

تأثیر برنامه تمرین مقاومتی بر مقادیر میوستاتین پلاسمایی

مردان چاق غیرورزشکار

دکتر محمد رضا اسد^۱، دکتر جواد وکیلی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۲/۳۱، تاریخ تصویب: ۱۳۹۱/۶/۲۱

Abstract

The purpose of the present study was to examine the effect of 8 weeks resistance training on the myostatin plasma level in untrained overweight men. This research was semi experimental. For this reason, 19 overweight untrained men voluntarily participated in this study and randomly were assigned to resistance training with mean of age $21 \pm 1/57$ yr, height $171/11 \pm 5/51$ cm, weight $92/22 \pm 15/85$ kg and BF% $1/37 \pm 28/21$ $35 \pm 2,2$ yr) or control with mean of age $21/44 \pm 1/13$ yr, height $175/61 \pm 5/09$ cm, weight $90/00 \pm 14/05$ and BF% $2/68 \pm 27/15$. The training protocol consisted, 3 sessions per week, 5 exercises, at 50-80% of 1RM for whole-body exercise for 8 weeks. Prior to study start time, and after 48 h of the last session, 5 ml plasma were collected from antecubital vein of subject. The results of independent t-test showed that there are significant decrease in plasma in experimental group ($p=0/005$). Therefore, it can be concludes that resistance training can prevent the loose of muscle mass and sarcopenia.

Keywords: overweight men, myostatin, resistance training

چکیده

هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر ۸ هفته تمرین مقاومتی بر مقادیر میوستاتین پلاسمایی مردان چاق غیر ورزشکار بود. تحقیق حاضر از نوع نیمه تجربی می باشد به همین منظور ۱۹ مرد چاق غیر ورزشکار بصورت داوطلبانه در تحقیق حاضر شرکت کردند و به دو گروه تجربی ($n=8$) با میانگین سن $21 \pm 1/57$ سال، قد $171/11 \pm 5/51$ سانتی متر و وزن $92/22 \pm 15/85$ کیلوگرم و درصد چربی $1/37 \pm 28/21$ و کنترل با میانگین سن $21/44 \pm 1/13$ سال، قد $175/61 \pm 5/09$ سانتی متر، وزن $90/00 \pm 14/05$ کیلوگرم و درصد چربی $2/68 \pm 27/15$ تقسیم شدند. گروه تجربی پروتکل ۸ هفته ای تمرین مقاومتی شامل ۵ حرکت، ۳ جلسه در هفته با شدت ۵۰ تا ۸۰ درصد را اجرا کردند و گروه کنترل در هیچ برنامه تمرینی شرکت نکرد. قبل و ۴۸ ساعت بعد از اتمام آخرین جلسه تمرینی و در شرایط ناشتایی ۵ میلی لیتر خون از ورید بازویی آزمودنی ها گرفته شد. نتایج تحلیل آماری با آزمون تی مستقل نشان داد که مقدار میوستاتین پلاسمایی در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل کاهش معنی داری داشت ($p=0/005$). لذا می توان نتیجه گرفت که اجرای تمرین مقاومتی می تواند در پیشگیری از آتروفی عضلانی و کاهش توده عضلات موثر باشد.

واژه های کلیدی: مردان چاق، میوستاتین، تمرین مقاومتی

مقدمه

اهمیت حیاتی عضله اسکلتی برای سلامت عمومی و فعالیت‌های روزمره به خوبی مورد قبول همگان قرار گرفته است. عضله اسکلتی دارای کارکردهای متعددی از جمله حفظ وضعیت بدن، حرکت و بر آوردن نیازهای متابولیکی است. به طور ویژه، عضله اسکلتی تقریباً ۴۰ تا ۵۰ درصد کل وزن بدن را تشکیل می‌دهد و به عنوان جایگاه اصلی متابولیسم گلوکز عمل می‌کند و نقش تعیین کننده‌ای در مقدار متابولیسم پایه دارد. حفظ یا حتی افزایش توده عضله اسکلتی در بسیاری از شرایط از جمله پیری و بیماریهای مرتبط با آتروفی عضلانی و به طور خاص در بیشتر ورزشکاران مهم می‌باشد (رابرگز، ۱۳۸۴). یک ویژگی استثنایی عضله اسکلتی بالغ، توانایی ذاتی آن در سازگاری به دامنه وسیعی از محرک‌های فیزیولوژیکی، همچون الگوهای تمرینی مختلف می‌باشد. برای مثال، افزایش بار روی عضله اسکلتی، از طریق برنامه‌های مختلف تمرین با وزنه، دارای آثار برجسته‌ای بر هر دو عامل توده (هیپرتروفی) و قدرت عضلانی است. برعکس، کاهش بار روی عضله به علت کم‌فعالیتی ناشی از فرآیندهای پیری، بی‌حرکتی ناشی از آسیب، بیماری‌های مختلف و یا بی‌وزنی (سفر به فضا)، به کاهش توده عضلانی می‌انجامد (رجبی، ۱۳۷۴). از این‌رو در سال‌های اخیر تلاش زیادی برای روشن شدن مکانیزم‌های سلولی و مولکولی هیپرتروفی و آتروفی عضلانی صورت گرفته است. بر این اساس، مک‌فرون^۱ و همکاران (۱۹۹۷) یک فاکتور مهار کننده رشد عضلانی به نام میوستاتین را شناسایی کردند. میوستاتین عضو جدید خانواده بزرگ TGF- β^2 (فاکتور رشدی تغییر شکل دهنده بتا) است که بیان آن به‌طور منفی رشد عضله اسکلتی را تنظیم می‌کند (Mcpherron, 1997). از زمان شناسایی این عامل تاکنون مطالعات مختلفی بر روی آن انجام شده است، به طوری که در حال حاضر به عنوان یکی از مسیرهای احتمالی افزایش قدرت و توده عضلانی بر اثر تمرینات مقاومتی مطرح می‌باشد، اگر چه مکانیزم اثر آن روشن نیست (Lee, 2004). در تحقیقات روی میوستاتین به نظر می‌رسد تمرین مقاومتی به کاهش بیان میوستاتین منجر شود. محققان دریافته‌اند حضور این پروتئین روی هورمون موثر در مقاومت تاندون‌ها و انعطاف پذیری آنها تأثیر گذاشته و به ضعف و کاهش خاصیت ارتجاعی تاندونها منجر می‌شود. TGF- مهم‌ترین سایتوکین‌های تنظیم کننده رشد عضله اسکلتی هستند. میوستاتین به‌عنوان عضوی از این خانواده نقش مهمی در کنترل توده عضلانی ایفا می‌کند و مطالعات حیوانی

(Walsh, 2005) و انسانی (Ekaza, 2007) نشان دهنده نقش تنظیمی منفی میوستاتین در رشد عضله اسکلتی است. میوستاتین پس از اینکه بصورت پروتئین پیش‌ساز در عضله اسکلتی سنتز شد، دو فرآیند پروتئولیتیکی را طی می‌کند و به هدف اصلی پیام رسانی یعنی سرکوب تکثیر و تمایز سلول‌های اقماری و در نهایت مهار رشد عضله منجر می‌شود (Jouliia, 2006).

برای اولین بار روت^۳ و همکارانش در سال ۲۰۰۳ در تحقیقی فرض کردند که میوستاتین ممکن است در سازگاری‌های عضله اسکلتی به ورزش نیز نقش داشته باشد. آنها دریافتند ۹ هفته تمرین مقاومتی در ۸ زن و مرد جوان و ۷ زن و مرد مسن تمرین کرده سالم به کاهش ۳۷ درصد mRNA میوستاتین در آزمودنی‌های انسانی منجر می‌شود (Roth, 2003). یک سال بعد واکر کاهش میوستاتین را بعد از ۱۰ هفته تمرین گزارش کرد (Walker, 2004). در همین سال ویلوگی^۴ و همکاران (۲۰۰۴) افزایش میوستاتین را در پاسخ به ۱۲ هفته تمرین مقاومتی گزارش کردند. با توجه به اینکه مطالعات انجام شده در مورد اثر تمرین مقاومتی بر میوستاتین محدود بوده و نتایج آنها تقریباً متناقض است و علی‌رغم اهمیت میوستاتین در تنظیم توده عضله اسکلتی، پاسخ این فاکتور رشدی به تمرین مقاومتی دقیقاً روشن نیست، لذا در تحقیق حاضر تأثیر اجرای هشت هفته تمرین مقاومتی بر میزان میوستاتین سرمی مردان چاق بررسی می‌شود.

روش‌شناسی تحقیق

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون با گروه کنترل است و با هدف مقایسه تأثیر تمرین مقاومتی بر میزان میوستاتین پلاسمایی مردان غیرورزشکار انجام شد. جامعه آماری این تحقیق را کلیه دانشجویان مرد دانشگاه تهران تشکیل می‌دادند که دروس تربیت بدنی را به عنوان واحد درسی انتخاب کرده بودند. انتخاب آزمودنی‌ها به صورت داوطلبانه انجام شد. برای انجام این کار، ابتدا محقق در کلاس‌های تربیت بدنی عمومی دانشگاه تهران حاضر و شرح کاملی از زمان، مکان، شیوه اجرای آزمون و اهداف آزمون در اختیار آزمودنی‌ها قرار داد. سپس از افرادی که مایل بودند در تحقیق حاضر شوند، فرم رضایت‌نامه کتبی گرفته شد و مقرر گردید همه افراد از پزشک گواهی سلامت بدنی و بلا مانع بودن فعالیت ورزشی را دریافت کنند. نهایتاً ۲۴ نفر به عنوان نمونه آماری انتخاب و به دو گروه تمرین مقاومتی (n=۱۲) و کنترل (n=۱۲) تقسیم شدند. در ادامه ۴ نفر از گروه تمرین

3 . Roth
4 . Willoughby

1. Mc Pherron
2. Transforming Growth Factor

گروه تمرین مقاوم پروتکل تمرین مقاومتی را که شامل حرکات پرس پا، زیر بغل، جلو بازو، و لیفت مرده به مدت ۸ هفته و هر هفته سه جلسه اجرا کردند در جدول ۱ شدت بار و تعداد تکرارهای اجرا شده ارائه شده است. فواصل استراحت بین ست‌ها ۶۰ ثانیه و بین حرکات ۳ دقیقه بود (جدول ۱).

مقاومتی و یک نفر از گروه کنترل از ادامه تحقیق انصراف دادند. پیش از انتخاب نمونه‌ها به دو گروه قد، وزن، درصد چربی، شاخص BMI، VO_2max اندازه‌گیری شد تا دو گروه همگن سازی شوند. برای کنترل برنامه غذایی آزمودنی‌ها نیز از پرسشنامه وضعیت تغذیه استفاده شد و برای رعایت الگوی غذایی یکسان توصیه‌هایی از طرف محقق به آزمودنی‌ها انجام گرفت.

جدول ۱. پروتکل تمرین مقاومتی

$\frac{\%50}{8}$	$\frac{\%60}{8}$	$\frac{\%70}{8}$	$\frac{\%80}{5} \times 2$	$\frac{\%50}{8}$	پرس پا
$\frac{\%50}{8}$	$\frac{\%60}{8}$	$\frac{\%70}{8}$	$\frac{\%80}{8} \times 2$	$\frac{\%50}{8}$	جلو پا با دستگاه
$\frac{\%50}{12}$	$\frac{\%60}{12}$	$\frac{\%70}{12}$	$\frac{\%80}{12} \times 2$	$\frac{\%50}{12}$	زیر بغل کشش سیم از بالا
$\frac{\%50}{12}$	$\frac{\%60}{12}$	$\frac{\%70}{12}$	$\frac{\%80}{8} \times 2$	$\frac{\%50}{12}$	جلو بازو
$\frac{\%50}{5}$	$\frac{\%60}{5}$	$\frac{\%70}{5}$	$\frac{\%80}{3} \times 2$	$\frac{\%50}{5}$	لیفت مرده

قبل از شروع اولین هفته تمرین و ۴۸ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی خونگیری انجام شد. مقدار ۵ میلی‌لیتر خون سیاهرگی توسط متخصص آزمایشگاه از سیاهرگ ساعد دست چپ هر آزمودنی گرفته شد و در لوله‌های استریل حاوی ماده ضدانعقاد و $EDTA^1$ ریخته شد. سپس به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۵۰۰-۳۰۰۰ دور در دقیقه در دستگاه سانتریفوژ شده و پلاسما حاصل در میکروتیوب‌های ۱ میلی‌لیتری ریخته شد و برای اجرای مراحل بعدی به آزمایشگاه منتقل شد و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

روش‌های آماری

در این تحقیق از آزمون کلموگروف - اسمیرنوف (K-S) برای اطمینان از توزیع طبیعی اطلاعات جمع‌آوری شده استفاده شد. سپس از آزمون تی مستقل برای مقایسه میانگین دو گروه در متغیرهای تحقیق استفاده شد.

یافته‌های تحقیق

در جدول ۲ میانگین و انحراف استاندارد متغیرهای سن، قد و وزن و در جدول ۳ مقادیر درصد چربی، توان هوازی بیشینه، شاخص توده بدنی و میوستاتین در دو گروه کنترل و مقاومتی ارائه شده است.

جهت اجرای این پروتکل ابتدا قدرت یک تکرار بیشینه همه آزمودنی‌ها در حرکات ذکر شده مشخص شد. سپس برنامه با توجه به یک تکرار بیشینه با درصدهای مشخص شده در هر جلسه تمرینی اجرا شد. بعد از هر دو هفته، یک تکرار بیشینه آزمودنی‌ها مجدداً ارزیابی شده و برنامه تمرینی با توجه به قدرت جدید اعمال شد. گروه کنترل نیز در مدت ۸ هفته هیچ نوع مداخله تمرینی دریافت نکردند و قبل و بعد از ۸ هفته تمرینی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

روش جمع‌آوری اطلاعات

جهت اندازه‌گیری وزن از ترازوی مدل SECA ساخت کشور آلمان با دقت ۰/۱ کیلوگرم استفاده شد. همچنین جهت اندازه‌گیری قد، از قدسنج مدل SECA ساخت کشور آلمان با دقت ۰/۱ میلی‌متر استفاده شد. جهت اندازه‌گیری شاخص VO_2max از دستگاه نوارگردان استفاده شد. آزمون مورد استفاده برای اندازه‌گیری این شاخص آزمون بالک بود. برای تعیین درصد چربی بدن از دستگاه کالیپر YAGAMI ساخت کشور ژاپن و از شیوه سه نقطه‌ای سینه، پهلو و عضله چهار سر ران استفاده شد. که با استفاده از فرمول‌های سه نقطه ای پولاک جکسون درصد چربی کل بدن محاسبه گردید.

جدول ۲. شاخص‌های آماری مربوط به سن گروه‌های مورد مطالعه

گروه مقاومتی	گروه کنترل	
۲۱ ± ۱/۵۷	۲۱/۴۴ ± ۱/۱۳	سن (سال)
۱۷۱/۱۱ ± ۵/۵۱	۱۷۵/۶۱ ± ۵/۰۹	قد (سانتی متر)
۹۲/۲۲ ± ۱۵/۸۵	۹۰/۰۰ ± ۱۴/۰۵	وزن (کیلو گرم)

جدول ۳. مقایسه مقادیر درصد چربی، شاخص توده بدنی، توان هوازی بیشینه و میوستانین در دو گروه

گروه	ارزیابی	BMI	VO2max	BF%	میوستانین
مقاومتی	قبل از تمرین	۳۱/۴۸ ± ۴/۹۵	۲۶/۱۰ ± ۴/۴۷	۲۸/۲۱ ± ۱/۳۷	۲۴/۶۶ ± ۱۶/۴۹
	بعد از تمرین	۳۰/۴۴ ± ۴/۸۰	۳۲/۴۹ ± ۹/۰۴	۲۷/۲۱ ± ۳/۶	۶/۶۵ ± ۴/۴۷
کنترل	قبل از تمرین	۲۹/۲۶ ± ۴/۲۷	۳۱/۱۹ ± ۶/۳۹	۲۷/۱۵ ± ۲/۶۸	۲۸/۹۱ ± ۲۳/۴۴
	بعد از تمرین	۲۹/۲۹ ± ۴/۴۰	۳۱/۰۲ ± ۵/۰۰	۲۷/۳۱ ± ۲/۸۶	۳۰/۳۱ ± ۲۲/۸۷

است به علت تفاوت در زمان نمونه‌گیری، روش، شدت و مدت تمرین و یا روش اندازه‌گیری میوستانین باشد. برای مثال در مطالعه روت و همکاران زمان بیوپسی ۴۸ تا ۷۲ ساعت بعد از آخرین نوبت تمرین بود، در حالی که در مطالعه ویلوگی و همکاران نمونه‌گیری خونی ۱۵ دقیقه پس از تمرین مقاومتی انجام شد. یا نتایج تحقیقات دیگر اشاره می‌کند که پاسخ میوستانین به یک جلسه فعالیت مقاومتی نسبت به یک دوره تمرین مقاومتی متفاوت بوده و بعد از یک جلسه فعالیت مقاومتی مقادیر آن افزایش یافته در حالیکه بعد از یک دوره تمرینی کاهش می‌یابد (Willoughby, 2004). ویلوگی و همکاران دریافتند در پاسخ به یک نوبت تمرین مقاومتی مقدار میوستانین تا ۲۴ ساعت بالا خواهد بود (Willoughby, 2004). از این رو در مطالعه حاضر برای اندازه‌گیری سطوح استراحتی میوستانین، زمان نمونه‌گیری خونی ۴۸ ساعت پس از آخرین نوبت تمرین انتخاب شد. از طرفی در بیشتر مطالعات انجام شده mRNA میوستانین در پاسخ به تمرین مقاومتی در عضله اسکلتی اندازه‌گیری شده است. با توجه به اینکه پروتئین میوستانین پس از سنتز یک سری تعدیلات پس ترجمه‌ای را طی می‌کند، mRNA میوستانین که با روش بیوپسی از عضلات استخراج می‌شود دقیقاً نمی‌تواند معرف سطوح گردش خونی و شکل فعال میوستانین باشد (Willoughby, 2006)، لذا در برخی مطالعات انجام شده علی‌رغم افزایش mRNA میوستانین، قدرت و توده عضلانی افزایش یافته است.

با توجه با جدول ۳ و اختلاف مقادیر میوستانین در مرحله پیش‌آزمون در دو گروه، از آزمون تی مسقل و تفاضل پس‌آزمون - پیش‌آزمون در دو گروه استفاده شد. نتایج تحلیل آماری نشان داد که بین تغییرات میوستانین در دو گروه کنترل و مقاومتی به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($p=0/001$). و مقدار میوستانین در گروه تمرینی نسبت به گروه کنترل کاهش معنی‌داری داشت.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر کاهش معنی‌دار میوستانین را بعد از تمرین مقاومتی نسبت به گروه کنترل نشان داد. میوستانین نقش کلیدی در تنظیم توده عضله اسکلتی بازی می‌کند و جهش در ژن میوستانین در انسان باعث هایپرتروفی عضلانی و افزایش سیستمیک آن منجر به آتروفی عضله می‌شود (صارمی، ۱۳۸۸). تاکنون یافته‌های بسیاری از مطالعات بر این نکته تأکید داشته‌اند که تمرین مقاومتی سبب کاهش سطح میوستانین خون می‌شود. در حالی که نتایج برخی تحقیقات دیگر به افزایش مقادیر میوستانین بعد از تمرینات مقاومتی اشاره می‌کند. در یکی از این تحقیقات که همسو با نتایج تحقیق حاضر بود، روت و همکاران (۲۰۰۳) کاهش بیان mRNA میوستانین عضله اسکلتی زنان و مردان جوان و پیر را در پاسخ به ۹ هفته تمرین مقاومتی گزارش کردند. در حالی که ویلوگی و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند علی‌رغم افزایش قدرت و توده عضلانی آزمودنی‌ها، بیان mRNA میوستانین به دنبال ۱۲ هفته تمرین مقاومتی افزایش می‌یابد و لذا پیشنهاد کردند احتمالاً میوستانین در سازگاری‌های تمرین مقاومتی نقش ندارد. این یافته‌های ناهمخوان ممکن

منابع

- ۱- رابرتگز، رابرت آ (۱۳۸۴)، اصول بنیادی فیزیولوژی ورزش، ترجمه عباسعلی گائینی، ولی الله دیدیدی روشن، تهران، انتشارات سمت.
- ۲- رجبی، حمید (۱۳۷۴)، سازگاری‌های عصبی با تمرین قدرتی، انتشارات کمیته ملی المپیک، سال سوم.
- ۳- صارمی، عباس (۱۳۸۸)، اثر تمرین‌های مقاومتی بر تراکم استخوانی و سطوح سرمی میوستاتین در مردان جوان، مجله دانشگاه علوم پزشکی اراک (ره آورد دانش).
- ۴- صارمی، عباس، قرائتی، محمدرضا (۱۳۸۹)، اثر تمرین مقاومتی بر سطوح سرمی میوستاتین و مقاوم به انسولین در مردان چاق-اضافه وزن، علوم زیستی ورزش، شماره ۴.
- ۵- قراخانلو، رضا، صارمی، عباس، امیدفر، کبری، شرقی، ساسان، قرائتی، محمد رضا (۱۳۸۷)، اثر تمرین مقاومتی بر سطوح سرمی میوستاتین، تستوسترون و کورتیزول در مردان جوان، فصلنامه المپیک، سال شانزدهم.
- ۶- قراخانلو، رضا، صارمی، عباس، امیدفر، کبری، شرقی، ساسان، قرائتی، محمد رضا (۱۳۸۸)، اثر تمرین مقاومتی بر سطوح سرمی میوستاتین *IGF-I*, *GASP-1*, *IGFBP-3*، در مردان جوان، نشریه علوم حرکتی و ورزش، سال هفتم.
- 7- Bhasin, s., Storer, T.W., Berman, N., Yarasheski, K.E., Clevenger, B., Phillips, J., Lee, W.P., Bunnell, T.J., Casaburi, R., (1997), Testosterone replacement increases fat-free mass and muscle size in hypogonadal men. The Journal of clinical endocrinology and metabolism. 82:407-413.
- 8- Ekaza, D.J., et al (2007), The myostatin gene: physiology and pharmacological relevance , Current Opinion in Pharmacology. 7.
- 9- Hitel D,S, Axelson M, et al.(2010). Myostatin decreases with Eirobic exercise and associataes with Insulin Resistance. Med Sci Sports
- 10- Hulmi, J.J., et al (2007), "Postexercise myostatin and activin Iib mRNA levels: effects of strength training" , Med Sci Sports Exerc. 39
- 11- Joulia, D., et al (2006), "Myostatin regulation of muscle development: molecular basis, natural mutations, physiopathological aspects", Experimental Cell Research. 312.
- 12- Karsten Lenk, Sandra Erbs, Robert Höllriege, et al. (2011). Exercise training leads to a reduction of elevated myostatin levels in patients with chronic heart failure. European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation.
- کیم^۱ و همکاران در سال (۲۰۰۵) یک نوبت تمرین مقاومتی را بر روی ۲۰ زن و مرد جوان و ۲۰ زن و مرد مسن اجرا کردند و اینگونه گزارش کردند که در زنان و مردان جوان و همچنین در مردان مسن، تمرین مقادیر میوستاتین را کاهش می دهد و این در حالی بود که در زنان مسن تغییری مشاهده نشد. راثو^۲ و همکاران (۲۰۰۶) و هولمی^۳ و همکاران (۲۰۰۷) نیز در بررسی تاثیر ۱۲ هفته تمرین مقاومتی روی آزمودنی‌ها انسانی کاهش مقادیر میوستاتین را گزارش کردند که با نتایج تحقیق حاضر همسو بود. همین نتایج در تحقیقات دیگری که بر روی بیماران قلبی (Karsten, 2011)، مردان فعال (Ugrinowitsch, 2011) و مردان جوان و مسن (Vincent, 2011) انجام گرفته بود، مشاهده شد. در تحقیقات داخلی انجام شده نیز قراخانلو و همکاران (۱۳۸۷) و (۱۳۸۸) در دو تحقیق جداگانه به کاهش مقادیر میوستاتین پس از ۸ هفته تمرین مقاومتی اشاره کردند. همچنین صارمی و قرائتی (۱۳۸۹)، صارمی و بهرامی (۱۳۹۰) در تحقیقاتی مجزا بر روی مردان چاق مقاوم به انسولین و مردان سیگاری و غیر سیگاری شاهد کاهش میوستاتین بودند.
- بطور کلی می توان نتیجه گیری کرد که تمرین مقاومتی می تواند مقادیر میوستاتین سرمی را بعد از تمرینات مقاومتی کاهش دهد علت نتایج متفاوت برخی از تحقیقات درباره تاثیر تمرین بر مقادیر میوستاتین را می توان در عوامل مختلفی از جمله نوع پروتکل تمرین، مدت تمرین، جنس و ویژگی آزمودنی‌ها (جوان، مسن، غیر فعال، دارای اضافه وزن، چاق و...)، منطقه جغرافیایی جستجو کرد. بطور مثال به نظر می‌رسد نوع تمرین بر پاسخ میوستاتین اثرگذار باشند. هیتل^۴ و همکاران (۲۰۱۰) کاهش mRNA میوستاتین را متعاقب تمرین ایروبیک گزارش کردند این در حالی است که تمرین مورد استفاده در مطالعه حاضر تمرین مقاومتی بوده است. جنس و ویژگی آزمودنی‌ها عامل دیگر متفاوت بودن تحقیقات صورت گرفته با تحقیق حاضر می‌باشد. از آنجا که میزان هورمون تستوسترون در مردان ۱۰ برابر زنان می باشد و با توجه به نقش آن در فرایند آنابولیکی و افزایش توده عضلانی علت عدم هم سوئی نتایج برخی از تحقیقات نیز می تواند در استفاده از آزمودنی‌های زن باشد (Bhasin, 1997).

Muscle After Three Sequential Bouts of Resistance Exercise. *Med Sci Sports Exerc.*

20- Walker, K.S., et al (2004), "Resistance training alter plasma myostatin but not IGF-I in healthy men", *Med Sci sports Exerc.*

21- Walsh, F.S., et al (2005), "Myostatin: a modulator of skeletal muscle stem cells", *Biochemical Society Transactions.*

22- Willoughby, D.S.(2004), "Effects of an alleged myostatin-binding supplement and heavy resistance training on serum myostatin, muscle strength and mass, and body composition", *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism.*

23- Willoughby, D.S., et al (2004), "Effects of concentric and eccentric muscle action on serum myostatin and follistatin-like related gene levels", *Journal of Sports Science and Medicine.*

24- Willoughby, D.S. (2004), "Effects of heavy resistance training on myostatin mRNA and protein expression", *Med Sci Sports Exerc.*

25- Willoughby, D.S et al (2006), "Estradiol in females may negate skeletal muscle myostatin mRNA expression and serum myostatin propeptide levels after eccentric muscle contraction", *Journal of Sports Science and Medicine.*

13- Kim, J.S., et al (2005), "Impact of resistance loading on myostatin expression and cell cycle regulation in young and older men and women", *Am J Physiol EndocrinolMetab.* 288.

14- Lee, S.J., et al (2004), "Regulation of muscle mass by myostatin", *Annu Rev Cell Dev Biol.*

15- McPherron AC, Lawler AM, Lee SJ (May 1997). "Regulation of skeletal muscle mass in mice by a new TGF-beta superfamily member". *Nature* **387** (6628): 83-90

16- Raue, U., et al (2006), "Myogenic gene expression at rest and after a bout of resistance exercise in young and old women", *J Appl Physiol.*

17- Roth, S.M., et al (2003), "Myostatin gene expression is reduced in humans with heavy resistance

strength training: a brief communication", *Exp BiolMed.*

18- Ugrinowitsch, C Laurentino GC, et al. (2011). Strength Training with Blood Flow Restriction Diminishes Myostatin Gene Expression. *Med Sci Sports Exerc.*

19- Vincent J. Dalbo, Michael D. Roberts et al. (2011). Acute Loading and Aging Effects on Myostatin Pathway Biomarkers in Human Skeletal