Journal of Sport and Exercise Physiology
2024, 17(3): 107-123

Orginal Article

Comparison of the effects of modified German volume resistance training versus the traditional method on muscle volume, strength and body composition of active women

Elham Hajivand[1], Hamid Arazi[2,3*]

1. Department of Exercise Physiology, University Campus, University of Guilan, Rasht, Guilan, Iran
2. Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Guilan, Iran
3. Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Abstract

Background and Purpose: One of the most important variables affecting the effectiveness of resistance training on muscle strength and hypertrophy is training volume. One of the training methods with a higher volume than the traditional method is the German volume method, which, of course, is more effective. Therefore, the present study aimed to investigate the effect of modified German volume resistance training (RT) compared to the traditional method on hypertrophy, strength and body composition of active women with a history of RT.

Materials and Methods: In this study, 24 female athletes with an age range of 20 to 30 years participated voluntarily and were randomly divided into two groups: 12 individuals performed modified German volume RT (the first two movements are 10 sets and the rest of the movements are 3 sets) and 12 individuals conducted traditional RT (all movements 3 sets). Subjects performed 12 weeks of RT with an intensity of 60-75% of one repetition maximum, 3 sessions per week. Before starting the exercise intervention, information about age, height, weight, body composition (muscle mass and fat percentage), hypertrophy and muscle strength were recorded and measured. Measurements were taken before the training period (48 hours before), after the sixth week of the training and finally 48 hours after the last training session.

Results: The results of the study showed that both modified German volume RT and traditional method caused a significant increase in the thigh and arm muscles cross-sectional area, upper body and lower body muscle strength and a significant decrease in body fat percentage ($P<0.05$). However, the changes in the thigh and arm muscles cross-sectional area in both groups and fat percentage in the traditional RT were not significant following 6 weeks ($P>0.05$). In addition, based on the analysis of variance and between groups comparisons there were no significant differences in the above variables between modified German volume RT and traditional RT after 6 and 12 weeks ($P>0.05$).

Conclusions: In general, considering similar results obtained after both training methods, appears that the German Volume RT has no advantages over traditional RT regarding fat percentage, cross-sectional area

* Corresponding Author's E-mail: hamidarazi@um.ac.ir
https://doi.org/10.48308/joeppa.2024.236200.1275
Received: 06/07/2024 Revised: 30/07/2024 Accepted: 02/08/2024

Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

of the thigh and arm muscles and the muscle strength of the upper and lower body, although it had a higher training volume. More studies are needed to draw more accurate conclusions in this regard.

Keywords: Modified German Volume, Resistance Training, Body Composition, Hypertrophy, Active Women

How to cite this article: Hajivand E, Arazi H. Comparison of the effects of modified German volume resistance training versus the traditional method on muscle volume, strength and body composition of active women. J Sport Exerc Physiol. 2024;17(3):107-123.

نشریه فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی
۱۴۰۳، دوره ۱۷، شماره ۳، صفحه‌های ۱۰۷-۱۲۳

مقاله پژوهشی

مقایسهٔ آثار یک دوره تمرین مقاومتی به روش حجم آلمانی اصلاح‌شده و سنتی بر حجم عضلانی، قدرت و ترکیب بدن زنان فعال

الهام حاجی‌وند[۱]، حمید اراضی[۲،۳*]

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، پردیس دانشگاهی، گروه فیزیولوژی ورزش، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۲ .گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکدهٔ علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۳. گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکدهٔ علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

چکیده

زمینه و هدف: یکی از مهم‌ترین متغیرهای تأثیرگذار بر اثربخشی تمرینات مقاومتی بر قدرت عضلانی و هایپرتروفی حجم تمرینی است. یکی از روش‌های تمرینی با حجم بالاتر از روش سنتی، روش حجم آلمانی است که البته اثربخش‌تر بودن آن مورد تردید است. بنابراین هدف پژوهش حاضر بررسی اثر تمرین مقاومتی به روش حجم آلمانی اصلاح‌شده نسبت به روش سنتی بر هایپرتروفی، قدرت و ترکیب بدن زنان فعال با سابقهٔ تمرین مقاومتی بود.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش ۲۴ ورزشکار زن با دامنهٔ سنی ۲۰ تا ۳۰ سال به‌صورت داوطلبانه شرکت کردند و به‌صورت تصادفی در دو گروه ۱۲ نفری تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده (دو حرکت ابتدایی ۱۰ نوبت و بقیهٔ حرکات سه نوبت) و تمرین مقاومتی سنتی (تمام حرکات سه نوبت) جایگزین شدند. آزمودنی‌ها ۱۲ هفته تمرینات مقاومتی را با شدت ۶۰ -۷۵ درصد یک تکرار بیشینه، سه جلسه در هفته انجام دادند. پیش از آغاز مداخلهٔ تمرینی، داده‌های سن، قد، وزن، ترکیب بدن (تودهٔ عضلانی و درصد چربی)، هایپرتروفی و قدرت عضلانی ثبت و اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری‌ها پیش از دورهٔ تمرینی (۴۸ ساعت قبل)، هفتهٔ ششم دورهٔ تمرینی و در نهایت ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسهٔ تمرینی در هفتهٔ دوازدهم انجام گرفت.

نتایج: نتایج نشان داد که هر دو برنامهٔ تمرین مقاومتی به روش حجم آلمانی اصلاح‌شده و سنتی پس از ۱۲ هفته سبب افزایش معنادار سطح مقطع عضلانی ران و بازو، قدرت عضلانی بالاتنه و پایین‌تنه و کاهش معنادار درصد چربی می‌شود (P<۰/۰۵)، اما تغییرات سطح مقطع ران و بازو پس از شش هفته در این دو گروه و تغییر درصد چربی در گروه تمرین مقاومتی سنتی معنادار نبود (P>۰/۰۵). همچنین بر اساس نتایج تحلیل واریانس و مقایسهٔ بین‌گروهی مشخص شد که تفاوت معناداری در شاخص‌های ذکرشده بین دو گروه تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده و تمرین مقاومتی سنتی متعاقب شش و ۱۲ هفته وجود ندارد (P>۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: روی‌هم‌رفته با توجه به نتایج مشابه به‌دست‌آمده پس از اجرای دو روش تمرینی گمان می‌رود تمرین مقاومتی به روش حجم آلمانی اصلاح‌شده با وجود حجم تمرین بیشتر نسبت به تمرین مقاومتی سنتی از برتری و مزیت بیشتری در راستای کاهش معنادار درصد چربی و افزایش معنادار سطح مقطع عضلانی ران و بازو و قدرت عضلانی بالاتنه و پایین‌تنه برخوردار نیست. برای نتیجه‌گیری دقیق‌تر در این خصوص به پژوهش‌های بیشتری نیاز است.

واژه‌های کلیدی: حجم آلمانی اصلاح‌شده، تمرین مقاومتی، ترکیب بدن، هایپرتروفی، زنان فعال

نحوه استناد به این مقاله: حاجی وند ا، اراضی ح. مقایسهٔ آثار یک دوره تمرین مقاومتی به روش حجم آلمانی اصلاح‌شده و سنتی بر حجم عضلانی، قدرت و ترکیب بدن زنان فعال. نشریهٔ فیزیولوژی ورزش و فعالیت بدنی. ۱۴۰۳؛۱۷(۳):۱۰۷-۱۲۳.

* رایانامه نویسنده مسئول: hamidarazi@um.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۶ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۵/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۱۲

مقدمه

تمرین مقاومتی بخشی جدایی‌ناپذیر از یک برنامهٔ ورزشی برای افراد ورزشکار، افراد به‌ظاهر سالم و مبتلا به بیماری‌های مزمن است. اگرچه تمرینات مقاومتی فواید زیادی بر سلامتی و تناسب اندام افراد دارد (۱، ۲)، اما بسیاری از افراد، تمرینات مقاومتی را به‌دلیل اثربخشی آن برای افزایش حجم و قدرت عضلانی انجام می‌دهند (۳). طراحی یک برنامهٔ تمرین مقاومتی مستلزم آگاهی از متغیرهای تمرینی از جمله تواتر، شدت و حجم (نوبت × تکرار) است (۴). برای به حداکثر رساندن اثر تمرینی نیاز به دستکاری مناسب متغیرهای برنامهٔ تمرینی است. روش‌های کنونی هایپرتروفی و قدرت عضلانی، تعداد نوبت‌های کمتری را در تمرینات برای افراد تازه‌کار/متوسط نسبت به افراد پیشرفته توصیه می‌کند (به‌ترتیب ۱-۳ و ۳-۶) (۵). بنابراین، این روش‌ها از این باور حمایت می‌کنند که با افزایش تجربهٔ تمرین مقاومتی فرد، هایپرتروفی عضلانی و افزایش قدرت با افزایش حجم تمرینی (بیشتر از سه نوبت در هر تمرین) در مقایسه با حجم تمرین مقاومتی کمتر (کمتر از سه نوبت در هر تمرین) بهینه می‌شود (۵).

پژوهش‌های کریگر نشان می‌دهد که دو تا سه نوبت تمرینات مقاومتی در مقایسه با یک نوبت نزدیک به ۴۰ درصد به هایپرتروفی عضلانی بیشتر و افزایش قدرت همراه است. افزون بر این، یک رابطهٔ دوز-پاسخ وجود دارد، حجم‌های تمرینی بالاتر به هایپرتروفی بیشتر و افزایش قدرت عضلانی منجر می‌شود (۶، ۷). کریگر همچنین اشاره کرد که یک فلات در هایپرتروفی و قدرت عضلانی شاید در حدود چهار تا شش نوبت در هر تمرین رخ دهد (۶، ۷). با این همه، مارشال و همکاران (۸) دریافتند که پس از یک مداخلهٔ شش‌هفته‌ای یک، چهار و هشت نوبت اسکوات با ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه (1RM[1]) در افراد تمرین‌کرده، قدرت عضلانی تنها برای هشت نوبت به‌طور چشمگیری بیشتر از یک نوبت بود. بنابراین گمان می‌رود که آستانهٔ بالای رابطهٔ دوز-پاسخ برای حجم تمرین مقاومتی، دست‌کم برای قدرت عضلانی، شاید فراتر از شش نوبت در هر تمرین باشد. با این همه، باید توجه داشت که دست‌کم شدت ٪۶۵ 1RM، برای بهینه‌سازی افزایش هایپرتروفی و قدرت عضلانی مورد نیاز است (۹).

تمرین حجم آلمانی (GVT[2])، یا روش ۱۰ نوبت، به‌عنوان یک روش تمرینی مؤثر برای تقویت هایپرتروفی عضلانی مورد حمایت قرار می‌گیرد (۱۰، ۱۱). GVT در دههٔ ۱۹۷۰ در آلمان آغاز شد و توسط مربیان ملی وزنه‌برداری برای افزایش حجم عضلانی ورزشکاران خود در خارج از فصل به‌کار رفت. تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده شامل انجام ۱۰ نوبت ۱۰ تکراری (۱۰۰ تکرار) برای یک تمرین مقاومتی چندمفصلی است که از این روش برای حداکثر دو تمرین در یک جلسهٔ تمرینی استفاده می‌شود (۱۲). نوبت‌ها با بارهای ٪۶۰ 1RM انجام می‌گیرند تا حجم تمرینی بالا به‌دست آید و بازیافت بین نوبت‌ها نسبتاً کوتاه است (۶۰ تا ۹۰ ثانیه) تا فشار سوخت‌وسازی بیشتری نسبت به روش سنتی ایجاد کند (برای نمونه تجمع متابولیت‌هایی مانند لاکتات) (۱۲). تصور می‌شود که فشار سوخت‌وسازی عامل مهمی در ترویج هایپرتروفی عضلانی ناشی از تمرین است و شاید با روش‌های حجم بالاتر مانند GVT تشدید شود (۱۳). تمرینات حجم آلمانی اصلاح‌شده می‌تواند سبب ایجاد فشار سوخت‌وسازی گسترده در عضلات درگیر در فعالیت و تنش مکانیکی بیشتری نسبت به تمرینات مقاومتی سنتی شود و به تخلیهٔ بیشتر سوبسترا، تجمع متابولیت‌ها و آسیب عضلانی بینجامد. با در نظر گرفتن بازیافت کافی پس از تمرین، این عوامل شاید سبب افزایش پاسخ‌های آنابولیک شود و در نهایت به افزایش تودهٔ عضلانی و شاید قدرت منجر شود (۱۲، ۱۳).

در حال حاضر، این موضوع که آیا با تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده (روش ۱۰ نوبت در دو حرکت اولیه) در مقایسه با تمرینات سنتی در زنان، به افزایش بیشتری در قدرت و هایپرتروفی عضلانی دست یافت، مشخص نیست. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی و مقایسهٔ سازگاری‌های عضلانی پس از یک برنامهٔ تمرینی با حجم بالا با استفاده از ۱۰ نوبت ۱۰ تکراری (۱۰ نوبت) در مقابل یک برنامهٔ تمرینی سنتی بود. فرض بر این بود که افزایش چشمگیری در هایپرتروفی و قدرت عضلانی پس از روش حجم آلمانی اصلاح‌شده در مقایسه با تمرینات سنتی در هر تمرین ایجاد می‌شود.

روش پژوهش

نمونه‌های پژوهش: در این پژوهش ۲۴ زن فعال با دامنهٔ سنی ۲۰ تا ۳۰ سال به‌صورت داوطلبانه شرکت کردند. پس از اعلام فراخوان، به روش نمونه‌گیری هدفمند از بین زنان فعال در باشگاه‌های پرورش اندام استان اصفهان آزمودنی‌ها گزینش شدند. تعداد آزمودنی‌ها با استفاده از نرم‌افزار G*power انتخاب شد (۰/۹۰ = توان، ۰/۰۵ = آلفا). معیارهای ورود به پژوهش شامل قرار گرفتن در دامنهٔ سنی ۲۰ تا ۳۰ سال، سلامت بدنی و روانی، عدم ابتلا به بیماری، مصرف نکردن هر نوع مکمل و دارو، سابقهٔ تمرین مقاومتی به مدت دست‌کم شش تا ۱۲ ماه و سه جلسه در هفته، استفاده نکردن از داروهای مؤثر بر سوخت‌وساز اسیدهای آمینهٔ عضله از جمله بتابلوکرها، آگونیست‌های بتا، بلوکرهای کانال‌های کلسیمی و کورتیکواستروئیدها، نداشتن بیماری خاص و عدم مصرف دخانیات بود. آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی به دو گروه ۱۲ نفری تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده و تمرین مقاومتی سنتی تقسیم شدند.

روش اجرای پژوهش: پیش از آغاز پژوهش، در جلسه‌ای با حضور همهٔ شرکت‌کنندگان، اهداف و روش اجرای پژوهش تشریح و به همهٔ افراد دعوت‌نامه‌ای دربردارندهٔ اطلاعاتی در زمینهٔ هدف و چگونگی اجرای پژوهش، فرم رضایت‌نامه و شرکت داوطلبانه و پرسشنامهٔ پزشکی داده شد. پیش از آغاز مداخلهٔ تمرینی، داده‌های سن، قد، وزن، شاخص تودهٔ بدنی (BMI)، و سایر شاخص‌های عملکردی ثبت شد. آزمودنی‌های پژوهش در نیمهٔ اول قاعدگی قرار داشتند. اندازه‌گیری‌ها پیش از دورهٔ تمرینی (۴۸ ساعت قبل)، هفتهٔ ششم دورهٔ تمرینی و در نهایت ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسهٔ تمرینی پس از ۱۲ هفته انجام گرفت. به آزمودنی‌ها توصیه شد در طول دورهٔ تمرین رژیم غذایی خود را حفظ کنند و برای اطمینان از شبیه بودن رژیم غذایی از پرسشنامهٔ یادآمد غذایی سه‌روزه استفاده شد. همچنین به آزمودنی‌ها توصیه شد در طول دورهٔ تمرینی از انجام فعالیت بدنی شدید خودداری کنند.

پژوهش حاضر توسط کارگروه اخلاق در پژوهش پژوهشگاه علوم ورزشی (SSRI.REC-2312-2580) تأیید و مطابق با اعلامیهٔ هلسینکی انجام گرفت.

جدول ۱. مشخصات آزمودنی‌ها

متغیر	تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده	تمرین مقاومتی سنتی
سن (سال)	۲۶/۱۹±۳/۲۷	۲۷/۱۳±۲/۳۵
قد (سانتی‌متر)	۱۶۴/۷۵±۴/۲۶	۱۶۴/۴۱±۴/۴۶
وزن (کیلوگرم)	۶۰/۵۱±۶/۰۷	۶۰/۳۱±۹/۴۸
سابقهٔ تمرینی (ماه)	۹/۵۰±۳/۰۰	۹/۰۰±۲/۵۰

در ابتدای هر جلسهٔ تمرین مقاومتی ورزشکاران ابتدا به گرم کردن عمومی عضلات بدن به مدت پنج دقیقه پرداختند و سپس شروع به کشش کل عضلات بدن (هر عضله بین شش تا ۱۰ ثانیه) کردند. تعداد روزهای تمرینی در هر دو روش تمرین مقاومتی سه روز در هفته به مدت ۱۲ هفته و در روزهای زوج و فرد به‌صورت متناوب برای هریک از گروه‌ها در ساعت چهار تا شش عصر اجرا شد. برنامهٔ تمرینی به‌صورت تمرین سه‌بخشی شامل انجام حرکات مختلف با هدف قرار دادن گروه‌های عضلانی خاص در طول سه جلسهٔ تمرینی در هفته بود. در جلسهٔ اول زیر بغل و سینه، در جلسهٔ دوم پاها و در جلسهٔ سوم شانه و بازو تمرین داده شدند. حرکات انتخاب‌شده شامل جلسهٔ اول: زیر بغل سیم‌کش، پرس سینهٔ هالتر، پارویی نشسته، پرس بالا سینه دمبل، پلانگ؛ جلسهٔ دوم: پرس پا، ددلیفت، جلوران دستگاه، پشت‌ران دستگاه، ساق پا ایستاده؛ جلسهٔ سوم: سرشانهٔ هالتر از روبه‌رو، شراگ دمبل، جلوبازو هالتر، پشت‌بازو سیم‌کش و کرانچ بود.

در طول هر جلسهٔ تمرین، گروه‌های تمرین مقاومتی سنتی و حجم آلمانی اصلاح‌شده تمرینات یکسانی را انجام دادند. تنها تفاوت بین گروه‌ها، تعداد نوبت‌های انجام‌شده برای دو حرکت چندمفصلی اول در طول هر جلسهٔ تمرینی بود (برای نمونه چهار نوبت در مقابل ۱۰ نوبت برای پرس سینهٔ هالتر). تمرینات (به استثنای تمرینات شکم و ساق پا) برای ۱۰ تکرار در بارهای ۶۰-۷۵٪ 1RM، با استراحت ۶۰-۹۰ ثانیه‌ای درون‌نوبتی و استراحت ۱۲۰ ثانیه‌ای برون‌نوبتی انجام گرفت. در تمام نوبت‌ها، تکرارها به‌صورت کنترل‌شده (۱~ ثانیه انقباض کانسنتریک و ۲~ ثانیه انقباض اسنتریک) انجام شد. هنگامی‌که شرکت‌کنندگان توانستند بیش از ۱۰ تکرار را در نوبت نهایی و ۱۰ تکرار را برای نوبت‌های قبلی یک تمرین (با تکنیک صحیح) کامل کنند، بار تمرین تقریباً ۵-۱۰ درصد افزایش یافت.

در روش تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده، ورزشکاران دو حرکت چندمفصلی اول را به‌صورت ۱۰ نوبت×۱۰ تکراری با شدت ۶۰ -۷۵ درصد یک تکرار بیشینه و دو حرکت بعدی را به‌صورت سه نوبت ۱۰ تکراری با شدت ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه، با استراحت ۶۰-۹۰ ثانیه بین نوبت‌ها و دو دقیقه بین تمرین‌های متفاوت انجام دادند. همچنین در روش تمرین مقاومتی سنتی دو حرکت چندمفصلی اول به‌صورت چهار نوبت×۱۰ تکراری با شدت ۶۰ -۷۵ درصد یک تکرار بیشینه و دو حرکت بعدی به‌صورت سه نوبت ۱۰ تکراری با شدت ۷۰ درصد یک تکرار بیشینه، با استراحت ۶۰-۹۰ ثانیه بین نوبت‌ها و دو دقیقه بین تمرین‌ها در نظر گرفته شد (۱۴) (جدول ۲).

جدول ۲. برنامهٔ تمرینی ۱۲ هفته‌ای حجم آلمانی اصلاح‌شده و سنتی

جلسهٔ اول				جلسهٔ دوم				جلسهٔ سوم			
حرکت	شدت (%1RM)	تکرار	نوبت*	حرکت	شدت (%1RM)	تکرار	نوبت*	حرکت	شدت (%1RM)	تکرار	نوبت*
زیر بغل سیم‌کش	۶۰	۱۰	۴ ۱۰	پرس پا	۷۵	۱۰	۴ ۱۰	سرشانه هالتر از روبه‌رو	۶۰	۱۰	۴ ۱۰
پرس سینه هالتر	۶۰	۱۰	۴ ۱۰	ددلیفت	۷۰	۱۰	۴ ۱۰	شراگ دمبل	۶۵	۱۰	۴ ۱۰
پارویی نشسته	۷۰	۱۰	۳	جلوران	۷۰	۱۰	۳	جلوبازو هالتر	۷۰	۱۰	۳
پرس بالا سینه دمبل	۷۰	۱۰	۳	پشت‌ران دستگاه	۷۰	۱۰	۳	پشت‌بازو سیم‌کش	۷۰	۱۰	۳
پلانک	ثانیه	۳۰	۳	ساق پا ایستاده	-	۱۵	۳	کرانچ	-	۲۰	۳

*تعداد نوبت‌ها در دو حرکت اول در گروه تمرین مقاومتی سنتی چهار و در گروه تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده ۱۰ است.

روش جمع‌آوری داده‌ها: برای اندازه‌گیری قد از قدسنج سکا (Seca، آلمان) و برای اندازه‌گیری وزن از ترازوی دیجیتال سکا (Seca، آلمان) استفاده شد. افزون بر این، از دستگاه آنالیز ترکیب بدن (مدیان مدل i30، کرۀ جنوبی) برای اندازه‌گیری درصد چربی و تودۀ عضلانی استفاده شد. دور بازو و ران با متر نواری، چین پوستی سه‌سر بازو و خط میانی قدامی ران به‌وسیلۀ کالیپر (لافایت، ایالات متحدۀ آمریکا) و فاصلۀ بین اپی‌کندیل‌های داخلی و خارجی استخوان ران با استفاده از کولیس (میتوتویو، مدل ۵۳۳-۴۰۴، چین) مورد سنجش قرار گرفت.

برای ارزیابی قدرت (1RM) آزمودنی‌ها، از روش نویادومسکی و همکاران (۲۰۰۸) (۱۵) و باربالهو و همکاران (۲۰۱۸) (۱۶) استفاده شد؛ به این ترتیب که ابتدا آزمودنی‌ها پنج دقیقه پیاده‌روی با شدت پایین و سپس هشت تکرار با ۵۰ درصد یک تکرار بیشینۀ برآورده‌شده (قدرت برآوردی آزمودنی) انجام دادند. پس از یک دقیقه استراحت، سه تکرار با شدت ۷۰ درصد یک تکرار بیشینۀ برآوردی انجام شد. سپس آزمودنی‌ها سه دقیقه استراحت کردند و در محدودۀ سه تا پنج تلاش برای رسیدن به بار یک تکرار بیشینه مورد آزمون مستقیم قرار گرفتند. با لحاظ استراحت سه تا پنج‌دقیقه‌ای بین تلاش‌ها به‌تدریج در هر تلاش پنج درصد به بار اضافه شد تا در نهایت آزمودنی توانست یک تکرار کامل را انجام دهد.

هایپرتروفی عضلانی بر اساس معادلۀ ناپیک و همکاران (۱۹۹۶) (۱۷) و معادلۀ همسفیلد و همکاران (۱۹۸۲) (۱۸)، طبق فرمول محاسبه شد.

سطح مقطع بازو =π((دور بازو ÷ ۲ π) - ۵/۵)^{۲} - (چربی زیرپوستی سه‌سر بازو ÷ ۲))

(r=۰/۹۷، π=۳/۱۴)

سطح مقطع ران = ۰/۶۴۹ × (دور ران ÷ π - (چربی زیرپوستی چهارسر رانی - ۰/۳×(فاصلۀ بین اپی‌کندیل داخلی و خارجی استخوان ران)^{۲})^{۲}

(SEE=۱۰/۱cm^2 ، r=۰/۹۶)

جدول ۳. مقدار کالری دریافتی آزمودنی‌ها پیش و پس از دورۀ تمرینی

	گروه	قبل	بعد
کالری (کیلوکالری در روز)	تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده	۲۳۸۴/۱۱۲±۱۱/۱۵	۲۳۸۸/۱۱۷±۴۸/۹۱
	تمرین مقاومتی سنتی	۲۳۲۳/۱۰۵±۰۸/۷۱	۲۳۱۴/۱۹۹±۰۷/۴۲
کربوهیدرات (گرم در روز)	تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده	۳۳۳/۳۰±۱۵/۲۴ (۵۵/۸۹ ٪)	۳۳۰/۲۹±۹۸/۵۹ (۵۵/۴۳ ٪)
	تمرین مقاومتی سنتی	۳۳۷/۳۶±۳۰/۴۶ (۵۸/۰۷ ٪)	۳۲۶/۲۶±۱۱/۹۱ (۵۶/۴۴ ٪)
پروتئین (گرم در روز)	تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده	۱۰۹/۱۳±۳۴/۱۳ (۱۸/۳۰ ٪)	۱۰۶/۱۴±۶۸/۷۹ (۱۷/۸۲ ٪)
	تمرین مقاومتی سنتی	۱۰۶/۱۲±۴۵/۸۷ (۱۸/۳۰ ٪)	۱۰۸/۱۲±۰۰/۵۰ (۱۸/۶۵ ٪)
چربی (گرم در روز)	تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده	۶۸/۱۲±۲۳/۶۴ (۲۵/۷۳ ٪)	۷۰/۱۰±۸۷/۱۰ (۲۶/۶۹ ٪)
	تمرین مقاومتی سنتی	۶۰/۱۲±۸۹/۳۴ (۲۳/۵۸ ٪)	۶۴/۱۱±۱۷/۲۷ (۲۴/۸۶ ٪)

جدول ۴. نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری در مورد مقایسهٔ درون‌گروهی و بین گروهی متغیرهای اندازه‌گیری‌شده

متغیر	گروه	قبل	پس از شش هفته	پس از ۱۲ هفته	گروه × زمان		زمان (P)
					P	F	
وزن (کیلوگرم)	تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده	۶۰/۵۱ ± ۶/۰۷	۶۰/۱۹ ± ۵/۵۸	۵۹/۹۷ ± ۵/۵۴	۰/۴۳	۰/۶۷	۰/۲۶
	تمرین مقاومتی سنتی	۶۰/۳۱ ± ۹/۴۸	۶۰/۰۰ ± ۸/۸۱	۶۰/۲۳ ± ۸/۴۷			
BMI (کیلوگرم بر مترمربع)	تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده	۲۲/۳۷ ± ۲/۷۱	۲۲/۲۴ ± ۲/۵۹	۲۲/۱۳ ± ۲/۵۴	۰/۳۴	۰/۹۶	۰/۲۰
	تمرین مقاومتی سنتی	۲۲/۳۰ ± ۲/۹۳	۲۲/۱۸ ± ۲/۶۹	۲۲/۲۶ ± ۲/۶۳			
تودهٔ عضلانی (کیلوگرم)	تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده	۲۶/۵۳ ± ۲/۹۰	۲۷/۲۱ ± ۲/۳۳	۲۷/۸۵ ± ۲/۲۹	۰/۲۶	۱/۳۲	٭۰/۰۰۸
	تمرین مقاومتی سنتی	۲۶/۱۳ ± ۳/۲۳	۲۶/۳۹ ± ۳/۴۸	۲۶/۶۹ ± ۳/۶۶			
درصد چربی	تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده	۲۷/۰۰ ± ۴/۵۵	۲۵/۰۵ ± ۳/۹۵	۲۴/۱۶ ± ۴/۰۹	۰/۳۰	۱/۱۲	٭۰/۰۰۱
	تمرین مقاومتی سنتی	۲۵/۷۹ ± ۵/۰۸	۲۴/۵۵ ± ۴/۷۸	۲۴/۲۰ ± ۴/۷۹			
سطح مقطع ران (سانتی‌متر مربع)	تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده	۱۲۶/۴۷ ± ۲۴/۸۳	۱۳۱/۵۵ ± ۲۲/۳۴	۱۳۹/۳۲ ± ۲۱/۸۰	۰/۵۵	۰/۴۰	٭۰/۰۰۳
	تمرین مقاومتی سنتی	۱۳۹/۹۱ ± ۳۴/۴۰	۱۴۲/۶۹ ± ۲۸/۳۱	۱۴۸/۴۳ ± ۲۵/۳۸			
سطح مقطع بازو (سانتی‌متر مربع)	تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده	۲۷/۲۸ ± ۱۰/۸۱	۲۸/۱۷ ± ۸/۷۲	۲۹/۹۷ ± ۸/۳۰	۰/۹۵	۰/۰۰۶	٭۰/۰۴
	تمرین مقاومتی سنتی	۲۴/۷۴ ± ۱۲/۷۶	۲۵/۶۸ ± ۹/۰۷	۲۷/۲۶ ± ۸/۸۱			
قدرت عضلانی پرس سینه (کیلوگرم)	تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده	۳۹/۵۸ ± ۸/۹۰	۴۷/۰۸ ± ۹/۶۴	۵۳/۳۳ ± ۱۱/۵۴	۰/۱۱	۲/۸۳	٭<۰/۰۰۱
	تمرین مقاومتی سنتی	۳۹/۱۶ ± ۷/۳۳	۴۴/۱۶ ± ۸/۲۱	۴۷/۵۰ ± ۹/۴۱			
قدرت عضلانی پرس پا (کیلوگرم)	تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده	۱۱۵/۰۰ ± ۳۳/۵۰	۱۳۰/۸۳ ± ۳۲/۳۲	۱۴۲/۵۰ ± ۳۰/۰۳	۰/۳۸	۰/۷۸	٭<۰/۰۰۱
	تمرین مقاومتی سنتی	۱۰۸/۳۳ ± ۳۸/۰۳	۱۱۸/۳۳ ± ۳۷/۲۵	۱۲۴/۵۸ ± ۳۴/۶۷			

٭نشان‌دهندهٔ تغییرات درون‌گروهی ($P \leq ۰/۰۵$)

از پرسشنامهٔ یادآمد غذایی سه‌روزه (دو روز عادی و یک روز تعطیل) برای بررسی مقدار کالری دریافتی استفاده شد. آزمودنی‌ها برنامهٔ غذایی خود را در سه روز پیش از آغاز برنامهٔ تمرینی و سه روز در هفتهٔ آخر برنامهٔ تمرینی ثبت کردند. رژیم ثبت‌شدهٔ ورزشکاران توسط نرم‌افزار تغذیهٔ رژیم‌درمانی Master Diet Pro (ساخت شرکت ایرانی سلاک طب)، بررسی و مقدار پروتئین و کربوهیدرات و چربی مصرفی به‌صورت گرم در روز و همچنین کل کالری مصرفی به‌صورت کیلوکالری در روز در جدول ۳ گزارش شده است. رژیم غذایی شرکت‌کنندگان پیش و پس از دورهٔ تمرینی، با استفاده از آزمون t همبسته ارزیابی شد. بر اساس نتایج آزمون t همبسته (جدول ۳)، تفاوت معناداری در تغذیهٔ آزمودنی‌ها در طول دورهٔ تمرین دیده نشد (P>۰/۰۵).

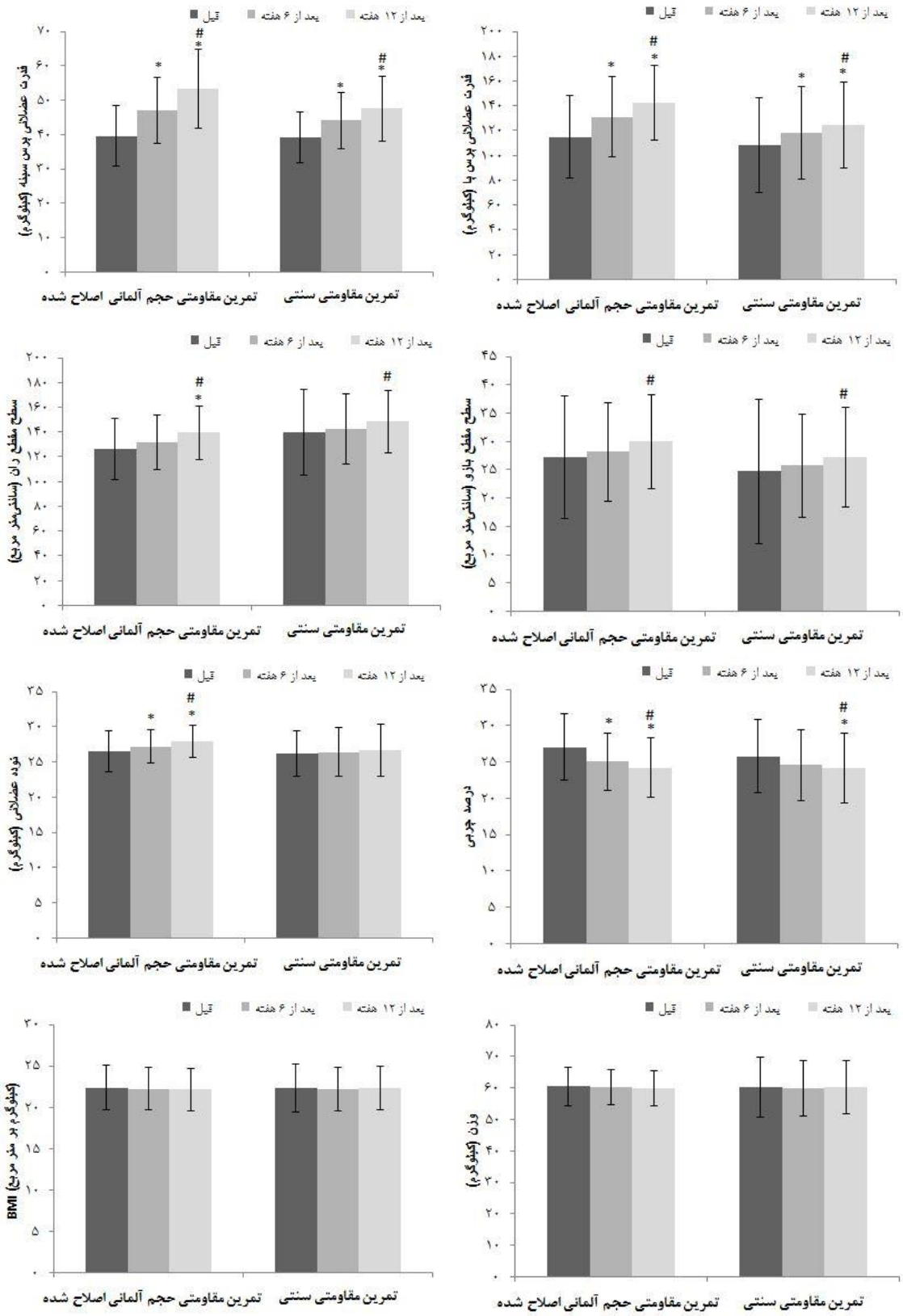
تحلیل آماری: برای اطمینان از توزیع طبیعی داده‌ها، از آزمون شاپیرو- ویلک استفاده شد. پس از تأیید وضعیت طبیعی داده‌ها، از آزمون آنووای یکطرفه برای تشخیص تفاوت‌های احتمالی در متغیرهای پیش‌آزمون استفاده شد. برای بررسی تغییرات درون‌گروهی و بین‌گروهی از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری (۳ (زمان) × ۲ (گروه)) و آزمون تعقیبی بنفرونی استفاده شد. سطح معناداری برای همهٔ آزمون‌های آماری ۰/۰۵ ≥ P در نظر گرفته شد. تمام تجزیه‌وتحلیل‌ها با استفاده از SPSS نسخهٔ ۲۱/۰ انجام گرفت.

نتایج

مشخصات آزمودنی‌ها در دو گروه در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج شکل ۱ نشان می‌دهد که تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده سبب افزایش معنادار تودهٔ عضلانی پس از شش و ۱۲ هفته تمرین می‌شود (P=۰/۰۴، P=۰/۰۰۷؛ به‌ترتیب)، همچنین تغییرات تودهٔ عضلانی بین شش و ۱۲ هفته معنادار بود (P=۰/۰۰۱). اما در گروه تمرین مقاومتی سنتی تغییرات معناداری بین این دو نقطهٔ زمانی دیده نشد. افزون بر این، تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده موجب کاهش معنادار سطوح درصد چربی افراد پس از شش و ۱۲ هفته تمرین شد (P=۰/۰۰۷، P=۰/۰۰۱؛ به‌ترتیب) و تغییرات بین شش و ۱۲ هفته معنادار بود (P<۰/۰۰۱). درصد چربی در گروه تمرین مقاومتی سنتی، ۱۲ هفته پس از دورهٔ تمرینی تغییرات معناداری داشت (P=۰/۰۴)، همچنین تغییرات بین شش و ۱۲ هفته معنادار بود (P=۰/۰۴).

نتایج شکل ۱ نشان می‌دهد که سطح مقطع عضلانی ران در گروه تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده افزایش معناداری ۱۲ هفته پس از تمرینات داشته است (P=۰/۰۱)، همچنین افزایش سطح مقطع عضلانی ران بین شش تا ۱۲ هفته معنادار بود (P<۰/۰۰۱). در گروه تمرین مقاومتی سنتی سطح مقطع عضلانی ران بین شش و ۱۲ هفته افزایش معناداری داشته است (P=۰/۰۰۶). همچنین سطح مقطع عضلانی بازو در گروه تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده و سنتی افزایش معناداری بین شش و ۱۲ هفته نشان داده است (P=۰/۰۲؛ P=۰/۰۴؛ به‌ترتیب). نتایج نشان می‌دهد که تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده و سنتی سبب افزایش معنادار قدرت عضلانی در حرکت پرس سینه و پرس پا، شش و ۱۲ هفته پس از تمرینات شده است (P<۰/۰۰۱)، همچنین تغییرات بین شش و ۱۲ هفته معنادار بوده است (P<۰/۰۵) (شکل ۱).

نتایج تحلیل واریانس نشان می‌دهد که تفاوت معناداری در متغیرهای ذکرشده بین دو گروه تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده و تمرین مقاومتی سنتی پس از شش و ۱۲ هفته وجود ندارد (P>۰/۰۵) (جدول ۴).



شکل ۱. مقایسهٔ وزن، BMI، تودهٔ عضلانی، درصد چربی، هایپرتروفی و قدرت عضلانی بالاتنه و پایین‌تنه در دو گروه تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده و سنتی

***نشان‌دهندهٔ تفاوت معنادار نسبت به نتایج اولیه، # نشان‌دهندهٔ تفاوت معنادار نسبت به هفتهٔ ششم، $P\leq ۰/۰۵$**

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش بررسی تأثیر یک دوره برنامهٔ تمرینی ۱۲ هفته‌ای به روش حجم آلمانی اصلاح‌شده بر حجم عضلانی، قدرت و ترکیب بدن زنان فعال با سابقهٔ کمتر از یک سال تمرین مقاومتی و مقایسهٔ تأثیرات آن با روش تمرین سنتی بود.

تصور می‌شود که فشار سوخت‌وسازی عامل مهمی در توسعهٔ هایپرتروفی عضلانی ناشی از تمرین است و شاید با روش‌های حجم بالاتر مانند تمرین مقاومتی حجم آلمانی تشدید شود. منطق تمرین مقاومتی حجم آلمانی این است به‌جای پراکنده کردن خستگی در تارهای عضلانی جایگزین که شاید با تمرینات بی‌شمار رخ دهد، تارهای عضلانی درگیر در یک تمرین کلیدی چندمفصلی را به‌طور کامل تخلیه کند. اگر تمرین انتخاب‌شده یک تمرین کلیدی و چندمفصلی باشد، پس فراخوانی تار به‌طور طبیعی بالا خواهد رفت و فرض بر این است که پاسخ رشدی فوق‌العاده جبرانی در نتیجهٔ محرک تمرینی با حجم بالا که در تارهای فراخوانده کوتاه شده، ایجاد شده است، رخ دهد. در این روش تعداد تکرارهای بالا، واحدهای حرکتی را وادار می‌کند تا عضلات را منقبض کنند که به‌نوبهٔ خود با هایپرتروفی، آن تارها با فشار سازگار می‌شوند. همچنین حجم بسیار زیاد در این روش سبب می‌شود زمان بیشتری را برای انجام هر تمرین اختصاص داد، در نتیجه زمان تحت تنش عضلات افزایش پیدا می‌کند، که به‌نوبهٔ خود موجب افزایش هایپرتروفی می‌شود. بر خلاف تمرینات تک‌مفصلی، در تمرین مقاومتی حجم آلمانی از حرکات چندمفصلی استفاده می‌شود که سبب درگیری چندین عضله در هر حرکت می‌شود، در نتیجه هرچه تودهٔ عضلانی بیشتری در تمرین شرکت کند، هورمون‌های آنابولیک بیشتری ترشح می‌شود (۱۹).

نتایج نشان داد که شش هفته تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده سبب افزایش معنادار تودهٔ عضلانی و کاهش معنادار درصد چربی می‌شود. همچنین قدرت عضلانی بالاتنه و پایین‌تنه در هر دو گروه پس از شش هفته و ۱۲ هفته تمرین افزایش معناداری داشت. افزون بر این، ۱۲ هفته تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده موجب کاهش معنادار درصد چربی و افزایش معنادار تودهٔ عضلانی و سطح مقطع عضلانی ران و بازو می‌شود. نتایج پژوهش در گروه تمرین مقاومتی سنتی نشان داد که ۱۲ هفته تمرین سبب کاهش معنادار درصد چربی و افزایش معنادار سطح مقطع عضلانی ران و بازو می‌شود. بین دو گروه تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده و سنتی تغییرات معناداری دیده نشد. در این زمینه امیرتالینگام[۳] و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهش خود بیان کردند که گمان می‌رود برنامهٔ تمرینی حجم آلمانی اصلاح‌شده برای افزایش هایپرتروفی و قدرت عضلانی مؤثرتر از انجام پنج نوبت در هر تمرین نیست. برای به حداکثر رساندن تأثیرات هایپرتروفیک تمرینی، توصیه می‌شود که چهار تا شش نوبت در هر تمرین انجام گیرد، زیرا گمان می‌رود فراتر از این محدودهٔ نوبت، هایپرتروفی و قدرت عضلانی ورزشکار به فلات خواهد رسید و حتی شاید به‌دلیل تمرین بیش‌ازحد پسرفت کند (۲۰). انتظار می‌رفت بیشتر بودن حجم تمرین در گروه تمرین مقاومتی حجم آلمانی در مقایسه با گروه پنج نوبت عوامل دخیل در هایپرتروفی عضلانی (مانند فشار سوخت‌وسازی، تنش مکانیکی، آسیب عضلانی) را برجسته کند (۱۳). همچنین نتایج پژوهش هاکت و همکاران (۲۰۱۸) نشان می‌دهد که ۱۰ نوبت در مقایسه با پنج نوبت در هر تمرین مقاومتی در طول ۱۲ هفته برای افزایش قدرت عضلانی و هایپرتروفی مؤثرتر نیست. تا زمانی‌که تحقیقات بیشتری برای تأیید این فرضیه انجام نگیرد، چهار تا شش نوبت در هر تمرین مقاومتی برای به حداکثر رساندن قدرت عضلانی و هایپرتروفی برای افراد تمرین‌کرده توصیه می‌شود (۱۴). درینکواتر و همکاران

(۲۰۰۷) هیچ تفاوتی در حداکثر یک تکرار پرس سینه پس از یک برنامهٔ تمرینی شش‌هفته‌ای پرس سینه که هشت نوبت را در مقابل ۱۲ نوبت مقایسه کرد، پیدا نکردند (۲۱). بررسی‌ها در زمینهٔ تأثیر حجم تمرین مقاومتی (نوبت‌های زیاد در مقابل نوبت‌های کم) بر تغییرات تودهٔ عضلانی در افراد تمرین مقاومتی تفاوت معناداری بین حجم تمرینات بالاتر و پایین‌تر نشان ندادند (۲۲، ۲۳). بررسی لاسکالا و همکاران (۲۰۱۸) شواهدی ارائه کرد که حجم‌های بالا (≤۳) به‌طور چشمگیری بهتر از حجم‌های پایین (<۳) در مورد هایپرتروفی عضلات فوقانی بدن نیستند (۲۴). به‌طور بالقوه، تعداد بهینهٔ نوبت‌ها برای یک تمرین برای به حداکثر رساندن هایپرتروفی عضلانی شاید برای پایین‌تنه در مقایسه با بالاتنه بیشتر باشد. دلایل پیشنهادی برای تفاوت در افزایش هایپرتروفی عضلانی برای این نواحی بدن عبارت‌اند از: بالاتنه دارای محتوای گیرندهٔ آندروژن بیشتر (۲۵) و پاها به‌دلیل استفادهٔ بیشتر روزانه از آن‌ها پاسخ تمرینی کمتری دارند (۲۶). از دید قدرت، یافته‌ها حاکی از آن است که برنامهٔ تمرینی با حجم کمتر به همان اندازهٔ تمرین با حجم بالاتر مؤثر است. اوستروفسکی و همکاران (۱۹۹۷) گزارش کردند که پس از ۱۰ هفته تمرین مقاومتی با حجم تمرینی کم (سه نوبت برای هر تمرین)، متوسط (شش نوبت برای هر تمرین) و زیاد (۱۲ نوبت برای هر تمرین) قدرت بالاتنه و پایین‌تنه افزایش می‌یابد، بدون اینکه تفاوت معناداری بین گروه‌ها ایجاد شود (۲۲). همچنین نتایج شونفلد و همکاران (۲۰۱۹) نشان می‌دهد که برای بهبود قدرت، آستانهٔ خاصی از حجم وجود دارد که می‌تواند در یک برنامهٔ تمرینی استفاده شود و افزایش بیشتر حجم تمرینی سودمند نیست و شاید تنها بازیافت پس از تمرین را به تأخیر بیندازد (۲۷). افزون بر این، تمرین با حجم کمتر، نیاز به جلسهٔ تمرینی کوتاه‌تری دارد، که در نهایت شاید پایبندی بهتری را نسبت به تمرین ایجاد کند، زیرا زمان به‌طور معمول به‌عنوان عامل مؤثری بر پایبندی به تمرینات مطرح می‌شود (۲۸، ۲۹). افزون بر این، همان‌طورکه در پژوهش‌های پیشین نشان داده شده است، تمرین مقاومتی با حجم بالا برای کاهش چربی نسبی بدن در زنان از تمرین مقاومتی با حجم کم کارامدتر است (۳۰، ۳۱). حجم بیشتر تمرین احتمالاً سبب صرف انرژی بیشتر در طول جلسهٔ تمرین مقاومتی می‌شود (۳۲) که به‌نوبهٔ خود به کاهش چربی بدن می‌انجامد.

بر خلاف نتایج پژوهش حاضر، نتایج محتشمی و همکاران (۲۰۲۳) نشان داد که تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده سبب افزایش قدرت و هایپرتروفی عضلانی می‌شود، همچنین این روش تمرین مقاومتی حجم آلمانی موجب افزایش بیشتری در هایپرتروفی نسبت به تمرین مقاومتی شدید و غیرخطی در مردان پس از هشت هفته می‌شود (۳۳). نتایج پژوهش کریگر و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد که پس از چهار تا شش نوبت در هر تمرین، سازگاری هایپرتروفیک با افزایش بیشتر در حجم تمرین محدود می‌شود. افزون بر این، گمان می‌رود که افزایش تعداد نوبت‌ها بیش از پنج برای تمرینات بالاتنه نتیجهٔ معکوس داشته باشد (۶). به‌دلیل نیازهای فیزیولوژیکی و شاید روانی بزرگ وابسته به تمرین مقاومتی حجم آلمانی (۱۹)، این عمل به‌طور معمول به دوره‌های کم و بیش شش‌هفته‌ای محدود می‌شود تا خطر تمرین بیش‌ازحد و آسیب‌های اسکلتی عضلانی کاهش یابد. به‌طور معمول، هایپرتروفی ناشی از تمرین به‌عنوان یک فرایند آهسته در نظر گرفته می‌شود، با دست‌کم چهار هفته برای دیدن هایپرتروفی عضلانی قابل توجه در افراد بدون تجربهٔ قبلی تمرین مقاومتی (۳۴، ۳۵). در افراد تمرین‌کرده، هایپرتروفی ناشی از تمرینات مقاومتی شاید با نزدیک شدن به پتانسیل هایپرتروفی ژنتیکی فرد، تغییر می‌کند (۳۶). کونیگ و همکاران

(۲۰۱۴) پیشنهاد کرد که اثر تمرین یا بی‌تمرینی بر ضخامت عضله تنها در صورتی معتبر تلقی شود که تغییرات بیش از ۱۰ درصد دیده شود (۳۷). مارشال و همکاران (۲۰۱۱) افزایش چشمگیری در قدرت عضلانی با هشت نوبت در مقایسه با یک نوبت پیدا کردند، بدون اینکه تفاوتی برای چهار نوبت پس از شش هفته تمرین دیده شود. با این همه، پس از چهار هفته دیگر از یک برنامهٔ تمرینی استاندارد با کاهش حجم، افزایش بیشتری در قدرت عضلانی برای هشت نوبت در مقایسه با گروه یک نوبت دیده شد (۸). نتایج فراتحلیل کریگر و همکاران (۲۰۱۰) افزایش ۴۰ درصدی هایپرتروفی را پس از تمرین مقاومتی حجم آلمانی در مقایسه با تمرین با حجم کمتر در افراد ورزشکار و غیرورزشکار نشان داد (۷). با این همه، استارک و همکاران (۲۰۱۲) به این نتیجه رسیدند که یک پروتکل تمرین مقاومتی متناسب با قدرت عضلانی و هایپرتروفی باید دست‌کم ۱۰-۱۲ هفته به مدت سه تا پنج جلسه در هفته باشد. بنابراین اثربخشی یک برنامهٔ اصلاح‌شدهٔ تمرین مقاومتی حجم آلمانی (روش ۱۰ نوبت) بر قدرت عضلانی و هایپرتروفی زمانی‌که در مدت زمان طولانی‌تری انجام گیرد، ناشناخته است (۳۸).

در روش‌های تمرینی که حجم تمرین افزایش یافته است، مجموع زمان تحت تنش عضلانی افزایش پیدا می‌کند و این می‌تواند سبب افزایش آسیب‌های ریز عضلانی در عضلات درگیر و افزایش سنتز پروتئین در زمان بازیافت شود. گمان می‌رود متغیر حجم تمرین، نقش مهمی در افزایش حجم عضلانی داشته باشد (۵). افزایش اندازه و قدرت عضلانی تحت تأثیر فشارهای مکانیکی و سوخت‌وسازی اعمال‌شده از طریق تمرین مقاومتی است. فشار مکانیکی با استفاده از تمرینات با شدت بالا ایجاد می‌شود و باور بر این است که درصد بیشتری از تارهای عضلانی را فعال می‌کند. برعکس، فشار سوخت‌وسازی با حجم زیاد تمرین با شدت متوسط با استفاده از فواصل استراحت کوتاه ایجاد می‌شود. این الگوی تمرینی به خستگی بیشتر منجر می‌شود و به‌طور بالقوه پاسخ هورمون آنابولیک بیشتری به ورزش را تحریک می‌کند. اگرچه شواهدی برای هر دو راهبرد وجود دارد، اما هنوز مشخص نیست که آیا یک پارادایم تمرینی در مورد توسعهٔ هایپرتروفی عضلانی سودمندتر از دیگری است یا خیر. در بزرگسالان تمرین‌نکرده، نوآوری بیشتر برنامه‌های تمرین مقاومتی شاید برای تقویت هایپرتروفی و افزایش قدرت کافی باشد، درحالی‌که شدت تمرین بیشتر شاید برای بزرگسالان تمرین‌کرده مفیدتر باشد (۳۹). تجربهٔ تمرینی به‌طور چشمگیری بر نتایج تمرینات تأثیر می‌گذارد (۴۰). در طول هفته‌های اولیهٔ یک برنامهٔ تمرینی جدید، ورزشکاران تازه‌کار چندین سازگاری عصبی را تجربه می‌کنند که به بهبود تکنیک تمرین، جذب عضلانی، کارایی فعال‌سازی و در نهایت قدرت بیشینه کمک می‌کند. مراحل ابتدایی هایپرتروفی عضلانی نیز در این زمان اتفاق می‌افتد، اما تغییرات ریخت‌شناسی در اندازهٔ عضله برای چند هفته آشکار نخواهد شد (۳۵).

در این پژوهش محدودیت‌هایی وجود داشت که شاید بر نتایج ما تأثیر بگذارد. تغذیهٔ آزمودنی‌ها در طول دورهٔ پژوهش یکی از این محدودیت‌ها بود که به‌وسیلهٔ پرسشنامهٔ یادآمد غذایی کنترل شد. سعی شد با راهنمایی‌ها و توصیه‌های انجام‌گرفته در ابتدای پژوهش، آزمودنی‌ها از الگوی غذایی مشابهی پیروی کنند تا تأثیر تغذیه بر متغیرهای موردنظر کاهش یابد. در این پژوهش هایپرتروفی عضلات بر اساس فرمول‌های هیمسفیلد و همکاران (۱۹۸۲) و ناپیک و همکاران (۱۹۹۶) (۱۷، ۱۸) محاسبه شد. یکی دیگر از محدودیت‌های پژوهش حاضر، کنترل دقیق چرخهٔ قاعدگی آزمودنی‌ها بود. آزمودنی‌های این پژوهش

هنگام اندازه‌گیری‌های پیش و پس از ۱۲ هفته تمرین در نیمهٔ اول قاعدگی قرار داشتند و اندازه‌گیری‌های هفتهٔ ششم، در نیمهٔ دوم قاعدگی انجام گرفت.

روی‌هم‌رفته نتایج نشان داد که ۱۲ هفته تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده و سنتی سبب کاهش معنادار درصد چربی و افزایش معنادار سطح مقطع عضلانی ران و بازو و قدرت عضلانی بالاتنه و پایین‌تنه می‌شود. همچنین تمرین مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده موجب افزایش معنادار تودهٔ عضلانی می‌شود. در این پژوهش تنها نوبت‌های انجام‌شده برای دو تمرین اول در هر جلسهٔ تمرینی دستکاری شدند، درحالی‌که نوبت‌های انجام‌شده برای سایر تمرینات برای دو گروه یکسان بود. در خصوص اثر تمرینات مقاومتی حجم آلمانی اصلاح‌شده بر ترکیب بدن، هایپرتروفی و قدرت عضلانی زنان پژوهشی انجام نگرفته است و پژوهشگران برای نخستین بار آن را بررسی انجام داده‌اند؛ برای نتیجه‌گیری دقیق‌تر در این باره به پژوهش‌های بیشتری نیاز است.

تشکر و قدردانی

از تمامی شرکت‌کنندگان در پژوهش که کمال همکاری را با پژوهشگران و عوامل اجرایی داشتند، قدردانی می‌شود.

حمایت مالی

این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

نویسندهٔ اول در فرایند اجرای پژوهش، جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه‌وتحلیل اطلاعات و نگارش نسخهٔ اولیه مقاله مشارکت داشته است. نویسندهٔ دوم در طرح موضوع، طراحی جزئیات پژوهش، مفهوم‌سازی، راهنمایی و نظارت، تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و نگارش و ویرایش مقاله مشارکت داشته‌اند. همهٔ نویسندگان نسخهٔ پایانی مقاله را مطالعه و تأیید کرده‌اند.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافعی در خصوص این مقاله وجود ندارد.

پی‌نوشت‌ها

[1] One repetition maximum
[2] German volume training
[3] Amirthalingam

منابع

1. Bird SP, Tarpenning KM, Marino FE. Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: a review of the acute programme variables. Sports medicine. 2005;35:841-51.

2. Winett RA, Carpinelli RN. Potential health-related benefits of resistance training. Preventive medicine. 2001;33(5):503-13.

3. Hass CJ, Feigenbaum MS, Franklin BA. Prescription of resistance training for healthy populations. Sports medicine. 2001;31:953-64.

4. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. Medicine & science in sports & exercise. 2004;36(4):674-88.

5. Kraemer WJ, Adams K, Cafarelli E, Dudley GA, Dooly C, Feigenbaum MS, et al. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. Medicine and science in sports and exercise. 2002;34(2):364-80.

6. Krieger JW. Single versus multiple sets of resistance exercise: a meta-regression. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2009;23(6):1890-901.

7. Krieger JW. Single vs. multiple sets of resistance exercise for muscle hypertrophy: a meta-analysis. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2010;24(4):1150-9.

8. Marshall PW, McEwen M, Robbins DW. Strength and neuromuscular adaptation following one, four, and eight sets of high intensity resistance exercise in trained males. European journal of applied physiology. 2011;111:3007-16.

9. Schoenfeld BJ, Wilson JM, Lowery RP, Krieger JW. Muscular adaptations in low-versus high-load resistance training: A meta-analysis. European journal of sport science. 2016;16(1):1-10.

10. Thorne G. Maximized!: The Complete Guide to Competitive Bodybuilding: Gerard Thorne; 2014.

11. Marsh G. The complete guide to training with free weights: Bloomsbury publishing; 2014.

12. Baker D. German volume training: An alternative method of high volume-load training for stimulating muscle growth. NCSA's Perform Train J. 2009;8:10-3.

13. Schoenfeld BJ. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2010;24(10):2857-72.

14. Hackett DA, Amirthalingam T, Mitchell L, Mavros Y, Wilson GC, Halaki M. Effects of a 12-week modified German volume training program on muscle strength and hypertrophy—a pilot study. Sports. 2018;6(1):7.

15. Niewiadomski W, Laskowska D, Gąsiorowska A, Cybulski G, Strasz A, Langfort J. Determination and prediction of one repetition maximum (1RM): safety considerations. Journal of human kinetics. 2008;19(2008):109-20.

16. Barbalho M, Gentil P, Raiol R, Del Vecchio FB, Ramirez-Campillo R, Coswig VS. High 1RM tests reproducibility and validity are not dependent on training experience, muscle group tested or strength level in older women. Sports. 2018;6(4):171.

17. Knapik JJ, Staab JS, Harman EA. Validity of an anthropometric estimate of thigh muscle cross-sectional area. Medicine and science in sports and exercise. 1996;28(12):1523-30.

18. Heymsfield S, McManus C, Smith J, Stevens V, Nixon DW. Anthropometric measurement of muscle mass: revised equations for calculating bone-free arm muscle area. The American journal of clinical nutrition. 1982;36(4):680-90.

19. Baker D, Newton R. The deleterious acute effects of the high volume-load german volume training workout upon upper body power output. J Aust Strength Cond. 2009;17(2):11-9.

20. Amirthalingam T, Mavros Y, Wilson GC, Clarke JL, Mitchell L, Hackett DA. Effects of a modified German volume training program on muscular hypertrophy and strength. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2017;31(11):3109-19.

21. Drinkwater EJ, Lawton TW, Mckenna MJ, Lindsell RP, Hunt PH, Pyne DB. Increased number of forced repetitions does not enhance strength development with resistance training. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2007;21(3):841-7.

22. Ostrowski KJ, Wilson GJ, Weatherby R, Murphy PW, Lyttle AD. The effect of weight training volume on hormonal output and muscular size and function. The Journal of Strength & Conditioning Research. 1997;11(3):148-54.

23. Rhea MR, Alvar BA, Ball SD, Burkett LN. Three sets of weight training superior to 1 set with equal intensity for eliciting strength. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2002;16(4):525-9.

24. La Scala Teixeira CV, Motoyama Y, de Azevedo PHSM, Evangelista AL, Steele J, Bocalini DS. Effect of resistance training set volume on upper body muscle hypertrophy: are more sets really better than less? Clinical physiology and functional imaging. 2018;38(5):727-32.

25. Cureton KJ, Collins MA, Hill DW, McElhannon Jr FM. Muscle hypertrophy in men and women. Medicine and science in sports and exercise. 1988;20(4):338-44.

26. Kadi F, Bonnerud P, Eriksson A, Thornell L-E. The expression of androgen receptors in human neck and limb muscles: effects of training and self-administration of androgenic-anabolic steroids. Histochemistry and cell biology. 2000;113:25-9.

27. Schoenfeld BJ, Contreras B, Krieger J, Grgic J, Delcastillo K, Belliard R, Alto A. Resistance training volume enhances muscle hypertrophy but not strength in trained men. Medicine and science in sports and exercise. 2019;51(1):94.

28. Gibala MJ. High-intensity interval training: a time-efficient strategy for health promotion? Current sports medicine reports. 2007;6(4):211-3.

29. Siddiqi Z, Tiro JA, Shuval K. Understanding impediments and enablers to physical activity among African American adults: a systematic review of qualitative studies. Health education research. 2011;26(6):1010-24.

30. Cunha PM, Ribeiro AS, Tomeleri CM, Schoenfeld BJ, Silva AM, Souza MF, et al. The effects of resistance training volume on osteosarcopenic obesity in older women. Journal of sports sciences. 2018;36(14):1564-71.

31. Ribeiro AS, Schoenfeld BJ, Pina FL, Souza MF, Nascimento MA, dos Santos L, et al. Resistance training in older women: Comparison of single vs. multiple sets on muscle strength and body composition. Isokinetics and Exercise Science. 2015;23(1):53-60.

32. Mookerjee S, Welikonich MJ, Ratamess NA. Comparison of energy expenditure during single-set vs. multiple-set resistance exercise. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2016;30(5):1447-52.

33. Mohtashami A, Saghebjoo M, Rahmani-Nia F. Comparison of effect of modified German volume, high-intensity, and non-linear resistance training on some biochemical, anthropometric, and functional indices related to muscle strength in male athletes. Journal of Practical Studies of Biosciences in

Sport. 2023;11(28):8-27.

34. DeFreitas JM, Beck TW, Stock MS, Dillon MA, Kasishke PR. An examination of the time course of training-induced skeletal muscle hypertrophy. European journal of applied physiology. 2011;111:2785-90.

35. Moritani T, DeVries HA. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. American journal of physical medicine & rehabilitation. 1979;58(3):115-30.

36. Schoenfeld BJ, Aragon AA, Krieger JW. The effect of protein timing on muscle strength and hypertrophy: a meta-analysis. Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2013;10(1):53.

37. König N, Cassel M, Intziegianni K, Mayer F. Inter-Rater Reliability and Measurement Error of Sonographic Muscle Architecture Assessments. Journal of Ultrasound in Medicine. 2014;33(5):769-77.

38. Stark M, Lukaszuk J, Prawitz A, Salacinski A. Protein timing and its effects on muscular hypertrophy and strength in individuals engaged in weight-training. Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2012;9:1-8.

39. T Mangine G, R Hoffman J, H Fukuda D, R Stout J, A Ratamess N. Improving muscle strength and size: the importance of training volume, intensity, and status. Kinesiology. 2015;47(2.):131-8.

40. Medicine ACoS. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. Medicine and science in sports and exercise. 2009;41(3):687-708.