

مقایسه اثر تمرین مقاومتی یک نوبت و سه نوبت بر قدرت، استقامت و حجم عضلانی در مردان تمرین نکرده

دکتر بهمن میرزایی^۱دکتر حمید محبی^۲مرتضی سنگدوینی^۳

چکیده

هدف این تحقیق عبارت است از مقایسه اثرات تمرین مقاومتی یک نوبت و سه نوبت بر قدرت، استقامت و حجم عضلانی بالاتنه و پایین تنه در مردان تمرین نکرده. برای این منظور، ۱۸ دانشجوی تمرین نکرده به طور داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند و به صورت تصادفی در دو گروه تمرین مقاومتی یک نوبت (۹ نفر، سن $22/8 \pm 1/8$ سال، قد $175/5 \pm 4/5$ سانتی متر، و وزن $66/4 \pm 5/4$ کیلوگرم) و تمرین مقاومتی سه نوبت (۹ نفر، سن $22/6 \pm 1/5$ سال، قد $176/7 \pm 5/2$ سانتی متر، و وزن $68/3 \pm 4/2$ کیلوگرم) قرار گرفتند. آزمودنی‌های هر دو گروه سه روز در هفته به مدت ۸ هفته و با شدت یکسان (۸ تکرار بیشینه) تمرین کردند. قبل و بعد از ۸ هفته تمرین، قدرت عضلانی آزمودنی‌ها با استفاده از آزمون یک تکرار بیشینه (1RM) در دو حرکت بالاتنه (پرس سینه و جلو بازو) و دو حرکت پایین تنه (جلو پا و پشت پا)، استقامت عضلانی با استفاده از اجرای حداکثر تکرار ممکن با شدت ۷۵ درصد 1RM در دو حرکت پرس سینه و جلو پا، و حجم عضلانی نیز با استفاده از اندازه‌گیری دور بازو و دور ران ارزیابی شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون t وابسته و آزمون t مستقل استفاده شد و معنی‌دار بودن تفاوت‌ها در صورتی پذیرفته شد که $p \leq 0/05$ باشد. نتایج نشان داد بعد از ۸ هفته، قدرت و استقامت عضلانی در حرکات بالاتنه و پایین تنه در هر دو گروه به طور معنی‌داری افزایش یافت؛ اما حجم عضلانی فقط در گروه تمرین مقاومتی سه نوبت افزایش معنی‌داری نشان داد. افزایش در قدرت و استقامت عضلانی در حرکات پایین تنه به طور معنی‌داری در گروه سه نوبت نسبت به گروه یک نوبت بالاتر بود؛ در حالیکه هیچ تفاوت معنی‌داری در افزایش قدرت و استقامت عضلانی در حرکات بالاتنه بین دو گروه وجود نداشت. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که در مردان تمرین نکرده تمرین مقاومتی سه نوبت نسبت به تمرین مقاومتی یک نوبت در ارتباط با افزایش قدرت و استقامت در عضلات پایین تنه و کسب توده عضلانی بهتر می‌باشد در حالی که در ارتباط با افزایش قدرت و استقامت عضلانی بالاتنه بین تمرین مقاومتی یک نوبت و سه نوبت تفاوتی وجود ندارد.

واژه‌های کلیدی: حجم تمرین مقاومتی، عضلات بالاتنه، عضلات پایین تنه.

۱. دانشیار دانشگاه گیلان

۲. استاد دانشگاه گیلان

۳. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش

A comparison of the effect of one- versus three- sets of resistance training on muscular strength, endurance and mass in untrained men

Mirzaei, B (Ph. D)

Mohebbi, H (Ph. D)

Sangdavini, M (MSc)

Abstract

Introduction: The purpose of this study is to compare the effect of 1-set and 3-set resistance training on muscular strength, endurance and mass of upper-body and lower-body in untrained men.

Method: 18 untrained collage students volunteered in this study and were randomly divided into two groups including the 1-set group (n=9), or the 3-set group (n=9). Subjects were asked to train 3 days per week for 8 weeks. At the beginning and the end of the study, muscular strength, endurance and mass were evaluated. Muscular strength was measured using one repetition maximum test (1RM) in two upper-body exercises and two lower-body exercises. Muscular endurance was assessed by maximal number of repetitions performed using 75%1RM in two exercises chest press and leg extension. Muscular mass was evaluated by measuring of biceps and thigh circumferences. Data was analyzed using paired and unpaired t-test.

Results: The results show that after 8 weeks, muscular strength and endurance significantly increased in all of upper-body and lower-body exercises in both groups. The biceps and thigh circumferences significantly increased in 3-set group only. The increase in muscular strength and endurance in the lower-body exercises was significantly higher in the 3-set group than 1-set group; while no significant difference observed between groups in upper-body exercises. **Conclusion:** The results demonstrate that 3-set resistance training is better than 1-set resistance training with regard to strength and endurance gains in the lower-body muscles and muscular mass gains; while no difference exists between 1- and 3-set training with regard to strength and muscular gains in upper-body muscles in untrained men.

Keywords: volume of training, 1RM, resistance training.

استفاده از تمرینات مقاومتی در افزایش قدرت، استقامت، توده عضلانی و همچنین کمک به بازتوانی و جلوگیری از صدمات سابقه طولانی دارد (۵). حجم، شدت، فواصل استراحتی بین نوبت‌ها و تواتر تمرین از متغیرهای اصلی در تمرین مقاومتی هستند که هنگام طراحی یک برنامه تمرین مقاومتی همواره باید مورد ملاحظه قرار گیرند (۱۰، ۶، ۳). همچنین، ترتیب حرکات (۳۶)، فاصله استراحت بین نوبت‌ها و حرکات (۲، ۲۵)، سرعت انقباض (۵) و تغذیه (۱۰) ممکن است بر سازگاری‌های ناشی از تمرین مقاومتی تأثیر بگذارد. در طی ۱۰ سال گذشته، حجم تمرین، به عنوان تعداد کل نوبت‌ها و تکرارهای اجرا شده در طی یک جلسه تمرین، بیشترین توجه را در بین متغیرهای مختلف تمرین مقاومتی به خود جلب کرده است (۱۴، ۱۳). تغییر در حجم تمرین به وسیله تغییر در تعداد حرکات اجرا شده در هر جلسه تمرین، تغییر در تعداد تکرارهای اجرا شده در هر نوبت، و یا تغییر در تعداد نوبت‌های اجرا شده به ازای هر حرکت انجام می‌شود. تحقیقات پیشین نشان داده‌اند که تغییر در حجم تمرین بر پاسخ‌های عصبی، هورمونی، هایپرتروفیک و متابولیک تأثیر می‌گذارد (۵). موضوع تعداد بهینه نوبت‌هایی که فرد باید به ازای هر حرکت در هر جلسه تمرین مقاومتی اجرا کند همواره یکی از موضوعات مورد بحث بوده است و تاکنون مطالعات زیادی در این زمینه با تمرکز اصلی بر مقایسه تمرین مقاومتی با اجرای یک نوبت در مقابل سه نوبت^۱ به ازای هر حرکت انجام شده است که نتایج این مطالعات با یکدیگر همسو نمی‌باشد (۸، ۱۲، ۲۶، ۳۰، ۳۱). بعضی از مطالعات نشان داده‌اند که تمرین مقاومتی سه نوبت نتایج بهتری را ایجاد می‌کند (۱۲، ۲۱، ۲۷)؛ اما مطالعات دیگری گزارش کرده‌اند که بین نتایج ناشی از اجرای تمرین مقاومتی یک نوبت و سه نوبت تفاوتی وجود ندارد و اجرای نوبت‌های اضافی ضرورتی ندارد (۱۵، ۱۶، ۲۶، ۳۴). در واقع با توجه به این که ممکن است حجم بالای تمرین باعث بیش‌تمرینی و آسیب‌دیدگی شود و از طرف دیگر حجم پایین تمرین نتواند سازگاری‌های لازم را ایجاد کند، نیاز به تعیین حجم مطلوب تمرین برای متخصصان و طراحان برنامه تمرین مقاومتی مهم می‌باشد. دی-هویوس و همکاران^۳ (۱۹۹۸) گزارش کردند که تمرین مقاومتی سه نوبت نسبت به تمرین مقاومتی یک نوبت قدرت و استقامت عضلانی بیشتری را در افراد تمرین نکرده ایجاد می‌کند (۹). همچنین، نتایج پژوهش رآ و همکاران^۴ (۲۰۰۲) که بر روی وزنه‌بردارها انجام شد، نشان داد که تمرین مقاومتی سه نوبت نسبت به تمرین مقاومتی یک نوبت قدرت بیشتری را ایجاد می‌کند (۳۰). کلی و همکاران^۵ (۲۰۰۷) نیز در پژوهش خود گزارش کردند که بعد از ۸ هفته تمرین مقاومتی ایزوکتیک افزایش قدرت در حرکت اکستنشن زانو فقط در گروه تمرینی سه نوبت مشاهده شد در حالی که در گروه تمرینی یک نوبت افزایش معنی‌داری در قدرت مشاهده نشد (۲۰). در مقابل، استارکی و همکاران^۶ (۱۹۹۶) در پژوهشی که با هدف بررسی تأثیر حجم تمرین

1. 1-set resistance training

2. 3-set resistance training

3. De Hoyos et al (1998)

4. Reha et al (2002)

5. Kelly et al (2007)

6. Starkey et al (1996)

بر قدرت و ضخامت عضلانی در افراد تمرین‌نکرده انجام دادند به این نتیجه رسیدند که بعد از ۱۳ هفته تمرین تفاوت معنی‌داری در افزایش قدرت ایزومتریک اکستشن و فلکشن زانو و ضخامت عضلانی بین دو گروه تمرین مقاومتی یک نوبت و سه نوبت وجود ندارد (۳۶). هس و همکاران^۱ (۲۰۰۰) نیز در پژوهش خود تفاوت معنی‌داری در افزایش قدرت و استقامت عضلانی بین دو گروه تمرین مقاومتی یک نوبت و سه نوبت را مشاهده نکردند (۱۶). همچنین، بعضی از مطالعات تفاوت بین گروه‌های عضلانی مختلف را در پاسخ به تمرین مقاومتی یک نوبت و سه نوبت گزارش کرده‌اند (۱۷، ۲۹، ۳۲). رانستد و همکاران^۲ (۲۰۰۷) گزارش کردند که در عضلات بالاتنه بین نتایج ناشی از اجرای تمرین مقاومتی یک نوبت و سه نوبت تفاوتی وجود ندارد؛ در حالی که در عضلات پایین‌تنه تمرین مقاومتی سه نوبت نسبت به یک نوبت بهتر می‌باشد (۳۲). در مقابل هیومبرگ و همکاران^۳ (۲۰۰۷) در پژوهش خود نشان دادند که تمرین مقاومتی سه نوبت نسبت به یک نوبت قدرت بیشتری را در عضلات بالاتنه ایجاد می‌کند؛ اما در عضلات پایین‌تنه بین دو گروه تمرینی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (۱۷). در واقع با توجه به این که به نظر می‌رسد هر عضله انسان بر اساس ترکیب تار عضله، قطر تار و عملکرد منحصر به فرد می‌باشد، بنابراین تغییرات در قدرت، استقامت و حجم عضلانی ممکن است با برنامه‌های تمرین مقاومتی گوناگون بین گروه‌های عضلانی مختلف متفاوت باشد (۱۱). با توجه به نتایج متناقض موجود پژوهشگران هنوز نتوانسته‌اند توصیه‌های کاربردی در خصوص حجم تمرین مقاومتی و تعداد بهینه نوبت‌ها به ازای هر حرکت در هر جلسه تمرینی ارائه کنند. بنابراین، این پژوهش با هدف بررسی و مقایسه اثرات دو پروتکل تمرین مقاومتی سه نوبت و یک نوبت بر قدرت، استقامت و حجم عضلانی و همچنین بررسی تفاوت‌های احتمالی در پاسخ به این دو برنامه تمرین مقاومتی بین گروه‌های عضلانی بالاتنه و پایین‌تنه در مردان تمرین‌نکرده انجام شد.

روش‌شناسی

روش پژوهش حاضر، نیمه تجربی و روش اجرای آن نیز میدانی بوده است. جامعه آماری این پژوهش دانشجویان پسر تمرین‌نکرده دانشگاه گیلان بودند که ۱۸ نفر از آنها که هیچ‌گونه سابقه شرکت در تمرینات مقاومتی نداشتند به طور داوطلبانه در این پژوهش شرکت کردند.

روش اجرا

آزمودنی‌ها پس از تکمیل پرسش‌نامه پزشکی و فرم رضایت‌نامه که دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه گیلان آن را تصویب کرده بود، به صورت تصادفی در دو گروه تمرین مقاومتی یک نوبت (۹ نفر، سن 22.8 ± 1.8 سال، قد 175.5 ± 4.5 سانتی‌متر، و وزن 66.4 ± 5.4 کیلوگرم) و سه نوبت (۹ نفر، سن

1. Hass et al (2000)

2. Ronnestad et al (2007)

3. Humberg et al (2007)

۱/۵±۲۲/۶ سال، قد ۱۷۶/۷±۵/۲ سانتی‌متر، و وزن ۶۸/۳±۴/۲ کیلوگرم) قرار گرفتند. در طی دو جلسه جداگانه، آزمودنی‌ها با تکنیک صحیح انجام حرکات و روش‌های آزمون آشنا شدند. قدرت، استقامت و حجم عضلانی آزمودنی‌ها در دو مرحله قبل و بعد از ۸ هفته دوره تمرینی اندازه‌گیری شد. حجم عضلانی آزمودنی‌ها در دو ناحیه بازو و ران از طریق اندازه‌گیری دور بازو و دور ران با استفاده از متر نواری منعطف ارزیابی شد (۲۲). بعد از تعیین حجم عضلانی، ۱۰ دقیقه گرم کردن شامل نرمش و حرکات کششی برای آزمودنی‌ها در نظر گرفته شد. سپس قدرت بیشینه آزمودنی‌ها با استفاده از آزمون یک تکرار بیشینه (IRM) (۳۲) در حرکات پرس سینه، جلو بازو، فلکشن و اکستنشن پا مشخص گردید. ترتیب آزمون‌ها در جلسات آزمون یکسان بود. استقامت عضلانی نیز با استفاده از اجرای حد اکثر تکرار ممکن تا سر حد خستگی ارادی در دو حرکت پرس سینه و اکستنشن پا با شدت ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه مورد سنجش قرار گرفت (۱۶). با توجه به ماهیت خسته‌کننده آزمون استقامت عضلانی، آزمون IRM همیشه ابتدا اجرا شد (۱۸).

بعد از انجام اندازه‌گیری‌های مورد نظر در مرحله پیش آزمون، آزمودنی‌ها به مدت ۸ هفته و سه روز در هفته در برنامه تمرینی شرکت کردند. هر جلسه تمرین شامل دو حرکت بالاتنه (پرس سینه و جلو بازو) و دو حرکت پایین تنه (جلو پا و پشت پا) بود. بعد از ۱۰ دقیقه گرم کردن با نرمش سبک و حرکات کششی، آزمودنی‌ها یک نوبت گرم کردن با ۱۴-۱۲ تکرار را قبل از هر حرکت اجرا کردند (۳۲). شدت تمرین برای هر دو گروه یکسان و معادل ۸ تکرار بیشینه بود (۳۰). در جلسه اول تمرین، مقدار بار برای تمام حرکات برابر ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه تعیین شد؛ اما از جلسه دوم به بعد شدت تمرین برابر مقدار وزنه‌ای بود که آزمودنی فقط قادر بود ۸ بار (۸ تکرار بیشینه) تکرار کند. در طی دوره تمرینی، مقدار وزنه به طور فزاینده با حفظ تعداد تکرارها برای هر نوبت (۸ تکرار بیشینه) افزایش یافت (۲۹). افزایش مقدار وزنه بدین صورت بود که اگر آزمودنی می‌توانست در هر جلسه تمرین حرکت مورد نظر را ۸ بار اجرا کند در جلسه بعدی مقدار بار تمرین ۵ - ۲ درصد افزایش می‌یافت به گونه‌ای که آزمودنی فقط قادر به اجرای ۸ تکرار باشد (۲۹). در پایان، آزمودنی‌ها ۵ دقیقه سرد کردن را با اجرای حرکات کششی انجام دادند. از آزمودنی‌ها خواسته شد در طول برنامه تمرینی از انجام فعالیت منظم ورزشی و مصرف مکمل‌های غذایی و دارویی خودداری کرده و تغییر محسوسی در رژیم غذایی روزمره خود (غذای سلف سرویس دانشگاه) ایجاد نکنند.

روش‌های آماری

برای توصیف شاخص‌های آماری و ترسیم جدول‌ها از آمار توصیفی استفاده شد. با توجه به این که انتخاب و تقسیم آزمودنی‌ها در داخل گروه‌ها به صورت تصادفی انجام شد و همچنین بعد از انجام آزمون کلوموگراف اسمیرنوف که مشخص گردید توزیع طبیعی می‌باشد؛ بنابراین، برای مقایسه تغییرات در قدرت بیشینه، استقامت و حجم عضلانی درون گروه‌ها در قبل و بعد از دوره تمرینی از آزمون پارامتریک t وابسته و برای مقایسه تغییرات بین گروه‌ها از آزمون t مستقل استفاده شد. سطح معنی‌داری $P \leq 0/05$ تعیین گردید.

یافته‌های تحقیق

در جدول‌های ۱ و ۲ میانگین و انحراف استاندارد قدرت، استقامت و حجم عضلانی آزمودنی‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون نشان داده شده است. نتایج نشان داد که قدرت بیشینه و استقامت عضلانی به طور معنی‌داری در تمام حرکات بالاتنه و پایین‌تنه در هر دو گروه یک نوبت و سه نوبت افزایش یافت. همچنین، مشخص شد که تفاوت معنی‌داری در افزایش قدرت بیشینه و استقامت عضلانی در حرکات بالاتنه بین دو گروه تمرینی وجود ندارد؛ با این حال در حرکات پایین‌تنه افزایش در قدرت بیشینه و استقامت عضلانی در گروه سه نوبت به‌طور معنی‌داری نسبت به گروه یک نوبت بالاتر بود. همچنین، اندازه دور بازو و دور ران فقط در گروه سه نوبت به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.

جدول ۱. مقایسه قدرت عضلانی آزمودنی‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیر	گروه	مرحله	میانگین و انحراف استاندارد	t وابسته	P	t مستقل	p
پرس سینه	یک نوبت	پیش‌آزمون	۵۱/۵۵±۷/۲	۱۶/۲۲	۰/۰۰۰	۱/۳۳	۰/۲۰
		پس‌آزمون	۶۱/۷۷±۸/۱۲*				
	سه نوبت	پیش‌آزمون	۵۳/۱۱±۱۱/۶۳	۲۲/۶۸	۰/۰۰۰		
		پس‌آزمون	۶۸±۱۱/۳۲*				
جلو بازو	یک نوبت	پیش‌آزمون	۳۲±۴/۲	۸/۹۹	۰/۰۰۰	۱/۷۸	۰/۰۹
		پس‌آزمون	۳۸/۵۵±۳/۰۴*				
	سه نوبت	پیش‌آزمون	۳۴/۴۴±۹/۸۲	۸/۲۱	۰/۰۰۰		
		پس‌آزمون	۴۱/۷۷±۴/۴۱*				
جلو پا	یک نوبت	پیش‌آزمون	۳۴/۴۴±۷/۷۳	۶/۱۱	۰/۰۰۰	۲/۵۸	۰/۰۲
		پس‌آزمون	۴۴/۳۳±۸/۵۱*				
	سه نوبت	پیش‌آزمون	۳۴/۴۴±۹/۸۴	۱۳/۱۲	۰/۰۰۰		
		پس‌آزمون	۵۴±۷/۲۶*##				
پشت پا	یک نوبت	پیش‌آزمون	۳۶/۶۶±۵/۴۲	۸/۱۰	۰/۰۰۰	۲/۴۷	۰/۰۲
		پس‌آزمون	۴۵/۷۷±۷/۵۴*				
	سه نوبت	پیش‌آزمون	۳۹/۱۱±۷/۱	۱۴/۶۴	۰/۰۰۰		
		پس‌آزمون	۵۳/۲۲±۴/۹۱*##				

* تفاوت معنی‌دار نسبت به پیش‌آزمون ($P \leq 0.05$).

تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه یک نوبت ($P \leq 0.05$).

جدول ۲. مقایسه استقامت و حجم عضلانی آزمودنی‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

متغیر	گروه	مرحله	میانگین و انحراف استاندارد	t وابسته	p	t مستقل	P
پرس سینه (تعداد تکرار)	یک نوبت	پیش‌آزمون	۱۲/۲۴±۱/۲۶	۱۹/۴۱	۰/۰۰۰	۱/۸۶	۰/۰۰۸
		پس‌آزمون	۱۶/۱۲±۱/۱۵*				
	سه نوبت	پیش‌آزمون	۱۳/۱۷±۱/۱	۱۷/۳۸	۰/۰۰۰		
		پس‌آزمون	۱۷/۳۶±۱/۵۳*				
جلو پا (تعداد تکرار)	یک نوبت	پیش‌آزمون	۱۱/۸۴±۱/۲۶	۱۵/۲۱	۰/۰۰۰	۳/۷۶	۰/۰۰۲
		پس‌آزمون	۱۹/۵۱±۱/۵۲*				
	سه نوبت	پیش‌آزمون	۱۲/۵۷±۱/۵	۱۱/۴۳	۰/۰۰۰		
		پس‌آزمون	۲۳±۲/۲۳*#				
دور بازو (سانتی‌متر)	یک نوبت	پیش‌آزمون	۲۶/۶±۲	۲	۰/۰۰۸	۱/۶۲	۰/۱۸
		پس‌آزمون	۲۷±۱/۸				
	سه نوبت	پیش‌آزمون	۲۷/۵±۳/۲	۳/۶۲	۰/۰۱		
		پس‌آزمون	۲۹±۲/۸*				
دور ران (سانتی‌متر)	یک نوبت	پیش‌آزمون	۵۰/۲±۲/۲	۱/۵۱	۰/۱۶	۱/۷۸	۰/۰۰۶
		پس‌آزمون	۵۰/۴±۱/۹				
	سه نوبت	پیش‌آزمون	۵۱/۴±۴	۲/۸۲	۰/۰۲		
		پس‌آزمون	۵۳/۱±۳/۷*				

* تفاوت معنی‌دار نسبت به پیش‌آزمون ($P \leq 0.05$).

تفاوت معنی‌دار نسبت به گروه یک نوبت ($P \leq 0.05$).

بحث

با مقایسه قدرت و استقامت عضلانی آزمودنی‌ها در دو مرحله پیش‌آزمون و پس‌آزمون، مشاهده شد که بعد از ۸ هفته قدرت و استقامت عضلانی پایین‌تنه و بالاتنه در هر دو گروه تمرین مقاومتی یک نوبت و سه نوبت به طور معنی‌داری افزایش یافت که با نتایج پژوهش‌های پیشین به استثنای دو پژوهش اسکولومبرگر و همکاران^۱ (۲۰۰۰) و کلی و همکاران (۲۰۰۷) همخوانی دارد. اسکولومبرگر و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که در زنان تمرین کرده، بعد از ۶ هفته تمرین، قدرت IRM در حرکت پرس سینه فقط در گروه سه نوبت افزایش معنی‌داری یافت (۳۴). کلی و همکاران (۲۰۰۷) نیز در پژوهش خود که با استفاده از دستگاه ایزوکنتیک انجام دادند، افزایش معنی‌دار قدرت اکستنشن پا را فقط در گروه تمرینی سه نوبت مشاهده کردند (۲۰). علت مغایرت نتایج این پژوهش با دو پژوهش فوق احتمالاً تفاوت در پروتکل تمرینی و وضعیت آزمودنی‌ها می‌باشد. در واقع قابلیت تولید نیروی بیشینه هم به سیستم عصبی و هم به سیستم عضلانی نسبت داده می‌شود. سازگاری‌های ایجاد شده در نتیجه تمرین مقاومتی که به افزایش قدرت بیشینه منجر می‌شود، شامل: ۱- سازگاری‌های عصبی مانند افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی، به کارگیری واحدهای حرکتی در عضلات موافق، تحریک واحدهای حرکتی با تواتر بیشتر، مهار خود به خودی و افزایش مهارت و هماهنگی عصبی - عضلانی در انجام حرکات، ۲- سازگاری‌های عضلانی مانند افزایش سطح مقطع عرضی عضله و تغییر در ساختار عضله و ۳- سازگاری‌های متابولیکی می‌باشد (۱). در مراحل اولیه (۸ - ۶ هفته اول) تمرین مقاومتی، سازگاری‌های عصبی مکانیسم غالب برای افزایش قدرت می‌باشد؛ اما در مراحل بعدی (۲۶ - ۱۲ هفته)، کسب قدرت به افزایش تدریجی در اندازه میوفیبریل‌ها (هایپرتروفی) نسبت داده می‌شود (۵، ۱). در پژوهش حاضر، همانطور که اشاره شد، هر دو گروه تمرینی افزایش معنی‌داری را در قدرت بیشینه نشان دادند. در واقع بعضی از محققین معتقدند که با توجه به اینکه افزایش اولیه در قدرت بیشینه به سازگاری‌های عصبی مربوط می‌باشد، اجرای یک نوبت تمرین مقاومتی نیز می‌تواند سازگاری‌های لازم را ایجاد کند و حجم تمرین تأثیری در این مورد ندارد (۱۱، ۸). در مورد افزایش استقامت عضلانی می‌توان این‌گونه بیان نمود که، با توجه به ارتباطی که بین افزایش قدرت و استقامت عضلانی وجود دارد در نتیجه، تمرین قدرتی به تنهایی ممکن است استقامت موضعی عضلانی را تا حد مشخصی افزایش دهد؛ اما، افزایش بیشتر در استقامت عضلانی به ویژگی تمرین بستگی دارد. یعنی این که با کاهش شدت تمرین و افزایش تعداد تکرار در هر نوبت می‌توان استقامت عضلانی را تا حد بیشتری افزایش داد (۵). همچنین با مقایسه دو گروه تمرینی مشخص شد که افزایش قدرت بیشینه و استقامت عضلانی در حرکات پایین‌تنه متعاقب ۸ هفته دوره تمرینی در گروه سه نوبت به طور معنی‌داری نسبت به گروه یک نوبت بالاتر بود؛ با این حال، تفاوت معنی‌داری در تغییرات قدرت بیشینه و استقامت عضلانی در حرکات بالاتنه بین گروه‌ها وجود نداشت. در ارتباط با قدرت عضلانی، نتایج این بخش از پژوهش با نتایج پالسن و همکاران (۲۰۰۳) و رانستد و همکاران (۲۰۰۷)

همخوانی دارد؛ اما با نتایج پژوهش هیومبرگ و همکاران (۲۰۰۷) که دقیقاً عکس این را گزارش کردند مغایرت دارد. هیومبرگ و همکاران در پژوهش خود که بر روی مردان و زنان تمرین نکرده انجام دادند، نشان دادند که بعد از دو دوره ۹ هفته‌ای در حرکات پایین‌تنه تفاوت معنی‌داری در افزایش قدرت بین دو گروه تمرینی یک نوبت و سه نوبت وجود ندارد؛ اما در حرکات بالاتنه، تمرین سه نوبت نسبت به تمرین یک نوبت قدرت بیشتری را ایجاد می‌کند (۱۷). برنامه تمرینی مورد استفاده در پژوهش هیومبرگ و همکاران شامل دو حرکت بالاتنه و یک حرکت پایین‌تنه بود و شدت تمرین نیز بین ۸ - ۱۲ تکرار بیشینه متغیر بود.

همچنین عدم وجود تفاوت معنی‌دار در استقامت عضلانی بالاتنه بین دو گروه تمرینی در این پژوهش، با نتایج دو پژوهش هس و همکاران (۱۹۹۸ و ۲۰۰۰) که نشان دادند بعد از ۱۳ هفته تمرین، تفاوت معنی‌داری در استقامت عضلانی بالاتنه که از طریق اجرای حداکثر تکرار ممکن با ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه در حرکت پرس سینه ارزیابی شد وجود ندارد (۱۵، ۱۶)، همخوانی دارد؛ اما با نتایج پژوهش دی-هویوس و همکاران (۱۹۹۸) که نشان دادند بعد از ۲۵ هفته تمرین اجرای تمرین مقاومتی سه نوبت نسبت به یک نوبت استقامت عضلانی بیشتری را در بالاتنه ایجاد می‌کند (۹) و مارکس و همکاران (۲۰۰۱) که گزارش کردند بعد از ۱۲ و ۲۵ هفته تمرین مقاومتی سه نوبت نسبت به یک نوبت استقامت عضلانی بیشتری را در بالاتنه ایجاد می‌کند (۲۳) مغایرت دارد.

با توجه به این که پژوهش‌های قبلی نیز نتایج متناقضی را در مورد تأثیر متفاوت حجم تمرین در عضلات بالاتنه و پایین‌تنه گزارش کرده‌اند، مشکل بتوان دلیل روشن علمی در این مورد ارائه داد. یک توضیح احتمالی درباره اینکه چرا در عضلات پایین‌تنه حجم بیشتر تمرین بهتر است، این است که در فعالیت‌های زندگی روزانه از عضلات پایین‌تنه نسبت به عضلات بالاتنه تا حد بیشتری استفاده می‌شود. در نتیجه، ممکن است مقداری پتانسیل رشد در عضلات پایین‌تنه از طریق فعالیت‌های روزمره کسب شود؛ یعنی، این که این عضلات نسبت به عضلات بالاتنه در افرادی که به طور منظم در تمرین مقاومتی شرکت نمی‌کنند، از سازگاری بیشتری برخوردارند. علاوه بر این، به نظر می‌رسد در عضلات تمرین کرده نسبت به عضلات نسبتاً تمرین‌نکرده حجم بیشتر تمرین، سازگاری‌های بیشتری را ایجاد می‌کند (۲۸). توضیح احتمالی دیگر درباره پاسخ‌های متفاوت به حجم تمرین بین عضلات بالاتنه و پایین‌تنه مربوط به گیرنده‌های اندروژن می‌باشد. محتوای گیرنده‌های اندروژن در عضلات بالاتنه نسبت به عضلات پایین‌تنه بالاتر است و گیرنده‌های اندروژن در عضلات پایین‌تنه در مقایسه با عضلات بالاتنه از حساسیت کمتری برخوردارند (۱۹). بنابراین، ممکن است این‌گونه فرض شود که عضلات پایین‌تنه با توجه به فقدان آشکار گیرنده‌های اندروژن تا حد بیشتری به حجم تمرین وابسته هستند. علاوه بر این، این احتمال وجود دارد که، بعد از مرحله سازگاری اولیه در عضلات بالاتنه نیز با توجه به تغییرات ایجاد شده در گیرنده‌های اندروژن، نیاز به افزایش حجم تمرین برای ایجاد سازگاری‌های بیشتر وجود داشته باشد (۳۲).

در ارتباط با حجم عضلانی نیز، نتایج این پژوهش نشان داد که حجم عضلانی فقط در گروه سه نوبت به طور معنی‌داری افزایش یافت و تغییر معنی‌داری در اندازه عضلانی گروه یک نوبت متعاقب ۸ هفته

دوره تمرینی مشاهده نشد که با نتایج پژوهش مارکس و همکاران (۲۰۰۱) و بورست و همکاران^۱ (۲۰۰۱) همخوانی دارد؛ اما با نتایج پژوهش استارکی و همکاران (۱۹۹۶) که، بعد از ۱۳ هفته تمرین، افزایش ضخامت عضلانی را در هر دو گروه یک نوبت و سه نوبت گزارش کردند مغایر است. علت این ناهمخوانی، احتمالاً تفاوت در آزمودنی‌ها و مدت دوره تمرینی پژوهش حاضر با پژوهش استارکی و همکاران می‌باشد. مطالعات نشان داده است که پروتکل‌های تمرین مقاومتی در افزایش غلظت هورمون‌های رشد (GH) و تستوسترون (T) مؤثر است و استفاده از گروه‌های عضلانی بزرگ و حجم بالای تمرین می‌تواند افزایش بیشتری را در غلظت این هورمون‌ها ایجاد کند (۴) و احتمالاً همین امر باعث افزایش بیشتر حجم عضلانی به هنگام استفاده از پروتکل تمرین مقاومتی سه نوبت نسبت به یک نوبت می‌باشد. در واقع، مطالعات قبلی اهمیت استفاده از نوبت‌های بیشتر را به‌جای یک نوبت در ارتباط با دامنه ترشح هورمون رشد و تستوسترون در طی تمرین مقاومتی نشان داده‌اند (۷، ۲۳). به نظر می‌رسد وجود تناقض بین نتایج، به دلیل تفاوت در روش‌ها باشد. اول این که در بعضی از مطالعات قبلی که تمرین مقاومتی یک نوبت و سه نوبت را مورد بررسی و مقایسه قرار داده‌اند، شدت تمرین (۲۳، ۳۳)، فواصل استراحتی (۳۳) و نوع حرکات تمرینی در هر جلسه (۲۳) بین گروه‌های تمرینی، متفاوت بوده است. همچنین بعضی از مطالعات توجه‌ای به تجربه تمرین مقاومتی آزمودنی‌ها نداشتند (۳۷). گزارش‌های متعددی وجود دارد که افراد دارای تجربه تمرین مقاومتی نسبت به افراد تمرین نکرده به حجم بیشتر تمرین نیاز دارند (۲۶، ۲۹، ۳۷). بنابراین، تمرین مقاومتی با اجرای چند نوبت^۲ به ازای هر حرکت به نظر می‌رسد نسبت به تمرین مقاومتی یک نوبت در افراد تمرین کرده قدرتی بهتر می‌باشد. بنابراین، ضروری است که تجربه تمرینی افراد را به هنگام مقایسه اثرات تمرین مقاومتی یک نوبت و سه نوبت مورد توجه قرار دهیم. وقتی که هدف بررسی اثرات حجم‌های مختلف تمرین مقاومتی می‌باشد، تمام متغیرهای دیگر از جمله شدت تمرین و فاصله استراحتی بین نوبت‌ها و حرکات باید در هر دو گروه تمرینی یکسان باشد و تنها تفاوت، اختلاف در حجم تمرین یا تعداد اجرای نوبت‌ها به ازای هر حرکت باشد. با توجه به نتایج پژوهش حاضر، می‌توان نتیجه گرفت که اگر هدف تمرین در افراد تمرین نکرده، کسب قدرت و استقامت عضلانی است، استفاده از تمرین مقاومتی سه نوبت برای حرکات پایین‌تنه و تمرین مقاومتی یک نوبت برای حرکات بالاتنه طی ۸ هفته اول تمرین پیشنهاد می‌شود. با این حال، بر اساس اصل اضافه بار و پیشرفت، این احتمال وجود دارد که بعد از دوره اول سازگاری در عضلات بالاتنه نیز اجرای حجم بیشتر تمرین نتایج بهتری را ایجاد کند.

1. Borst

2. multiple-sets

منابع

۱. رجبی، حمید (۱۳۷۴). سازگاری‌های عصبی با تمرینات قدرتی. فصل‌نامه المپیک، سال سوم، شماره ۳، انتشارات کمیته ملی المپیک.
۲. صابری، یاسر؛ میرزایی، بهمن و اراضی، حمید (۱۳۸۷). تأثیر فواصل استراحتی مختلف بر حفظ تکرارهای حرکت پرس سینه در نوبت‌های متوالی. فصلنامه المپیک، سال شانزدهم - شماره ۱. ۸۷-۷۹.
۳. صابری، یاسر، میرزایی، بهمن و اراضی، حمید. اثر زمان‌های بازیافت متفاوت بر عملکرد پرس سینه دانشجویان تمرین کرده در نوبت‌های متوالی. پژوهش‌نامه فیزیولوژی ورزشی کاربردی (در دست چاپ)
۴. صادقی بروجردی، سعید و رحیمی، رحمان (۱۳۸۸). واکنش هورمون‌های GH و IGF - 1 نسبت به دو برنامه مقاومتی شدید هم حجم با استراحت‌های متفاوت بین ست‌ها. فصل‌نامه المپیک، سال هفدهم؛ شماره ۱. ۶۸ - ۵۷.
5. American College of Sports Medicine (ACSM) (2002). Kraemer. W. J. , Adams. K. , and Cafarelli. E. Progression models in resistance training for healthy adults. Med. Sci Sports. Exerc. 34: 364- 380 .
6. Bird. S. P. , Tarpennig. K. M. , and Marino. E. F. (2005). Designing resistance training programs to enhance muscular fitness. J. Strength Cond. Res. 35: 841- 851 .
7. Borst. S. E. , De Hoyos. D. , Garzarella. L. , Vincent. K. , Pollock. B. H. , Lowenthal. D. T. , and Pollock. M. L. (2001). Effects of resistance training on insulin – like growth factor – 1 and IGF binding proteins. Med. Sci Sports Exerc. 33: 648- 653 .
8. Carpinelli. R. N. , and Otto. R. M. (1998). Strength training: Single versus multiple sets. Sports Med. 26: 73- 84 .
9. De Hoyos. D. , Abe. T. , Garzarella. L. , Hass. C. J. , Nordman. M. , and Pollock. M. L. (1998). Effects of 6 months of high – or low – volume resistance training on muscular strength and endurance. Me Sci Sports. Exerc; [abstract]30: S165 .
10. Esmarck. B. , Anderson. J. L. , Olsen. S. , Richter. E. A. , Mizuno. M. , and Kjaer. M. (2001). Timing of post – exercise protein intake is important for muscle hypertrophy with resistance training in elderly humans. J. Appl. Physiol. 535: 301- 311 .
11. Fleck. S. J. , and Kraemer. W. J. (2004). Designing resistance training programs. Champaign, IL: Human Kinetics .
12. Galvao. D. A. , and Taaffe. D. R. (2004). Single – vs. multiple – set resistance training: Recent developments in the controversy. J. Strength Cond. Res. 18: 660 – 667 .
13. Gonzalez – Badillo. J. J. , Gorostiaga. E. M. , Arellano. R. , and Izquierdo. M. (2005). Moderate resistance training volume produces more favorable strength gains

- than high or low volume during a short – term training cycle. *J. Strength Cond. Res.* 19: 689 – 697 .
14. Gonzalez – Badillo. J. J. , Izquierdo. M. , and. Gorostiaga. E. M (2006). Moderate volume of high relative training intensity produces greater strength gains compared with low and high volumes in competitive weightlifters. *J. Strength Cond. Res.* 20: 73- 81 .
 15. Hass. C. J. , Garzarella. L. , DeHoyos. D. , and Pollock. M. L. (1998). Effects of strength training volume on strength and endurance in experienced resistance trained adults. *Med Sci Sports Exerc*; 30: 110 – 115 .
 16. Hass. C. J. , Garzarella. L. , DeHoyos. D. , and. Pollock. M. L (2000) Single vs. multiple sets in long – term recreational weightlifters. *Med Sci Sports Exerc.* 32: 235 – 242. 2000 .
 17. Humburg. H. , Baars. H. , Schroder. J. , Reer. R. , and Braumann. K. M. (2007). 1- set vs. 3- set resistance training: A crossover study. *J. Strength Cond. Res.* 21: 578 – 582 .
 18. Izquierdo. M. , Ibanez. J. , Gonzalez – Badillo. J. J. , Hakkinen. K. , Ratamess. N. A. , Kraemer. W. J. , French. D. N. , Eslava. J. , Altadill. A. , Asiain. X. , and Gorostiaga. E. M. (2006). Differential effects of strength training leading to failure versus not to failure on hormonal responses, strength, and muscle power gains. *J Appl Physiol.* 100: 1647- 1656 .
 19. Kadi. F. , Bonnerud. P. , Eriksson. A. , and Thornell. L. E. (2000). The expression of androgen receptors in human neck and limb muscles. Effects of training and self – administration of anabolic – androgenic steroids. *Histochem Cell Biol.* 113: 25 – 29 .
 20. Kelly. S. B. , Brown. L. E. , Coburn. J. W. , Zinder. S. M. , Gardner. L. M. , and Nguyen. D. (2007). The effect of single versus multiple sets on strength. *J. Strength Cond. Res.* 21: 1003- 6 .
 21. Kramer. J. B. , Stone. M. H. , O'bryant. H. S. , Conley. M. S. , Johnson. R. L. , Nieman. D. C. , Honeycutt. D. R. , and Hoke. T. P. (1997). Effects of single vs. multiple sets of weight training: Impact of volume, intensity, and variation. *J. Strength Cond. Res.* 11: 143- 147 .
 22. Lee. E. B. (2007). *Strength training.* Champaign,IL: Human Kinetics .
 23. Marx. J. O. , Ratamess. N. A. , Nindl. B. C. , Gotshalk. L. A. , Volek. J. S. , Dohi. K. , Bush. J. A. Gomez. A. L. , Mazzetti. S. A. , Fleck. S. J. , Hakkinen. K. , Newton. R. U. , and Kraemer. W. J. (2001). Low volume circuit versus high – volume periodized resistance training in women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 33: 635- 643 .

24. McBride. J. M. , Blaak. J. B. , and McBride. T. T. (2003). Effects of resistance exercise volume and complexity on EMG, strength, and regional body composition. *Eur. J. Physiol.* 90: 629 – 632 .
25. Mirzaei. B. , Rahmani nia. F. , and Saberi. Y. (2008). Comparison of 3 different rest intervals on sustaibility of squat repetitions with heavy vs. light loads. *Br. J. B.* 4: 220 – 229 .
26. Otto. R. M. , and Carpinelli. R. N. (2006). A critical analysis of the single versus multiple set debate *Journal Exercise Physiology.* 9: 32- 57 .
27. Ostrowski. K. J. , Wilson. G. D. , Weatherby. R. , Murphy. P. W. , and Lyttle. A. D. (1997). The effect of weight training volume on hormonal output and muscular size and function. *J. Strength Cond. Res.* 11: 148 – 154 .
28. Peterson. M. D. , Rhea. M. R. , and Alvar. B. A. (2004). Maximizing strength development in athletes: A meta – analysis to determine the dose – response relationship. *J. Strength Cond. Res.* 18: 377- 382 .
29. Paulsen. G. , Myklestad. D. , and Raastad. T. (2003). The influence of volume of exercise on early adaptations to strength training. *J. Strength Cond. Res.* 17: 115 – 120 .
30. Rhea. M. R. , Alvar. B. A. , Ball. S. D. , and Burkett. L. N. (2002). Three sets of weight training superior to 1 set with equal intensity for eliciting strength. *J. Strength Cond. Res;* 16: 525 – 9 .
31. Rhea. M. R. , Brent. A. A. , and Burkett. L. N. (2002). Single versus multiple sets for strength: A meta – analysis to address the controversy. *Res. Q. Exerc. Sport.* 73: 465 – 488 .
32. Ronnestad. B. R. , Egeland. W. , Kvamme. N. H. , Refsnes. P. E. , Kadi. F. , and Raastad. T. (2007) .(Dissimilar effects of one – and three – set strength training on strength and muscle mass gains in upper and lower body in untrained subjects. *J. Strength Cond. Res.* 21: 157- 63 .
33. Sanborn. K. , Boros. R. , Hrubby. J. , Schilling. B. , O’Bryant. H. S. , Johnson. R. L. , Hoke. T. P. , Stone. M. E. , and Stone. M. H. (2000). Short term performance effects of weight training with multiple sets not to failure vs. a single set to failure in women. *J. Strength Cond. Res.* 14: 328- 331 .
34. Schlumberger, A. , Stec. J. , and Schmidtbleicher. D. (2001). Single versus multiple –set strength training in women. *J. Strength Cond. Res.* 15: 284- 9 .
35. Simao. R. , Farinatti. P. V. , Polito. M. D. , Viveiros. L. , and Fleck. S. J. (2007). Influence of exercise order on the number of repetitions performed and perceived exertion during resistance exercise in women. *J. Strength Cond. Res.* 21: 23- 28 .

36. Starkey. D. B. , Pollock. M. L. , Ishida. Y. , Welsch. M. A. , Brechue. W. F. , Graves. J. E. , and Feigenbaum. M. S. (1996). Effect of resistance training volume on strength and muscle thickness. *Med Sci Sports Exerc*; 28: 1311- 20 .
37. Wolf. B. L. , Lemura. L. M. , and Cole. P. J. (2004). Quantetive analysis of single vs. multiple – set programs in resistance traning. *J. Strength Cond. Res.* 18. 34- 47 .

