

Comparing the Effect of 6 Weeks of Resistance Training with and without Vascular Occlusion on Growth Hormone Levels in Female Physical Education Students

Mozhdeh Khajehlandi¹, Mas'oud Nikbakht^{*1}, Maryam Janbozorgi¹

¹Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

***Corresponding Author:**
Mas'oud Nikbakht,
Department of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

Email:
nikbkht@ut.ac.ir

Received: 4 May, 2016

Accepted: 29 Aug, 2016

Abstract

Background and Objectives: Resistance training with vascular occlusion is a type of resistance training, which causes various changes through blood flow restriction in muscular function and hormonal responses. The purpose of the current study was to compare between the effects of low-intensity resistance training with vascular occlusion and high-intensity traditional resistance training on resting growth hormone (GH) levels in active females.

Methods: In this semi-experimental study, 34 female students (age range, 20.7±1.3 years; weight, 58.4±1.3kg; height, 164.1±0.9cm; and BMI, 23.1±0.5kg/m²), were randomly divided into three groups of traditional resistance training (IRM, 75%; n=12), resistance training with vascular occlusion (IRM, 30%; with wrapping a rubber tourniquet around the proximal arm; n=11), and control (n=11). Blood sampling was performed before the start of training and 48 hours after the last training session. Training included 3 sets of 10-front arm extension, 3 sessions per week for 6 weeks. Data were analyzed using dependent t- and one-way ANOVA tests.

Results: After 6 weeks of training, the resting GH levels had a significant increase in both experimental groups compared to the control group (p<0.05).

Conclusion: Recent study partially supports the effectiveness of resistance trainings with blood flow restriction. Therefore, low-intensity resistance trainings with blood flow restriction can be replaced instead of traditional high-intensity resistance trainings for young females.

Keywords: Vascular occlusion; Resistance training; Female; Growth hormone; Students.

مقایسه اثر ۶ هفته تمرین مقاومتی با و بدون انسداد عروق بر سطوح هورمون رشد دانشجویان دختر تربیت بدنی

مژده خواجه‌لندی^۱، مسعود نیکبخت^{۱*}، مریم جان‌بزرگی^۱

چکیده

زمینه و هدف: تمرین مقاومتی با انسداد عروق، نوعی تمرین مقاومتی است که با محدودیت جریان خون باعث تغییرات مختلفی در عملکرد عضلانی و پاسخ‌های هورمونی می‌شود. هدف از پژوهش حاضر مقایسه اثر تمرین مقاومتی شدت پایین همراه با انسداد عروق با تمرین مقاومتی سنتی شدت بالا بر سطوح استراحتی هورمون رشد (GH) دختران فعال بود.

روش بررسی: در این مطالعه نیمه‌تجربی، ۳۴ دختر جوان (با دامنه سنی 20.7 ± 1.3 سال، وزن 58.4 ± 1.3 کیلوگرم، قد 164.1 ± 0.9 سانتی‌متر، شاخص توده بدنی 23.1 ± 0.5 کیلوگرم برمجدور قد به متر)، به‌طور تصادفی به سه گروه تمرین مقاومتی سنتی (با شدت 1RM 75% ، ۱۲ نفر)، تمرین مقاومتی همراه با انسداد عروق (با شدت 1RM 30% ، همراه با بستن تورنیکت لاستیکی به دور ناحیه پروگزیمال بازو، ۱۱ نفر) و گروه کنترل (۱۱ نفر) تقسیم شدند. نمونه‌گیری خونی پیش از شروع تمرین و ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین انجام شد. تمرین شامل: ۳ ست ۱۰ تایی حرکت جلو بازو، هفته‌ای ۳ جلسه به مدت ۶ هفته بود. داده‌ها با استفاده از آزمون تی وابسته و تحلیل واریانس یک‌طرفه تحلیل شدند.

یافته‌ها: پس از ۶ هفته تمرین در هر دو گروه تجربی نسبت به گروه کنترل، سطوح استراحتی هورمون رشد، افزایش معنی‌داری را نشان داد ($p < 0.05$).

نتیجه‌گیری: مطالعه اخیر تا حدودی از اثربخشی تمرینات مقاومتی همراه با انسداد جریان خون حمایت می‌کند. از این رو می‌توان برای دختران جوان تمرینات انسدادی با شدت پایین را جایگزین تمرینات سنتی با شدت بالا نمود.

کلید واژه‌ها: انسداد عروق؛ تمرین مقاومتی؛ زنان؛ هورمون رشد؛ دانشجویان.

گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

*نویسنده مسئول مکاتبات:

مسعود نیکبخت، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران؛

آدرس پست الکترونیکی:
nikbkht@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۵/۲/۱۴

تاریخ پذیرش: ۹۵/۶/۷

لطفاً به این مقاله به‌صورت زیر استناد نمایید:

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. [Full Text in Persian]

مقدمه

تحقیقات نشان داده‌اند پاسخ‌های هورمونی متعددی در اثر تمرینات مقاومتی رخ می‌دهد که نتیجه آن افزایش ظرفیت، کارایی و اندازه سلول‌های عضلانی است، از جمله این تغییرات هورمونی می‌توان به افزایش هورمون‌های آنابولیک مانند هورمون رشد (GH) (۲،۱) و تستوسترون (۱) اشاره کرد. بنابر پاره‌ای گزارشها، برخی هورمون‌های آنابولیک (مانند GH) فقط به تمرینات مقاومتی سنگین با شدت زیاد پاسخ می‌دهند (۳). از یک سو تمرینات قدرتی با شدت زیاد نیز احتمال آسیب دیدگی را افزایش داده و از سویی دیگر، اجرای این تمرینات سنگین برای گروه‌های خاصی از افراد چون زنان، بیماران و سالمندان مناسب نبوده و توصیه نمی‌شود. علاوه بر این، این افراد به‌طور معمول تمایلی برای اجرای آنها ندارند. از این رو ابداع روش‌های ایمن و مؤثر جهت حفظ و توسعه قدرت عضلانی برای دامنه گسترده‌ای از مردم که تحمل شدت‌های بالای تمرینی را ندارند. همواره مورد نظر محققان بوده است (۵،۴). بر این اساس، محققان نوعی از تمرینات با عنوان تمرینات مقاومتی همراه با انسداد (Resistance Training with Vascular Occlusion, RTVO) را پیشنهاد داده‌اند (۶). در این روش تمرینی، جریان خون ورودی به عضله فعال در حین تمرین از طریق بستن یک کاف یا کش (تورنیکت) لاستیکی انعطاف‌پذیر به دور قسمت پروگزیمال بازو یا ران، محدود یا متوقف می‌گردد (۷). شدت این تمرینات به‌طور معمول بین ۳۰-۲۰٪ یک تکرار بیشینه، تقریباً معادل شدت فعالیت روزانه افراد در نظر گرفته می‌شود.

بنابراین، برای افراد با ویژگی‌های جسمانی متفاوت، قابل تحمل است (۸). برخی مطالعات حاکی از آن است که تمرینات همراه با انسداد عروق، همان فواید تمرینات مقاومتی سنتی (TRT; Traditional Resistance Training) و یا حتی بیشتر از آن را دارند (۹،۱۰). طبق تحقیقات، تمرینات مقاومتی، اثرات چشمگیری بر دستگاه عصبی - عضلانی داشته و از پوکی استخوان، سارکوپنیا، شکستگی‌ها و ناتوانایی‌ها جلوگیری می‌کنند (۱۱). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد تغییر در میزان ترشح هورمون‌ها بر اثر تمرینات قدرتی؛ اصلی‌ترین عامل در سنتز پروتئین، پس از تمرینات قدرتی و ایجاد سازگاری‌های مثبت در

ساختار عضله اسکلتی است (۱۲،۱۳)، از جمله این هورمون‌ها می‌توان به هورمون رشد اشاره کرد که دارای اثرات آنابولیک متعددی بر سلول‌های عضلانی است. این هورمون علاوه بر اینکه میزان سنتز پروتئین را در سلول‌های عضلانی افزایش می‌دهد، سبب افزایش آزادسازی اسیدهای چرب آزاد (FFA) و گلیسرول از بافت چربی و افزایش تعادل مثبت کلسیم، منیزیم و فسفات شده و به حفظ ذخایر سدیم و پتاسیم کمک می‌کند (۱۴،۱۵). تحقیقات متعددی در ارتباط با تأثیر این هورمون بر افزایش قدرت بیشینه و افزایش اندازه عضلات صورت گرفته که در بیشتر آنها رابطه مستقیمی بین میزان غلظت هورمون رشد، افزایش قدرت و اندازه عضلات مشاهده شده است (۱۶). از سوی دیگر، میزان ترشح این هورمون در پاسخ به برنامه‌های مختلف تمرینی، بسیار متفاوت است. افزایش میزان هورمون‌های آنابولیک و تأثیرات آنها بر مکانیسم‌های داخلی، در واقع نوعی سازگاری مثبت در پاسخ به تمرینات قدرتی است. Raastad و همکاران در مطالعه‌ای به پاسخ بسیاری از هورمون‌های بدن به دو برنامه تمرین قدرتی پرداختند که روش اول پرشدت و روش دوم با شدت متوسط بود. نتایج نشان داد در میزان غلظت هورمون رشد بین دو گروه، تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (۱۷). نتایج مطالعه Fujita و همکاران بر روی مردان جوان نشان داد پس از تمرین، سطح GH و لاکتات خون در گروه با انسداد، بیشتر از گروه تمرینی بدون انسداد است (۱۸). از آنجایی که براساس آمار پزشکی، زنان نسبت به بعضی بیماری‌های وابسته به طول عمر و سالمندی، حساس‌تر و مستعدتر از مردان هستند؛ بنابراین توصیه می‌شود تمرینات قدرتی، بخشی از برنامه‌های تمرینی دختران را در برگیرد. از این رو تحقیق حاضر با هدف مقایسه سطوح استراحتی هورمون رشد پس از ۶ هفته تمرین مقاومتی در دو گروه تمرینی RTVO، TRT (به این منظور که تمرینات انسدادی شدت پایین جایگزین تمرینات بدون انسداد با شدت بالا برای دختران شود) انجام گرفت.

روش بررسی

تحقیق حاضر به‌صورت کاربردی و از نوع نیمه‌تجربی با گروه کنترل (طرح پیش‌آزمون - پس‌آزمون) بود. جامعه آماری را دانشجویان دختر رشته تربیت‌بدنی در نیمسال دوم تحصیلی

۱۳۹۵-۱۳۹۴ در مقطع کارشناسی دانشگاه شهید چمران اهواز با رده سنی ۱۹-۲۴ سال تشکیل می‌دادند. از میان آنها، ۳۴ نفر به صورت داوطلبانه و در دسترس انتخاب شدند. تمام آزمودنی‌ها قبل از ورود به تحقیق، توسط پزشک (از نظر مصرف داروی خاص، سلامت عمومی، سلامت قلبی - عروقی، فشار خون و تشخیص هرگونه بیماری) معاینه شدند. پس از آن، مجوز شرکت آنها در تحقیق توسط پزشک صادر گردید. رضایت‌نامه کتبی مبنی بر شرکت داوطلبانه و آگاهانه در جلسات تمرین نیز از آزمودنی‌ها دریافت شد. یک هفته قبل از شروع مطالعه، آزمودنی‌ها سه جلسه تمرین جهت آشنایی با نوع حرکت را داشتند. در این جلسات نحوه اجرای صحیح حرکات، تنفس صحیح و ملاحظات ویژه آموزش داده شد و توسط آزمودنی‌ها اجرا گردید. یک روز قبل از شروع جلسات تمرین، حداکثر قدرت عضلانی، با قرار دادن مقدار وزنه جابه‌جا شده و تعداد تکرار آن (وزنه برآورد شده توسط خودشان و اجرای حرکت جلو بازو با هالتر تا حد خستگی) در فرمول برزیسکی به دست آمد. در همان جلسه نیز قد، وزن و شاخص توده بدنی (در حالت ناشتا و پس از تخلیه مثانه) با استفاده از Body Composition Analyser, in Body 3 اندازه‌گیری شد.

$$1RM = \frac{\text{وزنه جابه‌جا شده (kg)}}{1.0278 - (0.0278 \times \text{تعداد تکرار})}$$

به منظور اندازه‌گیری سطوح استراحتی هورمون رشد، نمونه خون ورید بازویی از آزمودنی‌ها گرفته شد. نمونه‌گیری قبل از شروع تمرین و حدود ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین (به علت مطمئن شدن از آثار کوتاه مدت فشار جلسات تمرینی) صورت گرفت (آزمودنی‌ها پس از حدود ۸ ساعت ناشتا، از ساعت ۸-۲۴ صبح روز مورد نظر برای نمونه برداری خون به آزمایشگاه مراجعه کردند). پس از خونگیری، نمونه‌های خون به آزمایشگاه تخصصی، منتقل و در دمای ۷۰- فریز شدند. میزان غلظت هورمون رشد، به روش ELISA و با استفاده از کیت Monobind-USA (ساخت کشور آمریکا) اندازه‌گیری شد. داوطلبان به طور تصادفی به سه گروه: تمرین مقاومتی سنتی (۱۲ نفر)، تمرین مقاومتی همراه با انسداد عروق (۱۱ نفر) و گروه کنترل (۱۱ نفر) تقسیم شدند.

آزمودنی‌های گروه‌های تمرینی به مدت ۶ هفته (هر هفته ۳ جلسه)، حرکت جلو بازو با هالتر را به صورت ایستاده بعد از ظهر روزهای فرد در سالن بدن سازی انجام دادند. برنامه تمرینی شامل ۵ دقیقه حرکات کششی - نرمشی دست به منظور گرم کردن، برنامه تمرین اصلی و ۵ دقیقه سرد کردن بعد از اتمام تمرین بود. برای گروه انسدادی، ابتدا یک بازوبند فشاری طراحی گردید، سپس در قسمت فوقانی هر بازو بسته شد. هر بازوبند شامل یک فشارسنج دستی کیسه پنوماتیک در بخش داخلی بود. برای هر دو گروه تمرینی، استراحت یک دقیقه‌ای بین ست‌ها در نظر گرفته شد. گروه انسدادی تمرین مقاومتی با بستن کاف فشار ثابت ۱۰۰ میلی‌مترجیوه (با ۳۰٪ یک تکرار بیشینه) و گروه دیگر، تمرین مقاومتی بدون انسداد عروق (با شدت ۷۵٪ یک تکرار بیشینه) حرکات جلو بازو با هالتر را انجام دادند. گروه کنترل طی این ۶ هفته به فعالیت‌های روزمره خود پرداختند.

برای محاسبه شاخص‌های مرکزی و پراکندگی، از آمار توصیفی استفاده شد. اطلاعات جمع‌آوری شده، به وسیله نرم افزار SPSS نسخه ۲۳ و با

استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک (برای طبیعی بودن)، آزمون تی وابسته (جهت بررسی تغییرات درون گروه)، آزمون تحلیل واریانس یک طرفه (برای مقایسه اثر بخشی تمرین بین گروه‌ها) و آزمون تعقیبی LSD (برای اختلاف هریک از میانگین‌ها) در سطح معنی داری، $p < 0.05$ تحلیل شدند.

یافته‌ها

در جدول شماره ۱ برخی خصوصیات آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها به همراه آزمون لئون برای اثبات همگن بودن هریک از متغیرها در گروه‌ها ارائه شده است. در جدول شماره ۲ نیز نتایج تجزیه و تحلیل آماری به تفکیک گروه‌های تمرینی و کنترل آورده شده که نشان‌دهنده تغییرات درون گروهی و مقایسه بین گروه‌های تمرینی و کنترل می‌باشد.

جدول شماره ۱: خصوصیات آنتروپومتریک، فیزیولوژیکی با مقادیر میانگین $\pm$ انحراف معیار و آزمون t (همگنی سه گروه) آزمودنی‌ها در حالت پایه

ویژگی	کنترل	تمرین سستی (1RM/75%)	تمرین با انسداد عروق (1RM/30%)	p همگنی (آزمون یون)
سن (سال)	21±0/5	20/3±0/8	21±1/1	0/639
قد (سانتی‌متر)	161±1/1	163±1/1	162/3±1/2	0/957
وزن (کیلوگرم)	57/3±1/7	59/5±3/2	58/4±2/7	0/452
شاخص توده‌بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	22/1±0/8	23/1±1/5	23±0/5	0/365
توده بدون چربی (کیلوگرم)	15/6±0/8	15/6±0/9	17/2±1	0/879
درصد چربی	33/3±2/4	28/5±2	29/4±0/9	0/215

جدول شماره ۲: مقایسه درون گروهی و بین گروهی سطوح هورمون رشد، قبل و پس از ۶ هفته تمرین با مقادیر میانگین $\pm$ انحراف معیار

متغیر	گروه‌ها	میانگین هورمون رشد پیش از تمرین	میانگین هورمون رشد پس از تمرین	درصد تغییرات	p درون گروهی	گروه‌ها	p بین گروهی	p تعقیبی
تمرین قدرتی با انسداد	6/7±1/4	10/5±1/7	37%	0/001	با انسداد و بدون انسداد			0/282
هورمون رشد	تمرین قدرتی بدون انسداد	5/9±1/2	8/3±1/3	29%	0/013	با انسداد و کنترل	0/020	0/006
کنترل	3/9±0/9	4/1±0/9	4/9%	0/255	بدون انسداد و کنترل			0/046

* سطح معنی‌داری (p<0/05).

طبق یافته‌ها بر مبنای آزمون تعقیبی LSD، سطوح هورمون رشد در گروه‌های تجربی نسبت به گروه کنترل، افزایش معنی‌داری داشت (p<0/05). لازم به ذکر است که بین دو گروه تمرینی، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (p>0/05).

بحث

در پژوهش حاضر به مقایسه اثر تمرینات مقاومتی سستی با تمرینات همراه با انسداد عروق بر هورمون رشد دانشجویان دختر تربیت بدنی پرداخته شد. با این هدف که آیا می‌توان تمرینات مقاومتی شدت پایین همراه با انسداد عروق را جایگزین تمرینات مقاومتی با شدت بالا نمود یا خیر؟ نتایج نشان داد پس از ۱۸ جلسه تمرین، سطوح استراحتی هورمون رشد در هر دو گروه تمرینی نسبت به قبل از تمرین، افزایش معنی‌داری یافته است (p<0/05) و در مقایسه بین گروهی نیز هورمون رشد در هر دو گروه تجربی نسبت به گروه کنترل، تفاوت معنی‌داری داشته است (p=0/02). همچنین در مطالعه حاضر بین دو گروه تجربی، تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (p=0/282). یکی از دلایل افزایش معنی‌دار هورمون رشد در گروه انسدادی بر مبنای تحقیقات صورت گرفته این است که تمرینات RTVO با محدودیت جریان خون همراه می‌باشد.

بنابراین، کاهش اکسیژن‌رسانی (سرکوب متابولیسم هوازی) موجب تجمع لاکتات در محل عضله مورد نظر شده و به افزایش ترشح GH از هیپوفیز قدامی منجر می‌گردد (۱۹، ۱۴). افزایش هورمون رشد در گروه بدون انسداد به عوامل متعددی بستگی دارد. نتایج تحقیق Godfrey و همکاران نشان داد 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 به افزایش میزان نیتریک اکسید (NO) و لاکتات نسبت دادند. نیتریک اکسید یکی از مهم‌ترین انتقال‌دهنده‌های درون سلولی و بین سلولی است که نقش مهمی در کنترل رها سازی هورمون از محور هیپوتالاموس - هیپوفیز دارد. بنابراین، به نظر می‌رسد نیتریک اکسید می‌تواند سبب تسهیل رها سازی هورمون رشد از هیپوفیز قدامی به گردش عمومی خون شود (۲۰). Weltman و همکاران نیز یکی از دلایل افزایش ترشح هورمون رشد پس از تمرینات قدرتی با شدت متوسط و تکرار زیاد را افزایش فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک عنوان کردند. افزایش فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک سبب ترشح اپی‌نفرین، نوراپی‌نفرین و تحریک فعالیت نورون‌های مرکزی آدرنرژیک شده که در پی آن میزان ترشح هورمون رشد نیز افزایش می‌یابد (۲۱).

یافته تحقیق حاضر با نتایج پژوهش Kim و همکاران که نشان دادند پس از تمرین قدرتی، هورمون رشد در هر دو گروه تجربی، افزایش معنی‌داری داشته است، همخوانی داشت (۲۲). افزایش معنی‌دار هورمون رشد در گروه با انسداد را می‌توان به شرایط هایپوکسی نسبت داد که موجب تجمع متابولیت‌ها و در نتیجه افزایش غلظت IGF-1 و GH به مقدار زیادتری در مقایسه با تمرینات TRT می‌شود (۲۴، ۲۳). یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج Takano و همکاران (۲۵)، Pullinen و همکاران (۲۶)، همخوانی نداشت. بنابر بسیاری از تحقیقات، دلایل این تفاوت به عوامل متعددی از جمله سطح تمرین، ترکیب بدنی، جنسیت و سن آزمودنی‌ها برمی‌گردد که بر میزان ترشح هورمون رشد تأثیر می‌گذارند (۱۲). در مطالعه‌ای دیگر، براساس تحلیل درون‌گروهی، هورمون رشد فقط در گروه انسدادی افزایش معنی‌داری داشت و در گروه بدون انسداد؛ حتی کاهش هورمون رشد نیز دیده شد. از جمله دلایل ناهمخوانی این نتایج را می‌توان به نوع پروتکل، آزمودنی‌ها، زمان خونگیری و ترکیب بدنی آنها نسبت داد. به این ترتیب می‌توان تعداد کم سِت‌ها (۲ سِت)، تعداد زیادتر هر حرکت در هر سِت (۳۰ تکرار)، زمان استراحت بین هر سِت (۳۰ ثانیه) و آزمودنی‌ها (شامل پسران جوان فوتبالیست) را از جمله دلایل اختلاف تحقیق حاضر با پژوهش Leite برشمرد. لازم به ذکر است مطالعه Leite تک‌جلسه‌ای بود؛ درحالی‌که در پژوهش حاضر تأثیر بلندمدت تمرین بر هورمون رشد نشان داده شد (۱۲). Silva و Lengyel نیز دلایل کاهش هورمون رشد را پیروی کردن سنتز هورمون رشد از یک بازخورد منفی بیان کردند، بدین ترتیب که افزایش هورمون رشد باعث کاهش تحریک سنتز خود هورمون و یا باعث کاهش اثر متقابل با گیرنده‌ها در بافت‌های بدن می‌گردد (۲۷).

در تحقیق حسینی و همکاران، آزمودنی‌های دختر جوان در دو گروه مقاومتی با و بدون انسداد، به مدت ۳ هفته تمرین قدرتی داشتند. نتایج نشان داد در تغییرات، مقادیر بین‌گروهی هورمون رشد تفاوت معنی‌داری نداشته است (۲۸). بنابراین، شاید اگر طول مدت یک جلسه تمرینی افزایش می‌یافت یا تمرین با شدت بیشتری انجام می‌گرفت، این تفاوت به معنی‌داری نزدیکتر بود؛ چراکه تحقیقات نشان می‌دهند برای اثرگذاری تمرین بر GH، به شدت‌های بالای تمرین نیاز است (۲۸). از دیگر دلایل عدم افزایش هورمون رشد، می‌توان به فاصله بیشتر استراحت بین سِت‌ها و حرکات اشاره کرد؛ زیرا در بیشتر مطالعاتی که افزایش GH دیده شده، فاصله استراحت بین سِت‌ها کمتر از فاصله استراحت بین سِت‌ها در مطالعه حسینی و همکاران بوده است.

نتیجه‌گیری

در مجموع با توجه به نتایج، احتمالاً تمرینات مقاومتی با شدت کم همراه با محدودیت جریان خون را می‌توان با تمرینات سنتی مقاومتی با شدت بالا برای دستیابی به پاسخ هورمونی مطلوب (هورمون رشد) در دختران جوان جایگزین کرد. لذا پیشنهاد می‌گردد در مطالعات آینده، اثر بی‌تمرینی پس از تمرینات با انسداد و بدون انسداد بر هورمون رشد مورد بررسی قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد گروه فیزیولوژی ورزشی دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز می‌باشد. بدین وسیله نویسندگان، مراتب سپاس و قدردانی خود را از تمام افراد شرکت‌کننده در این تحقیق اعلام می‌دارند.

References:

1. Copeland JL, Consitt LA, Tremblay MS. Hormonal responses to endurance and resistance exercise in females aged 19-69 years. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2002 Apr1;57(4):B158-65.
2. Yang RC, Mack GW, Wolfe RR, Nadel ER. Albumin synthesis after intense intermittent exercise in human subjects. *J Appl Physiol* 1998;84(2):584-92.
3. Loenneke JP, Pujol TJ. The use of occlusion training to produce muscle hypertrophy. *Strength Cond* 2009;31(3):112-8.

4. Abe T, Beekley M, Hinata S, Koizumi K, Sato Y. Day to day change in muscle strength and MRI-measured skeletal muscle size during 7 days kaatsu resistance training: Acase study. *Int J Kaatsu Train Res* 2005;1(2):71-6.
5. Holm L, Reitelseder S, Pedersen TG, Doessing S, Petersen SG, Flyvbjerg A, Andersen JL, Aagaard P, Kjaer M. 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. Kawada S. What phenomena do occur in blood flow-restricted muscle? *Int J Kaatsu Train Res* 2005;1(2):37-44.
7. Sato Y. The history and future of KAATSU Training. *Int J Kaatsu Train Res* 2005;1(1):1-5.
8. Loenneke JP and Pujol TJ. The use of occlusion training to produce muscle hypertrophy. *Strength Cond J* 2009;3:112-18.
9. Suga T, Okita K, Morita N, Yokota T, Hirabayashi K, Horiuchi, et al. Dose effect on intramuscular metabolic stress during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. *J Appl Physiol* 2010;108:1563-67.
10. Karabulut M, Abe T, Sato Y, Bemben M. Overview of neuromuscular adaptations of skeletal muscle to KAATSU Training. *Int J KAATSU Train Res* 2007;3(1):1-9.
11. Kisner C, Colby LA. Therapeutic exercise: Foundations and techniques. Philadelphia, PA: FA Davis Company; 2013.
12. Kraemer WJ, Saron RS, Hagerman FC, Hikida RS, Fry AC, Gordon SE, et al. The effects of short-term resistance training on endocrine function in men and women. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1998;78(1):69-76.
13. Leite SN, Reis AC, Colnezi GL, 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.
14. Goto K, Ishii N, Takamatsa K. Growth hormone response to training regimen with combined high and low- intensity exercise. *Int J Sport Health Sci* 2004;2:111-8.
15. Sheffield-Moore M, Urban RJ. An overview of the endocrinology of skeletal muscle. *Trends Endocrinol Metab* 2004;15(3):110-5.
16. 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(6):347-54.
17. Raastad T, Bjoro T, Hallen J. Hormonal responses to high- and moderate-intensity strength exercise. *Eur J Appl Physiol* 2000;82(1-2):121-8.
18. 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.
19. Goto K, Ishii N, Kizuka T, Takamatsu K. The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations. *MedSci Sports Exerc* 2005;37:955-63.
20. Godfrey RJ, Madgwick Z, Whyte GP. The exercise-induced growth hormone response in athletes. *Sports Med* 2003;33(8):599-613.
21. Weltman A, Weltman JY, Womack CJ, Davis SE, Blumer JL, Gaesser GA, et al. Exercise training decreases the growth hormone (GH) response to acute constant-load exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1997;29(5):669-76.
22. 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 Jan;13(1):91-6.
23. Abe Yasuda T, Midorikawa T, Sato Y, Kearns CF, Inoue K, et al. Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily Kaatsu resistance training. *Int J Kaatsu Training Res* 2005c:17-14.

25. 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.
26. Pullinen T, Mero A, Huttunen P, Pakarinen A, Komi PA. Resistance exercise-induced hormonal responses in men, women, and pubescent boys. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34(5):806-13.
27. Silva SR, Lengyel AM. Influência dos glicocorticóides sobre o eixo somatotrófico. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2003;47(4):388-97.
28. Hosseini Kakhk AR, Zamand P, Haghighi AH, Khademosharie M. Comparison of hormonal responses to strength training with and without blood flow restriction. *J Sport Biosci* 2015;7(3):391-405. [Full Text in Persian]