی و استقامتی) بر کاهش IL-6، IL-1β، TNF-α و افزایش FMD در زنان سالمند ۷۰ تا ۸۰ سال تأثیرگذار است. میزان این تأثیر در مرحله پس‌آزمون به ترتیب ۰/۴۰۳، ۰/۳۸، ۰/۷۲ و ۰/۳۹ بوده است. همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، ارتباط معکوس اما غیرمعنی‌داری بین کلیه فاکتورهای پیش‌تهابی و FMD در دو گروه تجربی وجود دارد؛ یعنی کاهش فاکتورهای پیش‌تهابی به‌دنبال یک دوره تمرین ترکیبی دایره‌ای با بهبود کمی در عملکرد عروق در زنان سالمند ۶۰ سال به بالا همراه بوده است.

بحث و نتیجه‌گیری

جدول ۴- ارتباط فاکتورهای پیش‌تهابی با عملکرد عروق

گروه	متغیرها	r	P
گروه تجربی	IL-6	-۰/۲۶	۰/۴۱
	IL-1β	-۰/۳۷	۰/۲۳
	TNF-α	-۰/۱۷	۰/۵۹
گروه کنترل	IL-6	-۰/۳۰	۰/۳۳
	IL-1β	-۰/۲۱	۰/۵۱
	TNF-α	-۰/۰۵۰	۰/۸۷

که حجم و شدت مناسب تمرین، هر دو بر کاهش IL-6 اثرگذار هستند [۲۴]. احتمالاً به دلیل به کارگیری توده عضلانی بیشتر، حجم و شدت مناسب در تمرینات بکار برده شده در تحقیق حاضر، تأثیرات بیشتر و بهتری نیز بر IL-6 در زنان سالمند غیرورزشکار مشاهده شده است. از طرفی دیگر مطالعات با طول دوره تمرینی مختلف نتایج متفاوتی را نشان دادند. مداخلات تمرینی کوتاه مدت شامل: ۱۴-۱۲ هفته باعث کاهش در IL-6 [۲۸-۳۰] و مداخلات تمرینی طولانی مدت شامل: بیش از ۱۸-۱۴ ماه [۳۱] علی‌رغم استفاده از آزمودنی‌های مختلف موجب تغییر در فاکتورهای التهابی نشدند. برنر و همکاران (۱۹۹۹) با مطالعه بر روی شدت‌های مختلف فعالیت بدنی بیان کردند فعالیت با شدت بالا به شکل معنی‌داری IL-6 و TNF- α را در مردان بزرگسال سالم افزایش می‌دهد [۳۲]. همچنین ورزش با شدت و مدت متوسط در دوره تمرین اثر بیشتری بر متغیرهای التهابی داشته و موجب کاهش عوامل التهابی می‌شود و شدت‌های خیلی پایین‌تر اثرات کمتری دارد [۳۳]. لوبنجر و همکاران (۲۰۰۹) نیز تغییری در شاخص‌های التهابی بر اثر تمرین مقاومتی مشاهده نکردند و پیشنهاد نمودند که به منظور مشاهده تأثیر تمرین مقاومتی بر شاخص‌های التهابی دوره تمرینی بلندمدت لازم است. همچنین کاظمی و میزانی (۱۳۹۳) علاوه بر این که نشان دادند به دنبال به کارگیری تمرینات ترکیبی به شکل موازی با ترتیب‌های متفاوت در سالمندان ۵۵-۷۰ ساله می‌تواند اثرات مثبتی بر شاخص‌های آنتروپومتریک و مقاومت انسولین مشاهده کرد؛ در حالی که ترتیب متفاوت تمرین نیز اثرات یکسانی را نشان می‌دهد [۳۴]. اختلاف در این نتایج ممکن است به دلیل کم بودن مدت زمان تمرین (۸ هفته) در تحقیق کاظمی و میزانی (۱۳۹۳) نسبت به تحقیق حاضر باشد. لذا استفاده از مدت مناسب تمرینات در این تحقیق (۱۲ هفته) توانسته به کاهش معنی‌داری در فاکتورهای پیش التهابی منجر شود.

بر طبق نتایج به دست آمده بین میانگین‌های تعدیل شده نمره سیالی آزمودنی‌ها بر حسب عضویت گروهی (گروه تجربی

سنتر آن را کاهش می‌دهد [۲۳]. نتایج این تحقیقات حاکی از اثرگذاری دو نوع تمرین استقامتی و مقاومتی به صورت مجزا بر کاهش TNF- α است و در تحقیق حاضر نیز استفاده هم‌زمان از دو نوع تمرین در قالب تمرینات ترکیبی تغییرات معنی‌داری را در کاهش TNF- α مشاهده کرده است. از طرف دیگر فریرا و همکاران (۲۰۰۹) نیز نشان دادند تمرینات مقاومتی دایره‌ای با حجم (ست‌های بیش از ۴ و مدت اجرای ۲ راند فراتر از ۴۰ دقیقه) و شدت بالای تمرین (۷۰ تا ۸۵٪ 1RM) و استراحت‌های ناکافی (کمتر از ۲۴ یا ۴۸ ساعت بین جلسات) ترکیب بدنی را بهبود می‌بخشد (هیپرتروفی ایجاد می‌کند) اما تغییر معنی‌داری را در شاخص‌های التهابی در زنان میانسال سالم به وجود نمی‌آورد. به‌ویژه زمانی که از تمرینات با فاز اکستریک استفاده می‌شود [۲۴]. با توجه به اینکه تمرینات ترکیبی دایره‌ای با شدت پایین و متوسط و دوره‌های استراحت کوتاه مدت ممکن است سختی عروق را از طریق بهبود وازودیلاسیون اندوتلیوم عروقی کاهش دهند [۲۵]. لذا می‌توان نتیجه گرفت که تمرینات دایره‌ای ترکیبی (استقامتی و مقاومتی) با شدت، حجم و زمان استراحت مناسب ضمن اینکه اثراتی مشابه تمرینات هوازی به تنهایی را در عروق خواهد داشت، اثرات منفی تمرینات مقاومتی به تنهایی (سختی عروق و ...) را هم جبران خواهد کرد. در همین راستا کاراویرتا و همکاران (۲۰۰۸) تمرینات ترکیبی استقامتی و مقاومتی را در مردان ۴۰ تا ۶۷ ساله به کار بردند و نتایج آنها نشان داد ظرفیت هوازی و حداکثر قدرت به ترتیب در گروه تمرینات هوازی و تمرینات مقاومتی به شکل معنی‌داری افزایش یافت و گروه تمرینات ترکیبی نسبت به دو گروه دیگر عملکرد قلبی عروقی بهتری (کاهش رفتارهای شبه فراکتال قلبی عملکرد مهم سلامت قلبی) را در مجموع در زمان تمرین و پس از آن نشان دادند [۲۶]. در تحقیق استارکی و همکاران (۲۰۰۲) نیز بیان شده است توده عضلانی به کار گرفته شده به هنگام ورزش در ظهور IL-6 و عوامل التهابی سیستمیک حین و پس از ورزش تأثیرگذار است [۲۷]. فریرا و همکاران (۲۰۰۹) نیز عنوان کردند

و کنترل) در مرحله پس از آزمون تفاوت معنی دار آماری وجود دارد ($p=0/01$)؛ بنابراین تمرین دایره‌ای ترکیبی (مقاومتی و استقامتی) بر افزایش عملکرد عروق (FMD) در زنان سالمند ۷۰ تا ۸۰ سال تأثیر گذار است. نتایج به دست آمده با تحقیق ارگان و همکاران (۲۰۰۶) همخوانی دارد. آنها نشان دادند که FMD در گروه مردان تمرین کرده سالم $53/2 \pm 6/1$ ساله نسبت به تمرین نکرده‌ها $51 \pm 7/7$ ساله به طور معنی داری بالاتر بوده است. همچنین بیان کردند بهبود FMD می‌تواند فاکتور مهمی برای بهبود عملکرد عروقی باشد و تمرینات منظم از طریق بهبود عملکرد اندوتلیال بر بهبود عملکرد عروقی حتی در نمونه‌هایی با عوامل خطرزای قلبی عروقی پایین نیز تأثیر گذار است [۳۵]. اوکوموتو و همکاران (۲۰۰۷) نیز نشان دادند به کارگیری هم‌زمان تمرینات استقامتی و مقاومتی ممکن است تأثیرات مثبتی بر کاهش سختی عروق مشاهده شده در اثر تمرینات مقاومتی داشته باشد و به کارگیری ۸ هفته تمرینات هوازی بعد از تمرینات مقاومتی سختی عروق را در بزرگسالان سالم جوان کاهش داده و عملکرد عروق را در آنها بهبود می‌بخشد در حالی که وقتی تمرینات هوازی قبل از مقاومتی شکل داده می‌شوند تغییری در سختی عروق و بهبود FMD احتمالاً به دلیل خنثی شدن اثر آن با تمرینات مقاومتی، مشاهده نمی‌شود [۳۶]. یکی از دلایل آن ممکن است افزایش فشارخون توسط تمرینات مقاومتی باشد. گرین و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند تمرینات هوازی ترکیب شده با تمرینات مقاومتی عملکرد عروقی با واسطه No را بهبود می‌بخشد. توانایی یک شریان برای تطبیق با تغییر در جریان خون شریان بازویی و فشار برشی با بهبود FMD افزایش می‌یابد [۱۷]. تحقیق حاضر که تمرینات ایروبیک را پس از مقاومتی استفاده کرده است نیز همین نتایج را نشان می‌دهد. پس می‌توان گفت تمرین دایره‌ای ترکیبی (مقاومتی و استقامتی) بر عملکرد عروق (FMD) در زنان سالمند ۷۰ تا ۸۰ سال تأثیر گذار است. در انتها نتایج تحقیق ارتباط معکوس اما غیرمعنی داری بین کلیه فاکتورهای پیش التهابی و FMD در دو گروه تجربی نشان می‌دهد؛ یعنی

کاهش فاکتورهای پیش التهابی به دنبال یک دوره تمرین ترکیبی دایره‌ای در گروه تجربی با بهبود اندک اما مهم کلینیکی عملکرد عروق در زنان سالمند ۷۰ سال به بالا همراه بوده است. هیچ تحقیقی که به طور مستقیم ارتباط بین فاکتورهای پیش التهابی و FMD را بررسی کرده باشد، در منابع یافت نشد. بروتی و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند عملکرد عروق به افزایش فاکتورهای التهابی ارتباط دارد آنها ارتباط معکوسی بین فاکتورهای التهابی (فیبرینوژن و CRP) با FMD مشاهده کردند و نشان دادند افزایش فاکتورهای التهابی می‌تواند FMD و در نتیجه عملکرد عروق را دچار اختلال کند [۳۷]. در نتیجه ۱۲ هفته تمرینات دایره‌ای ترکیبی (مقاومتی و استقامتی) می‌تواند باعث کاهش معنی دار سایتوکاین‌های پیش التهابی و بهبود عملکرد اندوتلیال شود و تغییرات در سایتوکاین‌های پیش التهابی با تغییر در عملکرد اندوتلیوم ارتباط معکوس ضعیفی دارد. نظر به اینکه با افزایش سن عوامل التهابی افزایش یافته و اختلال عروق را در سالمندان به دنبال دارد، استفاده از تمرینات ترکیبی دایره‌ای می‌تواند به کاهش عوامل التهابی و بهبود عملکرد عروقی کمک کند و احتمال آترواسکلروز و بیماری‌های قلبی عروقی دیگر را کاهش دهد. در نتیجه احتمال مرگ و میر را به ویژه در سالمندان کاهش دهد. لذا یافتن ارتباط ضعیف بین این عوامل از نظر کلینیکی حائز اهمیت است.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از مسئولین مرکز سالمندان طراوت، باشگاه ورزشی افتخار، آزمایشگاه المهدی شهرکرد و آزمایشگاه زیست فناوری دانشگاه شهرکرد به خاطر همکاری و حمایت‌هایشان و از همه کسانی که ما را در این تحقیق یاری نمودند، کمال تشکر را داریم.

References

1. Yusuf S, Reddy S, Ounpuu S, Anand S. Global burden of cardiovascular diseases: part I: general considerations, the epidemiologic transition, risk factors, and impact of urbanization. *Circulation*. 2001; 104(22):2746-2753.
2. Santos-Parker JR, LaRocca TJ, Seals DR. Aerobic exercise and other healthy lifestyle factors that influence vascular aging. *Advances in physiology education*. 2014; 38(4):296-307.
3. Chung HY, Kim HJ, Kim JW, Yu BP. The inflammation hypothesis of aging: molecular modulation by calorie restriction. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2001; 928:327-335.
4. Anderson TJ. Assessment and treatment of endothelial dysfunction in humans. *Journal of the American College of Cardiology*. 1999; 34(3):631-638.
5. Eckel RH, Jakicic JM, Ard JD, Jesus JM de, Houston Miller N, van Hubbard S, et al. 2013 AHA/ACC guideline on lifestyle management to reduce cardiovascular risk: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Journal of the American College of Cardiology*. 2014; 63(25 Pt B):2960-2984.
6. Marsh SA, Coombes JS. Exercise and the endothelial cell. *International journal of cardiology*. 2005; 99(2):165-169.
7. Koller A, Shephard RJ, Balady GJ. Exercise as cardiovascular therapy. *Circulation*. 2000; 101(14):E164.
8. Clarkson P, Montgomery HE, Mullen MJ, Donald AE, Powe AJ, Bull T, et al. Exercise training enhances endothelial function in young men. *Journal of the American College of Cardiology*. 1999; 33(5):1379-1385.
9. Nualnim N, Barnes JN, Tarumi T, Renzi CP, Tanaka H. Comparison of central artery elasticity in swimmers, runners, and the sedentary. *The American journal of cardiology*. 2011; 107(5):783-787.
10. Miyachi M, Donato AJ, Yamamoto K, Takahashi K, Gates PE, Moreau KL, et al. Greater age-related reductions in central arterial compliance in resistance-trained men. *Hypertension*. 2003; 41(1):130-135.
11. Cook JN, DeVan AE, Schleifer JL, Anton MM, Cortez-Cooper MY, Tanaka H. Arterial compliance of rowers: implications for combined aerobic and strength training on arterial elasticity. *American journal of physiology. Heart and circulatory physiology*. 2006; 290(4):H1596-H1600.
12. Coffey VG, Hawley JA. The molecular bases of training adaptation. *Sports medicine*. 2007; 37(9):737-763.
13. 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):255-263.
14. Wadley AJ, van Veldhuijzen Zanten JJ, Aldred S. The interactions of oxidative stress and inflammation with vascular dysfunction in ageing: the vascular health triad. *Age*. 2013; 35(3):705-718.
15. Brzycki M. Strength testing—predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *Journal of physical education, recreation and dance*. 1993; 64(1):88-90.
16. Corretti MC, Anderson TJ, Benjamin EJ, Celermajer D, Charbonneau F, Creager MA, et al. Guidelines for the ultrasound assessment of endothelial-dependent flow-mediated vasodilation of the brachial artery: a report of the International Brachial Artery Reactivity Task Force. *Journal of the American College of Cardiology*. 2002; 39(2):257-265.
17. Green DJ, Maiorana A, O'Driscoll G, Taylor R. Effect of exercise training on endothelium-derived nitric oxide function in humans. *The Journal of physiology*. 2004; 561(Pt 1):1-25.
18. Naidu OA, Rajasekhar D, Latheef SAA. Assessment of endothelial function by brachial artery flow mediated dilatation in microvascular disease. *Cardiovascular ultrasound*. 2011; 9:1-5.
19. Figueroa A, Park SY, Seo DY, Sanchez-Gonzalez MA, Baek YH. Combined resistance and endurance exercise training improves arterial stiffness, blood pressure, and muscle strength in postmenopausal women. *Menopause*. 2011; 18(9):980-984.
20. Arsenaault BJ, Cartier A, Cote M, Lemieux I, Tremblay A, Bouchard C, et al. Body composition, cardiorespiratory fitness, and low-grade inflammation in middle-aged men and women. *The American journal of cardiology*. 2009; 104(2):240-246.
21. Walter RE, Wilk JB, Larson MG, Vasani RS, Keaney JF, JR, Lipinska I, et al. Systemic inflammation and COPD: the Framingham heart study. *Chest*. 2008; 133(1):19-25.
22. Rosety-Rodriguez M, Camacho A, Rosety I, Fornieles G, Rosety MA, Diaz AJ, et al. Resistance circuit training reduced inflammatory cytokines in a cohort of male adults with down syndrome. *Medical science monitor*. 2013; 19:949-953.
23. Ogawa K, Sanada K, Machida S, Okutsu M, Suzuki K. Resistance exercise training-induced muscle hypertrophy was associated with reduction of inflammatory markers in elderly women. *Mediators of inflammation*. 2010; 2010:1-7.
24. Ferreira FC, de Medeiros A, Nicioli C, Nunes JE, Shiguemoto GE, Prestes J, et al. Circuit resistance training in sedentary women: body composition and serum cytokine levels. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*. 2010; 35(2):163-171.
25. Casey DP, Pierce GL, Howe KS, Mering MC, Braith RW. Effect of resistance training on arterial wave reflection and brachial artery reactivity in normotensive postmenopausal women. *European journal of applied physiology*. 2007; 100(4):403-408.

26. Karavirta L, Tulppo MP, Laaksonen DE, Nyman K, Laukkanen RT, Kinnunen H, et al. Heart rate dynamics after combined endurance and strength training in older men. *Medicine and science in sports and exercise*. 2009; 41(7):1436-1443.
27. Starkie RL, Arkinstall MJ, Koukoulas I, Hawley JA, Febbraio MA. Carbohydrate ingestion attenuates the increase in plasma interleukin-6, but not skeletal muscle interleukin-6 mRNA, during exercise in humans. *The Journal of physiology*. 2001; 533(Pt 2):585-591.
28. Shiravani H, Faramarzi M, Aghababa R, Samadi M. The combined effect of low impact aerobic exercise and omega-3 supplementation on serum C-reactive protein level and lipid profile in elderly women. 2015; 17(3):46-53. [Persian]
29. 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):304-313.
30. 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):314-325.
31. Beavers KM, Brinkley TE, Nicklas BJ. Effect of exercise training on chronic inflammation. *Clinica chimica acta*. 2010; 411(11, 12):785-793.
32. Brenner IK, Natale VM, Vasiliou P, Moldoveanu AI, Shek PN, Shephard RJ. Impact of three different types of exercise on components of the inflammatory response. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1999; 80(5):452-460.
33. Fischer CP, Berntsen A, Perstrup LB, Eskildsen P, Pedersen BK. Plasma levels of interleukin-6 and C-reactive protein are associated with physical inactivity independent of obesity. *Scandinavian journal of medicine and science in sports*. 2007; 17(5):580-587.
34. Kazemi AR, Mizani R. The comparison of different order of concurrent training on plasma myonectin levels, insulin resistance index and anthropometric characteristics of elderly women. *Ebnesina*. 2015; 16(4):39-46. [Persian]
35. Ergun M, Tengiz I, Turk U, Senisik S, Alioglu E, Yuksel O, et al. The effects of long-term regular exercise on endothelial functions, inflammatory and thrombotic activity in middle-aged, healthy men. *Journal of sports science and medicine*. 2006; 5(2):266-275.
36. Okamoto T, Masuhara M, Ikuta K. Combined aerobic and resistance training and vascular function: effect of aerobic exercise before and after resistance training. *Journal of applied physiology*. 2007; 103(5):1655-1661.
37. Brevetti G, Silvestro A, Schiano V, Chiariello M. Endothelial dysfunction and cardiovascular risk prediction in peripheral arterial disease: additive value of flow-mediated dilation to ankle-brachial pressure index. *Circulation*. 2003; 108(17):2093-2098.

The relationship between pro-inflammatory factors and vascular function after a period of circuit combined training (resistance and endurance) in elderly women

Dehghan Sh¹, *Matinhomae H², Peeri M³, Faramarzi M⁴

Abstract

Background: Aging is associated with low-grade inflammation and vascular endothelial dysfunction. The benefits of regular exercise for well-being in elderly are well established. However, fewer studies have been done about the impact of circuit combined training (CCT) (resistance and endurance) on pro-inflammatory factors associated with vascular function in elderly women.

Materials and methods: Subjects were 24 healthy women (age: 73.95±5.06 years, height: 154.26±6.47 cm, weight: 66.13±9.87 kg, BMI: 27.76±3.27 kg/m²) living in nursing homes. They were divided into two groups, including experimental (n=12) and control (n=12) groups. Experimental group participated 12 weeks of CCT protocol. Anthropometric indices, flow mediated dilation (FMD), IL-6, IL-1 β , and TNF- α were measured before and after the training program.

Results: The analysis of covariance showed a significant reduction in IL-6 (p=0.001), IL-1 β (p=0.001), and TNF- α (p=0.000), and a significant increase in FMD (p=0.001), in the experimental group compared to the control after the training program. In Pearson's correlation coefficient test, a non-significant indirect relationship was observed between FMD and three factors of IL-6 (r= -0.26, p=0.41), IL-1 β (r= -0.37, p=0.23), and TNF- α (r= -0.17, p=0.59).

Conclusion: In summary, the results indicated that 12 weeks of CCT is effective on pro-inflammatory cytokines associated with vascular function in old women aged 70 - 80 years. Also, pro-inflammatory cytokines showed an indirect and weak relationship with vascular function in old women. So, we can probably say that vascular function can improve clinically with a reduction in pro-inflammatory cytokines clinically after CCT protocol in old women. However, further researches are required.

Keywords: Circuit Based Exercise, Cytokines, Inflammation, Elderly, Women Groups

1. PhD in Metabolism and sport biochemistry, Department of exercise physiology, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2. Assistant professor, Department of exercise physiology, Islamic Azad University, Tehran, Iran
(*Corresponding Author)
hasanmatinhomae@gmail.com

3. Professor, Department of exercise physiology, Islamic Azad University, Tehran, Iran

4. Associate professor, Department of physical education and sport sciences, University of Shahrekord, Shahrekord, Iran