

تأثیر یک دوره تمرین مقاومتی، بی تمرینی، باز تمرینی بر سطوح سرمی IL-6 در مردان میانسال

بهناز راستی بروجنی^۱، مسعود رحمتی^{۲*}، رحیم میرنصوری، مریم کشوری

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران

۲. نویسنده مسئول، استاد فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران

۳. دانشیار - طب ورزشی، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران

۴. استادیار - فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه لرستان، ایران

چکیده:

هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر یک دوره تمرین مقاومتی، بی تمرینی، باز تمرینی بر سطوح سرمی اینترلوکین-6 (IL-6) در مردان میانسال است. جامعه آماری ۴۰ نفر از مردان میانسال بود، که بر اساس معیارهایی انتخاب شدند و به صورت تصادفی به دو گروه مداخله (۲۰ نفر) و گروه کنترل (۲۰ نفر) تقسیم شدند. پروتکل این پژوهش شامل: ۱۲ هفته تمرین مقاومتی، سپس ۲۴ هفته بی تمرینی و در نهایت باز تمرینی ۱۲ هفته ای تمرینات مقاومتی بود، نمونه خونی جهت بررسی سطح سرمی IL-6 در مراحل مختلف تمرین جمع آوری و به شیوه الایزا اندازه گیری شد.

نتایج آزمون واریانس با اندازه گیری های مکرر در گروه های مختلف تمرین نشان داد که BMI افراد در مراحل مختلف پروتکل تمرینی کم شد ($P=0.000$) و اما تفاوت معنی داری در سطح سرمی IL-6 در مراحل مختلف پروتکل تمرین مشاهده نشد ($P=0.750$).

یافته ها نشان می دهد که با افزایش سن IL-6 عامل مهمی در کاهش قدرت، کیفیت و عملکرد و سازگاری بدن است و در طول تمرین مقاومتی در کاهش توده چربی بدن موثر است و زمان طولانی تمرین بر التهاب تأثیری ندارد.

واژگان کلیدی: تمرین مقاومتی، بی تمرینی، باز تمرینی، سطوح سرمی IL-6، مردان میانسال

The effect of a period of resistance training, detraining, and retraining on serum levels of interleukin-6 in middle-aged men.

Behnaz Rasti Borujeni¹, Masoud Rahmati^{2*}, Rahim Mirnasuri, Maryam Keshvari

1. Bachelor-Master student of Sports Physiolog, Lorestan University, Lorestan, Iran

2. Corresponding Author, Sports Physiology Professor, Lorestan University, Lorestan, Iran

3. Assistant Professor, Lorestan University, Lorestan, Iran

4. Assistan Professor, Lorestan University, Lorestan, Iran.

Abstract:

Accordingly, is to investigate the effect of a period of resistance training, non-training, re-training on the serum levels of interleukin-6 (IL-6) in middle-aged men. The statistical population of this study was 40 middle-aged men of Arak city, who were selected based on the input and output criteria and randomly divided into two intervention groups (20 people) and control group (20 people). The protocol of this research includes: 12 weeks of resistance training, three training sessions per week (warming up - 60 minutes to the main movements of the upper body and lower body resistance training program (with an intensity of 65% to 85%) - cooling down), then 24 weeks of no training. And finally, there was a 12-week retraining of resistance exercises, a blood sample was collected to check the IL-6 serum level in different stages of training and measured by ELISA method. The results of the variance test with repeated measurements in different training groups showed that the BMI of people decreased in different stages of the training protocol ($P=0.000$), but there was a significant difference in the IL-6 serum level in different stages of the protocol as well as between the groups. Control and training were not observed ($P=0.750$). The findings show that with increasing age, IL-6 is an important factor in reducing the strength, quality, performance and adaptation of the body, and during resistance training, it is effective in reducing body fat mass, and it does not affect inflammation due to the long period of training.

Keywords: *resistance training, non-training, re-training, IL-6 serum levels, middle-aged men*

مقدمه:

توده عضلات اسکلتی در یک حالت بسیار پویا است که به تعادل پویا بین سنتز و تخریب پروتئین بستگی دارد. اگر تخریب پروتئین سریع تر از سنتز باشد، آتروفی عضلات اسکلتی رخ می دهد و در نتیجه کاهش توده عضلانی و اختلال در عملکرد عضلانی رخ می دهد که به طور جدی بر تحرک روزانه و توانایی افراد تأثیر می گذارد (۱). آتروفی عضلات اسکلتی در افراد میانسال از نوع آتروفی فیزیولوژیکی است که عمدتاً در شرایط کاهش ورزش رخ می دهد، مانند ورزشکارانی که فعالیت ورزشی خود را متوقف کرده اند، ورزشکارانی که فعالیت بدنی کمتری دارند، افراد کم تحرک و فغانوردان با بار گرانشی کاهش یافته است (۲). آتروفی عضله اسکلتی و کاهش قدرت عضلانی یک مسئله مهم سلامتی است و ممکن است در نتیجه بی حرکتی، عدم استفاده، آسیب، گرسنگی، داروها و افزایش سن رخ دهد. به طور خاص، سن بالا به طور اجتناب ناپذیری با از دست دادن توده عضلانی و قدرت همراه است. این واقعیت همراه با کاهش ویژگی های تاندون و الگوی عصبی، منجر به از دست دادن قدرت و تحرک عضلانی (یعنی وضعیت عملکردی) می شود (۳).

با افزایش سن، سطوح نشانگر التهابی بالاتر اغلب در سیستم گردش خون افراد میانسال و مسن وجود دارد (۴). تایید شده است که پیر شدن علائم التهابی را در خون افزایش می دهد. به طور غیر مستقیم بر سیستم ایمنی افراد میانسال و مسن آسیب می رساند و باعث التهاب مزمن با نرخ پایین می شود که برای سلامتی مضر است. علاوه بر این، سطوح بالای نشانگر های التهابی با کاهش عملکرد فیزیکی مرتبط است و می تواند وخامت سارکوپنی و سایر بیماری ها را تشدید کند (۵). یک مطالعه رابطه بین توده عضلانی اسکلتی و سایتوکین های مزمن التهابی را نشان داد. این تحقیق نشان داد که توده چربی کل همبستگی مثبت و با توده عضلانی اسکلتی همبستگی منفی دارد. علاوه بر این، مطالعات دیگر نشان داده اند که سطوح بالای CRP، IL-6 و TNF-a با توده عضلانی کم مرتبط است و می تواند منجر به کاهش قدرت عضلانی شود (۶).

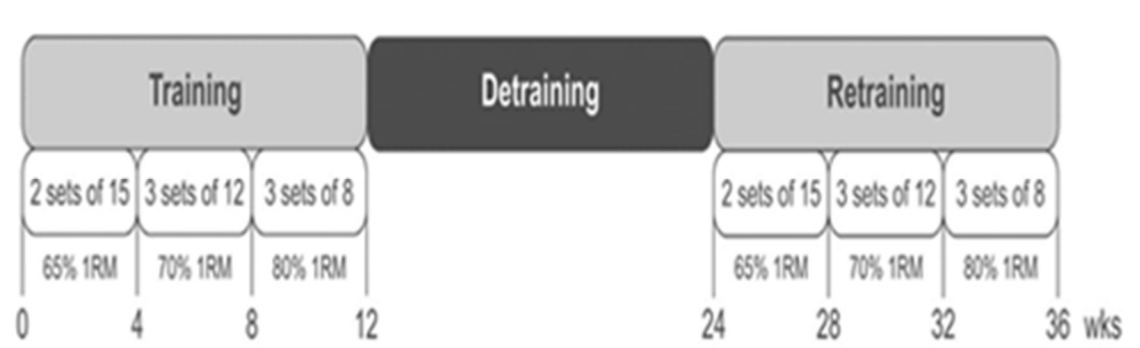
ضعف در عضلات ممکن است با تمرین ورزشی مناسب پیشگیری و حتی معکوس شود. در میان افراد میانسال و مسن، ورزش به ویژه برای حفظ عملکرد فیزیکی و خودمختاری، کاهش خطر سقوط، بستری شدن در بیمارستان حاد و مراقبت در خانه اهمیت دارد. در این مورد، ورزش تحت نظارت به عنوان یک استراتژی مؤثر برای درمان سارکوپنی و ضعف فیزیکی پیشنهاد شده است. عمدتاً مداخلات تمرین مقاومتی ممکن است برای به تأخیر انداختن و کاهش علل (مثلاً از دست دادن توده عضلانی) و پیامدها (به عنوان مثال، از دست دادن قدرت یا عملکرد عضلانی) مفید باشد (۷، ۸). تمرین مقاومتی به عنوان یک تمرین تمرینی قدرتی با استفاده از اضافه بار پیشرونده تعریف می شود که در آن عضلات در برابر بار خارجی نیرو ایجاد می کنند. علاوه بر این تمرین مقاومتی مؤثرترین نوع مداخله ورزشی در مقایسه با تمرین استقامتی یا تمرین ارتعاشی کل بدن است و می تواند عملکرد فیزیکی و عملکردی فیزیکی را در افراد میانسال و سالمند بهبود بخشد (۹). این باعث بهبود ترکیب بدن و قدرت عضلانی می شود و در نتیجه اثرات مضر پیری را کاهش می دهد (۱۰).

تمرین مقاومتی، به عنوان نوعی تمرین که مقاومت عضلات را به سرعت ثابت حفظ می کند، در تنظیم سایتوکاین های پیش التهابی مانند CRP، IL-6 و TNF-a نقش دارد. این نوع ورزش می تواند به طور مؤثر سطح IL-6 و TNF-a را کاهش دهد و در نتیجه خطر التهاب مزمن را کاهش دهد (۱۱). در مطالعه حاضر با توجه به تأثیر تمرین مقاومتی در میانسال و تحلیل عضلات با افزایش سن، تأثیر یک دوره تمرین مقاومتی، بی تمرینی، بازتمرینی در سطوح سرمی IL-6 در کاهش توده چربی بدن و التهاب تأثیری دارد یا خیر؟

روش پژوهش:

تعداد ۴۰ مرد میانسال (۳۰ الی ۵۰ سال) واجد شرایط بر اساس معیارهای ورود اعم از: داشتن سلامتی کامل جسمی، تمایل به شرکت در پژوهش و عدم اجرای هر نوع تمرین استقامتی یا قدرتی در ۱۲ ماه قبل از مطالعه در مطالعه نیمه تجربی حاضر شرکت کردند. همچنین آزمودنی‌هایی که وجود هر نوع بیماری مزمن، آسیب اسکلتی عضلانی و مشکلات مفصلی، بیماریهای قلبی و عروقی و مشکلات انعقادی، بروز مشکلات ورزشی در حین مطالعه، استفاده از هر نوع دارو یا مکمل و تمایل نداشتن به ادامه تمرین، از تمرین خارج شدند. سپس به صورت تصادفی در دو گروه مداخله (۲۰ نفر) و کنترل (۲۰ نفر) قرار گرفتند. گروه مداخله بطور متوالی یک دوره تمرین (۱۲ هفته)، بی تمرینی (۲۴ هفته) و یک دوره باز تمرینی (۱۲ هفته) را زیر نظر پژوهشگر انجام دادند. در این دوره ها گروه کنترل به زندگی عادی خود ادامه دادند.

آزمودنی‌های تحت نظارت مربی مجرب در یک برنامه تمرینی قدرتی سه جلسه در هفته به مدت ۱۲ هفته شرکت کردند. هر جلسه تمرین شامل یک مرحله گرم کردن، تمرینات اصلی و سرد کردن پویا، تقریباً به مدت زمان ۶۰ دقیقه بود. این پروتکل شامل تمرینات بالانته (پرس شانه، زیربغل هالتر خم، کرانچ، پرس سینه، جلو بازو) و پایین تنه (پرس پا روی میز ۴۵ درجه، پرس ساق پا در میز ۴۵ درجه، جلو پا دستگاه) با ست ها و تکرارها با پیشرفت از ۲ به ۳ و به ترتیب و از ۱۵ تا ۸ تکرار خواهد بود. شدت بار تمرینی به تدریج از ۶۵٪ از RM۱ به ۸۰٪ از RM۱ افزایش یافت. پس از اولین دوره تمرینی، از آزمودنی ها خواسته شد تا فعالیت های بدنی عادی خود را همچون قبل از شروع مطالعه از سر بگیرند و به مدت ۲۴ هفته در تمرینات قدرتی شرکت نکنند. برای تأیید این موضوع، آزمودنی ها هر هفته یک دفترچه خاطرات فعالیت بدنی را پر کردند. دوره ۲۴ هفته ای بی تمرینی با یک مرحله بازتمرینی ۱۲ هفته ای، با استفاده از همان برنامه تمرینی مقاومتی با بارهای شروع هر تمرین متناسب با وضعیت فیزیکی آن زمان، دنبال شد. بعد از ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی، نمونه خونی از ورید بازویی افراد گرفته شد. نمونه خونی آزمودنی ها در چهار مرحله مجزا: در ابتدا و قبل انجام اندازه گیری های اولیه، پایان دوره تمرینی، پایان دوره بی تمرینی و درنهایت پایان دوره بازتمرینی، مقدار ۱۵ سی سی خون در هر مرحله در داخل آزمایشگاه ثارالله واقع در شهر اراک توسط کارشناس آزمایشگاه مجرب از شریان رادیال گرفته و پس از سانتریفیوژ جداسازی سرم در مکان مذکور، جهت تجزیه و تحلیل های بعدی به آزمایشگاه سارا واقع در شهرستان تبریز ارسال شد. برای جدا سازی سرم خون و اندازه گیری متغیر تحقیق (اینترلوکین-۶) با استفاده از روش الایزا (ELISA)، نمونه های خونی به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتیگراد با دور 3000 g در دقیقه سانتریفیوژ شد. سرم جدا شده در دمای ۸۰- درجه سانتیگراد نگهداری شد. گروه کنترل: آزمودنی های این گروه در طول هر سه دوره تمرین، بی تمرین و بازتمرینی صرفاً فعالیت بدنی عادی و رزمره خود را انجام دادند و از آنها خواسته شد که در طول مدت مذکور در هیچ نوع فعالیت قدرتی یا استقامتی شرکت نکنند. در پژوهش حاضر کار با آزمودنی های انسانی بر اساس کلیه اصول اخلاقی تأیید شده توسط کارگروه اخلاق در پژوهش پژوهشگاه علوم ورزشی، با کد اخلاق IR.SSRC.REC.1402.237 انجام شد.



یافته‌های پژوهش:

توصیف متغیرهای پژوهش:

شاخص‌های آنترپومتریکی شرکت‌کنندگان در جدول (۱) نشان داده شده است. نتایج آزمون کلموگروف-اسمیرنوف طبیعی بودن داده‌ها را نشان داد و همچنین نتایج داده‌های آزمون لون همگن بودن واریانس‌ها را مشخص کرد.

جدول ۱. شاخص‌های آنترپومتریکی آزمودنی‌ها

متغیرها	گروه کنترل	گروه تمرین مقاومتی (۲۰)
سن	48.07±5.16	48.30±5.81
وزن (کیلوگرم)	82.66±7.91	85.10±8.43
قد (سانتی متر)	180.66±7.98	183.20±6.94
شاخص توده بدنی (BMI)	25.35±1.99	25.40±1.89

جدول ۲. نتایج آزمون واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر (Repeated Measure) برای مقایسه BMI بین گروه‌های

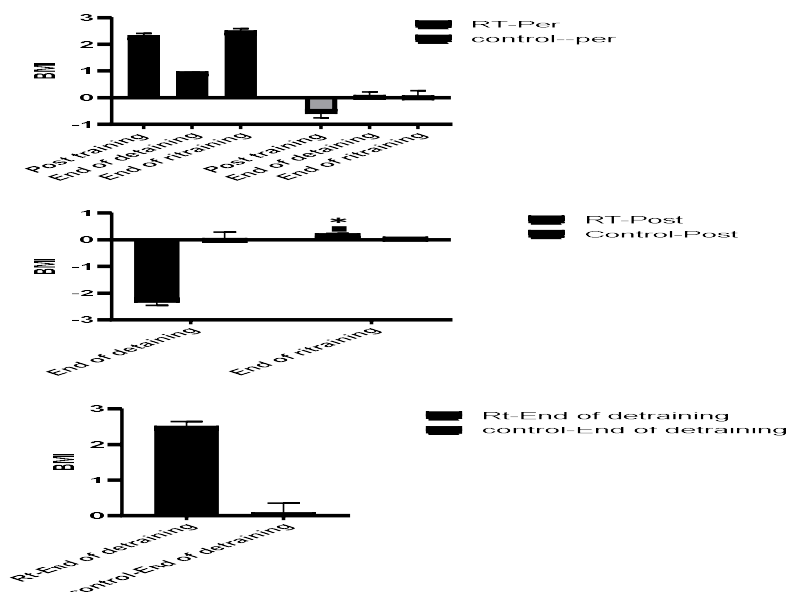
مختلف

در جدول ۲- نتایج آزمون واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر (Repeated Measure) برای مقایسه BMI بین گروه‌های مختلف در مراحل تمرین. و بی تمرینی و باز تمرینی (سطح معناداری ($P < 0.05$) ارائه شده است. نتایج نشان داد که زمان‌های مختلف (مراحل پروتکل تمرین) عامل مؤثری بر BMI است. یعنی گذشت زمان باعث ایجاد تفاوت معنی‌داری در BMI شده است

(P=0.000). همچنین گروه کنترل در تمام این مراحل و همچنین در مرحله قبل از تمرین و پایان بی تمرینی تفاوت معنی داری

وجود دارد (P<0.05).

Sig	انحراف استاندارد	تفاوت میانگین	دوره		
*0.000	0.118	2.287	پس از تمرین	در هر تمرین	گروه تمرین مقاومتی
0.750	0.093	-0.015	پایان بی تمرینی		
*0.000	0.132	2.464	پایان باز تمرینی		
*0.000	0.157	-2.302	پایان بی تمرینی	پس از تمرین	
*0.009	0.055	0.187	پایان باز تمرینی		
*0.000	0.168	2.479	پایان باز تمرینی	پایان بی تمرینی	
0.832	0.212	-0.54	پس از تمرین	در هر تمرین	گروه کنترل
0.818	0.169	0.049	پایان بی تمرینی		
0.918	0.235	0.032	پایان باز تمرینی		
0.968	0.280	0.001	پایان بی تمرینی	پس از تمرین	
0.532	0.103	0.057	پایان باز تمرینی		
0.823	0.300	0.052	پایان باز تمرینی	پایان بی تمرینی	



میانگین مقادیر نسبی BMI در مراحل مختلف پروتکل تمرینی * اختلاف معنی داری بین مرحله قبل از تمرین را با پایان باز تمرینی و بعد از تمرین نشان می دهد ($P=0.000$) و تفاوت مرحله بعد از تمرین با پایان بی تمرینی و پایان باز تمرینی را نشان می دهد ($P=0.000$). تفاوت مرحله پایان بی تمرینی نسبت به پایان باز تمرینی را نشان می دهد ($P=0.000$).

جدول ۳- نتایج آزمون واریانس با اندازه گیری های مکرر برای مقایسه IL-6 بین گروه های مختلف

جدول ۳- نتایج آزمون واریانس با اندازه گیری های مکرر (Repeated Measure) برای مقایسه IL-6 بین گروه های مختلف در مراحل تمرین و بی تمرینی و باز تمرینی (سطح معناداری ($P>0.05$) ارائه نشده است. این جدول نشان می دهد که بعد از تمرین و پایان باز تمرینی نسبت به قبل از تمرین تفاوت معنی داری وجود ندارد ($P=0.750$). همچنین بعد از تمرین نسبت به پایان بی تمرینی ($P=0.730$) و پایان باز تمرینی نسبت به پایان بی تمرینی و بعد از تمرین این تفاوت معنی داری وجود ندارد ($P=0.760$). اما در مرحله قبل از تمرین نسبت به پایان بی تمرینی این افزایش معنی دار نیست ($P=0.610$). همچنین در این جدول مقادیر اینترلوکین-۶ در گروه کنترل در تمام مراحل قبل و بعد از تمرین، پایان بی تمرینی و پایان باز تمرینی، همچنین قبل از تمرین نسبت به پایان بی تمرینی تفاوت معنی داری وجود ندارد ($P>0.05$).

دوره	تفاوت میانگین	انحراف استاندارد	Sig	
پس از تمرین	-0.283	0.110	0.610	
در هر تمرین	-0.050	0.019	0.645	
پایان باز تمرینی	-0.383	0.123	0.598	
پس از تمرین	0.223	0.116	0.730	
پایان باز تمرینی	-0.088	0.142	0.750	
پایان بی تمرینی	-0.231	0.153	0.760	
پس از تمرین	-0.079	0.172	0.530	
در هر تمرین	-0.082	0.041	0.058	
پایان باز تمرینی	-0.157	0.220	0.435	
پس از تمرین	-0.002	0.180	0.878	
پایان باز تمرینی	-0.076	0.212	0.600	
پایان بی تمرینی	-0.070	0.225	0.625	

گروه تمرین مقاومتی

گروه کنترل

بحث و نتیجه گیری:

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر ۱۲ هفته تمرین مقاومتی، ۲۴ هفته بی تمرینی، ۱۲ هفته باز تمرینی بر سطوح سرمی اینترلوکین-۶ (IL-6) در مردان میانسال بود. به طور کلی پژوهش حاضر نشان داد که ۱۲ هفته تمرین مقاومتی و ۲۴ هفته بی تمرینی و ۱۲ هفته باز تمرینی تغییری در سطح سرمی IL-6 مردان میانسال ایجاد نکرد. افزایش سطح اینترلوکین-۶ (IL-6) با افزایش سن اتفاق می افتد، عامل مهمی در کاهش قدرت، کیفیت، عملکرد و انطباق با واسطه تمرین عضلات اسکلتی است (۱۲). در متاآنالیز انجام شده بر سطوح IL-6 بر روی افراد مسن، اثر ورزش بر روی نشانگرهای التهابی را نشان داد اما تأثیری بر کاهش سطح IL-6 نداشت. به طور مشابه، یک مطالعه متاآنالیز گزارش داد که بزرگسالان میانسال تحت ورزش

منظم، به طور قابل توجهی سطوح IL-6 را کاهش دادند(۱۳). با این حال برخی از محققین نتایج تحقیقات متفاوتی را ارائه کرده اند. لیبردی و همکاران^۱ ۴۷ مرد سالم کم تحرک با میانگین سنی ۴۹ سال به طور تصادفی در تمرینات مقاومتی ترکیبی، تمرینات استقامتی و تمرینات مقاومتی+ استقامتی قرار گرفتند. پس از ۱۶ هفته مداخله، در سه IL-6, CRP یا TNF-a نتایج هیچ تغییر معنی داری در گروه نشان نداد(۱۴).

در یک تجزیه و تحلیل زیر گروهی برای بررسی ناهمگنی، سطوح سیتوکین های پیش التهابی در مطالعات دریافتند که بافت چربی بافت اصلی است که سیتوکین های پیش التهابی را آزاد می کند. مطالعات تایید کرده اند که بافت چربی محرک اصلی منجر به التهاب با درجه پایین است و کاهش توده چربی یکی از عوامل کلیدی در اثر ضدالتهابی تمرینات مقاومتی است(۱۵). مطالعات تومیلری^۲ گزارش داد که بافت چربی ممکن است بر تولید سیتوکین های پیش التهابی تأثیر بگذارد و نتایج آن همبستگی مثبت بین تغییرات توده چربی بدن و کاهش نشانگرهای التهابی را تأیید کرد و این همبستگی در چربی تنه بیشتر بود(۱۶). با این حال، نیکلاس و همکاران^۳، مشاهده کرد که فعالیت بدنی منظم غلظت سیتوکین های التهابی سیستمیک را حتی در غیاب کاهش وزن کاهش می دهد(۱۷).

در تمرین مقاومتی، با افزودن هسته های اضافی (تأمین شده توسط سلول های ماهواره ای عضلانی) در طول هایپرتروفی فیبر عضلانی و با از دست دادن هسته ای (از طریق آپوپتوز) در طول آتروفی فیبر عضلانی (نسبتاً ثابت نگه داشته می شو[۱۳]). علاوه بر این، این فرضیه وجود دارد که هسته هایی که برای حمایت از هایپرتروفی فیبر عضلانی اضافه می شوند، در طول بی تمرینی از بین نمی روند. چنین پایداری هسته ای می تواند مکانیزمی باشد که به فیبر عضلانی اجازه می دهد در طول تمرین مجدد به طور مؤثرتری رشد کند، زیرا عدد هسته ها در حالت افزایش یافته یا آموزش داده شده باقی می ماند. این پدیده بالقوه به عنوان حافظه عضلانی نامیده می شود. وجود پیشنهادی حافظه عضلانی برای محرک های هایپرتروفیک ممکن است پیامدهای زیادی را در محیط های ورزشی و بالینی داشته باشد. با این حال، حافظه عضلانی همچنین ممکن است باعث رشد سریع (دوباره) عضلانی در افراد مسن تر شود که در اوایل زندگی در تمرینات ورزشی مقاومتی شرکت کرده اند و به طور در هنگام مبارزه با کاهش عضلانی مرتبط با افزایش سن، یک مزیت بالینی ارائه می دهد[۱۴، ۱۵].

مطالعات اثر بخشی تمرینات مقاومتی را در افراد میانسال مبتلا به سارکوپنی را تایید کرده است. برای مثال جنون و همکاران^۴ [۱۰] نشان داد که یک تمرین روتین ۶ هفته ای اسکات می تواند قدرت گرفتن را در زنان میانسال و قدرت بازکننده زانو مبتلا به سارکوپنی را بهبود بخشد. بکوی و همکاران^۵ [۱۲] نشان داد که تمرین مقاومتی می تواند به طور مؤثر توده عضلانی، قدرت عضلانی و عملکرد عضلانی را برای پیشگیری و درمان سارکوپنی بهبود بخشد.

آبرامسون و واکارینو^۶(۱۸)، کاستا و ایسبرگ^۷(۱۹)، پترسن و پدرسن^۸(۲۰)، و روستی و همکاران^۹(۲۱)، نشان دادند که تمرین مقاومتی با آسیب سلول های عضلانی و از این رو سنتز سیتوکاین های ضد التهابی (IL-6) از مغز استخوان به جریان خون، در تعادل

¹-Libard

²-Tomeleri

³-Nicklas

⁴-Jeon

⁵-Beckwee

⁶-Abramson and vaccarino

⁷-casta and vaisberg

⁸-Petersen and Pedersen

⁹-Rossetti

با سایتوکین های پیش التهابی نقش مهمی در ترمیم عضله دارد، زیرا بلافاصله پس از شروع تمرین افزایش می یابد و اثرات ضدالتهابی و همچنین اثرات مهاری بر تولید و ترشح را افزایش می دهد که باعث ایجاد سازگاری مزمن با تمرین می شود (۲۲).

طبق گفته پرستس و همکاران^{۱۰} (۲۳)، تنظیم بدن برای اضافه بار تمرینی باعث ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی و ساختاری (به ترتیب عوامل عصبی و عضلانی) می شود که منجر به افزایش قدرت عضلانی می شود. افزایش حجم و قدرت عضلانی ممکن است مستقیماً بر کاهش غلظت سرمی نشانگرهای التهابی (IL-6، TNF-a و CRP) تأثیر بگذارد، زیرا این متغیر ها رابطه قوی با یکدیگر دارند (۲۴). پترسن و پدرسن، این رابطه به دلیل این واقعیت است که تمرین مقاومتی یک عملکرد مهم عصبی-ایمونو غدد درون ریز دارد. در میان آنها، IL-6 سیتوکین هایی هستند که در عضلات فعال تولید می شوند و تأثیرات مهم تمرینات بدنی در فرآیند انطباق، عمل گسترده خود را در سایر تواحی بدن انجام می دهد، زیرا به نظر می رسد تارهای عضلانی آن را از طریق یک راه مستقیم تولید می کنند و در گردش خون ظاهر دیگران را تحریک می کنند. ماسدو سانتیاگو^{۱۱} و همکاران (۲۰۱۸) گزارش داد که انجام تمرین مقاومتی به مدت هشت هفته در ۱۹ زن مسن منجر به کاهش قابل توجهی در IL-6 شد (۲۵). هاگستروم و همکاران^{۱۲} (۲۰۱۶) تأثیر ۳۲ هفته تمرین مقاومتی با شدت ۸۰ درصد از یک تکرار حداکثر، بر ۱۹ زن مسن مبتلا به سرطان سینه را بررسی کرد. این مطالعه نشان داد تمرینات مقاومتی سطح IL-6 را با اندازه اثر متوسط خون کاهش می دهد. اگرچه این کاهش معنی دار نبود، اما یافته های فراتحلیل فعلی نشان دهنده تأثیر بیشتر تمرینات مقاومتی طولانی تراز ۱۶ هفته بر سطوح IL-6 بود (۲۶). ریس و همکاران^{۱۳} (۲۰۱۷) ماهیت دوگانه IL-6 را مورد بحث قرار داد که بسته به نوع سلول هدف IL-6 می تواند خواص ضد التهابی و پیش التهابی داشته باشد. افزایش سطح IL-6 می تواند منجر به فعال شدن سلول های اندوتلیال، اثرات پروترومبیک بر پلاکت ها، افزایش تکثیر عضلات صاف، تجمع چربی در ماکروفاژ ها و تشکیل پلاک در دیواره عروق شود که منجر به تصلب شرایین می شود IL-6. همچنین تولید کننده اولیه پروتئین های فاز حاد است که می تواند خطر ابتلا به تصلب شرایین را افزایش دهد. بنابراین، تمرین مقاومتی برای کاهش سطح IL-6 و جلوگیری از تصلب شرایین در افراد میانسال و مسن توصیه می شود (۲۷). نتایج متاآنالیز زیر گروهی، براساس وضعیت سلامت، سن، جنسیت و پروتکل های ورزشی، نشان می دهد که تمرین مقاومتی IL-6 را به طور قابل توجهی در زیر گروه های مسن و زیر ۶۰ سال، افراد با شرایط خاص، هر دو جنس، متوسط کاهش می دهد. و شدت تمرین شدید، مدت تمرین بیشتر از ۱۶ هفته و دفعات تمرین سه بار در هفته، اما در مقایسه های زیرگروهی، تنها در طول دوره آموزشی تفاوت معنی داری مشاهده شد (۲۸).

نتیجه گیری این یافته ها نشان می دهند که با افزایش سن IL-6 عامل مهمی در کاهش قدرت، کیفیت و عملکرد و سازگاری بدن است و در طول تمرین مقاومتی در کاهش توده چربی بدن موثر است و بر اثر بازه زمانی طولانی تمرین بر التهاب تأثیری ندارد.

تشکر و قدردانی:

بدین وسیله، نویسندگان مقاله مراتب سپاس و قدردانی را از کلیه کسانی که در انجام این مطالعه همکاری نمودند، به عمل می آورند.

¹⁰ -Prestes

¹¹ -Macedo Santiago

¹² -Hagstrom

¹³ -Riss

1. Huang ZF, Q.; Ma, W.; Zhang, Q.; Qiu, J.; Gu, X.; Yang, H.; Sun, H. Skeletal Muscle Atrophy Was Alleviated by Salidroside through Suppressing Oxidative Stress and Inflammation During Denervation. *Pharmacol.* 2019;10(997).
2. Haberecht-Muller SK, E.; Fielitz, J. Out of Control: The Role of the Ubiquitin Proteasome System in Skeletal Muscle during Inflammation. *Biomolecules.* 2021;11(1327).
3. Thompson BJR, E.D.; Herda, T.J.; Costa, P.B.; Herda, A.A.; Cramer, J.T. Age-related changes in the rate of muscle activation and rapid force characteristics. *Age.* 2014;36:839-49.
4. Guarnier MER-R. Low-grade systemic inflammation connects aging, metabolic syndrome and cardiovascular disease. *Interdiscip Journal Top Gerontology.* 2015;40:99-106.
5. P. Arnold RN, S. Vantighem, Reaction time in healthy elderly is associated with chronic lowgrade inflammation and advanced glycation end product. *Journal Experimental Gerontology.* 2018;108(118-124).
6. B. Bavaresco Gambassi MDLdS, F. D. Furtado Almeida, Basic guide for the application of the main variables of resistance training in elderly. *Aging Clinical and Experimental Research.* 2019;31:100-10.
7. Yoo SZN, M.H.; Heo, J.W.; Park, D.H.; Kang, J.H.; Kim, S.H.; Kwak, H.B. Role of exercise in age-related sarcopenia. *J Exerc Rehabil.* 2018;14:551.
8. McLeod JCS, T.; Phillips, S.M. Resistance exercise training as a primary countermeasure to age-related chronic disease. *Front Physiol.* 2019;10:645.
9. Lai CCT, Y.K.; Wang, T.G.; Huang, Y.T.; Chien, K.L. Effects of resistance training, endurance training and whole-body vibration on lean body mass, muscle strength and physical performance in older people: A systematic review and network meta-analysis. *Age Ageing.* 2018;47:367-73.
10. Garber CE BB, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. . Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and Neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(7):1334-59.
11. B. Bavaresco Gambassi MDLdS, F. D.; Furtado Almeida. Basic guide for the application of the main variables of resistance training in elderly. *Aging Clinical and Experimental Research.* 2019;31(2019):1019-20.
12. Grosicki GJ BB, Englund DA, et al. . Circulating interleukin-6 is associated with skeletal muscle strength, quality, and functional adaptation with exercise training in mobility-limited older adults. *J Frailty Aging.* 2020;9:57-63.
13. Monteiro-Junior RS dTM-PP, et al. . Effect of exercise on inflammatory profile of older persons: systematic review and meta-analyses. *J Phys Activity Health.* 2018;15:64-71.
14. C.A. Libardi GVS, C.R. Cavaglieri, et al. Effect of resistance, endurance, and concurrent training on TNF- α , IL-6, and CRP. *Medicine and Science in Sports and Exercise.* 2012;44(1):50-6.
15. S. Mora I, M. Lee, J.E. Buring, et al. Association of physical activity and body mass index with novel and traditional cardiovascular biomarkers in women. *Jama.* 2006;295.
16. C.M. Tomeleri ASR, M.F. Souza, et al. Resistance training improves inflammatory level, lipid and glycemic profiles in obese older women: A randomized controlled trial. *Journal Experimental Gerontology.* 2016;84:80-7.

17. B. Nicklas FCH, T. Brinkley, et al. Exercise training and plasma C- reactive protein and interleukin-6 in elderly people. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2008;56:2045-52.
18. Vaccarino JLAaV. ,Relationship between physical activity and inflammation among apparently healthy middle-aged and older US adults. *Archives of Internal Medicine*. 2011;162(11):1286-92.
19. Vaisberg RLCaMW. Influences of exercise on the immune response. *Brazilian Journal of Sports Medicine*. 2002;8:167-72.
20. Pedersen AMWPaBK. The anti-inflammatory effect of exercise. *Journal Applied Physiology*. 2005;98(4):1154-62.
21. M. B. Rossetti RRB, and R.C. Norton “ Primary prevention of cardiovascular diseases diseases in childhood and juvenile obesity: anti-inflammatory effect of physical exercise. *Brazilian Journal of Sports Medicine*. 2009;15(6):472-5.
22. C. Cordova FL-e-SJ, A. S. Pires et al. Long-term resistance training is associated with reduced circulating levels of IL-6 , IFN-gamma and TNF-alpha in elderly women. *Neuroimmunomodulation*. 2011;18(3):165-70.
23. Prestes DF, P. Maarchetti, M. Charro, and R. Tibana, Prescricao e Periodizacao do Treinamento de Forca em Academias, Editora Manole Ltda. Barueri, SP, Brazil. 2010;10:160.
24. C. J. Brito PACV, o. T. Nobrega et al. Physical exercise as a factor preventing the inflammatory processes due to aging,. *Moteiz: Revista de Educacao Fisica*, . 2011;17(3):544-51.
25. Macedo Santiago LA NL, Borges Pereira G, Leite RD, Mostarda CT, de Oliveira Brito Monzani J, et al. Effects of resistance training on immunoinflammatory response, TNF-alpha gene expression, and body composition in elderly women. *J Aging Res*. 2018;1467025.
26. Hagstrom AD MP, Lonsdale C, Papalia S, Cheema BS, Toben C, et al. . The effect of resistance training on markers of immune function and inflammation in previously sedentary women recovering from breast cancer: a randomized controlled trial. *Breast Cancer Res Treat*. 2019;545(9):661.
27. Riss AB SN, De Leon J. Interleukin-6 in atherosclerosis: Atherogenic or athero-protective? *Clin Lipidol*. 2017(1):14-23.
28. Fatkhullina AR PI, Koltsova EK. The role of cytokines in the development of atherosclerosis. *Biochemistry (Mosc)*. 2016;81(11):1358.