

Original Article

Effect of Eight Weeks Sprint Interval Training on Myogenin Rate in Aged Rats Skeletal Muscle Tissue

Maryam Nourshahi¹, Samira Rostami^{1*}, Fariba Khodaghali²

¹Department of Exercise Physiology, School of Physical Education and Exercise Science, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

²Neuroscience Research Center, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

*Corresponding author; E-mail: Rostami.s@yahoo.com

Received: 23 April 2016 Accepted: 25 July 2016 First Published online: 9 July 2017
Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2017 August;39(3):76-82

Abstract

Background: Sprint training by more using fast twitch fibers and likely changes in muscle phenotype, can be effective in improving performance of older people. The purpose of this study was evaluating effect of eight weeks Sprint Interval Training (SIT) on myogenin rate in wistar aged rats fast-twitch and slow-twitch muscles.

Methods: A total of twenty aged wistar rats with average weight of $489 \pm 72/43$ (gr) were prepared and after one week familiarization with the laboratory conditions, were randomly divided into two groups: training (n=10) and control (n=10). SIT Training was included incremental and intermittent running on treadmill that performed three-four times in the week for eight weeks. Then were isolated the soleus and Extensor Digitorum Longus (EDL) muscles. Finally, we used western blot method to measure protein changes in the muscle tissue and t-test evaluating the information.

Results: The results showed that although myogenin increased in both types of muscles but increasing was higher in fast muscle. So that in the EDL muscle, it significantly increased more than two times (99%), whereas increased only 1/3 times (29%) in the soleus muscle and changes were not significant ($P < 0/05$).

Conclusions: So fast-twitch muscle is targeted by this study protocol likely. Accordingly, myogenin was higher in the EDL muscle. On the other hand, this increasing probably due to the phenotype changes of muscle fibers or as a result of muscle hypertrophy.

Keywords: Aging, Sarcopenia, Myogenin, Phenotype, Hypertrophy.

How to cite this article: Nourshahi M, Rostami S, Khodaghali F. [Effect of Eight Weeks Sprint Interval Training on Myogenin Rate in Aged Rats Skeletal Muscle Tissue]. Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2017 August;39(3):76-82. Persian.

مقاله پژوهشی

تأثیر ۸ هفته تمرین سرعتی متناوب بر میزان میوزنین بافت عضله اسکلتی موش‌های صحرایی سالمند

مریم نورشاهی^۱، سمیرا رستمی^{۱*}، فریبا خداقلی^۲

^۱گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
^۲مرکز تحقیقات علوم اعصاب، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
* نویسنده رابط؛ ایمیل: Rostami.s@yahoo.com

دریافت: ۱۳۹۵/۲/۴ پذیرش: ۱۳۹۵/۵/۴ انتشار برخط: ۱۳۹۶/۴/۱۸
مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی تبریز. مرداد و شهریور ۱۳۹۶؛ ۳۹(۳): ۷۶-۸۲

چکیده

زمینه: تمرینات سرعتی با به‌کارگیری بیشتر تارهای تند تنش و احتمالاً تغییر در فنوتیپ عضلانی، می‌تواند در بهبود عملکرد افراد سالمند تأثیرگذار باشد. هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر هشت هفته تمرین سرعتی متناوب (SIT) بر میزان میوزنین در عضلات تند انقباض و کند انقباض موش‌های صحرایی نژاد ویستار سالمند بود.

روش کار: تعداد ۲۰ سر موش صحرایی نژاد ویستار سالمند با میانگین وزن $43/72 \pm 4/89$ گرم تهیه و پس از یک هفته آشناسازی با شرایط آزمایشگاهی، به‌طور تصادفی به دو گروه کنترل ($n=10$) و تمرین ($n=10$) تقسیم‌بندی شدند. تمرین SIT شامل دویدن فزاینده و متناوب روی تردمیل بود که سه تا چهار جلسه در هفته و به مدت هشت هفته انجام شد. سپس عضله نعلی و بازکننده دراز انگشتان (EDL) استخراج شد. در پایان از روش وسترن بلات به منظور سنجش تغییرات پروتئین در بافت‌های عضلانی و از آزمون آماری t برای ارزیابی اطلاعات، استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج تحقیق نشان داد که میزان میوزنین در اثر تمرینات SIT، در هر دو نوع عضله افزایش یافته بود، اما این افزایش در عضله تند بیشتر بود به طوری که میزان آن در عضله EDL به طور معناداری بیش از دو برابر (۹۹٪) افزایش نشان داد، درحالی‌که در عضله نعلی تنها ۱/۳ برابر (۲۹٪) افزایش داشت و تغییرات نیز معنادار نبود ($P>0/05$).

نتیجه‌گیری: پروتکل تمرینی تحقیق حاضر، احتمالاً عضله تند انقباض را مورد هدف قرار داده است. به همین دلیل، این فاکتور در عضله EDL بیشتر افزایش داشت. از سویی افزایش میزان میوزنین، احتمالاً به دلیل تغییر فنوتیپ تارهای عضلانی یا هایپرتروفی عضلانی است.

کلید واژه‌ها: سالمندی، سارکوپنیا، میوزنین، فنوتیپ، هایپرتروفی

نحوه استناد به این مقاله: نورشاهی م، رستمی س، خداقلی ف. تأثیر ۸ هفته تمرین سرعتی متناوب بر میزان میوزنین بافت عضله اسکلتی موش‌های صحرایی سالمند. مجله پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی تبریز. ۱۳۹۶؛ ۳۹(۳): ۷۶-۸۲

حق تألیف برای مؤلفان محفوظ است.

این مقاله با دسترسی آزاد توسط دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی تبریز تحت مجوز کپی‌رایت کامنز (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>) منتشر شده که طبق مفاد آن هرگونه استفاده تنها در صورتی مجاز است که به اثر اصلی به نحو مقتضی استناد و ارجاع داده شده باشد.

مقدمه

عضله اسکلتی، بزرگترین اندام در بدن انسان است که بیش از نیمی از توده بدن را تشکیل می‌دهد. نقش کلیدی این عضلات در حفظ ثبات بدن، تولید نیرو و نیز برای انجام حرکات و عملکرد متابولیکی، به‌خوبی مشخص شده است. بالا رفتن سن همانند سایر ارگان‌ها در بدن، این اندام را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. زوال توده و قدرت عضلانی مرتبط با افزایش سن که باعث کاهش ظرفیت عملکردی افراد می‌شود، سارکوپنیا نام دارد (۱). این عارضه به وسیله اختلال در تعادل و افزایش خطر افتادگی، کیفیت زندگی سالمندان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲). تحلیل توده عضلانی شامل کاهش در تعداد تارهای عضلانی (هایپوپلازی) و کاهش در اندازه تارهای عضلانی (آتروفی) می‌باشد (۳). از این رو تحقیقاتی پیرامون تأثیر تمرینات مقاومتی، استقامتی، ترکیبی و نیز متناوب روی ویژگی‌های عضلانی و عملکردی افراد سالمند انجام گرفته است که به نتایجی از قبیل: افزایش توده و قدرت عضلانی (۴)، افزایش کیفیت و عملکرد عضلانی (۵، ۶)، بهبود تعادل (۲) و نیز افزایش ظرفیت هوازی (۷)، منجر شده‌اند. با این حال مکانیسم‌های سلولی و مولکولی این فرآیندها به‌طور دقیقی مشخص نشده است. از آنجا که پیری اندام از طریق کاهش پیشرونده در عملکرد بافت و اختلال در توانایی بازسازی بعد از آسیب مشخص می‌شود، در عضله اسکلتی پیر، تارهای عضلانی آسیب‌دیده کمتر توسط تارهای جدید جایگزین می‌شوند و پاسخ التهابی عضله طولانی مدت است (۸). کاهش ظرفیت بازسازی عضلات ساز و کاری بالقوه برای فرآیند سارکوپنیا محسوب می‌شود که علت آن کاهش تعداد و عملکرد سلول‌های ماهواره‌ای عضلات می‌باشد (۹). وقایع سلولی و مولکولی فرآیند بازسازی به‌طور عمده توسط فاکتورهای التهابی و فاکتورهای تنظیمی میوژنیک (Myogenic regulatory factors, MRF) تنظیم می‌شود. MRFs خانواده‌ای چهار عضوی شامل: Myf5, MyoD, MRF4 و میوژنین می‌باشد. این فاکتورها در طول هایپرتروفی عضله اسکلتی که نیازمند سلول‌های ماهواره‌ای به منظور ترمیم آسیب عضله است، مورد تنظیم مثبت قرار می‌گیرند. این مراحل شامل تکثیر، تمایز و ادغام سلول‌های ماهواره‌ای به تارچه‌های عضلانی آسیب‌دیده است (۱۰). همچنین گزارش شده است که میوژنین در تنظیم نوع تارهای عضلانی دخالت دارد. این فرضیه توسط مطالعات حیوانی که به تفاوت بیان میوژنین و MyoD در عضلات و گونه‌های مختلف اشاره کرده‌اند، تأیید شده است (۱۱). میزان میوژنین که به‌عنوان فاکتور میوژنیک چهارم (Myf4) نیز شناخته می‌شود، تحت شرایطی از قبیل سالمندی و فعالیت بدنی، تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۱۲، ۱۳). چنان‌که در تحقیقی که به‌وسیله Mathers و همکاران انجام شد، پاسخ‌های التهابی و میوژنیک به یک جلسه فعالیت مقاومتی در افراد سالمند مورد بررسی قرار گرفت و یافته‌ها حاکی از کاهش بیان ژن میوژنین بود (۱۴). همچنین در تحقیق Mero و همکاران، تأثیر ۲۱ هفته تمرینات مقاومتی روی اندازه و قدرت عضلات اسکلتی و بیان mRNA میوستاتین و میوژنین در افراد جوان و پیر مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که بیان mRNA میوژنین در افراد سالمند در مقایسه با افراد جوان به‌طور معناداری افزایش پیدا کرد که به فعالیت بیشتر فرآیند بازسازی در عضلات این افراد نسبت داده شد (۱۵). این در حالی بود که Konopka و همکاران نشان دادند که پس از ۱۲ هفته تمرین هوازی در زنان سالمند، میوژنین گرایش به کاهش داشت

(۱۶). از آنجایی که مشخص شده است که سالمندی به روش یکسانی تمام انواع تارها را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد و تارهای نوع II بیشتر تحت تأثیر قرار می‌گیرند. از دست دادن این واحدهای حرکتی سریع باعث تغییر به سمت فنوتیپ کندتر می‌شود (۱۷). با توجه به نقش تارهای تندتند در تولید قدرت و سرعت، تغییر فنوتیپ به سمت این نوع تارها، می‌تواند روی قدرت، سرعت و در نتیجه توانایی عملکردی افراد مسن تأثیرگذار باشد. تمرینات سرعتی با به‌کارگیری بیشتر واحدهای حرکتی سریع، می‌تواند در این فرآیند تأثیرگذار باشند (۹). متغیرهای احتمالی که ممکن است نسبت تارهای تندتند را افزایش داده و در مقابل از نسبت تارهای کند تنش بکاهند، در تحقیقاتی مورد بحث قرار گرفته‌اند، که از آن جمله می‌توان به تمرینات متناوب، شامل تمرینات متناوب با شدت بالا (High-Intensity Interval Training, HIIT) یا تمرینات سرعتی متناوب (Sprint Interval Training, SIT) اشاره کرد. در این نوع تمرینات، فعالیت‌های ورزشی با شدت بالا همراه با دوره‌های بازیافت (استراحت یا فعالیت با شدت پایین) به‌طور متناوب انجام می‌شود (۱۲). با بررسی‌های به عمل آمده، تاکنون تحقیقی که تغییرات سطوح میوژنین را بر اثر سن و برنامه‌ی تمرین SIT بررسی کرده باشد، صورت نگرفته است. با توجه به ماهیت تمرینات سرعتی در به‌کارگیری واحدهای عضلانی سریع، بررسی تغییرات میزان میوژنین، ممکن است به روشن شدن بهتر نقش این فاکتور تنظیمی در افراد سالمند کمک کند. لذا بررسی اثر این نوع تمرین ورزشی به‌عنوان یک راهکار درمانی مفید و بدون عارضه جانبی می‌تواند بسیار دارای اهمیت باشد و نقش مؤثری در پیشگیری و درمان سارکوپنیا ایفا نماید. لذا تحقیق حاضر به‌منظور بررسی اثر هشت هفته تمرین SIT بر میزان میوژنین در بافت عضلات کند انقباض نعلی (Soleus) و عضله تند انقباض بازکننده طویل انگشتان پا (Extensor digitorum longus, EDL) سارکوپنیا طراحی گردیده است.

روش کار

این پژوهش از نوع تجربی-بنیادی بوده و دارای یک گروه کنترل و یک گروه تجربی است. در این تحقیق ۲۰ سر موش صحرایی مسن ۲۴ ماهه نژاد ویستار سالم و با میانگین وزنی 48.9 ± 4.3 گرم که هیچ‌گونه تحقیقی قبلاً روی آن‌ها انجام نشده است از مرکز پرورش حیوانات آزمایشگاهی دانشکده فارماکولوژی دانشگاه تهران خریداری شده و به دانشگاه شهید بهشتی انتقال یافتند. موش‌ها در قفس‌های ویژه از جنس پلی کربنات شفاف و در محیط آزمایشگاهی $22 \pm 1/8$ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی 50 ± 6 درصد و چرخه روشنایی و تاریکی ۱۲:۱۲ ساعت و با در دسترس بودن آزاد آب و غذا نگهداری و کنترل شدند. برای تمرین دادن حیوانات ابتدا پروتکل کلی اجرای تمرین طراحی گردید؛ و طبق برنامه و جدول زمانی مشخص، مراحل مختلف اجرای تحقیق ادامه یافت. پس از یک هفته دوره آشنایی با محیط و زندگی در شرایط آزمایشگاهی، حیوانات به‌طور تصادفی به دو گروه تمرین SIT و کنترل تقسیم‌بندی شدند. به طوری که هر گروه شامل ۱۰ سر موش سالمند بود. تمرین SIT شامل دوییدن فزاینده و متناوب روی تردمیل بود که سه جلسه در هفته و به مدت هشت هفته انجام شد. همان‌طور که اشاره شد موش‌ها به منظور آشناسازی (هفته دوم) به مدت

قرار داده شده و در روز دوم ۳ بار با محلول TBST شستشو داده و کاغذ با آنتی بادی ثانویه به مدت یک ساعت انکوبه گردید. بعد از این مرحله کاغذها با کیت ECL پوشانده و با استفاده از فیلم رادیولوژی ظاهر شد. در مرحله بعد بلات‌ها در بافر استرپتینگ شستشو داده شده و آنتی بادی بتاکتین به روی کاغذ اضافه شده و دوباره با آنتی بادی ثانویه انکوبه شد و بتاکتین کنترل هم در فیلم رادیولوژی ظاهر شده و در نهایت توسط برنامه Image J باندهای به دست آمده دانسیتومتری گردید. تجزیه و تحلیل داده‌های تحقیق با استفاده از نرم افزار آماری SPSS ۱۷ انجام شد. برای طبیعی بودن توزیع داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد و داده‌ها دارای توزیع نرمال بودند. همچنین از آزمون لوین برای همگن بودن واریانس‌ها و برای مقایسه تغییرات میوزین گروه کنترل و گروه SIT از آزمون t-مستقل استفاده شد. سطح معنی داری برای تمام تحلیل‌های آماری $P < 0.05$ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج حاصل از تحقیق در جدول ۲ نشان داده شده است. آزمایش وسترن بلات میوزین در عضله نعلی نشان داد که چگالی باند میوزین نسبت به بتا اکتین، در گروه تمرین حدود $1/0.35$ و در گروه کنترل در حدود $0/8.00$ بود (شکل ۱). همچنین این آزمایش در عضله EDL نشان داد که چگالی باند میوزین نسبت به بتا اکتین در گروه تمرین حدود $1/3.45$ و در گروه کنترل $0/6.75$ بود (شکل ۲).

۵ روز، روی تردمیل با سرعت ۱۲-۱۰ متر در دقیقه دویدند. سپس با توجه به در نظر گرفتن سن حیوانات، تردمیل با سرعت ۱۵-۱۰ متر در دقیقه تنظیم و هفته اول تمرینات آغاز شد. در هفته‌های دوم، سوم، پنجم و هفتم به صورت تناوبی ۱۰ متر در دقیقه به سرعت تردمیل افزوده شد. همچنین در هر جلسه تمرینی هم در تکرارهای اول تا چهارم سرعت تردمیل به میزان ۱ متر در دقیقه و در تکرارهای پنجم الی هفتم به میزان ۲ متر در دقیقه اضافه شد. هر جلسه تمرینی با انجام ۷ ست و هر ست ۱ تکرار و ۲ دقیقه استراحت بین هر ست، تکمیل شد (جدول ۱) (۱۷ و ۱۸). در این مدت گروه کنترل هیچ نوع تمرین ورزشی انجام نمی‌دادند. به منظور از بین بردن اثرات حاد تمرین در هنگام بافت برداری، ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین، حیوانات تشریح شدند. بدین منظور موش‌ها با تزریق درون صفاقی ترکیبی از کتامین (۵۰-۳۰ میلی‌گرم/کیلوگرم وزن بدن و زایلین (۵-۳ میلی‌گرم/کیلوگرم وزن بدن) بی‌هوش و به منظور بافت برداری از محفظه خارج و به روی میز جراحی انتقال داده شدند. با توجه به نقش متفاوت دو عضله نعلی و EDL و میزان درگیری این دو عضله در تمرین SIT این دو نوع عضله برای اندازه‌گیری میزان پروتئین میوزین به روش وسترن بلات و با استفاده از آنتی بادی مخصوص میوزین (anti-myogenin (antibody-catalytic domain) cell signaling جدا سازی و استخراج شدند. برای انجام تست وسترن بلات مقادیر مساوی از پروتئین توسط ژل پلی آکریل آمید SDS-PAGE ۱۲٪ جدا سازی شد. بعد از مرحله الکتروفورز، پروتئین‌های ژل به کاغذ PVDF منتقل شده و کاغذ در محلول بلاکینگ برای ۱ ساعت قرار گرفت. سپس کاغذ یک شب در آنتی بادی اولیه در ۴ درجه سانتی‌گراد

جدول (۱) خلاصه پروتکل تمرین SIT در طول اجرای تمرین حیوانات

هفته	آشنایی	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم	هفتم	هشتم
سرعت تردمیل (متر در دقیقه)	۱۰	۱۰-۱۵	۱۵-۲۵	۲۵-۳۵	۲۵-۳۵	۳۵-۴۵	۳۵-۴۵	۴۵-۵۵	۵۵-۶۵
مدت تمرین (دقیقه)	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
مدت استراحت (دقیقه)	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۲
تعداد روز در هفته	۴	۴	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
ست‌ها (تعداد در روز)	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷

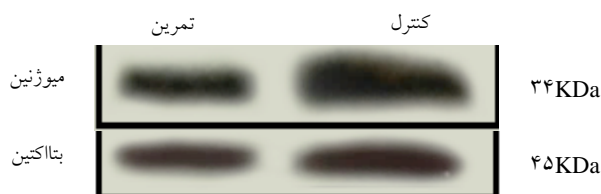
* (در تکرار ۴-۱ افزایش سرعت یک متر در دقیقه و در تکرارهای ۷-۵ دو متر در دقیقه)

جدول (۲) میانگین (\pm انحراف معیار) چگالی باند میوزین نسبت به باند بتا اکتین در عضله EDL و نعلی

گروه	تمرین	کنترل
عضله نعلی	$1/0.35 \pm 0/12.02$	$0/8.00 \pm 0/07.07$
عضله EDL	$1/3.45 \pm 1/07.77$	$0/6.75 \pm 0/09.19$



شکل ۱: آزمایش وسترن بلات میوزین در عضله نعلی



شکل ۲: آزمایش وسترن بلات میوژنین در عضله EDL

بحث

هدف از تحقیق حاضر، بررسی تغییرات میزان میوژنین در عضلات اسکلتی موش‌های سالمند طی هشت هفته تمرین SIT بود. نتایج نشان داد که در اثر این نوع تمرینات، میزان میوژنین در عضله EDL (عضله تند) به‌طور معناداری، بیش از ۲ برابر افزایش داشت (۹۹٪)، در حالی که در عضله نعلی (عضله کند) تنها ۱/۳ برابر (۲۹٪) افزایش نشان داد و تغییرات نیز معنادار نبودند؛ بنابراین علیرغم این که میزان به‌کارگیری این دو نوع عضله یکسان نبود، اما میوژنین در عضله تند، افزایش بیشتری نشان داد که احتمالاً به دلیل ترکیب متفاوت تارهای عضلانی است، چرا که عضله EDL عموماً از تارهای نوع IIA و IIB تشکیل شده است، در حالی که عضله نعلی به‌طور غالب از تارهای نوع I تشکیل شده است (۱۹). هم سو با این یافته، نشان داده شده است که در اثر یک جلسه فعالیت مقاومتی میوژنین فقط در بخش قرمز عضله چهار سر رانی موش - ها افزایش داشت و عدم پاسخ این فاکتور در بخش سفید، به فعال‌سازی ناکافی این گروه عضلانی نسبت داده شد. با بررسی ترکیب پروتئین‌های انقباضی بین این دو گروه عضلانی، مشخص شد که این تفاوت به دلیل ترکیب MHC II بود، چرا که بخش سفید اساساً MHC IIb را بیان می‌کرد (۲۰)؛ بنابراین به نظر می‌رسد، "نوع عضله اندازه‌گیری شده"، به‌ عنوان یکی از عوامل مؤثر بر تغییرات میزان میوژنین مطرح باشد. مطالعات پیشین بیان کرده‌اند که پاسخ MRFs از قبیل میوژنین و یا مکانیسم‌های ترمیم عضله با افزایش سن دچار محدودیت می‌شوند که ممکن است به علت سطوح استراحتی بالای این فاکتورها در عضلات افراد سالمند باشد. این سطح استراحتی بالا، بیانگر تلاش عضلات سارکوپینیک به‌منظور بازسازی است. به همین دلیل پاسخ میوژنین در اثر تحریکات رشد یا بازسازی از قبیل فعالیت و تمرینات ورزشی ممکن است مختل شود (۲۱). بنابراین «اثر سن» به‌عنوان عامل دیگر مؤثر بر تغییرات میزان میوژنین مطرح است. از این رو بررسی این عامل همراه با تمرینات ورزشی، ضروری به نظر می‌رسد، چرا که سازگاری‌های حاصل از انجام تمرینات، به روشن شدن بهتر نقش میوژنین کمک خواهد کرد. چنانچه رابطه مثبت بین افزایش هایپرتروفی و بیان میوژنین پس از ۸ هفته تمرین مقاومتی در موش‌های جوان گزارش شده است. این در حالی بود که به دنبال ۱۲ هفته تمرین مقاومتی، تثبیت بیان این فاکتور تنظیمی با وجود تبدیل تارهای IIX/D به IIA، مشاهده و بیان شد که افزایش میوژنین در طول تمرینات مقاومتی طولانی‌مدت، به دلیل افزایش سطح مقطع تارهای عضلانی می‌باشد و نه تغییر نوع تارها (۲۲). این در حالی بود که عدم تغییر میوژنین پس از ۱۲ هفته تمرین مقاومتی در موش‌های جوان نشان داده شده است (۲۳). به نظر می‌رسد این تفاوت به دلیل

"حجم و شدت" تمرینات اعمال شده باشد که به عنوان، عوامل دیگر مؤثر بر تغییرات میزان میوژنین مطرح می‌باشند. هم سو با یافته تحقیق حاضر، نشان داده شده است که تمرینات مقاومتی به افزایش بیان میوژنین در عضله پهن جانبی افراد سالمند و جوان هر دو منجر می‌شوند (۲۴، ۲۱). با این حال این افزایش، با هایپرتروفی کمتری در افراد سالمند همراه بوده است. علت چنین توضیح داده شد که ممکن است برنامه تمرینی، زمان کافی به منظور ریکاوری بین جلسات تمرینی را در افراد سالم فراهم نکند تا به‌خوبی سازگار شوند (۲۱). برخلاف تمرینات مقاومتی و در تضاد با نتایج تحقیق حاضر، کاهش میزان میوژنین (هرچند معنادار نبوده است) در اثر ۱۲ هفته تمرین هوازی در عضله پهن جانبی زنان سالمند نشان داده شده است. در این تحقیق، هایپرتروفی عضلانی نیز مشاهده شد که علت آن را کاهش تنظیم مکانیسم‌های پروتئولیتیک دانسته‌اند، چرا که همراه با کاهش میوستاتین بوده است که در نتیجه آن نیاز کمتری به میوژنین به منظور بازسازی است (۱۶). گرایش به کاهش میوژنین ممکن است به دلیل شدت پایین تمرینات هوازی باشد که منجر به‌کارگیری واحدهای حرکتی نوع I می‌شوند. در تأیید این موضوع، هایپرتروفی ترجیحی تارهای نوع III پس از تمرینات مقاومتی در افراد سالمند مشاهده شده که علت افزایش بیشتر در به‌کارگیری واحدهای حرکتی نوع II توضیح داده شد (۲۱). همچنین افزایش اندازه تارچه‌های عضلانی I بدون تغییر در اندازه تارچه‌های عضلانی نوع II در اثر تمرینات هوازی در زنان سالمند گزارش شده است (۲۵)؛ بنابراین هایپرتروفی مشاهده شده در تحقیق Konopka و همکاران (۱۶)، ممکن است مربوط به محدوده تارهای نوع I باشد و از آنجایی که ناحیه توزیع تارها مورد بررسی قرار نگرفته است، نمی‌توان به طور قطعی در این مورد اظهار نظر کرد. در نهایت می‌توان پیشنهاد کرد تضعیف تغییرات میزان میوژنین طی تمرینات هوازی، ممکن است نشان‌دهنده‌ی تعامل بین سازگاری‌های حاصل از نوع تمرین و پاسخ سلولی به آسیب عضلانی مرتبط با محرک‌های انقباضی باشد. در تحقیق حاضر با وجود این که دو نوع عضله کند و تند به میزان یکسانی به کار گرفته نشده بودند، اما میزان میوژنین در عضله تند (که اساساً از تارهای نوع II تشکیل شده است) افزایش بیشتری نشان داد؛ بنابراین می‌توان استنباط کرد برنامه تمرینی تحقیق حاضر احتمالاً عضله تند انقباض (EDL) را مورد هدف قرار داده است. به‌طور کلی نشان داده شده است که به دنبال آسیب عضلانی و فعال شدن سلول‌های ماهواره‌ای، فاکتورهای تنظیمی میوژنینک از قبیل میوژنین افزایش پیدا می‌کنند. افزایش میزان این فاکتور به تولید تارهای جدید عضلانی نسبت داده شده است، بنابراین به عنوان نشانگری که در

شد. علی‌رغم اینکه این دو نوع عضله به میزان یکسانی به کار گرفته نشده بودند، اما شاهد افزایش بیشتر میوژنین در عضله EDL بودیم که احتمالاً نشان‌دهنده به‌کارگیری بیشتر عضله تند می‌باشد و افزایش میزان میوژنین، احتمالاً به دلیل تغییر فنوتیپ تارهای عضلانی یا در اثر هایپرتروفی ترجیحی تارهای نوع II می‌باشد. لذا انجام تمرینات SIT می‌تواند با افزایش فاکتور تنظیمی میوژنین از عضلات افراد سالمند محافظت نماید و نقش مؤثری در پیشگیری و درمان سارکوپنیا ایفا نماید؛ بنابراین تمرینات می‌توانند نقش مهمی در بازبازی قدرت و توان عضلانی و بهبود کیفیت زندگی این افراد داشته باشند.

قدردانی

مقاله حاضر بخشی از پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی مصوب دانشگاه شهید بهشتی می‌باشد که نویسندگان از حمایت‌های آنان تشکر می‌نمایند.

منافع متقابل

مؤلف اظهار می‌دارد که منافع متقابلی از تالیف و یا انتشار این مقاله ندارد.

مشارکت مؤلفان

م‌نورشاهی و س‌رستمی و همکاران، طراحی، اجرا و تحلیل نتایج مطالعه را بر عهده داشتند. همچنین س‌رستمی مقاله را تالیف نموده و نسخه نهایی آن را خوانده و تایید کرده است.

تنظیمات مرتبط با هایپرتروفی عضله مورد استفاده می‌گیرد، مطرح شده است (۲۶). از سویی با توجه به تغییر نوع تارها در اثر پروتکل‌های تمرینی مختلف، دور از انتظار نیست که تصور کنیم هر نوع محرک ورزشی که در زمان و شدت کافی باشد، به‌طور بالقوه می‌تواند موجب تغییر درون جمعیت تارهای سریع از نوع IIX/D به IIA شود (۱۲). در تحقیق حاضر ۸ هفته تمرین SIT استفاده شد که ممکن است قابلیت کافی برای تبدیل تارها از نظر زمان و شدت را دارا باشد (۱۸ و ۲۷)؛ بنابراین افزایش میوژنین، ممکن است مربوط به تغییر نوع تارهای عضلانی، به‌عنوان سازگاری حاصل از تمرینات SIT باشد. با این وجود، چون در این مطالعه، ناحیه مربوط به تارهای عضلانی و توزیع نوع تارها مورد تجزیه و تحلیل قرار نگرفته است، با قطعیت نمی‌توان در این مورد اظهار نظر کرد و نیاز است تحقیقات بیشتری در این زمینه انجام شود. از سویی با توجه به سطوح استراحتی بالای MRFs ها در افراد سالمند و اختلال پاسخ این فاکتورها در اثر فعالیت و تمرینات ورزشی (۲۱)، به نظر می‌رسد تعامل بین سازگاری‌های حاصل از نوع تمرینات و پاسخ‌های سلولی به آسیب عضلانی مرتبط با محرک‌های انقباضی، تعیین‌کننده جهت و مقدار تغییرات میوژنین باشد. همچنین اگر تمرینات دارای شدت و مدت کافی باشد و ریکاوری مناسبی را بین جلسات تمرینی فراهم کنند، می‌توان نقش سازگاری‌ها را پررنگ‌تر نمود و انتظار افزایش میوژنین به‌عنوان فاکتور تنظیم‌کننده دخیل در سازگاری‌های حاصل را داشت. چنان‌که در تحقیق حاضر، تمرینات SIT به افزایش معنادار میوژنین در عضله EDL منجر شدند.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که هشت هفته تمرین SIT منجر به افزایش میزان میوژنین در عضلات تند انقباض (EDL) موش‌های سالمند

References

- Kim J, Kosek D, Petrella J, Cross J, Bamman M. Resting and load-induced levels of myogenic gene transcripts differ between older adults with demonstrable sarcopenia and young men and women. *J Appl Physiol* 2005; **99**(6): 2149-2158. doi: 10.1152/jappphysiol.00513.2005
- Gonzalez A, Mangine G, Fragala M, Stout J, Beyer K, Bohner J. Resistance training improves single leg stance performance in older adult. *Aging Clin Exp Res* 2014; **26**(1): 89-92. doi: 10.1007/s40520-013-0126-6
- Jiménez DJ, López-Lluch G, Sánchez-Martínez I, Muro-Jiménez A, Rodríguez-Bies E, Navas P. Sarcopenia: implications of physical exercise in its pathophysiology, prevention and treatment. *Rev Andal Med Deporte* 2011; **4**(4): 158-166.
- Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of Resistance Training on Older Adults. *Sports Med* 2004; **34**(5): 329-348. doi: 10.2165/00007256-200434050-00005
- Fragala MS, Fukuda DH, Stout JR. Muscle quality index improves with resistance exercise training in older adults. *Exp Gerontol* 2014; **53**: 1-6. doi: 10.1016/j.exger.2014.01.027
- Pinto RS, Correa CS, Radaelli R, Cadore EL, Brown L, Bottaro M. Short-term strength training improves muscle quality and functional capacity of elderly women. *American Aging Association* 2014; **36**(1): 356-372. doi: 10.1007/s11357-013-9567-2
- Lepretre PM, Vogel T, Brechat PH. Impact of short-term aerobic interval training on maximal exercise in sedentary aged subjects. *Int J Clin Pract* 2009; **63**(10): 1472-1478. Doi: 10.1111/j.1742-1241.2009.02120.x
- Jang YC, Sinha M, Cerletti M, Dall'Osso C, Wagers AJ. Skeletal Muscle Stem Cells: Effects of Aging and Metabolism on Muscle Regenerative Function. *Cold Spring Harb Symp Quant Biol* 2011; **76**: 101-111. doi: 10.1101/sqb.2011.76.010652
- Conboy IM, Conboy MJ, Smythe GM, Rando TA. Notch-mediated restoration of regenerative potential to aged muscle. *Science* 2003; **302**(5650): 1575-1577. doi: 10.1126/science.1087573
- Chargé SB, Rudnicki MA. Cellular and molecular regulation of muscle regeneration. *Physiol Rev* 2004; **84**(1): 209-238. doi: 10.1152/physrev.00019.2003

11. Willoughby DS, Nelson MJ. Myosin heavy-chain mRNA expression after a single session of heavy-resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2002; **34**(8): 1262-1269.
12. Kadi F, Johansson F, Johansson R. Effects of one bout of endurance exercise on the expression of myogenin in human quadriceps muscle. *Histochem Cell Biol* 2004; **121**(4): 329-334. doi: 10.1007/s00418-004-0630-z
13. Bamman M, Ragan RC, Kim J. Myogenic protein expression before and after resistance loading in and 26-64 yr old men and women. *J Appl Physiol* 2004; **97**(4): 1329-1337. doi: 10.1152/jappphysiol.01387.2003
14. Mathers JL, Farnfield MM, Garnham AP, Caldow MK, Cameron-Smith D, Peake JM. Early inflammatory and myogenic responses to resistance exercise in the elderly. *Muscle & Nerve* 2012; **46**(3): 407-412. doi: 10.1002/mus.23317
15. Mero AA, Hulmi JJ, Salmijärvi H. Resistance training induced increase in muscle fiber size in young and older men. *J Appl Physiol* 2013; **113**(3): 641-650. doi: 10.1007/s00421-012-2466-x
16. Konopka A, Douglass M, Kaminsky L, Jemiolo B, Trappe T, Trappe S, et al. Molecular Adaptations to Aerobic Exercise Training in Skeletal Muscle of Older Women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2010; **65**(11): 1201-1207. doi: 10.1093/gerona/gdq109
17. Haehling SV, Morley JE, Anker SD. An overview of sarcopenia: facts and numbers on prevalence and clinical impact. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2010; **1**(2): 129-133. doi: 10.1007/s13539-010-0014-2
18. Ogura Y, Naito H, Kurosaka M, Sugiura T, Junichiro A, Katamoto SH. Sprint-Interval Training Induces Heat Shock Protein 72 in Rat Skeletal Muscles. *J Sports Sci Med* 2006; **5**(2): 194-201.
19. Gallegly JC, Turesky NA, Strotman BA. Satellite cell regulation of muscle mass is altered at old age. *J Appl Physiol* 2004; **97**(3): 1082-1090. doi: 10.1152/jappphysiol.00006.2004
20. Drummond MJ, Conlee RK, Mack GW. Myogenic regulatory factor response to resistance exercise volume. *J Appl Physiol* 2009; **108**(4): 771-778. doi: 10.1007/s00421-009-1279-z
21. Kosek DJ, Kim JS, Petrella JK. Efficacy of 3 days/wk resistance training on myofiber hypertrophy and myogenic mechanisms in young vs older adults. *Journal of Applied Physiology* 2006; **101**(2): 531-544. doi: 10.1152/jappphysiol.01474.2005
22. Aguiar AF, Vechetti-Júnior IJ, Alves de Souza RW. Myogenin, MyoD and IGF-I Regulate Muscle Mass but not Fiber-type Conversion during Resistance Training in Rats. *Int J Sports Med* 2013; **34**(4): 293-301. doi: 10.1055/s-0032-1321895
23. Mackey AL, Holm L, Reitelseder S. Myogenic response of human skeletal muscle to 12 weeks of resistance training at light loading intensity. *Scand J Med Sci Sports* 2011; **21**(6): 773-782. doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01178.x
24. Mero AA, Hulmi JJ, Salmijärvi H. Resistance training induced increase in muscle fiber size in young and older men. *Eur J Appl Physiol* 2013; **113**(3): 641-650. doi: 10.1007/s00421-012-2466-x
25. Harber MP, Konopka AR, Douglass MD. Aerobic exercise training improves whole muscle and single myofiber size and function in older women. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2009; **297**(5): 1452-1459. doi: 10.1152/ajpregu.00354.2009
26. Haddad F, Adams GR. Selected contribution: Acute cellular and molecular responses to resistance exercise. *J Appl Physiol* 2002; **93**(1): 394-403. doi: 10.1152/jappphysiol.01153.2001
27. Luginbuhl AJ, Dudley GA, Staron RS. Fiber type changes in rat skeletal muscle after intense interval training. *Histochemistry* 1984; **81**(1): 55-58. doi: 10.1007/BF00495401