اثر تمرین مقاومتی به‌روش جداسازی گروه‌های عضلانی (اسپلیت) بر سطوح هورمونی و ساختار عضلانی، در ورزشکاران جوان پرورش‌اندام

سلمان نظامی[۱]، محمدعلی سمواتی شریف*[۲]، اسدالله چزانی شراهی[۱]

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی ، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا همدان، ایران

۲. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا همدان، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۰۶/۰۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۹/۱۳

چکیده

هدف این پژوهش، بررسی اثر هشت‌هفته تمرین مقاومتی شدید (به‌روش اسپلیت) بر تغییرات سطوح سرمی تستوسترون، کورتیزول، نسبت تستوسترون به کورتیزول (T/C) و تأثیر آن بر رشد و توسعه قدرت عضلانی است. ۲۰ نفر از ورزشکاران مبتدی پرورش‌اندام با شاخص توده بدن ۲/۲۵±۲۳/۸۰ کیلوگرم بر مترمربع و میانگین سنی ۲/۵۵±۲۴/۶۵ در این پژوهش مشارکت کردند. آزمودنی‌ها به‌صورت تصادفی در دو گروه تمرین قدرتی به‌روش اسپلیت (۱۰ نفر) و کنترل به‌روش سنتی (۱۰ نفر) قرار گرفتند. برنامهٔ تمرینی با ۱۰۰-۸۵ درصد 1RM برای شش‌نوبت در هفته به‌روش اسپلیت (جداسازی گروه‌های عضلانی) طراحی شد. گروه کنترل به‌روش تمرین کل بدن (سنتی) با همان شدت و مدت به تمرین پرداختند. ضخامت عضلهٔ تحت مطالعه (سه‌سر بازو) با استفاده از تصویربرداری سونوگرافی در هر دو گروه قبل و پس از مداخله اندازه‌گیری شد. نمونه‌گیری خونی، در زمان استراحت قبل و بعد از تمرین‌ها در محیط آزمایشگاه جمع آوری شد. نتایج نشان داد که تمرین به‌روش اسپلیت نسبت به‌روش سنتی، موجب افزایش قدرت عضلانی (p=۰/۰۱)، تودهٔ عضلانی (p=۰/۰۰۱) و نسبت T/C (p=۰/۰۲) می‌شود. همچنین، بین قدرت بیشینه با هایپرتروفی r=۰/۵۵، p=۰/۰۰۱ و نسبت T/C با قدرت بیشینه ارتباط معنی‌دار مشاهده شد r=۰/۷۴ ،p=۰/۰۳ . نتایج نشان می‌دهند، این روش از تمرین مقاومتی موجب افزایش تحریک آنابولیکی و تودهٔ عضلانی در بدن می‌شود، که افزایش قدرت بیشینه را درپی دارد.

کلیدواژه‌ها: قدرت عضلانی، تودهٔ عضلانی، تستوسترون، کورتیزول.

The effect of resistance training with split method on hormones levels and muscle mass in young bodybuilder

Nezami, S[1]., Samavati Sharif, M.A[2]., Chezani Sharahi, A[1].

1. Master of Science, Sport Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences Bu-Ali Sina University, Iran
2. Associate Professor, Sport Physiology, Faculty of Physical Education and Sport sciences, Bu-ali Sina University, Iran

Abstract

The purpose of the current study was the effect of 8-week high intensity resistance training (the Split training method), on Testosterone, Cortisol and Testosterone/Cortisol serum level and its influence on muscle mass and development of muscle strength. 20 persons beginner in bodybuilding (body mass index: 23.80±2.25 kg/m2; age: 24.65±2.55 year) participated in this study. The subjects divided randomly into strength training (10 persons) and control groups (10 persons). Training program was designed according to the Split method with 85%-100% of 1RM for six times per weeks. The same strength and duration was applied for the control group based on the traditional training. Before and after training the thickness of Triceps muscle was measured with ultrasound in both groups. Resting blood samples were collected before and after training. The results showed, compared with traditional training, training with Split method increased muscle strength (p=0.01), muscle mass (p=0.001) and the Testosterone to Cortisol (T/C) ratio (p=0.02). Moreover, there were significant correlation between the maximum strength and hypertrophy(r=0/55, p=0/001) and between (T/C) and maximum strength (r=0/74, p=0/03). The results of this study shows that resistance training with high intensity (the Split Training Method) causes increase in anabolic stimulation and muscle mass which subsequently increases maximum strength.

Keywords: Maximum Strength, Muscle Mass, Testosterone, Cortisol.

*.m-samavati@basu.ac.ir

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1396.15.13.5.3]

مقدمه

کلیهٔ اَشکال تمرینی در پرورش‌اندام با هدف توسعه حجم، قدرت، سازگاری آناتومیکی و تفکیک عضلات با حفظ حجم عضلانی طراحی می‌شوند(۱). اکثر ورزشکاران پرورش‌اندام ازدونوع شیوهٔ تمرینی بهره می‌جویند، که به شیوه‌های تمرین کل بدن[1] (سنتی[2] یا دایره‌ای[3]) و اسپلیت[4] (جداسازی گروه‌های عضلانی) معروف‌اند. در شکل تمرینی کل بدن، همان‌طور که از نام آن مشخص است، تمام گروه‌های اصلی عضلات بدن در یک جلسه تحت تمرین قرار می‌گیرد. تمرین کل عضلات بدن در یک جلسه، به‌لحاظ تعداد تناوب کمتر جلسات تمرین در هفته، بسیار کارآمد است. تمرین با این شیوه در عین اینکه از صرف زمان برای اجرای حرکات ناکارآمد می‌کاهد، به تمرکز بر حرکات اصلی و پایه کمک می‌کند. ولی، تمرین کل عضلات بدن در یک جلسه، مجالی برای تمرین‌های تخصصی و تمرین‌های با حجم بالا باقی نمی‌گذارد. البته، هر دو مورد پیش-گفته تنها به بدن‌سازان سطح پیشرفته مرتبط است و بدن‌سازان مبتدی و متوسط به اجرای تمرین‌های با حجم بالا، دست‌کم تا زمانی که به حجم عضلانی پذیرفتنی‌ای دست نیافته باشند، نیاز ندارند (۱،۲). درنتیجه، بدن‌سازان برای ایجاد حجم عضلانی بیشتر و به‌کارگیری تمرین‌های با حجم بالاتر برای هرکدام از گروه‌های عضلانی، از شیوه تمرینی اسپلیت استفاده می‌کنند. این شیوه نیز جزء اولین شیوه‌های تمرینی متداول در بین بدن‌سازان بوده‌است. درواقع، محبوبیت تمرین‌های اسپلیت بر دو عامل کلیدی استوار است: دستیابی به نتیجه-ای بهتر با صرف زمان کمتر در باشگاه، و داشتن تمرکز بیشتر و به‌کارگیری شدت تمرینی بیشتر در قیاس با تمرین کل عضلات بدن در یک جلسه (۲). طبق گزارش دانشگاه علوم ورزشی ویسکانسین- لاکراس امریکا[5]، چند نوع از برنامه‌های تمرینی اسپلیت به شرح ذیل‌اند:

۱) اسپلیت فشاری- کششی: در این نوع از برنامه اسپلیت، جلسه‌های تمرینی هفته را به برنامه‌های تمرینی تشکیل‌شده از حرکات کششی (مثل پشتی بزرگ و جلوبازو) و حرکات فشاری (مثل سینه و سه‌سر بازو) تقسیم می‌کنند. ۲) اسپلیت فشاری- کششی به‌انضمام پاها: این برنامه اسپلیت شبیه برنامه قبلی است با این فرق که یک جلسه مجزا هم به تمرین پایین‌تنه (چهارسرران، همسترینگ و ساق‌ها) اختصاص داده می‌شود. ضمن اینکه در این شیوه می‌توان تمرین‌های مربوط به عضلات سرشانه را نیز جداگانه در یک جلسه تمرین اجرا کرد. ۳) اسپلیت بالاتنه- پایین‌تنه: در این نوع از برنامه تمرینی در یک جلسه عضلات مربوط به بالاتنه تمرین داده می‌شود و در جلسه بعد عضلات مربوط به پایین‌تنه. در این شیوهٔ تمرینی، به‌دلیل‌اینکه روز سوم روز استراحت است، برنامه اسپلیت سه‌روز در نظر گرفته می‌شود، چون پس از سه‌روز دوباره برنامه تمرینی تکرار می‌شود. ۴) اسپلیت هربخش از بدن یا هر گروه عضلانی: در این نوع برنامه تمرینی، هر عضله در یک جلسه تمرین داده می‌شود؛ برای مثال، روز اول: پاها (صبح)/ بازوها (عصر)؛ روز دوم: استراحت؛ روز سوم:

1. Full-Body Method
2. Traditional Method
3. Circuit Training
4. Split Training
5. American University of Wisconsin-La Crosse

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1396.15.13.5.3]

عضلات سینه‌ای (صبح)/ پشتی بزرگ (عصر)؛ روز چهارم: استراحت؛ روز پنجم: سرشانه؛ روز ششم: استراحت و روز هفتم دوباره از اول (۲). بنابراین، تنوع شیوه تمرینی اسپلیت بسته به سلایق افراد متفاوت است و به‌همین دلیل هر ورزشکار یا مربی – بسته به نیاز ورزشکار– می‌تواند اسپلیت مورد نظرش را طراحی کند.

همچنین، طی گزارش دانشکده امریکایی طب ورزشی (ACSM)، و اسپاینتی و همکاران (۲۰۱۰) از لحاظ فیزیولوژیکی سه مزیت ویژه در تمرین اسپلیت وجود دارد: ۱) خستگی کمتر که موجب به کارگیری وزنه-های سنگین‌تر (شدت بیشتر) و نوبت‌های بیشتر (حجم تمرینی بیشتر) می‌شود. ۲) توجه و رسیدگی بیشتر به هر گروه از عضلات. بنابراین، هنگامی‌که ورزشکار هر روز فقط یک یا دو عضله را تمرین دهد، قطعاً می-تواند کیفیت رشد عضلات و تمرکز بیشتر بر عضله را افزایش دهد و میکروتروماهای اختصاصی‌تر و در نتیجه سازگاری رشد بیشتری ایجاد کند. ۳) پیش‌گیری از تمرین‌زدگی؛ درواقع، در تمرینات اسپلیت برخلاف تمرینات کل بدن، که طولانی و فرساینده است، ورزشکار وقت کمتری صرف می‌کند، تمرین با تنش و کیفیت بالاتری اجرا می‌کند و کمتر دچار فرسایش عضلات و دستگاه عصبی– مرکزی (CNS)[1] می‌شود و این به‌معنی پیش‌گیری از تمرین‌زدگی است (۳،۴). همان‌طور که گفته شد، تمرین مقاومتی اسپلیت قابلیت تاثیر گذاشتن در افزایش هایپرتروفی، قدرت و عملکرد بهتر گروه‌های عضلانی را دارد. احتمالاً، این تأثیرات می‌تواند ناشی از استرس‌های مکانیکی واردشده، سازگاری‌های متابولیکی و فعالیت‌های غدد درون‌ریز باشد. در طول یک دوره تمرینی، پاسخ‌های هورمونی ناشی از تمرین سهم بسزایی در هایپرتروفی یا آتروفی عضلانی دارند (۵). درواقع، هورمون‌های آنابولیک نقش جدایی‌ناپذیری در پاسخ به هایپرتروفی عضلانی ایفا می‌کنند. افزایش غلظت هورمون‌های آنابولیک موجب اتصال راحت‌تر به گیرنده، تسهیل متابولیسم پروتئین و درنتیجه توسعهٔ رشد عضلانی می‌شود (۶)؛ برای مثال، هورمون‌های تستوسترون، هورمون رشد (GH)[2] و هورمون شبه‌انسولینی (IGF-1)[3] در ارتقای آنابولیسم تأثیر دارند و از طرف دیگر، هورمون کورتیزول در وضعیت کاتابولیسم عضلهٔ اسکلتی نقش دارند (۷،۸). تستوسترون هورمونی مشتق‌شده از کلسترول است که اثر زیادی در وضعیت آنابولیکی بافت عضلانی دارد (۷). مطالعات نشان داده‌اند، تستوسترون موجب ارتقای تکثیر و فعال‌سازی سلول‌های اقماری[4] درنتیجهٔ افزایش تودهٔ عضلانی می‌شود (۹،۱۰). تستوسترون به‌صورت خودکار[5] از دو طریق آنابولیسم را در بدن انسان ارتقا می‌دهد: یکی به‌وسیله افزایش سنتز پروتئین و دیگری مهار تجزیهٔ پروتئین (۱۱). علاوه‌براین، تستوسترون می‌تواند به گیرنده‌های نورون‌های عصبی متصل شود و درنتیجه انتشار انتقال‌دهنده‌های عصبی و بازسازی اعصاب را افزایش دهد و موجب افزایش حجم سلولی شود (۱۲). همچنین، این هورمون در افزایش غیرمستقیم پروتئین ازطریق تحریک آزادسازی دیگر هورمون-

1. Central Nervous System
2. Growth Hormone
3. Insulin-Like Growth Factor
4. Satellite Cells
5. Automatically

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1396.15.13.5.3]

های آنابولیک مانند GH و IGF-I نقش مهمی دارد (۶). کورتیزول، گلیکوکورتیکوئید اصلی بدن انسان است که در متابولیسم و عملکرد ایمنی بدن نقش مهمی دارد (۱۳).

کورتیزول هورمون کاتابولیکی است که باعث کاهش ذخایر پروتئینی در تمام سلول‌های بدن به‌غیر از سلول-های کبدی می‌شود. علت این امر، افزایش کاتابولیسم و کاهش سنتز پروتئین موجود در سلول‌های عضلانی است. بنابراین، کورتیزول اسیدهای آمینه را از بافت‌های غیرکبدی بسیج می‌کند و با انجام این عمل ذخایر بافتی پروتئینی را کاهش می‌دهد (۱۳،۱۴). در تحقیقات علمی از نسبت تستوسترون به کورتیزول (T/C)[1] برای بررسی موقعیت‌های آنابولیکی به کاتابولیکی بدن و ارتباط این شاخص‌ها با فعالیت‌های ورزشی روزمره استفاده می‌شود. کاهش نسبت T/C به مثابهٔ شاخص فعالیت کاتابولیکی و افزایش نسبت T/C به‌منزلهٔ شاخص فعالیت آنابولیکی عضلهٔ اسکلتی در نظر گرفته شده است (۱۵). افزایش تستوسترون و نسبت T/C می‌تواند نقش مهمی در افزایش قدرت (۱۶) و تودهٔ عضلانی (۱۷) ناشی از تمرین قدرتی ایفا کند. مشاهدات حاد ناشی از تمرین مقاومتی نشان داده‌اند که افزایش تستوسترون و نسبت T/C می‌تواند نقش مهمی در هایپرتروفی (۱۳،۱۷) و قدرت عضلانی (۶،۱۷) داشته باشد. درواقع، برخی مطالعات درکنار افزایش تستوسترون و نسبت T/C درنتیجهٔ تمرین مقاومتی مستمر، افزایش قدرت (۱۰) و تودهٔ عضلانی (۱۳،۱۷) را گزارش کرده‌اند، ولی برخی از مطالعات درکنار افزایش قدرت (۱۸) و هایپرتروفی عضلانی (۱۹) هیچ تغییری را در سطوح تستوسترون در طول برنامه‌های تمرین مقاومتی مشاهده نکرده‌اند. علاوه‌براین، اکثر مطالعات ذکرشده، برای بررسی تغییرات هورمونی طی تمرین مقاومتی از روش‌های تمرین دایره‌ای برای بررسی این متغیرها استفاده کرده‌اند. ولی، در زمینهٔ اثر تمرین مقاومتی به‌روش اسپلیت (تقسیم‌بندی گروه‌های عضلانی بر اساس روزهای هفته)، باوجود جست‌جوی زیاد، پژوهش علمی‌ای یافت نشد. با توجه به فقدان اطلاعات علمی دربارهٔ اثر این روش تمرینی بر تغییرات سطوح هورمونی و ساختاری، و با توجه به نبود اطلاعات علمی کافی (اطلاعات عمومی در این سبک از تمرین، اکثراً به صورت تجربی از سوی قهرمانان این رشته ارائه شده است)، دربارهٔ ارتباط بین تغییرات مزمن سطوح هورمونی (به‌روش اسپلیت) بر قدرت و هایپرتروفی عضلانی، انجام این پژوهش ضروری به‌نظر می‌رسد. هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر هشت هفته تمرین مقاومتی شدید (به‌روش اسپلیت) بر سطوح سرمی تستوسترون، کورتیزول، نسبت T/C و تودهٔ عضلانی در مقایسه با تمرین کل بدن (سنتی) در ورزشکاران جوان و مبتدی پرورش‌اندام بوده‌است. فرض اصلی تحقیق مبنی بر این است که تمرین مقاومتی شدید (به‌روش اسپلیت)، ازطریق افزایش سطوح استراحتی تستوسترون یا افزایش نسبت T/C می‌تواند در افزایش قدرت و هایپرتروفی عضلانی در افراد تمرین‌کردهٔ جوان نقش بیشتری نسبت به تمرین کل بدن داشته باشد.

1. Testosterone/Cortisol Ratio

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1396.15.13.5.3]

روش‌شناسی

تعداد ۲۰ آزمودنی با میانگین شاخص توده بدنی ۲/۲۵±۲۳/۸۰ کیلوگرم بر مترمربع و سن ۲/۵۵±۲۴/۶۵، پس از گذراندن یک دوره‌ی شش‌ماهه کار با وزنه (سه‌جلسه در هفته) داوطلبانه در این طرح پژوهشی مشارکت کردند. آزمودنی‌ها فاقد هرگونه سابقهٔ بیماری، عمل جراحی، استفاده از داروهای نیروزا و رژیم غذایی خاص بودند. پس از تکمیل پرسش‌نامه‌های رضایت از مشارکت در این پژوهش و اطلاعات پزشکی، آزمودنی‌ها به‌طور تصادفی به دو گروه تمرین قدرتی (به‌روش جداسازی گروه‌های عضلانی یا اسپلیت) (۱۰ نفر) و کنترل (تمرین کل بدن یا سنتی) (۱۰ نفر) تقسیم شدند.

پروتکل تمرین: در این پروتکل تمرینی هشت‌هفته‌ای، برنامه تمرینی با توجه به شاخص‌های تمرین قدرتی سیف (۲۰۰۳) انتخاب (۲۰)، و به‌روش اسپلیت (جداسازی گروه‌های عضلانی بر اساس روزهای هفته) طراحی شد، ضمن اینکه جهت اجرای نوبت‌های تمرین، از روش تمرینی هرمی ساده و جهت تمرین عضله سه‌سر بازو از روش اولویت تمرینی استفاده شد (از این روش تمرینی جهت افزایش هایپرتروفی عضلات ضعیف‌تر یا رشد بیشتر عضلهٔ مورد علاقهٔ ورزشکار استفاده می‌شود) (۲۱)، به‌نحوی‌که گروه تمرین قدرتی روزهای شنبه و سه‌شنبه تمرین برای گروه‌های عضلانی سه‌سر بازو و پشتی بزرگ، روزهای یکشنبه و چهارشنبه گروه‌های عضلانی سینه‌ای و سرشانه، و روزهای دوشنبه و پنج‌شنبه تمرین برای پاها و عضله دوسر بازو را اجرا می‌کردند. حرکات مورد نظر برای عضله هدف (سه‌سر بازو) شامل پشت‌بازو تک‌دمبل خوابیده، پشت‌بازو هالتر، دیپ و پشت‌بازو سیم‌کش تک‌دست بود. برنامه تمرینی شامل ۱۰ دقیقه گرم‌کردن، سپس ۳۰ تا ۴۵ دقیقه کار با وزنه با شدت ۱۰۰-۸۵ درصد 1RM[1]، تعداد تکرار یک تا شش، تعداد نوبت‌های تمرینی سه تا پنج‌بار برای هر حرکت و فاصله‌های استراحت بین هر نوبت ۲ تا ۵ دقیقه در نظر گرفته شده بود. پس از پایان تمرین، آزمودنی‌ها ۱۰ دقیقه برنامه سردکردن داشتند. آزمودنی‌های گروه کنترل به‌روش تمرین کل بدن یا سنتی، با هفته‌ای دوجلسه تمرین (روزهای شنبه و سه‌شنبه) و شدت‌هایی بین ۱۰۰-۸۵ درصد 1RM، با یک نوبت تمرینی و یک حرکت برای هر عضله (حرکات پایه شامل پرس سینه تخت، لیفت، پشت‌بازو هالتر خوابیده و اسکات در برنامه تمرینی آنها گنجانیده شده بود) تمرینات را اجرا می‌کردند. آزمودنی‌ها در این روش مانند آزمودنی‌های روش اسپلیت برای هر گروه عضلانی در هفته دو بار تمرین می‌کردند. برای رعایت اصل اضافه‌بار و پیشرفت تدریجی در هفته‌های زوج، آزمون 1RM اجرا می‌شد.

اندازه‌گیری(1RM): یک تکرار بیشینه آزمودنی‌ها با استفاده از فرمول برزیکی[2] (۱۹۹۸) برآورد شد (۲۲). در این آزمون، شخص جابه‌جایی یک وزنه زیربیشینه را تا حد خستگی تکرار می‌کند (زیر۱۰تکرار)، سپس با توجه به معادله زیر، حداکثر قدرت فرد برای آن حرکت برآورد می‌شود (روایی r=۰/۹۸) (۲۳).

$$\textbf{یک تکرار بیشینه (1RM)} = \frac{\text{وزنه جاجابه شده(کیلوگرم)}}{[\mathbf{1/0278} - (\boldsymbol{N} \times \mathbf{0/0278})]}$$

تعداد تکرار تا خستگی=N

1. One Repetition Maximum
2. Brzycki

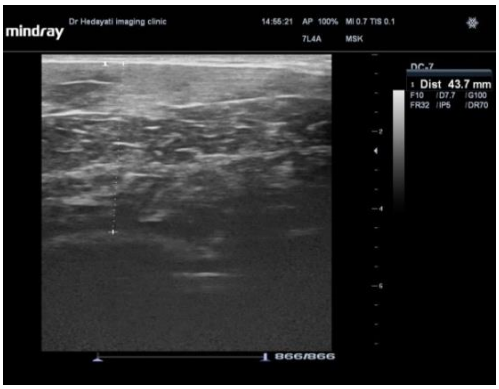
[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1396.15.13.5.3]

اندازه‌گیری ضخامت عضلانی: جهت بررسی هایپرتروفی عضلانی، حداکثر ضخامت عضله سه‌سر بازوی آزمودنی‌ها در وضعیت اکستنشن آرنج و اکستنشن مچ دست در حالت نشسته، با استفاده از تصویربرداری اولتراسوند از دست غالب، از نیمه وسط بین زائده آخرمی از استخوان کتف و زائده آرنجی از استخوان زند زیرین به‌وسیله خط‌کش مشخص شد و پس از علامت‌گذاری، مقداری ژل اولتراسوند به سطح پوست زده شد. سپس، با استفاده از لاینر (پروب) خطی 12.5MHZ اندازه‌گیری انجام گرفت (تصویر ۱ و ۲). برای این اندازه‌گیری، از دستگاه سونوگرافی (Mindray-Dc7) استفاده شد. گفتنی است روایی و پایایی این روش اندازه‌گیری به تأیید رسیده‌است (۲۴).



تصویر ۱. نمونه از تصویر سونوگرافی عضله سه‌سربازویی (پیش‌آزمون).



تصویر ۲. تصویر سونوگرافی عضله سه‌سربازویی (پس‌آزمون).

نمونه‌گیری خونی: جهت اندازه‌گیری سطوح هورمونی، یک‌روز قبل از شروع پروتکل تمرینی و در پایان هفته هشتم، در وضعیت استراحت (۴۸ ساعت پس از آخرین نوبت تمرین و ۱۰ تا ۱۲ ساعت ناشتا) بین ساعت ۸:۳۰-۸:۰۰ نمونه خونی از ورید کوبیتال آزمودنی‌ها به‌مقدار ۵ سی‌سی دریافت شد. سپس، نمونه‌های خونی در هر مرحله سانتریفیوژ و سرم آنها در دمای ۲۰- درجه نگهداری شد. این شیوه از نمونه‌گیری در مطالعات متعدد جهت بررسی سازگاری‌های مزمن تمرین مقاومتی استفاده شده‌است (۱۷،۲۵،۲۶). سطوح تستوسترون پلاسمای خون با استفاده از کیت ریچا[1] تحت لیسانس (FDA)[2] امریکا به‌روش ECL[3] اندازه-گیری شد. جهت اندازه‌گیری سطوح کورتیزول پلاسمای خون از کیت مونوبایند[4] ساخت کشور امریکا (با نام تجاری T3 ELIASA KIT) استفاده شد. این اندازه‌گیری به‌روش الایزا[5] انجام گرفت.

روش آماری: در پژوهش حاضر، برای بررسی نرمال‌بودن توزیع داده‌ها از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف؛ برای مشخص‌شدن میزان تفاوت‌های درون‌گروهی از آزمون تی زوجی (همبسته)؛ و برای بررسی میزان تغییرات بین‌گروهی از آزمون تی مستقل استفاده شد. همبستگی بین مقادیر اختلاف متغیرهای تمرین توسط ضریب همبستگی پیرسون محاسبه شد. همچنین، حداقل سطح معناداری داده‌ها P≤۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

1. Reche
2. Food and Drug Administration
3. Electrochemiluminescense
4. Monobind Kit
5. Elisa

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1396.15.13.5.3]

کلیه عملیات آماری توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ صورت گرفت. میانگین‌های مربوط به متغیرهای خونی مورد نظر در جدول ۱ نشان داده شده‌است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، مقایسه تغییرات ایجادشده نشان می‌دهد که هشت‌هفته تمرین مقاومتی شدید (به‌روش اسپلیت) در افراد تمرین‌کرده (گروه تمرین) نتوانسته تغییر معنی‌داری در سطوح استراحتی تستوسترون ایجاد کند. از طرف دیگر، تمرین مقاومتی شدید در گروه تمرین، کاهش معنی‌دار سطوح استراحتی کورتیزول را نسبت به گروه کنترل به‌دنبال داشته‌است (p=۰/۰۲۲). همان‌طور که مشاهده می‌شود، تمرین مقاومتی شدید سبب افزایش نسبت تستوسترون به کورتیزول در گروه تمرین شده‌است (p=۰/۰۲۹).

جدول ۱. مقایسه متغیرهای هورمونی درون‌گروهی و بین‌گروهی در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر دو گروه

متغیر	گروه	پیش‌آزمون M ± SD#	پس‌آزمون M ± SD	اختلاف درون گروهی(P)	اختلاف بین گروهی(P)
تستوسترون (ng/ml)	تمرین	۷/۷۷±۱/۹۳	۷/۷۴±۱/۹۶	۰/۹۵۹	۰/۴۵۹
	کنترل	۷/۴۸±۲/۷۳	۶,۸۴±۲,۶۸	۰,۰۸۸	
کورتیزول (µg/dl)	تمرین	۹/۶۷±۵/۰۴	۵/۲۵±۳/۷۹	*۰/۰۲۰	*۰/۰۲۲
	کنترل	۱۲/۳۷±۴/۲۴	۱۱/۱۳±۵/۲۵	۰/۲۱۵	
تستوسترون/ کورتیزول	تمرین	۰/۰۰۰۰۱۲۸±۰/۰۰۰۰۰۶۷	۰/۰۰۰۰۴۱۲±۰/۰۰۰۰۴۰۴	*۰/۰۲۸	*۰/۰۲۹
	کنترل	۰/۰۰۰۰۰۸۱±۰/۰۰۰۰۰۳۸	۰/۰۰۰۰۱۰۷±۰/۰۰۰۰۱۱۲	۰/۳۶۷	

* وجود تفاوت معنی‌دار در سطح P≤ ۰/۰۵، مقادیر به صورت میانگین ± انحراف معیار.

میانگین‌های مربوط به دو متغیر قدرت و تودهٔ عضلانی در جدول ۲ نشان داده شده‌است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، تمرین مقاومتی شدید (در گروه تمرین) به‌طور معنی‌دار –به ترتیب– موجب افزایش قدرت و ضخامت عضلانی در عضلهٔ سه‌سر بازو شده‌است (p=۰/۰۱۸ و p=۰/۰۰۱).

جدول ۲. مقایسه متغیر قدرت و هایپرتروفی عضلانی درون‌گروهی و بین‌گروهی در مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر دو گروه

متغیر	گروه	پیش‌آزمون M ± SD#	پس‌آزمون M ± SD	اختلاف درون‌گروهی (p)	اختلاف بین‌گروهی (p)
قدرت بیشینه (kg)	تمرین	۴۳/۹۷±۸/۳۲	۵۸/۳۶±۹/۳۱	*۰/۰۰۰	*۰/۰۱۸
	کنترل	۴۷/۲۰±۶/۶۴	۴۸/۶۸±۷/۳۵	۰/۳۲۹	
اندازه عضله (mm)	تمرین	۳۴/۶۹±۵/۵۴	۴۰/۷۱±۴/۱۹	*۰/۰۰۲	*۰/۰۰۱
	کنترل	۳۱/۵۱±۴/۴۴	۳۱/۸۳±۴/۴۷	۰/۲۵۷	

* وجود تفاوت معنی‌دار در سطح P≤ ۰/۰۵،مقادیر به صورت میانگین ± انحراف معیار

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1396.15.13.5.3]

همچنین، تجزیه و تحلیل ارتباط بین متغیرها با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون نشان داد که پس از هشت‌هفته تمرین مقاومتی شدید بین افزایش نسبت T/C با افزایش قدرت بیشینه (p=۰/۰۳، r=۰/۷۴) و بین افزایش قدرت با افزایش هایپرتروفی (p=۰/۰۱، r=۰/۵۵) ارتباط مثبت و معنی‌داری وجود دارد، اما بین افزایش نسبت T/C با افزایش هایپرتروفی ارتباط معنی‌داری مشاهده نشد.

بحث

در این مطالعه، هشت‌هفته تمرین مقاومتی شدید (به‌روش اسپلیت) در افراد جوان و مبتدی به افزایش هایپرتروفی و قدرت عضلانی منجرشد. این تغییرات، با کاهش کورتیزول، افزایش نسبت T/C و عدم تغییر تستوسترون همراه بود. افزایش قدرت عضلانی در گروه تمرین، با توجه به اینکه آزمودنی‌ها فقط تمرینات از نوع هایپرتروفی‌کننده را انجام داده بودند، پیش‌بینی‌پذیر بود. همچنین، افزایش تودهٔ عضلانی در تحقیق حاضر با نتایج مطالعات گذشته هم‌خوان است که افزایش هایپرتروفی را درنتیجهٔ تمرین مقاومتی شدید گزارش کرده‌اند (۱۳،۱۷،۲۷). از سوی دیگر، نتایج این پژوهش نشان داد، بین افزایش نسبت T/C با افزایش قدرت بیشینه و بین افزایش قدرت با افزایش تودهٔ عضلانی ارتباط معنی‌داری وجود دارد، اما از نظر آماری، ارتباط معنی‌داری بین افزایش نسبت T/C و افزایش هایپرتروفی عضلانی مشاهده نشد، هرچند در بسیاری از تحقیقات نشان داده شده که بین افزایش نسبت T/C با مقدار رشد عضلانی ارتباط مستقیم وجود دارد (۱۳،۱۷). بنابراین، پژوهش حاضر نشان می‌دهد که احتمالاً یکی از دلایل فیزیولوژیکی افزایش رشد عضلانی درنتیجه‌ی روش تمرینی اسپلیت ممکن است سازگاری هورمونی ناشی از افزایش نسبت T/C باشد. همان‌طور که گفته شد، از لحاظ فیزیولوژیکی، سه مزیت اصلی برای تمرینات اسپلیت وجود دارد: ۱) خستگی کمتر که موجب به‌کارگیری وزنه‌های سنگین‌تر (شدت بیشتر) و اجرای تعداد بیشتر (حجم تمرینی بیشتر) می‌شود (۳،۴). درواقع، در تحقیق حاضر ورزشکاران توانستند با بهره‌گیری از روش تمرینی هرمی ساده در اجرای نوبت‌های تمرینی و استراحت کافی در بین نوبت‌ها از شدت تمرین بیشتری در این شیوه بهره ببرند، که احتمالاً یکی دیگر از دلایل فیزیولوژیک افزایش رشد عضلانی در این پژوهش را می‌توان به همین مسئله اختصاص داد، زیرا در مطالعات گذشته نشان داده شده که بین افزایش شدت تمرین (استفاده از وزنه‌های سنگین‌تر) و مقدار رشد عضلانی ارتباط مستقیم وجود دارد (۱۳،۱۷،۲۷) که احتمالاً سازوکار فیزیولوژیک آن می‌تواند ایجاد میکروتروماهای عضلانی ناشی از تمرینات شدت بالا باشد. علاوه‌براین، این سبک از تمرین طبیعتاً زمان تحت تنش را در هر گروه از عضلات افزایش می‌دهد؛ زیرا در شیوه تمرینی اسپلیت، همان‌طور که گفته خواهد شد، ورزشکار نوبت‌ها و تعداد حرکات بیشتری برای هر گروه عضلانی اجرا می‌کند که این موضوع سبب افزایش در مجموع زمان تحت تنش عضلانی (TUT)[1] می‌شود. درواقع، در مطالعات گذشته نشان داده شده که افزایش در مجموع (TUT) موجب ایجاد میکروتروماهای اختصاصی‌تر در عضلات می‌شود که این موضوع خود موجب افزایش سنتز پروتئین بیشتر در زمان استراحت می‌شود (۳،۴).

1. Time Under Tention

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1396.15.13.5.3]

۲) توجه و رسیدگی بیشتر به هر گروه از عضلات: همان‌طور که گفته شد، در شیوهٔ تمرینی اسپلیت ورزشکار می‌تواند تمرکز ویژه‌ای بر هر گروه از عضلات هدف تمرین، در مقایسه با شیوهٔ تمرینات کل بدن داشته باشد و از روش‌های تمرینی ویژه برای کسب نتیجه دلخواه استفاده کند (۳،۴). همان‌طور که در بخش روش کار گفته شد، در این مطالعه جهت تمرین عضله اصلی تحت مطالعه (سه‌سر بازو) از روش اولویت تمرین استفاده شد که طبق تجربه قهرمانان این رشته ورزشی، این سبک از تمرین موجب رشد سریع‌تر عضلات ضعیف‌تر، یا رشد بیشتر عضله مورد علاقه ورزشکار می‌شود (۲۱) که به‌صورت علمی در این پژوهش به تأیید رسیده‌است؛ زیرا همان‌طور که گفته شد، در پژوهش حاضر پس از هشت‌هفته تمرین به‌روش اسپلیت و با بهره‌گیری از روش اولویت در تمرین عضله سه‌سر بازو، افزایش معنی‌دار هایپرتروفی در این گروه عضلانی مشاهده شد. درنتیجه، احتمالاً یکی دیگر از دلایل افزایش رشد عضلانی در این گروه، بهره‌گیری از تمرکز تمرینی بهتر در روش اولویت تمرینی درکنار شیوهٔ تمرینی اسپلیت بوده است. ۳) پیش‌گیری از تمرین‌زدگی، درواقع در تمرینات اسپلیت برخلاف تمرینات کل بدن که طولانی و فرساینده است، ورزشکار وقت کمتری صرف می‌کند، تمرین را با تنش و کیفیت بالاتری اجرا می‌کند و کمتر دچار فرسایش عضلات و دستگاه عصبی–مرکزی می‌شود و این به‌معنی پیش‌گیری از تمرین‌زدگی است. درواقع، در این سبک از تمرین ورزشکار در بین نوبت‌ها و در بین هر حرکت، برخلاف روش تمرین کل بدن (که حرکات بدون استراحت اجرا می‌شوند)، استراحت کافی دارد. این موضوع خود باعث بازسازی CNS و آدنوزین‌تری‌فسفات (ATP) می‌شود. درنتیجه، ورزشکار قادر به‌اجرای قدرتمندتر حرکات خواهد شد (۲،۳،۴). درنتیجه، پیش‌بینی می‌شود این سبک از تمرین روش مناسبی برای پیش‌گیری از تمرین‌زدگی باشد.

در این پژوهش تغییری در سطوح سرمی تستوسترون مشاهده نشد. همان‌طور که گفته شد، تستوسترون یک محرک قدرتمند سنتز پروتئین است که به‌طور ویژه متابولیسم بافت عضلانی را تحت تأثیر قرار می‌دهد که اثر آن از طریق ایجاد ارتباط بین گیرنده‌های آندروژنی واقع در سلول‌های عضلانی اعمال می‌شود (۲۸). درواقع، این هورمون پس از القای تکثیر سلول‌های اقماری و سنتز پروتئین موجب تشکیل فیبرهای عضلانی جدید می‌شود (۱۰). مطالعهٔ حاضر، هم‌سو با تعدادی از مطالعات، نشان می‌دهد تمرین مقاومتی بر سطوح استراحتی تستوسترون در افراد تمرین‌کرده جوان تغییری ایجاد نمی‌کند (۱۳،۱۶،۱۷). برای مثال، در پژوهش آهتیانن و همکاران (۲۰۰۳)، در مردان تمرین‌کرده پس از ۲۱ هفته تمرین مقاومتی هیچ‌گونه تغییر معنی‌داری در غلظت پایه این هورمون مشاهده نشد (۱۷). همین روند از یافته‌ها در پژوهش یوچیدا و همکاران (۲۰۰۴) مشاهده شد. آنها اثر هشت‌هفته تمرین مقاومتی را بر سطوح سرمی تستوسترون، کورتیزول و نسبت T/C را در زنان جوانی که سابقه دوازده‌ماه تمرین مقاومتی داشتند بررسی کردند. نتایج حاکی از افزایش قدرت در حرکت پرس‌سینه و عدم تغییر سطوح تستوسترون و افزایش سطوح استراحتی نسبت T/C به‌دلیل کاهش معنی‌دار کورتیزول بود (۱۶). بنابراین، در پژوهش حاضر، با توجه به گذراندن شش‌ماه دوره تمرینی ابتدایی در هر دو گروه تغییر نکردن این هورمون را می‌توان توجیه کرد؛ زیرا در برخی مطالعات که اثر تمرین مقاومتی بر

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1396.15.13.5.3]

سطوح سرمی تستوسترون را در افراد تمرین‌نکرده جوان بررسی کرده‌اند، افزایش معنی‌دار در سطوح تستوسترون گزارش شده است (۱۴،۱۷). بنابراین، ممکن است وضعیت قبل از تمرین در طی یک پروتکل تمرینی جدید فعالیت غدد درون‌ریز را تحت تأثیر قرار دهد و هیچ‌گونه تغییری در فعالیت غدد درون‌ریز ایجاد نکند (۲۵،۲۹). درنتیجه، احتمالاً در افراد تمرین‌کردهٔ مقاومتی، تمرینات شدید و حجم زیاد در شیوه تمرینی اسپلیت نمی‌تواند موجب تغییرات مزمن در سطوح استراحتی تستوسترون شود. علاوه‌براین، پاسخ تستوسترون به ورزش ممکن است تحت تأثیر رابطه بین هورمون و گیرنده قرار بگیرد؛ زیرا به‌نظر می‌رسد در افراد تمرین‌کرده تعامل بیشتری بین این دو برقرار است. درنتیجه، ترشح تستوسترون به پاسخی حاد برای تعامل بهتر با گیرنده نیاز نخواهد داشت (۲۹،۳۰). در کل، فرض تحقیق، مبنی بر افزایش سطوح استراحتی تستوسترون و تأثیر آن بر افزایش قدرت و هایپرتروفی عضلانی در افراد تمرین‌کرده، پذیرفته نمی‌شود.

در پژوهش حاضر، افزایش نسبت T/C صرفاً به‌دلیل کاهش معنی‌دار سطوح سرمی کورتیزول بود. همان‌طور که گفته شد، این هورمون موجب افزایش وضعیت کاتابولیکی و درنتیجه کاهش سنتز پروتئین می‌شود (۱۳،۱۷). علاوه‌براین، در مطالعات علمی نشان داده شده که هورمون کورتیزول فعالیت هورمون جسم زرد را مهار می‌کند و درنتیجه کاهش بیوسنتز تستوسترون در بدن را به‌دنبال دارد (۳۱). هم‌سو با پژوهش حاضر، برخی از مطالعات نشان داده‌اند سطوح استراحتی هورمون کورتیزول در طول دوره‌های تمرین مقاومتی با حجم زیاد و شدت زیاد کاهش می‌یابد (۱۳،۳۲). برای مثال، در پژوهش مارکس و همکاران (۲۰۰۱)، در یک پروتکل با حجم بالا و حرکات چند نوبتی طی ۲۴هفته تمرین، کاهش سطوح استراحتی کورتیزول از هفته اول نسبت به هفته ۱۲ و از هفته ۱۲ نسبت به هفته ۲۴ مشاهده شد (۳۲). همچنین، در برخی از مطالعات، هم‌سو با پژوهش حاضر، در افراد ورزیده (۱۳) و تمرین‌کرده (۱۶) کاهش سطوح استراحتی کورتیزول پلاسمای خون مشاهده شده است، مثلا در پژوهش کرامر و همکاران (۱۹۹۵) طی یک پروتکل تمرین مقاومتی شدید در مردان ورزیده کاهش سطوح استراحتی کورتیزول در هفته هشتم و در پایان دوازده‌هفته تمرین مشاهده شد (۱۳). بااین‌حال، در مطالعات یافت‌شده، که زمان نمونه‌گیری خونی (جهت بررسی تغییرات مزمن هورمونی) با مطالعه حاضر یکسان است، تغییر معنی‌داری در سطوح این هورمون مشاهده نشده است (۲۶، ۲۵) که ممکن است ناشی از روش تمرین و سن آزمودنی‌ها باشد (۲۶)، زیرا در این مطالعات تغییرات هورمونی در افراد میان‌سال و سال‌مند به‌روش تمرین کل بدن (دایره‌ای) بررسی شده است که نسبت به پژوهش حاضر از شدت و حجم کمتری برخوردار است. درنتیجه، احتمالاً این سبک از تمرین (تمرینات شدید در روش اسپلیت) ممکن است حتی در افراد تمرین‌کرده سازگاری بیشتری در کنترل ترشح هورمون کورتیزول پدیدآورد.

یافته‌های این تحقیق نشان داد، تمرین مقاومتی شدید (به‌روش اسپلیت) سبب افزایش معنی‌دار نسبتT/C می‌شود. در بسیاری از تحقیقات علمی از نسبت تستوسترون به کورتیزول T/C برای بررسی موقعیت‌های آنابولیکی به کاتابولیکی بدن و ارتباط آن با افزایش قدرت (۱۷،۲۶) و تودهٔ عضلانی (۱۳،۱۷) استفاده شده

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1396.15.13.5.3]

است. هم‌سو با پژوهش حاضر، برخی از مطالعات در زمینه تمرین مقاومتی نشان داده‌اند آزمودنی‌هایی که به سطوح بالاتر نسبت T/C در طی دوره تمرینی دست یافته‌اند، افزایش بیشتری در قدرت (۱۷،۲۶) و هایپرتروفی (۱۳،۱۷) تجربه کرده‌اند؛ برای مثال، آهتیانن و همکاران (۲۰۰۳) اثر ۲۱ هفته تمرین مقاومتی را در مردان تمرین‌کرده بررسی کردند، که در پژوهش آنها رابطه مثبتی بین تغییرات ساختاری و قدرت عضلانی با افزایش نسبت T/C مشاهده شد (۱۷). درنتیجه، در پژوهش حاضر، افزایش معنی‌دار نسبت T/C در پیش-آزمون نسبت به پس‌آزمون، ممکن است به منزله‌ی وضعیت آنابولیکی مناسب جهت افزایش قدرت و تودهٔ عضلانی در عضله تحت مطالعه (عضله سه‌سر بازو) قابل قبول باشد. بنابراین، پیش‌بینی می‌شود که روش تمرینی اسپلیت روش مناسبی جهت سازگاری آنابولیک ناشی از افزایش نسبت T/C باشد. طبق مطالعات گذشته، این موضوع خود با افزایش سنتز پروتئین و هایپرتروفی عضلانی در ارتباط است (۱۳،۱۷). بااین‌حال، در پژوهش حاضر از نظر آماری فرض تحقیق مبنی بر همبستگی مثبت بین افزایش سطوح استراحتی نسبت T/C با افزایش هایپرتروفی عضلانی در افراد تمرین‌کرده جوان پذیرفتنی نیست. از طرف دیگر، در تحقیق حاضر مشاهده شد که تمرین مقاومتی شدید (به‌روش اسپلیت) به افزایش معنی‌دار قدرت عضلانی در عضله تحت مطالعه منجر شده است که همراه با افزایش تودهٔ عضلانی و نسبت T/C بوده‌است. بنابراین، پیش‌بینی می‌شود، در این پژوهش توانایی در افزایش قدرت به‌دلیل افزایش اندازهٔ عضله و افزایش T/C بوده‌است. هم‌سو با پژوهش حاضر، برخی از مطالعات نشان داده‌اند افزایش قدرت ناشی از تمرین مقاومتی ممکن است حاصل افزایش تودهٔ عضلانی باشد (۲۷، ۱۷). برای مثال، ساینز و دیگر همکاران (۲۰۰۶) طی یک پروتکل تمرین مقاومتی شدید تغییرات اولیه در حجم عضلانی عضله چهارسر ران را با استفاده از روش تصویربرداری سونوگرافی در هفت‌داوطلب جوان و سالم بررسی کردند. نتایج نشان داد که در پایان دوره تمرینی، همراه با افزایش سطح مقطع عضله چهارسر ران، حداکثر انقباض ارادی (MVC)[1] به‌طور معنی‌داری افزایش یافته‌است (۲۷). همچنین، مطالعات دیگر نشان داده‌اند بین افزایش نسبت T/C و توسعهٔ قدرت عضلانی ارتباط معنی‌داری وجود دارد (۱۶،۱۷،۲۶). مثلا، در پژوهش کادور و همکاران (۲۰۱۰) ارتباط معنی داری بین افزایش قدرت و نسبت T/C مشاهده شد (۲۶).

درنتیجه، یکی دیگر از مزیت‌های روش تمرینی اسپلیت گفته‌های جو ویدر (۱۹۹۰) (بنیان‌گذار پرورش‌اندام نوین و مبتکر روش‌های تمرین) می‌تواند افزایش بیشتر قدرت نسبت به‌روش سنتی یا حتی روش تمرین دایره‌ای باشد (۲۱)؛ زیرا، همان‌طور که گفته شد، در این سبک از تمرین برای هر گروه عضلانی تعداد نوبت-ها و حرکات بیشتری اجرا می‌شود که افزایش مجموع (TUT) را درپی دارد و این موضوع (زمان تحت تنش) با افزایش قدرت و هایپرتروفی عضلانی بیشتر در گروه‌های عضلانی همراه است (۳،۴). درواقع، به همین‌دلیل است که اکثر بدن‌سازان و وزنه‌برداران برای به‌دست‌آوردن قدرت و حجم عضلانی بیشتر، از انواع روش‌های تمرینی اسپلیت – بسته به نیازهای ورزشی خود– استفاده می‌کنند. از دیگر نتایج این پژوهش

1. Maximum Voluntary Contraction

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1396.15.13.5.3]

افزایش تودهٔ عضلانی در عضله تحت مطالعه (سه‌سر بازو) بود. هم‌سو با پژوهش حاضر، برخی از مطالعات نشان داده‌اند که احتمالاً تمرین مقاومتی از راه بهبود سازگاری هورمون‌های یادشده تودهٔ عضلانی را افزایش می‌دهد (۱۳،۱۷)، مثلا، پژوهش کرامر و همکاران (۱۹۹۵)، همراه با افزایش نسبت T/C ، بیوپسی عضلانی (عضله چهارسر ران) افزایش حجم فیبرهای تند انقباض نوع ۱ را نشان داد (۱۳). شواهد نشان می‌دهند سازگاری‌های سلولی ممکن است عاملی کلیدی برای هایپرتروفی عضلانی ناشی از تمرین مقاومتی باشد (۱۰،۲۸،۳۰). برخی از این سازگاری‌ها به افزایش تعداد گیرنده‌های آندروژنی (AR)[1] در گروه‌های عضلانی مربوط است و این مسئله تابع افزایش هورمون آنابولیکی تستوسترون در تمرین‌های مقاومتی است (۳۰). درواقع، افزایش تعداد AR و افزایش در میزان حساسیت گیرنده‌ها به هورمون، ممکن است اثر تغذیه‌ای تستوسترون در سلول هدف را بهبود دهد (۱۰)؛ برای مثال، ویلویگابی و تایلور (۲۰۰۴) در پژوهش خود ۱۸ مرد جوان را طی یک پروتکل تمرین مقاومتی تحت بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که تمرین مقاومتی سبب افزایش معنی‌دار سنتز پروتئین و گیرنده‌های آندروژنی می‌شود. همچنین، مشاهده شد که بین افزایش تستوسترون و AR ارتباط معنی‌داری وجود دارد (۳۰). علاوه‌براین، نشان داده شده که گیرنده‌های آندروژنی، فیبرهای تندانقباض را بیشتر از فیبرهای کندانقباض افزایش می‌دهند(۲۸). بنابراین، می‌توان انتظار داشت، احتمالاً افزایش نسبت T/C موجب افزایش تعداد گیرنده‌های آندروژنی در سلول‌های عضلانی شود، که در مطالعات آینده بررسی این موضوع پیشنهاد می‌شود. در کل، باوجود فقدان ارتباط معنی‌دار بین افزایش نسبت T/C و هایپرتروفی، ممکن است افزایش معنی‌دار نسبت T/C سبب ایجاد محیط آنابولیک مطلوب جهت افزایش سازگاری‌های سلولی، افزایش هایپرتروفی و تغییرات ساختاری (تصویر ۱و۲) در فیبرهای عضلانی تندانقباض شده باشد.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی، براساس یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان نتیجه‌گیری کرد که پس از یک دوره شش‌ماهه کار با وزنه، تمرین مقاومتی شدید به‌روش اسپلیت نسبت به‌روش تمرین کل بدن (در افراد تمرین‌کرده جوان و مبتدی) توانست سبب افزایش تحریک آنابولیکی و هایپرتروفی عضلانی در بدن شود، که نتیجه طبیعی آن افزایش قدرت بیشینه بوده‌است. از طرف دیگر، افزایش مشاهده‌شده در نسبت T/C سازگاری‌های آنابولیک مزمن ناشی از این سبک از تمرین را می‌تواند نشان دهد. بنابراین، هم‌سو با پژوهش‌های ذکرشده در طول تحقیق، افزایش نسبت T/C ممکن است سازوکاری مؤثر برای افزایش قدرت و هایپرتروفی عضلانی توسط این روش از تمرین مقاومتی در افراد تمرین‌کرده باشد. بااین‌حال، از نظر آماری، فرض تحقیق مبنی بر اینکه تمرین مقاومتی شدید (به‌روش اسپلیت) ازطریق افزایش سطوح استراحتی نسبت T/C سبب افزایش

1. Androgen Receptors

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1396.15.13.5.3]

هایپرتروفی عضلانی می‌شود پذیرفتنی نیست. درواقع، جهت روشن‌ترشدن این مسئله لازم است تحقیقات بیشتری انجام شود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از کارکنان و مسئولان آزمایشگاه سونوگرافی –به‌ویژه سرکار خانم دکتر مهسا هدایتی– و همچنین از کارکنان ومسئولان آزمایشگاه پاتوبیولوژی– به‌ویژه جناب آقای دکترحمیدرضاعادل‌زاده، شهرستان بروجرد و همهٔ کسانی که ما را در انجام این پژوهش یاری رساندند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1. Zatsiorsky, V.M, Kraemer, W.J. (2006). Science and Practice of Strength Training. Second Edition. Champaign, Ill: Human Kinetics Publishers.161.
2. Kraemer, W.J., Franklin, B., Fry, A.C., Hoffman, J.R. (2010). American University of Wisconsin-La Crosse; weight Training program Splits. Medicine & Science in Sports & Exercise. 24(10): 55-60.
3. Kraemer, W.J., Adams, K., Cafarelli, E., Dudley, G.A., Dooly, C., Feigenbaum, M.S., Fleck, S.J., Franklin, B., Fry, A.C., Hoffman, J.R., Newton, R.U., Potteiger, J., Stone, M.H., Ratamess, N.A., Triplett-McBride, T. (2002). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. Medicine & Science in Sports & Exercise. 34(2): 364-80.
4. Spineti, J., de Salles, B.F., Rhea, M.R., Lavigne, D., Matta, T., Miranda, F., Fernandes, L., Simão, R. (2010). Influence of exercise order on maximum strength and muscle volume in nonlinear periodized resistance training. Journal of Strength and Conditioning Research. 24(11): 2962-9.
5. Hayes, L.D., Bickerstaff, G.F., Baker J.S. (2010). Interactions of cortisol, testosterone, and resistance training: influence of circadian rhythms. Chronobiology International. 27(4): 675-705.
6. Oleary, C.B., Hackney, A.C. (2014). Acute and chronic effects of resistance exercise on the testosterone and cortisol responses in obese males: a systematic review. Department of Exercise and Sport Science. Physiological Research. 63: 693-704.
7. Arazi, H., Damirchi, A., Asadi, A. (2013). Age-related hormonal adaptations, muscle circumference and strength development with 8 weeks' moderate intensity resistance training. Annales d'Endocrinologie (Paris). 74: 30-5.
8. Ahtiainen, J.P., Hulme, J.J., Kraemer, W.J., Lehti, M., Nyman, K., Selanne, H., Alen, M., Pakarinen, A., Komulainen, J., Kovanen, V., Mero, A.A., Häkkinen, K. (2011). Heavy resistance exercise training and skeletal muscle androgen receptor expression in younger and older men. Steroids. 76(1-2): 183-92.
9. Sinha-Hikim, I., Cornford, M., Gaytan, H., Lee, M.L., Bhasin, S. (2006). Effects of testosterone supplementation on skeletal muscle fiber hypertrophy and satellite cells in community-dwelling older men. Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism. 91(8): 3024-33.
10. Kadi, F., Bonnrud, P., Eriksson, A., Thornell, L.E. (2000). The expression of androgen receptors in human neck and limb muscles: effects of training and self-administration of androgenic steroids. Histochemistry and Cell Biology. 113(1): 25-9.
11. Buresh, R., Berg, K., French, J. (2009). The effect of resistive exercise rest interval on hormonal response, strength, and hypertrophy with training. Journal of Strength and Conditioning Research. 23(1): 62-71.
12. Brad, J. (2010). Mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. Journal of Strength and Conditioning Research. 24(10): 2857-72.
13. Kraemer. W.J., Patton, J.F., Gordon, S.E., Harman, E.A., Deschenes, M.R., Reynolds, K., Newton, R.U., Triplett, N.T., Dziados, J.E. (1995). Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. Journal of Applied Physiology. 78(3): 976-89.
14. Roberts, M.D., Dalbo, V.J., Hassell, S.E., Kerksick, C.M. (2009). The expression of androgen-regulated genes before and after a resistance exercise bout in younger and older men. Journal of Strength and Conditioning Research. 23: 1060-7.
15. Lane, A.R., Duke, J.W., Hackney, A.C. (2010). Influence of dietary carbohydrate intake on the free testosterone: cortisol ratio responses to short-term intensive exercise training. European Journal of Applied Physiology. 108(6): 1125-31.
16. Uchida, M.C., Bacurau, R.F.P., Navarro, F., Pontes, F.L., Tessuti, V.D., Moreau, R.L., Rosa, L.F., Aoki, M.S. (2004). Alteration of testosterone: cortisol ratio induced by resistance training in women. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. 10(3): 169-72.
17. Ahtiainen, J.P., Pakarinen, A., Alen, M., Kraemer, W.J., Hakkinen, K. (2003). Muscle hypertrophy, hormonal adaptations and strength development during strength training in strength–trained and untrained men. European Journal of Applied Physiology. 89(6): 555-63.
18. Reaburn, P., Logan, P., MacKinnon, L. (2000). Serum testosterone response to high-intensity resistance training in male veteran sprint runners. Journal of Strength and Conditioning Research. 11(4): 256-60.
19. Wilkinson, S., Tarnopolsky, M., Grant, E., Correia, C., Phillips, S. (2006). Hypertrophy with unilateral resistance exercise occurs without increases in endogenous anabolic hormone concentration. European Journal of Applied Physiology. 98(6): 546-55.
20. Siff, M.C. (2003). Supertraining. Supertraining Institute. ISBN 1-874856-65-6.

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1396.15.13.5.3]

21. Weider, J., Reynolds, B. (1990). Joe weider's ultimate bodybuilding-the master blaster's principles of training and nutrition. Chicago, Illinois: Contemporary Books Inc.
22. Brzycki, M. (1998). A Practical approach to strength training. Mc Graw-Hill.
23. Mayhew, J.L., Prinster, J.L., Ware, J.S., Zimmer, D.L., Arabas, J.R., Bemben, M.G. (2000). Muscular endurance repetitions to predict bench press strength in men of different training level. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 35(2): 108-13.
24. Anthony, J., Blazevich, A.G. (2001). Effect of testosterone administration and weight training on muscle architecture. Medicine & Science in Sports & Exercise. 3(10): 1688-93.
25. Cadore, E.L., Lhullier, F.L., Brentano, M.A., da Silva, E.M., Ambrosini, M.B., Spinelli, R., Silva, R.F., Kruel, L.F. (2008). Hormonal responses to resistance exercise in long-term trained and untrained middle-aged men. Journal of Strength and Conditioning Research. 22(5): 1617-24.
26. Cadore, E.L., Pinto, R.S., Lhullier, F.L., Correa, C.S., Alberton, C.L., Pinto, S.S., Almeida, A.P., Tartaruga, M.P., Silva, E.M., Kruel, L.F. (2010). Physiological effects of concurrent training in elderly men. International Journal of Sports Medicine. 31(10): 689-97.
27. Seynnes, O.R., de Boer, M., Narici, M.V. (2006). Early skeletal muscle hypertrophy and architectural changes in response to high-intensity resistance training. International Journal of Applied Physiology. 102(1): 368-73.
28. Ahtiainen, J.P., Lehti, M., Hulmi, J.J., Kraemer, W.J., Alen, M., Nyman, K., Selänne, H., Pakarinen, A., Komulainen, J., Kovanen, V., Mero, A.A., Häkkinen, K. (2011). Recovery after heavy resistance exercise and skeletal muscle androgen receptor and insulin-like growth Factor-I isoform expression in strength trained men. Journal of Strength and Conditioning Research. 25(3): 767-77.
29. Cadore, E.L., Krue, L.F.M. (2012). Acute and chronic testosterone responses to physical exercise and training. Endocrinology and Metabolism. 13: 278-86.
30. Willoughby, D.S., Taylor, L. (2004). Effects of sequential bouts of resistance exercise on androgen receptor expression. Medicine & Science in Sports & Exercise. 36(9): 1499-506.
31. Hayes, L.D., Grace, F.M., Baker, J.S., Sculthorpe, N. (2015). Exercise-induced responses in salivary testosterone, cortisol, and their ratios in men a meta-analysis. Sports Medicine. 45(5): 713-26.
32. Marx, J.O., Ratamess, N.A., Nindl, B.C., Gotshalk, L.A., Volek, J.S., Dohi, K., Bush, J.A., Gómez, A.L., Mazzetti, S.A., Fleck, S.J., Häkkinen, K., Newton, R.U., Kraemer, W.J. (2001). Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. Medicine & Science in Sports & Exercise. 33(4): 635-43.

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2024-03-28]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1396.15.13.5.3]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1396.15.13.5.3]
[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2024-03-28]