

## Comparison of the effect of one session of resistance training with and without blood-flow restriction of arm on changes in serum levels of growth hormone and lactate in athlete females

Khajehlandi M<sup>1\*</sup>, Janbozorgi M<sup>2</sup>

1- PhD Student in Exercise Physiology, Department of Exercise Physiology, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, I. R. Iran.

2- Department of Exercise Physiology, Faculty of sport Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, I. R. Iran.

Received: 2017/12/15 | Accepted: 2018/05/8

### Abstract:

**Background:** Exercise trainings with blood-flow restriction have been effective in improving various physical factors and can be a unique and beneficial method in the field of medicine. Therefore, the current study aimed to compare the effects of one session of resistance training with and without blood-flow restriction of arm on changes in serum levels of growth hormone and lactate in athlete females.

**Materials and Methods:** To perform the current clinical trial, 30 basketball players aged 23-30 years were randomly divided into three groups: traditional resistance training (intensity of 80% 1RM), resistance training with blood-flow restriction (intensity of 30% 1RM) and control group. Training started with one set of 30 repetitions and ended with two sets up to fatigue with the rest time of 30 seconds. Blood samples were taken before and immediately after completing exercise training.

**Results:** Post-test findings indicated a significant increase in the serum levels of growth hormone in two training groups compared to pre-test, but the amount of lactate ion in all three groups significantly reduced compared to the pre-test ( $P<0.05$ ). Also, growth hormone levels in groups with and without blood-flow restriction increased significantly compared to the control group ( $P=0.001$  and  $P=0.026$ , respectively).

**Conclusion:** The pattern of growth hormone and lactate changes in both groups, with and without blood-flow restriction are similar to each other. It seems that for those who are not able to lift heavy weight, low intensity resistance training with blood-flow restriction can be replaced with traditional high-intensity training.

**Keywords:** Resistance training, Athlete females, Blood-flow restriction, Lactate, Growth hormone

\* Corresponding Author.

Email: md.khajehlandi@uma.ac.ir

Tel: 0098 916 826 2683

Fax: 0098 613 336 9512

IRCT Registration No. IRCT20171203037718N1

Conflict of Interests: No

Feyz, Journal of Kashan University of Medical Sciences, August, 2018; Vol. 22, No 3, Pages 318-324

# مقایسه اثر یک جلسه تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون عروق دست بر تغییرات سطوح سرمی هورمون رشد و لاكتات دختران ورزشکار

مژده خواجه‌لندي<sup>\*1</sup> ، مریم جان‌بزرگی<sup>2</sup>

خلاصه:

سابقه و هدف: تمرینات همراه با محدودیت جریان خون برای بهبود فاکتورهای جسمانی مختلف موثر بوده و می‌تواند روش منحصر به فرد و سودمندی در زمینه پزشکی باشد. از این‌رو، هدف از مطالعه حاضر مقایسه اثر یک جلسه تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون عروق دست بر تغییرات سطوح سرمی هورمون رشد و لاكتات دختران ورزشکار بود.

مواد و روش‌ها: برای انجام کارآزمایی بالینی حاضر ۳۰ نفر دختر بسکتبالیست با دامنه سنی ۲۳-۳۰ سال به طور تصادفی به سه گروه تقسیم شدند: تمرین مقاومتی سنتی (با شدت ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه)، تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون (با شدت ۳۰ درصد یک تکرار بیشینه) و گروه کنترل. تمرین با یک سنت تکرار شروع و با دو سنت تکرار تا حد خستگی با استراحت ۳۰ ثانیه‌ای پایان یافت. نمونه‌های خون قبل و پلاسماهی پس از اتمام تمرین ورزشی گرفته شد.

نتایج: یافته‌های پس آزمون حاکی از افزایش معنی دار میزان سرمی هورمون رشد نسبت به پیش آزمون در دو گروه تمرینی بود، اما مقدار بیون لاكتات در هر سه گروه نسبت به پیش آزمون افزایش معنی داری داشت ( $P=0.05$ ). به علاوه، تنها میزان هورمون رشد در گروه‌های با و بدون محدودیت افزایش معنی داری در مقایسه با گروه کنترل داشت (به ترتیب  $P=0.001$  و  $P=0.026$ ).

نتیجه‌گیری: الگوی تغییرات هورمون رشد و لاكتات در هر دو گروه با و بدون محدودیت جریان خون مشابه هم هستند. به نظر می‌رسد برای کسانی که توانایی بلند کردن وزنه سنگین ندارند، می‌توان تمرینات همراه با محدودیت جریان خون با شدت پایین را با تمرینات بدون محدودیت با شدت بالا جایگزین کرد.

**واژگان کلیدی:** تمرین مقاومتی، دختران ورزشکار، محدودیت جریان خون، لاكتات، هورمون رشد  
دو ماهانه علمی-پژوهشی فیض، دوره بیست و دوم، شماره ۳، مرداد و شهریور ۹۷، صفحات ۳۲۴-۳۱۸

غلهٔت برخی هورمون‌های آتابولیک مانند هورمون رشد فقط با تمرینات مقاومتی سنگین با شدت زیاد تغییر می‌کند. از یکسو تمرینات قدرتی با شدت زیاد احتمال آسیب دیدگی را افزایش می‌دهند [۴]. و از سویی دیگر اجرای این تمرینات سنگین برای گروه‌های خاصی از افراد مثل زنان، بیماران و سالمدان مناسب نیست و توصیه نمی‌شود. از این‌رو، ابداع روش‌های ایمن و مؤثر برای حفظ و توسعه قدرت عضلانی برای دامنه گسترده‌ای از مردم که تحمل شدتهای بالای تمرینی را ندارند، همواره مورد نظر محققان بوده است [۵]. محققان نوعی از تمرینات را با عنوان تمرینات مقاومتی همراه با محدودیت عروق (Resistance training with vascular occlusion; RTVO) پیشنهاد داده‌اند. تمرین همراه با محدودیت عروق خونی، شامل کاهش جریان خون عضله با به کار بردن وسیله‌ای مانند کاف فشارسنج است. شدت این تمرینات به طور معمول بین ۲۰ تا ۳۰ درصد یک تکرار بیشینه تقریباً معادل شدت فعالیت روزانه افراد درنظر گرفته می‌شود. بنابراین، برای افراد با ویژگی‌های جسمانی متفاوت قابل تحمل است [۶]. براساس شواهد، این روش تمرینی می‌تواند روش منحصر به فرد و سودمندی در زمینه پزشکی باشد. سازوکارهای متعددی برای سازگاری‌های عضلانی متعاقب این تمرینات پیشنهاد

## مقدمه

تمرینات مقاومتی محرك قوى برای افزایش ساخت پروتئين عضله محسوب می‌شوند و افزایش قدرت بیشینه و هایپرتروفی عضلاتی را در پی دارند [۱]. در سال‌های اخیر تمرینات مقاومتی در بین افراد بدویژه جوانان رونق یافته است، به‌طوری‌که از این تمرینات جهت ارتقای آمادگی جسمانی، بازتوانی ورزشکاران آسیب دیده و سلامت فردی استفاده می‌شود [۲]. تمرینات مقاومتی با تغییر در غلهٔت هورمون‌ها پس از تمرین، هم به صورت حاد (افزایش ناگهانی پس از تمرین؛ تأثیر پاسخی) و هم به طریق سازگاری (افزایش غلهٔت در طولانی‌مدت؛ تأثیر سازشی)، تأثیرات خود را بر توده عضلانی بر جای می‌گذارد [۳].

دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان شناسی، دانشگاه اردبیلی، اردبیل، ایران  
<sup>۱</sup> مری، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

## \* لشائی ذیسنه مسلسل:

اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم تربیتی و روان شناسی  
تلفن: ۰۹۱۶۸۲۶۲۶۸۳، دورنوسیس: ۶۱۳۳۳۶۹۵۱۲  
پست الکترونیک: md.khajehlandi@uma.ac.ir  
تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۹/۲۴  
تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۶/۹/۱۸

شرایط ورود به تحقیق، دامنه سنی ۲۳-۳۰ سال و سابقه ۷ تا ۱۰ سال بازی بسکتبال انتخاب شدند. تمام آزمودنی‌ها قبل از ورود به تحقیق توسط پزشک (از نظر مصرف داروی خاص، سلامت عمومی، سلامت قلبی-عروقی، فشارخون و هرگونه بیماری دیگر) معاینه شدند. پس از آن مجوز شرکت ایشان در این تحقیق توسط پزشک صادر گردید. سپس، رضایت‌نامه کتبی مبنی بر شرکت داوطلبانه و آگاهانه در جلسات تمرین از آزمودنی‌ها دریافت شد. سه روز قبل از شروع مطالعه آزمودنی‌ها در یک جلسه آشنایی با تمرین هالت قرار گرفتند. در این جلسات نحوه اجرای صحیح حرکات، تنفس صحیح و ملاحظات ویژه آموزش داده شد و توسط آزمودنی‌ها تمرین شد. دو روز قبل از شروع جلسات تمرین، حداکثر قدرت عضلانی به‌وسیله تعداد تکرار حرکت جلویازو با حداکثر هالتی که توانستند بزنند، بدست آمد و در فرمول ب قرار داده شد:

$$1RM = \frac{1.0278}{(تعداد تکرار \times 0.0278 - 1)}$$

در همان جلسه نیز اندازه‌گیری قد، وزن و شاخص توده بدنی (در حالت ناشتا و پس از تخلیه مثانه) با استفاده از Composition Analyser, in body 3 Body کره جنوبی به عمل آمد. به آزمودنی‌ها گفته شده بود از مصرف قهوه و چای پررنگ تا ۲۴ ساعت قبل از تمرین خودداری کنند. همه افراد شب قبل از تمرین خواب کافی داشتند.

#### پروتکل تمرین

پس از جلسات آشنایی با اجرای صحیح حرکات، داوطلبان به‌طور تصادفی به سه گروه ۱۰ نفری: تمرین مقاومتی سنتی، تمرین مقاومتی با محدودیت جریان خون و کنترل تقسیم شدند. آزمودنی‌های هر سه گروه یک جلسه تمرین در سالن بدن‌سازی دانشکده علوم ورزشی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام دادند. جلسه تمرین با ۵ دقیقه حرکات کششی-نرمشی دست به‌منظور گرم کردن شروع شد. ابتدا یک بازوپند فشاری در قسمت فوقانی هر دو بازوی هرکدام از افراد گروه همراه با محدودیت جریان خون بسته شد. هر بازوپند شامل یک کیسه پتوماتیک در بخش داخلی بود که به یک دستگاه فشارسنج دستی متصل می‌شد. تمرین با یک ست ۳۰ تکرار شروع شده و با دوست و تکرار تا حد خستگی با استراحت ۳۰ ثانیه‌ای پایان یافت. گروه همراه با محدودیت جریان خون با شدت ۳۰ درصد یک تکرار بیشینه و گروه بدون محدودیت جریان خون با شدت ۸۰ درصد یک تکرار

شده است که از آن جمله می‌توان به افزایش فراخوانی تارهای تند انقباض در شرایط هایپوكسی، ایجاد گونه‌های اکسیژن واکنشی از جمله نیتریک اکساید و افزایش ترشح کاته‌کولامین‌ها و هورمون رشد ناشی از سوخت‌واساز بی‌هوایی و ابانتشگی لاكتات اشاره کرد [۷]. تحقیقات متعددی در ارتباط با تاثیر هورمون رشد بر افزایش قدرت بیشینه و افزایش اندازه عضلات صورت گرفته است که در بیشتر آنها رابطه مستقیمی بین میزان غلظت هورمون رشد و افزایش قدرت و اندازه عضلات مشاهده شده است [۸]. از دیگر فاکتورهای مدنظر در تمرینات همراه با محدودیت جریان خون اسیدلاکتیک یا لاكتات است که محصول نهایی مسیر بی‌هوایی است و در شرایط مداوم کمبود اکسیژن می‌تواند در سلول تجمع کرده و افزایش غلظت آن موجب کاهش تولید نیترو در عضله، اختلال در هماهنگی و کنترل حرکت مفصل می‌شود [۹]. به طور کلی ورزش شدید و سنگین منجر به افزایش تولید لاكتات می‌شود: غلظت بالای اسید لاكتیک منجر به افزایش یون هیدروژن و درنتیجه کاهش pH می‌گردد [۱۰، ۱۱]. تحقیق Fugita و همکاران روی مردان جوان نشان داد که پس از تمرین سطح هورمون رشد و لاكتات خون در گروه با محدودیت بیشتر از گروه تمرینی بدون محدودیت است [۱۲]. بهدلیل ماهیت تمرینات همراه با محدودیت عروق، برای ورزشکاران و دانشجویان بهویژه در فصل مسابقات که زمان کمتری برای رسیدن به آمادگی عضلانی دارند، این نوع تمرینات با شدت پایین در زمان کوتاه‌تر، با تغییر در سطح هورمونی و متعاقب آن افزایش حجم و قدرت عضله، می‌تواند مفید باشد. از این‌رو، تحقیق حاضر با هدف مقایسه تغییرات سطح هورمون رشد و یون لاكتات در تمرینات مقاومتی سنتی (Traditional resistance training; TRT) با محدودیت جریان خون (RTVO) دختران ورزشکاران به این منظور که تمرینات محدودیتی با شدت پایین جایگزین تمرینات بدون محدودیت با شدت بالا برای دختران شود طراحی و اجرا شد.

#### مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر کاربردی و از نوع کارآزمایی بالینی دارای کد IRCT20171203037718N1 با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون در سال ۱۳۹۵ در شهرستان اهواز اجرا گردید. جامعه آماری پژوهش حاضر دختران بسکتبالیست استان خوزستان می‌باشد که با استفاده از پخش اطلاعیه اعلام همکاری در برنامه تمرینی در مراکز آموزشی و باشگاه‌های ورزشی استان اطلاع رسانی به ایشان صورت پذیرفت. از میان آن‌ها ۳۰ نفر با داشتن

محدودیت جریان خون و گروه کنترل نشان داده است که نشاندهنده تغییرات درون‌گروهی و مقایسه بین گروه‌های تمرینی و گروه کنترل است. در مقایسه درون‌گروهی میزان هورمون رشد در هر دو گروه تمرینی افزایش معنی‌داری را نسبت به گروه کنترل نشان داد ( $P<0.05$ ), اما میزان یون لاکتان در هر دو گروه تمرینی و گروه کنترل افزایش معنی‌دار داشت ( $P<0.05$ ). بر اساس نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی مقدار هورمون رشد در گروه‌های تمرینی با و بدون محدودیت جریان خون نسبت به گروه کنترل افزایش معنی‌داری داشت ( $P=0.003$ ). لازم به ذکر است که بین دو گروه تمرینی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ( $P>0.05$ ). و به علاوه در مقایسه بین گروهی بین مقدار یون لاکتان در سه گروه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ( $P=0.131$ ).

### بحث

هدف از انجام پژوهش حاضر مقایسه اثر یک جلسه تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت جریان خون بر تغییرات سطح هورمون رشد و لاکتان دختران ورزشکار بود. نتایج تحقیق حاضر حاکی از افزایش معنی‌دار یون لاکتان در گروه‌های تمرینی و کنترل بود. این گونه به نظر می‌رسد که محدودیت جریان خون نه تنها در گروه تمرین با محدودیت جریان خون، که خود محدودیت جریان خون بدون تمرین نیز باعث افزایش یون لاکتان گردیده است. بر اساس نتایج پژوهش حاضر مشخص شد که اوج تجمع لاکتان بلافارسله پس از فعالیت در تمرین‌های با محدودیت جریان خون بیشتر است. این افزایش در تجمع لاکتان، احتمالاً هم به هایپوکسی موضعی (که سبب استفاده بیشتر از سیستم غیرهوایی می‌شود) و هم به جلوگیری از پاکسازی (کلیرینس) لاکتان در عضلات آزمودنی‌ها مرتبط می‌باشد؛ زیرا نمونه خون گرفته شده در پژوهش حاضر نشان دهنده لاکتان کل بدن بود، در صورتی که میزان لاکتان محیطی در عضلات درگیر در فعالیت بیشتر از لاکتان درون خون می‌باشد.

بیشینه حرکات را انجام دادند. آزمودنی‌های گروه کنترل نیز دارای ۳ نوبت بستن کاف روی بازو با استراحت ۳۰ ثانیه‌ای بدون انجام تمرین بودند. لازم به ذکر است در فواصل استراحت فشار کاف (۱۲۰ میلی لیتر جووه) در دو گروه: تمرین مقاومتی با شدت پایین همراه با محدودیت جریان خون و گروه کنترل برداشته می‌شد.

### نمونه‌گیری خون

به‌منظور اندازه‌گیری میزان غلظت هورمون رشد و لاکتان، نمونه خون ورید بازویی پس از حدود ۸ ساعت ناشتابی از آزمودنی‌ها گرفته شد. نمونه اول قبل و نمونه دوم بلافارسله پس از پایان پروتکل پژوهش اخذ شد. سپس نمونه‌های خون به آزمایشگاه تخصصی انتقال یافت و در دمای ۷۰-۷۵ فریز شد. از کیت الایزا (Aliza) Monobind-USA برای اندازه‌گیری میزان غلظت هورمون رشد استفاده شد. اندازه‌گیری لاکتان به روش AC Biovision Calorimetric (آمریکا) انجام شد.

### تجزیه و تحلیل داده‌ها

داده‌ها پس از جمع‌آوری توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ پردازش و تحلیل شدند. طبیعی بودن توزیع داده‌ها و عدم تفاوت داده‌ها در پیش‌آزمون با استفاده از آزمون‌های شاپیرو-ولیک و لون بررسی شد. از آنجایی که داده‌ها طبیعی بودند، برای بررسی تغییرات درون‌گروهی از آزمون  $t$  وابسته و برای مقایسه اثربخشی بین پروتکل‌ها از آزمون تحلیل واریانس یکراهه با  $P<0.05$  استفاده شد. آزمون تعقیبی بونفرونی برای اختلاف هر یک از میانگین‌ها به کار گرفته شد.

### نتایج

در جدول شماره ۱ برخی خصوصیات آنתרופومتریکی و ترکیب بدنی آزمودنی‌ها آمده است. در جدول شماره ۲ نتایج تجزیه و تحلیل آماری به تفکیک گروه‌های تمرین با و بدون

جدول شماره ۱ - خصوصیات آنthropومتریکی و ترکیب بدنی آزمودنی‌ها (میانگین $\pm$ انحراف استاندارد)

گروه ویژگی آزمودنی‌ها	BMI (وزن/ مجدور قد) حداکثر اکسیژن مصرفی (ml/kg/min)	کنترل ۴۲/۹۰ $\pm$ ۱/۴۰	تمرین مقاومتی ۴۱/۵۰ $\pm$ ۰/۹۲	تمرین با محدودیت ۴۰/۰۹ $\pm$ ۰/۷۹	تمرین مقاومتی ۲۵/۴۰ $\pm$ ۰/۵۴	تمرین با محدودیت ۲۶/۱۸ $\pm$ ۰/۰۵
سن (سال)		۲۶/۴۰ $\pm$ ۰/۷۰			۲۶/۴۰ $\pm$ ۰/۰۵	۲۶/۱۸ $\pm$ ۰/۰۵
قد (سانتی‌متر)		۱۶۹/۲۰ $\pm$ ۰/۹۸			۱۶۹/۵۰ $\pm$ ۱/۷۸	۱۷۰/۴۰ $\pm$ ۱/۷۰
وزن (کیلوگرم)		۶۷/۷۰ $\pm$ ۱/۱۱			۶۶/۶۰ $\pm$ ۱/۸۷	۶۶/۷۰ $\pm$ ۱/۲۷
(وزن/ مجدور قد)		۲۳/۶۵ $\pm$ ۰/۱۴			۲۳/۰۵ $\pm$ ۰/۱۲	۲۳/۱۹ $\pm$ ۰/۲۳

جدول شماره ۲- مقایسه درون‌گروهی و بین‌گروهی هورمون رشد و یون لاكتات قبل و بلا فاصله پس از یک جلسه تمرین در گروه‌های مطالعه

ردیف	نام	گروه‌ها	مقدار	ردیف	نام	گروه‌ها	مقدار
۰/۴۳۴		محدوديت و بدون محدوديت	*۰/۰۰۱	۹/۹۰±۰/۶۲	۶/۶۰±۰/۷۱	تمرین قدرتی با محدوديت	
#۰/۰۰۱	#۰/۰۰۳	محدوديت و کنترل	*۰/۰۰۱	۸/۹۰±۰/۴۵	۶/۱۰±۰/۴۰	تمرین قدرتی بدون محدوديت	(ng/ml) هرمون رشد
#۰/۰۲۶		بدون محدوديت و کنترل	۰/۴۳۴	۶/۷۰±۰/۰۵	۶/۴۰±۰/۰۴	کنترل	
-		محدوديت و بدون محدوديت	*۰/۰۰۳	۳۳/۴۰±۱/۱۲	۲۷/۸۰±۱/۰۷	تمرین قدرتی با محدوديت	(mg/dl) کرات
-	۰/۱۳۱	محدوديت و کنترل	*۰/۰۰۱	۳۱/۶۰±۰/۵۶	۲۶/۷۰±۱/۰۵	تمرین قدرتی بدون محدوديت	
-		بدون محدوديت و کنترل	*۰/۰۳۸	۳۰/۷۰±۰/۹۹	۲۹/۲۰±۰/۶۲	کنترل	

P\* تفاوت درون گروهی (P&lt;۰/۰۵): P# تفاوت بین گروهی و آزمون تعقیبی (P&lt;۰/۰۵)

در مقایسه بین گروهی نیز هورمون رشد در هر دو گروه تجربی نسبت به گروه کنترل تفاوت معنی‌داری داشت. در بیشتر مطالعات نشان داده شده است که در پی تمرینات همراه با محدودیت جریان خون عضله، لاكتات و هورمون رشد افزایش چشمگیری دارد؛ از این‌رو بیان شده است تجمع لاكتات و محیط اسیدی باعث تحریک این هورمون می‌شود. گزارش شده است که مقدار غلظت هورمون رشد پس از تمرینات مقاومتی با شدت متفاوت به سطح لاكتات خون وابسته است [۱۵]. این در حالی است که برخی مطالعات نشان داده‌اند با اینکه پس از تمرین در هر دو گروه محدودیتی و غیرمحدودیتی غلظت لاكتات خون افزایش معنی‌دار یافته، ولی هورمون رشد تنها در گروه محدودیتی افزایش معنی‌دار داشته و در گروه دیگر تغییر نیافته است [۱۶]. از جمله دلایل افزایش معنی‌دار هورمون رشد در گروه محدودیتی بر مبنای تحقیقات صورت گرفته این است که چون تمرینات RTVO با محدودیت جریان خون همراه هستند، بنابراین کاهش اکسیژن‌رسانی (سرکوب متابولیسم هوایی) موجب تجمع لاكتات در محل عضله مورد نظر دیده شده و به افزایش ترشح هورمون رشد پس از هیپوفیز قدامی منجر می‌شود [۱۸، ۱۷]. ترشح هورمون رشد پس از وزش به عواملی مانند ویژگی‌های برنامه تمرینی، نیاز متابولیک و هاپوکسی بستگی دارد. نتایج تحقیق Godfrey و همکاران نشان داد که میزان ترشح هورمون رشد پس از اجرای تمرینات قدرتی با شدت متوسط و تکرار زیاد تا حد زیادی افزایش پیدا می‌کند. ایشان اصلی‌ترین دلیل این امر را افزایش میزان نیتریک اسید و لاكتات می‌دانند [۱۹]. نیتریک اسید یکی از مهم‌ترین انتقال‌دهنده‌های درون‌سلولی

چنین محیط اسیدی درون‌عضلانی سبب تحریک فعالیت عصب سمباتیک از طریق گیرنده‌های شیمیایی در تارهای عضلانی آوران-های نوع III و IV می‌شود و این گیرنده‌های شیمیایی سبب تحریک هیپوفیز جهت ترشح هورمون رشد می‌گردند [۱۳]. نتایج پژوهش حاضر با نتایج باصره و همکاران [۱۴] همسو است. نتایج مطالعه ایشان که به بررسی اثر ۴ نوع شدت محدودیت جریان خون هنگام فعالیت ایزومنتریک بر غلظت هورمون رشد، تستوسترون و لاكتات مردان فعل پرداختند، نشان داد که ۱۵ دقیقه پس از فعالیت میزان هورمون رشد و لاكتات در مقایسه با پیش-آزمون در همه فشارهای تمرینی در هر دو گروه تمرینی افزایش یافت. افزایش به کارگیری تارهای عضلانی نوع ۲ طی تمرین مقاومتی همراه با محدودیت جریان خون (تمرین کاتسو) می‌تواند دلیل افزایش بیشتر مقدار لاكتات در تمرین مقاومتی همراه با محدودیت نسبت به دو گروه دیگر باشد. نتیجه پژوهش حاضر با نتیجه Fujita و همکاران ناهمسو است؛ چرا که نتیجه تحقیق ایشان روی مردان جوان نشان داد پس از تمرین میزان لاكتات خون در گروه با محدودیت بیشتر از گروه تمرینی بدون محدودیت می‌باشد [۱۲]. در گروه کنترل مطالعه حاضر با وجود اینکه تمرینی انجام ندادند، افزایش لاكتات معنی‌دار بود؛ از جمله دلایل آن فعالیت مسیر بی‌هوایی عضلات، به علت کاهش اکسیژن رسانی است که به افزایش لاكتات منتهی می‌گردد. یکی دیگر از فاکتورهای اندازه‌گیری شده در تحقیق حاضر هورمون رشد بود؛ نتایج نشان داد پس از یک جلسه تمرین مقدار هورمون رشد در هر دو گروه تمرینی نسبت به قبل از تمرین افزایش معنی‌داری داشته و

بیشتر استراحت بین ستها و نوع حرکات اشاره کرد [۲۲]. در بیشتر مطالعاتی که افزایش هورمون رشد دیده شده است، فاصله استراحت بین ستها کمتر از فاصله استراحت بین ستها در پروتکل تمرینی در مطالعه حسینی و همکاران بوده است. اگرچه مکانیسم فیزیولوژیکی بهبود رشد عضله در ورزش کم شدت همراه با محدودیت بطور کامل شناخته نشده است، اما این احتمال وجود دارد که تورم شدید سلولی، ساخت پروتئین را تحریک می‌کند و مانع پروتولیز می‌گردد [۲۴]. با این حال، بهدلیل محدود بودن تحقیقاتی از این دست، برای درک صحیح و دقیق مکانیسم پاسخ‌های هورمونی به تمرینات RTVO تحقیقات گسترده‌تری لازم است و برای دست‌یابی به داشن بهتر در این زمینه بهتر است سازوکارهای عصبی-عضلانی و دیگر متabolیت‌های سلولی بررسی شوند. علاوه بر این توصیه می‌شود اثر قطع تمرینات مذکور پس از دوره تمرین و نیز معایب تمرین با محدودیت جریان خون مورد بررسی قرار گیرد.

### نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه هر دو نوع تمرین با و بدون محدودیت جریان خون تاثیر چشمگیری بر اندازه تغییرات هورمون رشد و لاکتان داشته‌اند، احتمالاً می‌توان تمرینات مقاومتی با شدت کم همراه با محدودیت جریان خون را با تمرینات ستی مقاومتی با شدت بالا برای دست‌یابی به پاسخ‌های فیزیولوژیکی مطلوب برای دختران جوان جایگزین کرد.

### تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی به شماره ۸۴۴ دانشکده علوم ورزشی دانشگاه شهید چمران اهواز است. هزینه اجرای این طرح از محل اعتبارات پژوهانه واحد پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز تامین شده است. بدین‌وسیله صمیمانه از مستولین و آزمودنی‌های شرکت‌کننده در تحقیق سپاسگزاری می‌نماییم.

### References:

- [1] Abe T, Kearns CF, Sato Y. Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training. *J Appl Physiol* 2006; 100(5): 1460–6.
- [2] Abe T, Hinata S, Koizumi K, Sato Y. Day-to-day change in muscle strength and MRI-measured skeletal muscle size during 7 days Kaatsu resistance

و بین سلولی است که نقش مهمی در کنترل رهاسازی هورمون از محور هیپوتالاموس-هیپوفیز دارد. یکی از دلایل افزایش ترشح هورمون رشد پس از تمرینات قدرتی با شدت متوسط و تکرار زیاد افزایش فعالیت سیستم عصبی سمتیک است. افزایش فعالیت سیستم عصبی سمتیک سبب ترشح اپی‌نفرین و نوراپی‌نفرین و تحریک فعالیت نورون‌های مرکزی آدرنرژیک شده، بدنبال آن میزان ترشح هورمون رشد افزایش می‌یابد [۱۹]. نتیجه تحقیق حاضر با پژوهش Kim و همکاران [۲۰] هم‌سو است که به بررسی تاثیر یک جلسه تمرین مقاومتی با و بدون محدودیت عروق پا در دختران ۲۰–۱۸ ساله بر سطوح هورمون‌ها پرداختند. تمرین گروه با محدودیت (۲۰ درصد یک تکرار بیشینه) با یک ست ۳۰ تابی شروع شده و با دو ست ۱۵ تابی به پایان می‌رسید (فشار کاف از ۲۰ تا ۲۰۰ افزایش می‌یافتد). تمرین برای گروه بدون محدودیت (۸۰ درصد یک تکرار بیشینه) شامل سه ست با ۱۰ تکرار با استراحت یک دقیقه‌ای بین ستها بود. سطوح کورتیزول و هورمون رشد در هر دو گروه تمرینی افزایش معنی‌داری داشت، اما میزان لاکتان و خستگی در گروه بدون محدودیت بیشتر از گروه با محدودیت بود. افزایش معنی‌دار هورمون رشد در گروه با محدودیت را می‌توان به شرایط هایپوکسی نسبت داد که موجب تجمع متabolیت‌ها و در نتیجه افزایش غلظت IGF-1 و هورمون رشد به مقدار زیادتری در مقایسه با تمرینات TRT می‌شود [۱۹]. نتایج پژوهش ما با نتایج Takano و همکاران [۲۱] و حسینی و همکاران [۲۲] ناهم‌سو است. دلایل این تفاوت به عوامل متعددی از جمله سطح تمرین، ترکیب بدنی، جنسیت و سن آزمودنی‌ها بر می‌گردد که بر میزان ترشح هورمون رشد تاثیر می‌گذارند [۲۳]. در تحقیق حسینی و همکاران آزمودنی‌های دختر جوان در دو گروه مقاومتی با و بدون محدودیت به مدت ۳ هفته تمرین قدرتی داشتند. مقادیر هورمون رشد در هیچ گروهی تفاوت معنی‌داری نداشت. شاید اگر طول مدت یک جلسه تمرینی افزایش می‌یافتد یا تمرین با شدت بیشتری انجام می‌گرفت، این تفاوت معنی‌دار می‌شد. از دیگر دلایل عدم افزایش هورمون رشد می‌توان به فاصله

training: A case study. *Int J KAATSU Training Res* 2005; 1(2): 71-6

[3] Fujita T, Kurita K, Sato Y, Abe T. Increased muscle volume and strength following six days of low-intensity resistance training with restricted muscle blood flow. *Int J KAATSU Training Res* 2008; 4(1): 1-8.

[4] Madarame H, Neya M, Ochi E, Nakazato K,

- Sato Y, Ishii N. Crosstransfer effects of resistance training with blood flow restriction. *Med Sci Sports Exerc* 2008; 40(2): 258–63.
- [5] Holm L, Reitelseder S, Pedersen TG, Doessing S, Petersen SG, Flyvbjerg A, et al . Changes in muscle size and MHC composition in response to resistance exercise with heavy and light loading intensity. *J Appl Physiol* 2008; 105(5): 1454-61.
- [6] Loenneke JP and Pujol TJ. The use of occlusion training to produce muscle hypertrophy. *J Strength Cond Res* 2009; 3:112-118.
- [7] Goto K, Ishii N, Kizuka T, Takamatsu K. The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations. *Med Sci Sports Exerc* 2005; 37(6): 955–63.
- [8] Hansen S, Kvorning T, Kjaer M, Sjogaard G. The effect of short-term strength training on human skeletal muscle. The importance of physiologically elevated hormone levels. *Scand J Med Sci Sports* 2001; 11: 347.
- [9] Costill D.L, Wilmore J.H., and Kenney W.L., Physiology of sport and exercise. *Physiol Sport And Exercise* 2012; 9780736094092-66, 78.
- [10] Spodaryk K, Szmatlan U, Berger L. The relationship of plasma ammonia and lactate concentrations to perceived exertion in trained and untrained women. *Eur J Appl Physiol* 1990; 61:309-12.
- [11] Hargreaves M, Mckenna MJ, Jenkins DG, War mington SA, Snow RJ. Muscle metabolism and performance during high-intensity, intermittent exercise. *J Appl Physiol* 1998; 84: 1678-91.
- [12] Fujita S, Abe T, Drummond MJ, Cadenas JG, Dreyer HC, Sato Y, et al. Blood flow restriction during low-intensity resistance exercise increases S6K1 phosphorylation and muscle protein synthesis. *J Appl Physiol* 2007; 103(3): 903–10.
- [13] Loenneke JP, Wilson GJ, Wilson JM. A Mechanistic Approach to Blood Flow Occlusion. *Review Int J Sports Med* 2010; 31(01): 1-4.
- [14] Basereh A, Ebrahim KH, Hovanloo F, Dehghan P, Khoramipour K. Effect of Blood Flow Restriction Deal During Isometric Exercise on Growth Hormone and Testosterone Active Males.
- Sport Physiol* 2017; 9(33): 51-68. [in Persian]
- [15] Loenneke JP, and Pujol TJ. The use of occlusion training to produce muscle hypertrophy. *Strength Cond J* 2009; 31(3): 77 -84.
- [16] Pullinen T, Mero A, Huttunen P, Pakarinen A, and Komi PA. Resistance exercise-induced hormonal responses in men, women, and pubescent boys 2002; *Med Sci Sports Exerc*. 34(5): 806–813.
- [17] Goto K, Ishii N, Takamatsu K. Growth hormone response to training regimen with combined high and low- intensity exercise. *Int J Sport Health Sci* 2004; 2: 111-8.
- [18] Khajehlandi M, Nikbakht M, Janbozorgi M. Comparing the effect of 6 weeks of resistance training with and without vascular occlusion on growth hormone levels in female physical education students. *Qom Univ Med Sci J* 2017; 11(8): 29-36.
- [19] Godfrey RJ, Madgwick Z, Whyte GP. The exercise-induced growth hormone response in athletes. *Sports Med* 2003; 33(8): 599-613.
- [20] Kim E, Gregg LD, Kim L, Sherk VD, Bemben, MG, Bemben DA. Hormone responses to an acute bout of low intensity blood flow restricted resistance exercise in college-aged females. *J Sports Sci Med* 2014; 13(1): 91.
- [21] Takano H, Morita T, Iida H, Asada K, Kato M, Uno K, et al. Homodynamic and hormonal responses to a short-term low-intensity resistance exercise with the reduction of muscle blood flow. *Eur J Appl Physiol* 2005; 95(1): 65-73.
- [22] Hosseiniakak A, Zamand P, Khademosharie M. Compare hormonal responses to two types of resistance training and unrestricted blood flow. *J Sport Biosciences* 2015; 7(3): 391-405. [in Persian]
- [23] Leite S N, Reis AC, Colnezi G L, Souza FH, Ferracini HF. Influence of Vascular Occlusion in Concentration of Growth Hormone and Lactate in Athletes during Strengthening Quadriceps Exercise. *Occup Med Health Aff* 2015; 3(195): 2.
- [24] Yasuda T, Ogasawara R, Sakamaki M, Ozaki H, Sato Y, Abe T. Combined effects of low-intensity blood flow restriction training and high-intensity resistance training on muscle strength and size. *Eur J Appl Physiol* 2011; 111(10): 2525-33.