

تغییرات برخی فاکتورهای آمادگی جسمانی، هورمون‌های تستوسترون و کورتیزول به دنبال تمرینات ترکیبی با و بدون محدودیت جریان خون در مردان سالمند

محسن فرهادیانی عسگرآبادی^۱، ناصر بهپور^{۲*}، احمد محمدی مقدم^۳

۱- مربی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

۲- دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

۳- استادیار، گروه تربیت‌بدنی، واحد خرم‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم‌آباد، ایران

یافته / دوره ۲۴ / شماره ۱ / بهار ۱۴۰۱ / مسلسل ۹۱

چکیده

دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۱/۲۶ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۹/۱۳

مقدمه: با توجه به اهمیت حفظ و ارتقای سلامت سالمندان، بررسی پاسخ‌های هورمونی آنها در حین تمرینات آمادگی جسمانی ضروری است. این مطالعه با هدف تأثیر دو روش تمرین ترکیبی با و بدون محدودیت جریان خون بر روی برخی فاکتورهای آمادگی جسمانی (قدرت عضلانی و استقامت عضلانی)، آنابولیک (تستوسترون) و کاتابولیک (کورتیزول) انجام شد.

مواد و روش‌ها: پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی و با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون بود. در مجموع ۲۴ مرد سالمند بدون سابقه تمرینی به طور داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند که در دو گروه تجربی و یک گروه کنترل توزیع شدند. اندازه‌گیری‌ها شامل آزمون ۳۰ ثانیه نشستن و برخاستن، آزمون نشستن و برخاستن با ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه (تا حد خستگی) و اندازه‌گیری تستوسترون و کورتیزول بود. در گروه با محدودیت جریان خون قسمت فوقانی هر دو ران با کاف بسته شد و تمرین با شدت ۳۰-۴۰ درصد یک تکرار بیشینه تا حد خستگی انجام شد. در گروه تمرین بدون محدودیت همین حرکات با شدت ۶۵ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه تا حد خستگی انجام شد. از آزمون کوواریانس و آزمون تعقیبی بون‌فرونی برای تحلیل‌های آماری استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد تمرین با محدودیت جریان خون تأثیری معنادار و مشابه تمرین با شدت بالاتر و بدون محدودیت جریان خون در افزایش قدرت عضلانی و استقامت عضلانی دارد. همچنین هر دو روش تمرینی اثرات مشابهی بر افزایش میزان تستوسترون و کاهش میزان کورتیزول سرم در بین مردان سالمند داشت.

بحث و نتیجه‌گیری: از آنجا که انجام تمرینات سنگین با وزنه برای سالمندان دشوار و آسیب‌زا است این افراد می‌توانند از تمرینات مقاومتی با شدت کم همراه با محدودیت جریان خون به طور اثر بخشی بهره ببرند. برای دستیابی به دانش بهتر در این زمینه، بهتر است سایر سازوکارهای هورمونی و عصبی-عضلانی دخیل در اثرگذاری این تمرینات بررسی شوند.

واژه‌های کلیدی: سالمندی، محدودیت جریان خون، کورتیزول، تمرین مقاومتی، تستوسترون.

*آدرس مکاتبه: کرمانشاه، دانشگاه رازی، دانشکده علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی.

پست الکترونیک: n_behpoor@yahoo.com

مقدمه

جمعیت سالمند به دلیل افزایش طول عمر در همه جوامع و کشورهای دنیا رو به افزایش است و این افزایش در کشورهای در حال توسعه بسیار شدیدتر از کشورهای توسعه یافته خواهد بود (۱). امروزه حدود ۶۰۰ میلیون نفر از جمعیت جهان را افراد سالمند بالای ۶۰ سال تشکیل می دهند. پیش بینی ها نشان می دهد این تعداد تا سال ۲۰۵۰ به دو میلیارد نفر خواهد رسید (۲). با افزایش جمعیت افراد مسن، خطر بیماری و مشکلات بهداشتی آن ها نیز افزایش می یابد (۳). در ایران بررس ها نشان می دهد، که سالمندان ۱۵ درصد از مراجعین به مطب پزشکان متخصص، ۳۴ درصد از معالجات سرپایی در بیمارستان ها و ۸۹ درصد از بستری ها در مؤسسات و سراهای نگه داری از افراد بالای ۶۵ سال را به خود اختصاص می دهند (۴). از طرفی افراد سالمند معمولاً تمایلی نیز برای انجام تمرینات سنگین ندارند (۵) بنابراین، ابداع روش های ایمن و موثر برای افراد مسن که تحمل شدت های بالای تمرینی را ندارند همواره مورد نظر محققین بوده است (۶). نوعی روش تمرینی که به اشکال مختلف قابل اجرا است، روش تمرینی با محدودیت جریان خون (BFR) نام دارد. محدودیت جریان خون روش جانبی در اجرای تمرینات ورزشی مثل پیاده روی، دوچرخه سواری، دویدن و تمرین قدرتی می باشد که در سال های اخیر هدف پژوهشی بسیاری از محققین بوده است. محدودیت جریان خون طی ورزش توسط بستن یک کاف محدودکننده جریان خون، بر روی بالاترین قسمت دست یا پا اعمال می شود (۷). معمولاً عرض کاف محدود کننده جریان خون در این نوع تمرین، برای عضلات پایین تنه ۵-۱۰ سانتی متر

و برای عضلات دست بین ۳-۵ سانتی متر است (۸). شدت این تمرینات که معمولاً ۲۵ تا ۳۵ درصد یک تکرار بیشینه (1RM) در نظر گرفته می شود برای افراد با ویژگیهای جسمانی متفاوت قابل تحمل است. در مورد مکانیسم عمل این تمرینات موارد مختلفی از جمله بکارگیری تارهای تند انقباض، تجمع متابولیت ها و در نتیجه افزایش در ساخت پروتئین به وسیله مسیر سیگنالی mtor,p13k-akt ذکر شده است. دومین مکانیسم، تحریک پروتئین شوک گرمایی، سنتز نیتریک اکساید و کاهش میوستانین است. البته افزایش هورمون رشد (GH) یکی از مهم ترین دلایل هایپرتروفی در این مرحله می باشد (۹). شواهدی نیز وجود دارد که احتمال می دهد تمرینات BFR می توانند بر استقامت عضلانی اثر داشته باشد. شرایط کمبود اکسیژن درون سلولی که به وسیله تمرینات BFR ایجاد می شود ممکن است باعث افزایش مویرگ زایی و در نتیجه باعث افزایش استقامت موضعی عضلات شود. علاوه بر این هیپوکسمی ناشی از تمرینات BFR از مسیر های دیگری نیز احتمالاً می تواند منجر به افزایش عامل رشد فیبروبلاست (FGF2) شود. ممکن است هیپوکسمی ناشی از این تمرینات به واسطه افزایش عامل رشد شبه انسولین (IGF1)، GH و تستوسترون باشد (۱۰).

تستوسترون و کورتیزول عموماً به عنوان نماینده هورمون های آنابولیک و کاتابولیک پذیرفته شده اند. هورمون های آنابولیک و کاتابولیک نقش مهمی در سازگاری به تمرین بازی می کنند (۱۱). تستوسترون یک هورمون اندروژنی آنابولیک نیرومند است که سنتز پروتئین و افزایش اسید آمینه درون عضلانی را تحریک و باعث تعادل مثبت پروتئین و هایپرتروفی

عضلانی می‌شود (۱۲). کورتیزول نیز هورمونی کاتابولیک است که توسط غده فوق کلیوی تولید می‌شود. تولید و ترشح کورتیزول توسط آدرنو کورتیکوئید تروپیک (ACTH) هورمون تولید شده توسط غده هیپوفیز، تحریک می‌شود. این هورمون با الگوی روزانه ی، افزایش در صبح زود، رسیدن به اوج در حدود ۸ صبح و کاهش در غروب ترشح می‌شود. کورتیزول به شکستن پروتئین، گلوکز و لیپیدها، حفظ فشار خون و تنظیم سیستم ایمنی بدن کمک می‌کند. گرما، سرما، عفونت، تروما، استرس، ورزش و بیماری‌های ناتوان کننده می‌توانند غلظت کورتیزول را تحت تاثیر قرار دهند (۱۳).

ترکیب همزمان تمرین استقامتی و مقاومتی در برنامه های تمرینی منظم، تمرین ترکیبی نامیده می‌شود. مطالعه ی تأثیر ترکیب تمرین قدرتی و استقامتی بر توان هوازی و استقامت کوتاه مدت از چهار دهه پیش شروع شده است (۱۴). مطالعات مختلفی نشان داده اند فعالیت استقامتی می‌تواند توده چربی را کاهش و مقاومت عضلات به خستگی را افزایش دهد و به سازگاری های مرکزی و محیطی منجر شود که باعث افزایش اکسیژن مصرفی بیشینه و توانایی عضلات اسکلتی برای تولید انرژی از طریق متابولیسم اکسیداتیو بدون افزایش قدرت و هیپرتروفی عضلانی گردد. در حالی که فعالیت مقاومتی در طول سالمندی می‌تواند قدرت، توده بدون چربی و توان عضلات اسکلتی را بدون تغییر در حداکثر اکسیژن مصرفی (VO₂max) افزایش دهد (۱۵)، تمرین قدرتی و استقامتی، عملکرد و وضعیت سلامت را توسط تغییر در ترکیب بدن افزایش می‌دهند. از این رو، تجویز هر دو تمرین قدرتی و استقامتی برای بهبود ظرفیت

عملکردی و ترکیب بدن در افراد سالمند توصیه شده است (۱۶). تا کنون تحقیقات زیادی با استفاده از این تمرینات در خارج از کشور انجام شده است. اما این تحقیقات یا روی افراد جوان ورزشکار، مثلاً تمرین هوازی با و بدون محدودیت جریان خون در دوچرخه سواران (۱۷) یا تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون در بازیکنان راگبی یا صرفاً تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون در افراد جوان بوده است. تحقیقاتی که روی افراد مسن انجام شده بسیار محدود است.

در مطالعه تاکارادا و همکاران (۲۰۰۲) (۷) روی زنان مسن فقط از تمرینات مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون استفاده شد. اوزاکی و همکاران در سال ۲۰۱۰ (۱۸) نیز تمرین هوازی (پیاده روی) با و بدون محدودیت جریان خون را در مردان مسن مورد مطالعه قرار داد و بالاخره آبه و همکاران (۲۰۱۰) (۱۷) تمرین پیاده روی روی تردمیل با و بدون محدودیت جریان خون را در افراد مسن بررسی نمودند. در داخل کشور نیز به نظر می‌رسد تا کنون چندین مطالعه در این زمینه انجام شده است که از بین این مطالعات تنها دو مورد بر روی افراد سالمند انجام شده است که این مطالعات شامل شریفی مقدم و همکاران (۲۰۱۸) (۱۹) با عنوان تاثیر برنامه‌های تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون بر غلظت سرمی CAF ، P3NP و عملکرد عضلانی در زنان سالمند و تحقیق دیگر عنابستانی و همکاران (۲۰۱۴) (۲۰) با عنوان مقایسه تمرینات ترکیبی با و بدون محدودیت جریان خون در زنان یائسه بوده است. نتایج این تحقیقات با توجه به نوع آزمودنی، برنامه تمرینی، مدت تمرین و نوع محدودیت جریان خون بسیار متفاوت بوده است.

این سوال به ذهن می رسد که آیا تمرینات ترکیبی با محدودیت جریان خون بر پاسخ های هورمونی و آمادگی بدنی مردان سالمند تاثیر معنا داری دارد؟

مواد و روش ها

این پژوهش از نوع نیمه تجربی و با طرح پیش آزمون - پس آزمون است. جامعه آماری این پژوهش را مردان ۶۰ تا ۶۵ سال استان لرستان تشکیل دادند که جمعیت آنها حدود ۲۰۰ هزار نفر برآورد شده است. با رجوع به مقالات مشابه (۱۱) و همچنین با استفاده از فرمول تعیین نمونه کوکران تعداد ۲۴ نفر با روش هدفمند و در دسترس از بین اعضای جامعه انتخاب شدند و به طور تصادفی در سه گروه ۸ نفره (تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون - تمرین مقاومتی بدون محدودیت جریان خون - گروه کنترل) تقسیم شدند. نمونه ها مشکلات عصبی عضلانی که در انجام تحقیق محدودیت ایجاد کند نداشتند. همچنین هیچ کدام از آنها به بیماری هایی که انجام تمرینات را برای آنها منع کند از جمله بیماری دیابت یا اختلالات تیروئید مبتلا نبودند (۱۴).

قدرت عضلانی از طریق آزمون ۳۰ ثانیه نشستن و برخاستن از صندلی انجام شد. بدین ترتیب که آزمودنی در حالی که روی صندلی نشسته بود و دست-هانش به صورت ضربدری روی سینه قرار داشت، با فرمان "رو" شروع به نشستن و برخاستن از صندلی می کرد. تعداد دفعاتی که فرد حرکت را انجام می داد در مدت ۳۰ ثانیه به عنوان رکورد ثبت گردید (۱۷). استقامت عضلانی با انجام آزمون ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه تا حد خستگی در حرکت نشست و برخاست ارزیابی گردید. به این صورت که پس از محاسبه ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه وزنه انتخاب شد و فرد تا حد

در مجموع این تحقیقات از برنامه تمرینی همراه با محدودیت جریان خون برای افزایش برخی شاخص های آمادگی جسمانی حمایت کرده و اثربخشی این تمرینات را قابل قبول ارزیابی کرده اند. نکته دیگر اینکه مطالعات نشان می دهد چنانچه یک برنامه تمرینی با شدتی کمتر از شدت بیشینه (کمتر از ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه)، اما همراه با محدودیت جریان خون انجام شود، فشار کمتری بر مفاصل و لیگامنت ها وارد می کند و منجر به بروز آسیب کمتری خواهد شد؛ در حالی که از تحریک کافی برای افزایش حجم و قدرت عضلانی نیز برخوردار خواهد بود (۸). لذا در تحقیق حاضر اثر تمرینات ترکیبی با و بدون محدودیت جریان خون با هم مقایسه می شود.

در این پژوهش هدف استفاده از آثار سودمند تمرینات مقاومتی برای جلوگیری از کاهش توده عضلانی و تاثیر تمرینات استقامتی بر بهبود آمادگی هوازی است، از این رو تمرینات در قالب تمرینات ترکیبی طراحی شد. از سوی دیگر تا کنون هیچ مطالعه داخلی به بررسی تاثیر تمرینات ترکیبی به همراه محدودیت در جریان خون بر قدرت و استقامت عضلانی و پاسخ های هورمونی در افراد سالمند نپرداخته است. لذا از موتورهای جستجو و پایگاه های علمی معتبر بین المللی مانند گوگل اسکولار (Google Scholar)، اسکوپوس (Scopus)، پروکوئست (Proquest) و ابسکوهاست (EBSCOHost) برای دسترسی به ادبیات تحقیق استفاده شد.

با توجه به اهمیت تحقیق و توسعه روش های تمرینی به جهت ارتقاء سلامت افراد جامعه و اهمیت و اثرات متغیرهای وابسته در تحقیق حاضر به انجام رساندن این پژوهش یک ضرورت بشمار می رود. و

خستگی این وزنه را جابجا می کرد که تعداد انجام حرکت به عنوان رکورد فرد ثبت گردید (۱۷). روش اجرای پژوهش به این صورت است که ابتدا آزمودنی ها در برنامه تمرینی آشنایی به مدت سه جلسه شرکت کردند. در این مرحله هدف از اجرای تمرین، نحوه صحیح انجام حرکات، ملاحظات تمرینی در خصوص معیار توقف تمرین، نحوه اندازه گیری ضربان قلب در حالت استراحت و تمرین و کار با ضربان سنج و نحوه صحیح تنفس آموزش داده شد. سپس افراد حاضر در پژوهش به صورت تصادفی به ۳ گروه کنترل (۸ نفر)، تمرینات ترکیبی (قدرتی هوازی) با محدودیت جریان خون (۸ نفر) و تمرینات ترکیبی (قدرتی هوازی) بدون محدودیت (۸ نفر) تقسیم شدند. مدت زمان ایجاد محدودیت بر اساس منابع ۱۰ دقیقه در نظر گرفته شد (۶).

اندازه گیری شاخص های بیوشیمیایی پس از ۱۲ ساعت ناشتایی شبانه آزمودنی ها در محل آزمایشگاه انجام شد و نمونه خون اولیه به میزان ۵ سی سی از ورید قدامی بازویی توسط متخصصان خون گیری آزمایشگاه به منظور اندازه گیری غلظت سرمی کورتیزول و تستوسترون از آنها گرفته شد (۱۱). سپس نمونه خون سانتریفیوژ شده و نمونه سرمی آن جدا شده و برای آنالیز در دمای ۷۰- درجه سانتیگراد نگهداری شد. جهت پیشگیری از تاثیر التهاب حاد ناشی از تمرین بر مقادیر شاخص های خونی مورد بررسی، نمونه های خونی حداقل ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی جمع آوری شد. پس از این مرحله پیش آزمون به عمل آمد. به این ترتیب که اندازه گیری قد، وزن، ترکیب بدنی، 1RM، قدرت

عضلانی و استقامت عضلانی با فاصله مناسب استراحت در یک روز (بین ساعت ۸ تا ۱۰ صبح) انجام شد. نحوه انجام آزمون ها به شرح زیر بود: ترکیب بدنی با استفاده از دستگاه تجزیه و تحلیل ترکیب بدن ارزیابی شد. برای ارزیابی 1RM جهت محاسبه شدت تمرین، از آزمون برآورد قدرت عضلانی طبق فرمول برزیسکی استفاده شد. بدین ترتیب که آزمودنی ها وزنه ای را که می توانند ۱۲ تا ۱۵ تکرار انجام دهند انتخاب کرده و تا حد خستگی حرکت را انجام دادند. سپس بر اساس فرمول زیر، قدرت بیشینه آن ها برآورد شد.

$$\text{وزنه ای جا به جا شده (کیلو گرم)} \\ \text{یک تکرار بیشینه} = \frac{1}{1 + 0.0278 \times (\text{تعداد تکرار تا خستگی}) - 0.0278}$$

در برنامه تمرین مقاومتی، تمرین برای اندام تحتانی شامل حرکت باز کردن زانو در سه ست انجام شد. در گروه با محدودیت جریان خون قسمت فوقانی هر دو ران با کاف بسته شد و تمرین با شدت ۲۰-۳۰ درصد 1RM تا حد خستگی انجام شد (۶). در گروه تمرین بدون محدودیت همین حرکات با شدت ۶۵ تا ۸۰ درصد 1RM تا حد خستگی انجام شد. استراحت بین ست ها ۳۵ تا ۵۰ ثانیه در نظر گرفته شد. تمرین هوازی، در ۲۰ دقیقه برای هر دو گروه محدودیت و بدون محدودیت انجام شد. در گروه محدودیت تمرین هوازی ۱۰ دقیقه اول بدون محدودیت و ۱۰ دقیقه ی دوم با محدودیت انجام شد. تمرینات هوازی شامل تمرینات استپ همراه با موزیک، حرکات نرمشی و کششی و با شدت برابر با ۵۰ تا ۷۰ درصد حداکثر ضربان قلب بود. برای اطمینان در خصوص یکسان بودن شدت تمرینات هوازی در دو گروه، از مقیاس بورگ (برای ارزیابی میزان درک فشار) استفاده شد به طوری که شدت تمرین هوازی برابر عدد ۱۰-۱۳ در

ملاحظات اخلاقی

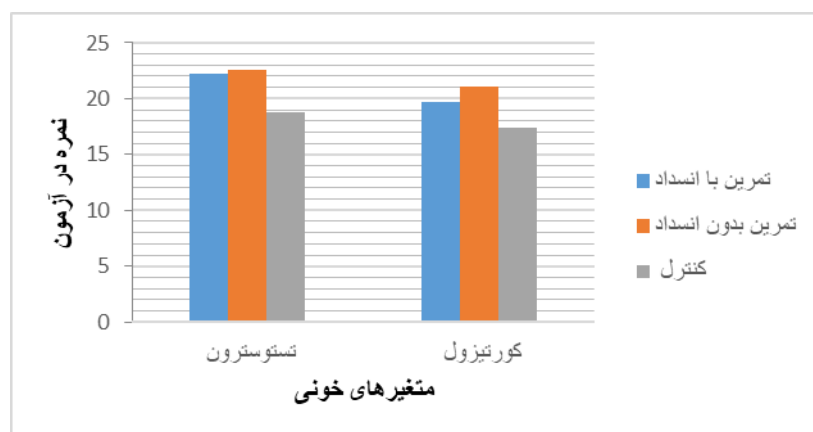
افراد شرکت کننده جهت انصراف از پژوهش حاضر مختار بودند یا در هر مرحله از پژوهش که دیگر قادر به تحمل شدت تمرین نبودند، می توانستند آزادانه از ادامه فعالیت منصرف شوند. همچنین افرادی که دارای بیماری های قلبی - عروقی یا هرگونه بیماری بودند که آنها را از ورزش و فعالیت بدنی منع می کرد، در این مطالعه شرکت داده نشدند و ضمن بازگو نمودن خطرات احتمالی، از تمامی آنها برای شرکت در پژوهش فرم رضایت نامه اخذ گردید. گفتنی است پژوهش حاضر دارای کد کمیته اخلاق از دانشگاه رازی کرمانشاه به شماره (۳-۳۹۸-۲) است.

یافته ها

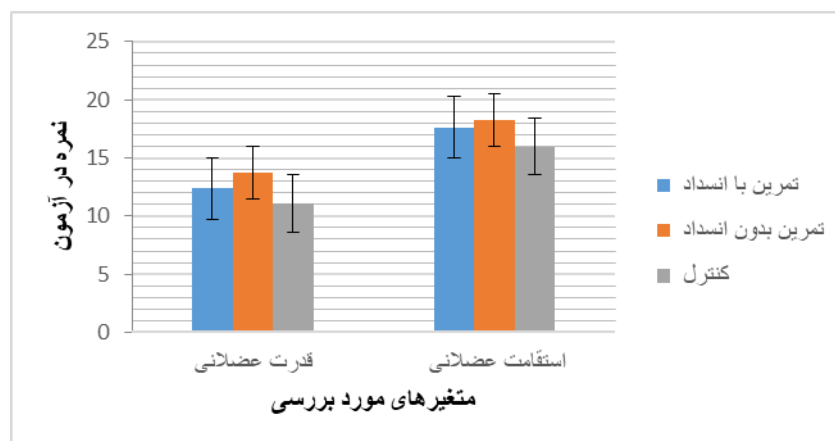
نتایج گروه های تمرین با محدودیت و تمرین بدون محدودیت و گروه کنترل در پس آزمون تستوسترون و کورتیزول در شکل ۱ ارائه شده است. یافته های پژوهش در مورد نتایج گروه های تحقیق از نظر قدرت عضلانی و استقامت عضلانی در شکل ۲ نشان داده شده است.

مقیاس ۲۰ ارزشی بزرگ قرار گرفت (۸). فشار خون در حین و پس از تمرین فشار خون آزمودنی ها به طور مرتب کنترل شد. جهت محدود کردن جریان خون و کمی کردن فشار وارد بر عضله از یک کاف برزنتی با ابعاد ۸۵ سانتیمتر طول و ۶ سانتیمتر عرض استفاده شد که درون آن تیوپ لاستیکی (با قطر ۳ سانتی متر و طول ۸۵ سانتی متر) قرار داشت و دارای دو مجرا، یکی برای ورود هوا و دیگری برای نصب بارومتر بود. در این مطالعه فشار کاف بین ۱۶۰ تا ۲۴۰ میلی متر جیوه در نظر گرفته شد.

در این مطالعه برای بررسی اثر تمرین بر متغیرهای وابسته و مقایسه پیش آزمون و پس آزمون بین سه گروه از آنالیز واریانس با اندازه های تکراری با طرح 3×2 (۳ گروه با ۲ بار اندازه گیری) استفاده شد. همچنین از آزمون تعقیبی بون فرونی برای بررسی اختلافات بین گروهی استفاده می شود و سطح معناداری در کلیه آزمون های آماری پنج صدم در نظر گرفته شد. داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ تجزیه و تحلیل شد.



شکل ۱. نتایج گروه های تحقیق در پس آزمون از نظر تستوسترون و کورتیزول



شکل ۲- نتایج گروه‌های تحقیق در پس آزمون از نظر قدرت و استقامت عضلانی

در بخش آمار استنباطی، قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها، از آزمون شاپیرو-ویلک برای کسب اطمینان از طبیعی بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. توزیع داده‌ها در تمامی موارد اندازه‌گیری شده و در تمامی مراحل آزمون طبیعی (نرمال) بود، بنابراین از آزمون‌های پارامتریک استفاده شد. برای بررسی اثر دو روش تمرینی تحقیق بر تستوسترون و کورتیزول از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد که نتایج را در جدول زیر مشاهده می‌کنید.

جدول ۱. نتایج آزمون کوواریانس بین دو گروه در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیرها	مربع میانگین	درجات آزادی	آزمون F	معناداری
تستوسترون	۱۸۷/۵۲	۲	۷۸/۷۱	۰/۰۰۱*
	۱/۶۰	۱	۰/۶۷	۰/۴۲۲
کورتیزول	۹۹/۷۸	۲	۲۴/۱۶	۰/۰۰۱*
	۳۰/۵۸	۱	۱۴/۸۱	۰/۱۳۰

همان‌طور که مشاهده می‌کنید نتایج تحلیل کوواریانس در مرحله اول نشان می‌دهد که اثر پیش-آزمون روی تستوسترون معنادار نبوده است. اما نتایج اثر گروه معنادار بود، بنابراین بدین معناست که بین گروه‌ها تفاوت معناداری در پس‌آزمون (با حذف اثرگذاری پیش‌آزمون) وجود دارد، بنابراین از آزمون تعقیبی بون‌فرونی استفاده شد که نتایج را در جدول زیر مشاهده می‌کنید.

جدول ۲. نتایج آزمون تعقیبی بون‌فرونی برای بررسی محل تفاوت بین گروه‌ها

متغیرها	تفاوت‌های بین گروهی	اختلاف میانگین‌ها	خطای استاندارد	معناداری
تستوسترون	تمرین با محدودیت	تمرین بدون محدودیت	۰/۷۹	۱
	کنترل	۸/۷۶	۰/۷۹	۰/۰۰۱*
	تمرین بدون محدودیت	۹/۳۰	۰/۸۵	۰/۰۰۱*
کورتیزول	تمرین با محدودیت	تمرین بدون محدودیت	۰/۷۲	۰/۴۷
	کنترل	۴/۸۱	۰/۷۲	۰/۰۰۱*
	تمرین بدون محدودیت	۳/۷۶	۰/۷۳	۰/۰۰۱*

همان طور که در جدول بالا مشاهده می کنید نتایج آزمون تعقیبی بون فرونی نشان داد که هر دو گروه با محدودیت جریان خون و بدون محدودیت جریان خون تفاوت معناداری با گروه کنترل داشتند، که این بدین معناست که هر دو نوع تمرین یاد شده اثر معناداری را بر میزان ترشح هورمون تستوسترون و کورتیزول داشتند، اما این دو گروه تفاوت معناداری با یکدیگر نداشتند و اثر مشابهی را بر روی میزان تستوسترون و کورتیزول داشتند.

برای بررسی تفاوت دو گروه از نظر قدرت و استقامت عضلانی نیز از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شد که نتایج را در جداول زیر مشاهده می کنید.

جدول ۳. نتایج آزمون کوواریانس بین دو گروه در پیش آزمون و پس آزمون

متغیرها	مربع میانگین	درجات آزادی	آزمون F	معناداری
گروه	۷۰/۳۳	۲	۵۰/۱۴	* / ۰/۰۰۱
پیش آزمون	۱۱/۲۲	۱	۱۶/۰۰	* / ۰/۰۰۱
گروه	۳۴/۵۷	۲	۵۰/۳۹	* / ۰/۰۰۱
پیش آزمون	۱/۵۲	۱	۲/۲۲	۰/۱۵

بر اساس یافته های تحقیق در مورد قدرت عضلانی، بین گروه ها تفاوت معناداری در پس آزمون (با حذف اثرگذاری پیش آزمون) وجود داشت. بنابراین از آزمون تعقیبی بون فرونی استفاده شد که نتایج را در جدول زیر مشاهده می کنید.

جدول ۴. نتایج آزمون تعقیبی بون فرونی برای بررسی محل تفاوت بین گروه ها

متغیرها	تفاوت های بین گروهی	اختلاف میانگین ها	خطای استاندارد	معناداری
تمرین بدون محدودیت		- ۰/۵۳	۰/۷۹	۱
تمرین با محدودیت	کنترل	۸/۷۶	۰/۷۹	* / ۰/۰۰۱
تمرین بدون محدودیت	کنترل	۹/۳۰	۰/۸۵	* / ۰/۰۰۱
تمرین با محدودیت	تمرین بدون محدودیت	- ۰/۷۴	۰/۴۲	۰/۲۸
استقامت عضلانی	کنترل	۳/۱۷	۰/۴۱	* / ۰/۰۰۱
تمرین بدون محدودیت	کنترل	۳/۹۱	۰/۴۱	* / ۰/۰۰۱

بحث و نتیجه گیری

همان طور که در جدول بالا مشاهده می کنید نتایج آزمون تعقیبی بون فرونی نشان داد که هر دو گروه با محدودیت جریان خون و بدون محدودیت جریان خون تفاوت معناداری با گروه کنترل داشتند، که این بدین معناست که هر دو نوع تمرین یاد شده اثر معناداری را بر میزان قدرت عضلانی و استقامت عضلانی داشتند، اما این دو گروه تفاوت معناداری با یکدیگر نداشتند و اثر مشابهی را بر روی میزان قدرت عضلانی و استقامت عضلانی افراد شرکت کننده داشتند.

هدف کلی از انجام این پژوهش بررسی تفاوت اثر تمرینات ترکیبی با محدودیت جریان خون و بدون محدودیت جریان خون بر آمادگی بدنی (شامل استقامت و قدرت عضلانی) و میزان سطوح کورتیزول و تستوسترون سرم مردان سالمند استان لرستان بود. همان طور که بیان شد نتایج این پژوهش نشان داد که تمرین با محدودیت جریان خون در بین افراد سالمند شرکت کننده در این پژوهش تأثیری معنادار و مشابه

به تمرین بدون محدودیت جریان خون با شدت ۶۵ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه در افزایش قدرت و استقامت عضلانی دارد. از طرفی نتایج در بخش بررسی اثر تمرین با و بدون محدودیت جریان خون بر میزان تستوسترون و کورتیزول نشان داد که هر دو گروه تمرینی اثرات مشابهی بر افزایش میزان تستوسترون و کاهش میزان کورتیزول سرم افراد سالمند داشتند. لذا بر اساس یافته های تحقیق، هر چند که هر دو روش تمرین با و بدون محدودیت جریان خون تأثیر مثبتی بر پاسخ های هورمونی و آمادگی بدنی مردان سالمند داشتند، اما هیچ یک از این دو روش بر دیگری برتری ندارد، لذا بر مبنای این یافته می توان گفت که تمرینات ترکیبی فارغ از وجود محدودیت یا نبود آن در سطح تستوسترون و کورتیزول سالمندان تغییر معناداری ایجاد می کند. تستوسترون یک هورمون آب گریز است و به آسانی در آب حل نمی شود، بلکه تقریباً همه تستوسترون موجود در جریان خون به پروتئین هایی متصل می شوند که آب دوست هستند (۱۳). تحقیقات قبلی نشان داده است که یک جلسه فعالیت مقاومتی حاد، سطح سرمی گنادوتروپین متصل به هورمون را افزایش می دهد اما انجام تمرینات در طولانی مدت موجب سازگاری هایی می شود که به افزایش تولید تستوسترون منجر می شود. اما در رابطه با کورتیزول پژوهشگران اعتقاد دارند که تمرینات با شدت پایین نمی تواند منجر به تغییرات معناداری شود و انجام تمرینات با شدت بالا با کاهش کورتیزول همراه بوده است (۱۲). به نظر می رسد که شدت تمرینات در تحقیق حاضر برای ایجاد تغییرات مذکور در

تستوسترون و کورتیزول کافی بوده است و این اثر ارتباطی با محدودیت جریان خون نداشته است. نتایج این پژوهش با نتایج عنابستانی و همکاران (۲۰۱۸)، شریفیان و همکاران (۲۰۱۱) و یاماناکا و همکاران (۲۰۱۲) همخوانی داشت (۲۵-۲۰، ۱۷). احتمالاً یکی از علت های همخوانی، استفاده از الگوهای مشابه از لحاظ سطح عملکرد (افراد غیرورزشکار) باشد. همچنین یکی دیگر از علت های همخوانی می تواند نزدیک بودن میانگین سنی آزمودنی ها در پژوهش های یاد شده و پژوهش حاضر باشد. از طرفی نتایج پژوهش حاضر با پژوهش مور و همکاران (۲۰۰۴) (۶) و تاکارادا و همکاران (۲۰۰۲) (۷) ناهمخوان بود. از دلایل احتمالی ناهمخوان بودن نتایج پژوهش حاضر با پژوهش های یاد شده می توان به تفاوت های جنسی آزمودنی ها (آزمودنی های پژوهش حاضر همگی مرد بودند) و سن آزمودنی ها نام برد، چراکه آزمودنی ها در این پژوهش سالمند بودند ولی در پژوهش های مذکور (تحقیق یاماناکا و همکاران (۲۰۱۲) (۲۵) از افراد جوان و افراد ورزشکار استفاده شد. در تحقیق کارابولت (۲۰۱۰) (۲۶) که مشابه با تحقیق ما بود، نیز افزایش قدرت در گروه با محدودیت و در گروه بدون محدودیت مشاهده شد. در این تحقیق که در مردان مسن و در دو حرکت باز کردن زانو و پرس پا در سه ست انجام شد، افزایش قدرت به ترتیب در حرکت باز کردن زانو در گروه با محدودیت و بدون محدودیت ۱۹٪ و ۳۱٪ و در پرس پا در گروه با محدودیت و بدون محدودیت به ترتیب ۱۹٪ و ۲۰٪ گزارش شد.

قدرت ممکن است از طریق مکانیسم های مختلفی افزایش پیدا کند که از جمله مهمترین آن ها،

سازگاری‌های ایجاد شده از طریق سیستم عصبی و عضلانی است. از دیگر مکانیسم‌های افزایش قدرت در نتیجه تمرینات قدرتی با محدودیت جریان خون، فعالیت EMG است. به طوری که تحقیقات نشان دهندهٔ افزایش فعالیت الکتریکی عضله در تمرینات قدرتی با محدودیت (با شدت کم) برابر تمرینات قدرتی بدون محدودیت (با شدت بالا) است و این به علت فراخوانی واحدهای حرکتی غیرفعال است (۲۷). افزایش فعالیت عضله در تمرین با محدودیت در سطوح پایین ممکن است به این دلیل باشد که طی آن فیبرهای نوع II بیشتری به کار گرفته می شوند تا سطح یکسانی از تولید نیرو را حفظ کنند (۲۸). همچنین عوامل دیگری مانند تجمع متابولیت‌ها (اسید لاکتیک، ADP و غیره) و ذخیره پایین اکسیژن در عضلات اسکلتی موجب تغییرات میزان آتش بار واحدهای حرکتی می‌شود؛ که منجر به بکارگیری الگوهای می شود که سازگاری‌های عصبی عضلانی و قدرت را افزایش می‌دهد (۲۹). اما تحقیقات قبلی به بررسی تفاوت‌های افراد با گروه‌های سنی مختلف از نظر سازگاری‌های عصبی و عضلانی نپرداخته اند و اطلاعات در این زمینه محدود است. تمرینات قدرتی در تحقیق حاضر بدون استفاده از محدودیت جریان خون توانست منجر به بهبود پاسخ های هورمونی و عضلانی شود اما محدودیت جریان خون تأثیر مثبتی در این راستا نداشت که با تحقیقات قبلی روی رده های سنی جوان تر همخوانی ندارد.

در تحقیقات قبلی افزایش حجم و اندازه عضله به دنبال تمرینات قدرتی و هوازی با و بدون محدودیت مشاهده شده است (۲۶). محققان پیشنهاد می‌کنند که در عمل اکسنتریک و کانسنتریک با یک الگوی

حرکتی با کاهش جریان خون، تارهای FT حتی در صورت عدم وجود بار خارجی سنگین نیز فراخوان شده و به خدمت گرفته می‌شوند. پس در این صورت با جلسات تمرینی BFR با بار کم نیز تارهای FT فراخوانی می‌شوند (۷). در پژوهشی دیگر مشخص شد اگرچه براساس نظریه اصل اندازه فراخوانی تارها براساس مقدار بار اعمال شده می‌باشد، با این وجود، فراخوانی تارهای تند انقباض که آستانه بالاتری دارند وابسته به میزان تلاش بکار رفته برای ایجاد عمل بستگی دارد و نه به میزان بار خارجی (۳۰). در پژوهش‌های تمرین با محدودیت جریان خون نشان داده شده که جذب فیبرهای عضلانی تند انقباض با بارهای کم، شبیه به تمرینات قدرتی سنتی با بکارگیری الیاف FT با بارهای بالا می‌باشد (۷). در حالت هیپوکسی (کاهش اکسیژن در دسترس)، در یک عضله با متابولیت بالا تجمع لاکتات ممکن است رخ دهد. هیپوکسی با استفاده از روش محدودیت نشان داده شده است که برای افزایش تجمع لاکتات در حالی که همزمان کاهش میزان پاکسازی لاکتات صورت می‌گیرد انجام می‌پذیرد (۱۷). کاهش جریان خون شریانی اکسیژن به عضلات در حال کار و محدودیت تحویل اکسیژن، سبب ایجاد یک محیط بی‌هوازی برای عضله می‌شود. افزایش تجمع متابولیت و کاهش پاکسازی ممکن است سبب تورم سلول شود که یکی دیگر از مکانیسم پیشنهادی برای اثربخشی تمرین BFR را القا می‌کند. توقف جریان وریدی نیز سبب حفظ این متابولیت ها می‌شود که اجازه نمی‌دهد جریان خون برای سوخت و ساز بدن و دفع مواد تولید شده به عضلات در حال فعالیت برسد. تمامی این مراحل یک محیط مطلوب را برای بکارگیری

الیاف عضلانی FT با استفاده از بارهای کم (۲۰٪ 1RM) را فراهم می‌آورد (۳۱). با این عمل تحویل شریانی کاهش می‌یابد و متعاقب آن توقف بازگشت خون وریدی صورت می‌گیرد که به اعتقاد بسیاری از پژوهشگران بهترین مکانیسم‌های پیشنهادی برای اثربخشی تمرین BFR در افزایش قدرت عضلانی خواهد بود. برخی از نظریه‌های شناخته شده بیان می‌کنند که کاهش دسترسی به اکسیژن و تجمع متابولیت در عضلات سبب بکارگیری بیشتر تارهای تند انقباض خواهد شد. این اکسیژن کم و محیط متابولیت بالا سبب شده است تا افزایش بکارگیری واحدهای حرکتی با آستانه بالا که به طور معمول تنها تحت شرایط بارگذاری سنگین فراخوان می‌شدند، بکار گرفته شوند (۲۰). از دیدگاه محققان یکی از ساز و کارهای افزایش قدرت می‌تواند سازگاری های عصبی عضلانی و تغییر شرایط متابولیکی موضعی عضله باشد. به طوری که اعتقاد بر این است که تمرین مقاومتی در شرایط هایپوکسی موجب تجمع مواد متابولیکی (اسیدلاکتیک و غیره)، فراخوانی بیشتر واحدهای حرکتی و افزایش فعالیت الکتریکی عضله می‌شود. نتیجه پژوهش تاکارادا و همکاران (۲۰۰۰) (۲۳) نیز حاکی از افزایش قدرت در گروه تمرینی و گروه بدون محدودیت جریان خون بود که در مقایسه با تحقیق حاضر افزایش کمتر قدرت را نشان می‌دهد. این مسئله ممکن است به دلایل زیر باشد: ۱) استفاده از عضلات پایین تنه در مقایسه با عضلات بالاتنه، چرا که تحقیقات نشان می‌دهند به طور کلی افزایش قدرت در اندام تحتانی (عضلات بزرگ تر) مشهودتر و بیشتر از اندام فوقانی است. ۲) تعداد حرکات بیشتر در پژوهش حاضر (سه حرکت در مقابل یک حرکت) و تعداد

جلسات بیشتر (سه جلسه در هفته در مقابل دو جلسه). ۳) تفاوت در نوع آزمودنی ها، به طوری که در پژوهش تاکارادا، زنان یائسه و آزمودنی های تحقیق حاضر، افراد سالمند بودند. البته باید خاطر نشان کرد که پژوهش تاکارادا و همکاران (۲۰۰۰) (۲۳) فاقد گروه کنترل برای مقایسه بهتر نتایج بود، که بحث در زمینه مقایسه نتایج را کمی با اشکال مواجه می‌سازد. در برخی تحقیقات در این زمینه علاوه بر سازگاری های عصبی عضلانی، سازگاری های هورمونی نیز بررسی شده است. این تحقیقات نشان می‌دهند تمرین در شرایط هایپوکسی عضلانی به مقدار زیادتری در تمرینات موجب تجمع متابولیت ها و در نتیجه افزایش غلظت هورمون GH و IGF-1 می‌شود و این عوامل رشد عضلانی و به تبع آن افزایش قدرت را به دنبال دارد. بنابراین احتمالاً افزایش این عوامل را می‌توان دلیل افزایش قدرت در گروه های تمرینی دانست. از جمله سازوکارهای دیگر افزایش قدرت در اثر تمرینات را می‌توان افزایش مقادیر گزانتین اکسیداز و فعال سازی سلول های ماهواره ای و افزایش سطح مقطع و هایپرتروفی عضلانی دانست. هر چند عقیده بر این است که در تمرین قدرتی با شدت کم، اغلب استقامت عضلانی بهبود می‌یابد، اما مشاهده می‌شود چنانچه این شدت کم با محدودیت جریان خون همراه باشد موجب افزایش قدرت و اندازه عضله خواهد شد (۳۱).

در تحقیق حاضر قدرت عضلانی افراد در آزمون نشست و برخاستن در ۳۰ ثانیه در آزمودنی ها به طور معنی داری در دو گروه های تمرینی با محدودیت و بدون محدودیت تمرینی افزایش داشت. به نظر می‌رسد اثر تمرینات بر قدرت عضلانی فقط در تحقیق آبه و همکاران (۲۰۱۰) (۱۷) بررسی شده است. نتایج در

این پژوهش نشان داد قدرت و سطح مقطع عضله ران افزایش پیدا کرد، در حالی که عملکرد پرش تغییر نکرد. محققان در تفسیر عدم افزایش پرش در اثر برنامه تمرینی، کافی نبودن مدت تمرین و افزایش کم حجم و قدرت عضله را دلیل این مسئله عنوان کردند. بر این اساس می توان گفت در این تحقیق، تمرین از طول مدت نسبتاً کافی برخوردار بود و افزایش مشهود قدرت عضلانی نیز مشاهده شد، انتظار بهبود عملکرد پرش انتظار می رفت. به طور کلی تحقیقات انجام گرفته در زمینه اثر تمرینات قدرتی بر توان انفجاری، هایپرتروفی عضلانی را دلیل بهبود عملکرد پرش معرفی کرده اند. نتایج این تحقیق نشان داد که تمرین مقاومتی تاثیر معنی داری بر توان بی هوازی (تست وینگیت) داشت. این در حالی است که برخی تحقیقات نیز حاکی از آن است که تمرین مقاومتی اثر مثبتی بر توان بی هوازی و خصوصیات عصبی عضلانی دارد (۳۲). به طوری که گفته می شود، تمرین مقاومتی طولانی مدت می تواند توان بی هوازی را از طریق تغییر در سیستم عصبی و عضلانی، افزایش فعالیت آنزیم های بی هوازی، افزایش تولید نیرو، افزایش گلیکوژن داخل سلولی یا تغییر در نوع تارهای عضلانی بهبود بخشد (۳۳).

براساس نتایج این تحقیق می توان گفت که تمرینات مقاومتی با شدت کم همراه با محدودیت جریان خون آثار مشابه با تمرینات سنتی مقاومتی با شدت زیاد بر افزایش قدرت عضلانی (نشست و برخاستن در ۳۰ ثانیه)، استقامت عضلانی (نشستن و برخاستن با ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه)، افزایش میزان تستوسترون و کاهش میزان کورتیزول در مردان سالمند دارد. بنابراین می توان نتیجه گرفت که در سالمندان که از یک طرف به طور معمول تمایل و

توان لازم برای انجام تمرینات سنگین با وزنه را ندارند و از طرفی ریسک آسیب پذیری در تمرینات با وزنه به صورت سنتی برای این افراد بسیار بالاست و البته خواهان افزایش قدرت عضلانی اند، در نتیجه این افراد می توانند به سادگی از تمرینات مقاومتی با شدت کم همراه با محدودیت جریان خون استفاده کنند و به اهداف تمرینی خود دست یابند. برای دستیابی به دانش بهتر در این زمینه، بهتر است سازوکارهای هورمونی بیشتر، عصبی-عضلانی و دیگر متابولیت های سلولی بررسی شوند. نتایج این پژوهش بار دیگر نشان داد که تمرینات مقاومتی با محدودیت جریان خون در افراد سالمند می تواند سبب بهبود آمادگی بدنی و بهبود ترشح هورمون تستوسترون و کاهش کورتیزول در این افراد شود. در طی فرایند تحقیق همواره ملاحظات تمرینی در خصوص معیار توقف تمرین تحت نظر بود تا با توجه به رده سنی آزمودنی ها، خطری هیچ کدام از آنها را تهدید نکند. همچنین از دیگر مزایای این تحقیق برخورداری از تعداد نمونه کافی در گروه های تحقیق بود. اما از محدودیت های این تحقیق عدم امکان انجام آزمون های پیگیری در ماه های پس از تمرین برای محقق بود. لذا برای اطلاع از ماندگاری آثار تمرینات مقاومتی بر شاخص های تحقیق پیشنهاد می شود مطالعاتی همراه با آزمون پیگیری در آینده انجام شود.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از تمامی افرادی که ما را در انجام این مطالعه و جهت به اتمام رساندن هر چه بهتر پژوهش یاری داده اند، کمال تشکر و قدردانی را داریم. پژوهش حاضر برگرفته از پایان نامه نویسنده اول مقاله می باشد. نویسندگان مقاله حاضر اعلام می کنند هیچگونه

تعارض منافع در پژوهش حاضر وجود ندارد. همچنین
عدم تعارض منافع را در نوشتار و ارسال آن اعلام می-
نمایند و جملگی با تایید نهایی مقاله حاضر، مسئولیت
دقت و صحت مطالب مندرج در آن را می پذیرند.

References

1. World Health Organization. Global health and ageing. Geneva: World Health Organization; 2018.
2. Mehri N, Messkoub M, Kunkel S. Trends, determinants and the implications of population aging in Iran. *Ageing International*. 2020; 45(4): 327-43. (In Persian).
3. Black JM, Hawks JH. Medical-surgical Nursing: Clinical Management for Positive Outcomes, Vol 1. USA. Elsevier Saunders. 2009; 481-490.
4. Habibi A, Nemadi-Vosoughi M, Habibi S, Mohammadi M. Quality of Life and Prevalence of Chronic Illnesses among Elderly People: A Cross-Sectional Survey. *J Health*. 2012; 3(1): 58-66. (In Persian).
5. Kraemer WJ, Straron RS, Hagerman FC, Hikida RS, Fry AC, Gordon SE, and et al. The effects of short-term resistance training on endocrine function in men and women. *Eur J Appl physiol Occup physiol*. 1998; 78(1): 69-79.
6. Moore DR, Burgomaster KA, Schofield LM, Gibala MJ, Sale DG, Phillips SM. Neuromuscular adaptations in human muscle following low intensity resistance training with vascular occlusion. *Eur J Appl Physiol*. 2004; (92): 399-406.
7. Takarada Y, and Ishii N. Effects of low-intensity resistance exercise with short interest rest period on muscular function in middle-aged women. *J Strength Cond Res*. 2002; 16(1): 123-128.
8. Clark BC, Manini TM, Hoffman RL, Williams PS, Guiler MK, Knutson MJ, and et al. Relative safety of 4 weeks of blood flow-restricted resistance exercise in young, healthy adults. *Scand J Med Sci Sports*. 2011; 21(5): 653-662.
9. Loenneke JP, Wilson GJ, and Wilson JM. A Mechanistic Approach to Blood Flow Occlusion. *Int J Sports Med*. 2010; 31: 1-4.
10. Giraudo E, Primo L, Audero E, Gerber HP, Koolwijk P, Soker S, Klagsbrun M, Ferrara N, and Bussolino F. Tumor necrosis factor-alpha regulates expression of vascular endothelial growth factor receptor-2 and of its co-receptor neuropilin- 1 in human vascular endothelial cells. *J Biol Chem*. 1998; 273(34): 22128-22135.
11. Leary C B, Hackney A.C. Acute and chronic effects of resistance exercise on the testosterone and cortisol responses in obese males: A systematic review. Department of Exercise and Sport Science, University of North Carolina Chapel Hill, Chapel Hill, NC, USA. 2014; 63: 693-704.
12. Vingren, J. L., Kraemer, W.J., Ratamess, N.A. Anderson JM, Volek JS, Maresh CM. Testosterone Physiology in Resistance Exercise and Training. *Sports Med*. 2010; 40(12): 1037-1053.
13. Levine, A, Zagoory-Sharon, O, Feldman, R, Lewis, JG. and Weller A. Measuring cortisol in human psychobiological studies. *Physiology and Behavior*. 2007; 90(1): 43-53.
14. Kyröläinen H, Hackney AC, Salminen R, Repola J, Häkkinen K, and Haimi J. Effects of combined strength and endurance training on physical performance and biomarkers of healthy young women. *The J*

- Strength and Conditioning Research. 2018; 32(6): 1554-1561.
15. Lopez P, Pinto RS, Radaelli R, Rech A, Grazioli R, Izquierdo, M, and Cadore EL. Benefits of resistance training in physically frail elderly: a systematic review. *Aging clinical and experimental research*. 2018; 30(8): 889-899.
 16. Coffey VG, Hawley JA. The molecular bases of training adaptation. *Sports Med*. 2007; 37(9): 737-63.
 17. Abe T, Sakamaki M, Fujita S, Ozaki H, Sugaya M, Sato Y, Nakajima T. Effects of low-intensity walk training with restricted leg blood flow on muscle strength and aerobic capacity in older adults. *J Geriatr Phys Ther*. 2010; 33(1): 34-34.
 18. Ozaki H, Brechue WF, Sakamaki M, Yasuda T, Nishikawa M, Aoki N, and et al. Metabolic and cardiovascular responses to upright cycle exercise with leg blood flow reduction. *J Sports Sci Med*, 2010; 9(2): 224-230.
 19. Sharifi moghadam A, Askari R, Hamedinia MR, Haghighi AH. The Effect of Resistance Training with and without Blood Flow Restriction on Serum Concentration of CAF, P3NP and Muscular Function in Elderly Women. *Journal of sport biosciences*, 2018; 10(3): 359-375. (In Persian).
 20. Anabestani M, Hosseini Kakhaki S.A, Hamedi Nia M.R. The comparison of mixed training with and without vascular occlusion on selected physical fitness factors in postmenopausal women. *J sport physiology*. 2014; 21: 123-136. (In Persian).
 21. Hasan Zadeh D, Hosseini Kakhaki SA, Haghihi AH. Effect of resistance training with and without obstacle on muscular performance of juvenile boys. Thesis: Sabzevar teacher training University. Faculty of physical education. 2011. (In Persian).
 22. Sharifian Z, Hosseini Kakhaki SA, Haghihi AH. Effect of resistance training with and without vascular occlusion on muscular injury indices of juvenile girls. Thesis: Sabzevar teacher training University. Faculty of physical education. 2011. (In Persian).
 23. Takarada Y, Takazawa H, Sato Y, Takebayashi S, Tanaka Y, and Ishii N. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *J Appl Physiol*. 2000; 88(6): 2097-2106.
 24. Takarada Y, Tsuruta T, and Ishii N. Cooperative effects of exercise and occlusive stimuli on muscular function in low-intensity resistance exercise with moderate vascular occlusion. *Jpn J Physiol*. 2004; 54(6): 585-592.
 25. Yamanaka T, Farley RS, and Caputo JL. Occlusion training increases muscular strength in division IA football players. *J Strength Cond Res*. 2012; 26(9): 2523-2529.
 26. Karabulut M, Abe T, Sato Y, Bemben MG. The effects of low-intensity resistance training with vascular restriction muscle strength in older men. *J Appl Physiol*. 2010; 108(1): 147-155.

27. Bonato M, La Torre A, Saresella M, Marventano I, Merati, G, Banfi, G, and Vitale, JA. Effect of High-Intensity Interval Training Versus Small-Sided Games Training on Sleep and Salivary Cortisol Level. *Intl J Sports Physiology and Performance*. 2020; 15(9): 1237-1244.
28. Hackney AC, and Aggon E. Chronic low testosterone levels in endurance trained men: the exercise-hypogonadal male condition. *J biochemistry and physiology*. 2018; 1(1): 103.
29. Jones TW, Howatson G, Russell M, and French DN. Effects of strength and endurance exercise order on endocrine responses to concurrent training. *Euro J sport science*. 2017; 17(3): 326-334.
30. Jäger R, Kerksick CM, Campbell BI, Cribb PJ, Wells SD, Skwiat and et al. International society of sports nutrition position stand: protein and exercise. *J Int Soc Sports Nutr*. 2017; 14(1): 1-25.
31. Sillanpää E, Häkkinen A, Nyman K, Mattila M, Cheng S, Karavirta L, et al. Body composition and fitness during strength and/or endurance training in older men. *Med Sci Sports Exerc*. 2008; 40(5): 950-958.
32. Velasco-Orjuela GP, Domínguez-Sánchez MA, Hernández E, Correa-Bautista JE, Triana-Reina HR, García-Hermoso and et al. Acute effects of high-intensity interval, resistance or combined exercise protocols on testosterone–cortisol responses in inactive overweight individuals. *Physiol behave*. 2018; 194: 401-409.
33. Venckunas T, Krusnauskas R, Snieckus A, Eimantas N, Baranauskiene N, Skurvydas and et al. Acute effects of very low-volume high-intensity interval training on muscular fatigue and serum testosterone level vary according to age and training status. *Eur J Appl Physiol*. 2019; 119(8): 1725-1733.

Changes in Some Fitness Factors, Testosterone, and Cortisol Following Combined Exercise with and Without Blood Flow Restriction in Older Men

Farhadiyani asgarabadi M¹, Behpour N^{2*}, Mohammadi Moghaddam A³

1. MSc, Department of Sports Physiology, Faculty of Sports Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran

2. Associate Professor, Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran, n_behpour@yahoo.com

3. Assistant Professor, Department of Physical Education, Khorramabad Branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran

Received: 2021/04/15

Accepted: 2021/12/04

Abstract

Background: Considering the importance of maintaining and promoting the health of the elderly, it is necessary to examine their hormonal responses during physical fitness exercises. This study aimed to investigate the effect of two combined training methods with and without blood flow restriction on some physical fitness (muscle strength and muscle endurance), anabolic (testosterone), and catabolic (cortisol) factors.

Materials and Methods: The present research was quasi-experimental with a pretest-posttest design. A total of 24 elderly men with no history of training participated in this study voluntarily. They were divided randomly into two experimental groups and one control group. Measurement included the 30-second sit-up test, the sit-up test with 50% of one-repetition maximum (to the point of fatigue), testosterone level, and cortisol level. In the group with blood flow restriction, both upper thighs were closed with cuffs and the exercise was performed with the intensity of 20-30% of 1RM, to the point of fatigue. In the training group without restriction, the same movements were performed with an intensity of 65- 80% of 1RM, to the point of fatigue. The covariance test and Bonferroni post hoc test were used to analyze the data.

Results: The results showed that training with blood flow restriction had a significant effect on increasing muscle strength and muscle endurance similar to that caused by high-intensity training without blood flow restriction. Moreover, the results of the study on the effect of exercise with and without vascular occlusion on testosterone and cortisol levels showed that both training methods had similar effects on increasing testosterone levels and decreasing serum cortisol levels in older men.

Conclusion: Since heavy weight training is difficult and risky for the elderly, they can effectively practice low-intensity resistance exercises with blood flow restriction. Eventually, the study of other hormonal and neuromuscular mechanisms involved in the effectiveness of these exercises will expand knowledge in this field of study.

Keywords: Aging, Blood flow restriction, Cortisol, Resistance training, Testosterone.

***Citation:** Farhadiyani asgarabadi M, Behpour N, Mohammadi Moghaddam A. Changes in Some Fitness Factors, Testosterone, and Cortisol Following Combined Exercise with and Without Blood Flow Restriction in Older Men. Yafte. 2022; 24(1):58-74.