علوم زیستی ورزشی _ تابستان ۱۳۹۳
دورهٔ۶، شمارهٔ۲، ص : ۲۰۵- ۲۱۸
تاریخ دریافت : ۲۱ / ۰۱ / ۹۲
تاریخ پذیرش : ۱۲ / ۰۹ / ۹۲

تأثیرات حاد دو برنامهٔ تمرین مقاومتی با شدت متوسط، حجم برابر و سرعت‌های آهسته و سریع بر برخی هورمون‌های آنابولیک و کاتابولیک

سیدعلیرضا حسینی کاخک[*1] _ محمد جابری شهرکی[2] _ محمدرضا حامدی نیا[3]

۱.دانشیار فیزیولوژی ورزش، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران، ۲. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران (کارمند ادارهٔ آموزش و پرورش استان فارس)، ۳. استاد فیزیولوژی ورزش، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

چکیده

هدف از تحقیق حاضر مطالعهٔ تأثیرات حاد دو برنامهٔ تمرین مقاومتی با سرعت آهسته و سریع بر برخی هورمون‌های آنابولیک و کاتابولیک بود. ده مرد جوان (سن ۱/۷۶ ± ۲۳/۳ سال) در یک طرح تصادفی متقاطع در سه حالت کنترل، تمرین مقاومتی آهسته و تمرین مقاومتی سریع قرار گرفتند. آزمودنی‌ها شش حرکت را در چهار ست با شدت ۶۵- ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه انجام دادند. نمونه‌های خونی قبل، بلافاصله و نیم ساعت بعد از تمرین گرفته شد. نتایج نشان داد تمرین آهسته و سریع موجب افزایش معنادار هورمون رشد (به‌ترتیب حدود ۲۵۰ و ۲۰۰ درصد) بلافاصله بعد از تمرین شد. اما بین دو نوع تمرین تفاوتی وجود نداشت. در تمرین مقاومتی آهسته بلافاصله بعد از تمرین مقادیر تستوسترون به‌طور معناداری افزایش یافت. تمرین مقاومتی آهسته و سریع تأثیری بر کورتیزول، انسولین و گلوکز نداشت. می‌توان گفت تمرینات مقاومتی آهسته نسبت به تمرینات مقاومتی سریع تأثیر بیشتری بر ترشح هورمون تستوسترون دارد.

واژه‌های کلیدی

تستوسترون، تمرین مقاومتی، حرکات آهسته، حرکات سریع، هورمون رشد.

---

[*]. نویسندهٔ مسئول : تلفن : ۰۹۱۲۵۴۹۷۲۰۹ **Email :hosseini18@yahoo.com**

مقدمه

تمرینات مقاومتی امروزه به‌عنوان بخشی از برنامهٔ تمرینی در بیشتر رشته‌های ورزشی استفاده می‌شود. این تمرینات رایج‌ترین نوع تمرین برای افزایش عملکردهای مختلف عضله مانند قدرت، هایپرتروفی، استقامت و توان است (۵). سازوکار اثر تمرینات مقاومتی بر ویژگی‌های عضله به‌خوبی شناخته نشده است (۷)؛ هرچند عوامل عصبی، هورمونی و مکانیکی به‌عنوان سازوکارهای محتمل پیشنهاد شده‌اند. این تمرینات بخشی از تأثیر خود را از طریق تغییر در سطح هورمون‌های آنابولیک و کاتابولیک اعمال می‌کند. همچنین این تمرینات محرک قوی برای تغییرات کوتاه‌مدت غلظت هورمون‌های گردش خون مانند تستوسترون، رشد و کورتیزول است (۶،۲۳،۲۶). هورمون‌های رشد و تستوسترون سنتز پروتئین و تودهٔ عضله را افزایش می‌دهند (۱)، درحالی‌که کورتیزول اثر کاتابولیک روی پروتئین‌های میوفیبریل دارد و سنتز پروتئین را مهار می‌کند. به‌علاوه پاسخ‌های هورمونی نقش مهمی در رشد بافت و تنظیم متابولیسم سوبسترای انرژی حین دورهٔ برگشت به حالت اولیه بعد از یک جلسه تمرین ایفا می‌کند (۲۴). بنابراین محققان همواره به‌دنبال یافتن روش‌های تمرینی هستند که بهترین پاسخ‌های هورمونی و عضلانی را به‌همراه داشته باشد.

تغییر در ترشح هورمون‌های آنابولیک و کاتابولیک ناشی از تمرین مقاومتی به عوامل متنوعی از جمله طول دورهٔ استراحت، شدت تمرین، حجم تمرین، نوع انقباض، سرعت حرکت و غیره وابسته است (۹،۲۳،۳۲). هرچند دستورالعمل‌های نسبتاً روشنی دربارهٔ این متغیرهای تمرینی وجود دارد (۵،۲۹)، در زمینهٔ سرعت مطلوب این تمرینات اطلاعات کمی در دست است و محققان در این زمینه اجماع ندارند (۲۹) و ابهامات زیادی در مورد آن وجود دارد (۱۲). این درحالی است که سرعت یکی از عوامل اثرگذار بر هایپرتروفی، قدرت و تغییرات هورمونی است (۲۷). نتایج برخی از این تحقیقات حاکی از آن است که تمرین با سرعت زیاد، موجب افزایش بیشتر قدرت و توان نسبت به‌سرعت کم می‌شود (۱۹،۲۸). درحالی‌که تحقیقات دیگر نشان می‌دهد که تمرینات مقاومتی با سرعت آهسته (۱۰ ثانیه بالا بردن در خلاف جاذبه و ۴ ثانیه پایین آوردن) سبب افزایش بیشتر قدرت عضلانی می‌شود (۳۵).

در زمینهٔ پاسخ‌های هورمونی این تمرینات نظرهای متناقضی وجود دارد. درحالی‌که تعدادی از محققان معتقدند تمرینات مقاومتی با شدت متوسط و حرکات سریع (یک ثانیه کانسنتریک، یک ثانیه اکسنتریک) پاسخ‌های هورمونی را به حداکثر می‌رسانند (۲۰) و هزینهٔ متابولیکی بیشتری را در بردارند (۱۷). برخی دیگر

اعتقاد دارند انجام تمرینات مقاومتی با سرعت آهسته، فشار داخل عضلانی بیشتری تولید می‌کند و به ایسکمی منجر می‌شود و ترشح هورمون رشد (GH) را شتاب بیشتری می‌بخشد (۳۷). برخی تحقیقات نیز نشان می‌دهند تفاوتی در پاسخ‌های هورمونی بین تمرینات مقاومتی با سرعت آهسته و سریع وجود ندارد (۱۶). از طرفی مطالعات کمی تأثیرات سرعت‌های متفاوت با استفاده از وسایل ایزوتونیک را بررسی کرده‌اند (۵،۲۹) و بیشتر مطالعاتی که متغیر سرعت را در تمرینات مقاومتی بررسی کرده‌اند، از قدرت‌سنج‌های ایزوکنتیک استفاده کرده‌اند و تحقیقی در زمینهٔ تمرینات معمول ایزوتونیک انجام نگرفته است (۵). این در حالی است که استفاده از تمرین‌های ایزوکنتیک به‌علت عدم دسترسی و گران بودن، کاربرد عملی کمتری دارد. ازاین‌رو از لحاظ کاربردی تمرینات ایزوتونیک از عمومیت و قابلیت اجرایی بیشتری برخوردارند.

بنابراین با توجه به محدودیت‌های برخی از تحقیقات گذشته (از جمله استفاده از دستگاه‌های ایزوکنتیک، شدت‌های مختلف، عدم برابری حجم تمرینات و غیره) و تناقض نتایج مطالعات، انجام تحقیقات بیشتر در این زمینه برای کسب دانش بیشتر و استفاده توسط ورزشکاران و مربیان مهم است. ازاین‌رو هدف از پژوهش حاضر بررسی پاسخ‌های هورمونی نسبت به دو تمرین مقاومتی با شدت متوسط، حجم برابر و سرعت‌های آهسته و سریع حرکات بود.

روش‌شناسی

در یک طرح تحقیق متقاطع، ۱۰ مرد بدون سابقهٔ تمرین مقاومتی (با میانگین سن ۱/۷۶ ± ۲۳/۳ سال، وزن ۱۴/۴۲ ±۷۶/۵۰ کیلوگرم، درصد چربی بدن ۴/۰۶ ± ۱۳/۸۱و شاخص تودهٔ بدن ۳/۲۱ ± ۲۴/۶ کیلوگرم بر متر مربع) به‌صورت داوطلبانه انتخاب شدند و به‌طور تصادفی در سه حالت کنترل، ورزش مقاومتی با حرکات آهسته و ورزش مقاومتی با حرکات سریع قرار گرفتند. بدین ترتیب که آزمودنی‌ها در جلسهٔ اول به سه گروه ۳، ۳ و ۴ نفره تقسیم شدند. به‌طوری‌که ۳ نفر در حالت کنترل، ۳ نفر در ورزش مقاومتی آهسته و ۴ نفر نیز در ورزش مقاومتی سریع قرار گرفتند. پس از یک هفته استراحت (دورهٔ آب‌بری یا Washout) جای گروه‌ها عوض شد و بار دیگر یک هفته بعد باز هم جای آنها عوض شد تا به‌این صورت هر آزمودنی در یکی از حالات کنترل، ورزش مقاومتی آهسته و ورزش مقاومتی سریع قرار گرفته باشد. به آزمودنی‌ها توصیه شد طی مدت تمرین برنامهٔ

معمول رژیم غذایی خود یعنی استفاده از غذای سلف سریس دانشگاه را رعایت کنند و از هر گونه تمرین و فعالیت بدنی سنگین خودداری ورزند. رژیم غذایی از طریق پرسشنامهٔ یادامد مواد غذایی کنترل شد.

آزمودنی‌ها سه ساعت قبل از پروتکل تمرینی از هیچ‌گونه مواد غذایی استفاده نکردند و همگی ناهار مشابه را در سلف‌سرویس دانشگاه صرف کردند. آزمودنی‌ها سه حرکت بالاتنه و سه حرکت پایین‌تنه را در مجموع شش حرکت شامل زیر بغل، پشت ران، پرس نظامی، پرس پا، پرس سینه، اکستنشن پا در چهار ست با ۱۰- ۸ تکرار و شدت متوسط ۶۵- ۶۰٪ یک تکرار بیشینه با دوره‌های استراحت ۹۰ ثانیه بین ست‌ها و دو دقیقه استراحت بین ایستگاه‌ها انجام دادند (۲۵). تمرین حرکت آهسته با سه ثانیه بالا بردن و سه ثانیه پایین آوردن و یک ثانیه مکث (۱۵،۲۷) و تمرین با حرکت سریع با یک ثانیه بالا بردن و یک ثانیه پایین آوردن و بدون مکث (۲۷) انجام گرفت. سرعت انجام حرکات به‌وسیلهٔ شمارش عدد و صدای سوت توسط مربی تنظیم و کنترل می‌شد. مدت زمان انجام هر جلسه حدود ۹۰ دقیقه بود. قبل از شروع هر جلسه ۱۵ دقیقه گرم کردن با تمرین‌های کششی، نرمشی، دویدن‌های کوتاه و وسایل بدنسازی صورت گرفت.

نمونه‌های خونی (۵ سی‌سی) قبل، بلافاصله و نیم‌ساعت بعد از ورزش گرفته شد. خون‌گیری از سیاهرگ ساعد دست راست در حالت نشسته و وضعیت استراحت انجام گرفت. ۲ سی‌سی از خون تازه در لوله‌های مخصوص حاوی مادهٔ ضد انعقاد ریخته شد و به‌منظور CBC مورد استفاده قرار گرفت. باقیماندهٔ نمونه‌های خونی با سرعت ۳۵۰۰ دور در دقیقه و به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد و سرم جدا گردید. سرم حاصله به‌منظور اندازه‌گیری هورمون‌های رشد، کورتیزول، تستوسترون، انسولین و گلوکز به فریزر با دمای ۸۰ – درجهٔ سانتی‌گراد منتقل شد.

با استفاده از کیت الایزا (ELISA, Diagnostics Biochem Canada Inc., Ontario, Canada) هورمون‌های رشد (Intraassay CV%: 4.8 & Sensitivity: 0.2 ng/ml)، کورتیزول (Intraassay CV%: 5.9، Sensitivity: 0.4 µg/dl) و تستوسترون (Intraassay CV%: 6.3 & Sensitivity: 0.022 ng/ml) اندازه‌گیری شد. انسولین به روش الایزا (ELISA, Mercodia, Uppsala, Sweden- Intraassay CV%: 5.8 & Sensitivity: 1 mU/L) و گلوکز به روش رنگ‌سنجی آنزیمی (Greiner, Bahlingen, Germany, Intraassay CV% : 2.1 & Sensitivity: 0.5 mg/dl) اندازه‌گیری شد.

حجم پلاسمایی نیز براساس تغییرات هموگلوبین و هماتوکریت و به روش استراس و همکاران اندازه‌گیری شد (۳۶).

روش‌های آماری

در این تحقیق از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف برای تشخیص همسانی و طبیعی بودن داده‌ها استفاده شد که مشخص گردید داده‌ها از توزیع طبیعی برخوردارند. برای بررسی تغییرات هورمون‌های انسولین، رشد، تستوسترون و گلوکز در حالت‌های سه‌گانه از آنالیز واریانس (ANOVA) با اندازه‌گیری‌های مکرر و آنالیز واریانس یکطرفه بر تفاضل نمره‌ها استفاده شد. همچنین برای بررسی تغییرات هورمون کورتیزول با توجه به تفاوت اولیه از آزمون ANCOVA استفاده شد. در ضمن سطح معناداری P< ۰/۰۵ در نظر گرفته شد و داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۱۶ تجزیه‌وتحلیل شد.

یافته‌ها

نتایج تحقیق نشان داد که هورمون رشد در حالت کنترل در هیچ‌یک از مراحل تغییر معناداری نداشت (P =۰/۲). اما تمرین مقاومتی با حرکات آهسته و سریع سبب افزایش معنادار هورمون رشد بلافاصله بعد از پروتکل نسبت به حالت کنترل شد (P =۰/۰۴). بین دو گروه تمرین تفاوت معناداری در هورمون رشد بلافاصله پس از تمرین مشاهده نشد. این هورمون نیم ساعت بعد از اجرای پروتکل نسبت به حالت کنترل و بلافاصله بعد از اجرای پروتکل کاهش معناداری یافت (P =۰/۰۲)، اما همچنان در مقایسه با قبل از تمرین در حد بالاتری بود که این افزایش در تمرین آهسته معنادار اما در تمرین سریع غیرمعنادار بود. همچنین در تمرین سریع هورمون رشد نیم ساعت پس از ورزش کاهش معناداری نسبت به بلافاصله پس از ورزش داشت (جدول ۱). در مورد هورمون تستوسترون نتایج نشان داد این هورمون در حالت کنترل تغییر معناداری نداشت (P =۰/۴۴). اما بین دو گروه تمرینی تفاوت معناداری بلافاصله پس از تمرین مشاهده شد، به‌طوری‌که فقط در تمرین مقاومتی با حرکات آهسته بلافاصله بعد از تمرین نسبت به حالت کنترل مقادیر تستوسترون افزایش معناداری نشان داد (P =۰/۰۰۱). این هورمون در حالت تمرین مقاومتی با حرکات آهسته (P=۰/۰۰۲) و سریع (P= ۰/۰۲) نیم ساعت بعد از پروتکل نسبت به بلافاصله بعد از پروتکل کاهش معناداری یافت (جدول ۱).

تجزیه‌وتحلیل‌های آماری در مورد هورمون کورتیزول نشان داد که فقط در حالت کنترل مقادیر کورتیزول بلافاصله و نیم ساعت بعد از پروتکل نسبت به حالت پایه کاهش یافت (P =۰/۰۰۸). اما تمرین مقاومتی با

حرکات آهسته و سریع در هیچ یک از زمان‌ها تأثیر معناداری بر کورتیزول نداشت (جدول ۱). در مورد انسولین نتایج نشان داد که در هر سه حالت تغییر معناداری وجود داشت و نشان‌دهندهٔ آن است که مقادیر انسولین در هر سه حالت بلافاصله بعد از اجرای پروتکل نسبت به حالت پایه کاهش یافت و این کاهش نیم ساعت بعد از اجرای پروتکل همچنان باقی ماند. البته بین سه حالت کنترل، حرکات آهسته و سریع در هیچ‌یک از زمان‌ها تفاوت معناداری در مقادیر انسولین وجود نداشت (جدول ۱).

جدول ۱. میانگین و انحراف استاندارد متغیرها به تفکیک گروه‌ها و زمان‌های اندازه‌گیری

متغیرها	زمان اندازه‌گیری	قبل از ورزش	بلافاصله بعد از ورزش	نیم ساعت بعد از ورزش	P درون‌گروهی
هورمون رشد (ng/ml)	کنترل	۰/۹۸±۰/۸۴	۱/۸۳±۱/۹۴	۱/۸±۱/۶۲	۰/۲
	آهسته	۰/۳۶۷±۰/۰۷۲	&* ۴/۶۷±۳/۰۴	& # *۱/۳۷±۱/۳۸	۰/۰۰۱
	سریع	۱/۲۶±۱/۴۲	&* ۳/۷۹±۳/۰۹	& # ۱/۳۲±۱/۴۴	۰/۰۲
	P بین‌گروهی	۰/۱۸	۰/۰۴	۰/۰۲	//////////
تستوسترون (ng/ml)	کنترل	۴/۸۵±۱/۵۹	۴/۴۶±۱/۵۱	۴/۷۲±۱/۸۵	۰/۴۴
	آهسته	۴/۴۱۷±۱/۲۴	&* ۵/۴۸۲±۱/۵۹	& # ۴/۳۷۷±۱/۰۴	۰/۰۰۲
	سریع	۵/۸۹±۲/۱۵	۶/۳۰۵±۲/۲	& # ۵/۴۰۲±۱/۹	۰/۰۲
	P بین‌گروهی	۰/۱۵	۰/۰۰۱	۰/۰۱	//////////
کورتیزول (µg/dl)	کنترل	۲۱/۲۲±۹/۳۸	*۱۳/۸۸±۱۱/۰۷	*۱۰/۸۳±۶/۵۳	۰/۰۰۸
	آهسته	۱۰/۴۵±۸/۷	۱۲/۷۳±۱۰/۰۱	۱۴/۵۱±۸/۷۹	۰/۴۳
	سریع	۱۹/۲۴±۱۱/۳۳	۱۰/۲۵±۷/۲۴	۱۱/۵۸±۸/۵	۰/۰۷
	P بین‌گروهی	۰/۰۵	۰/۴۲	۰/۱۴	//////////
انسولین (mu/l)	کنترل	۹/۷۳±۶/۱۶	* ۴/۱۶±۲/۷۸	* ۵/۰۵±۴/۵۵	۰/۰۰۱
	آهسته	۱۱/۷۵±۷/۵۱	* ۵/۹۴±۴/۷۴	* ۴/۲۷±۱/۷۲	۰/۰۰۸
	سریع	۱۴/۷۷±۵/۶۸	* ۶/۶۳±۴/۸۳	# * ۴/۸۷±۳/۱۶	۰/۰۰۱
	P بین‌گروهی	۰/۲۳	۰/۴۱	۰/۸۶	//////////
گلوکز (mg/dl)	کنترل	۷۸/۶±۱۰/۳۷	۷۱/۹۴±۳/۶۹	۷۲/۰۷±۳/۶۶	۰/۱
	آهسته	۷۶/۶±۹/۵۸	* ۶۹/۲۶±۵/۳۸	۷۳/۶۳±۶/۸۶	۰/۰۴
	سریع	۸۵/۸±۸/۵۳	* ۷۱/۷±۴/۲۵	* ۷۵/۵±۴/۰۹	۰/۰۰۳
	P بین‌گروهی	۰/۰۹	۰/۳۵	۰/۳۲	//////////

* تغییر معنادار نسبت به مقادیر پایه ؛ # تغییر معنادار نسبت به بلافاصله بعد از اجرای پروتکل؛ & تغییر معنادار نسبت به گروه کنترل

نتایج نشان داد، در سطح گلوکز در حالت کنترل تغییر معناداری مشاهده نشد (P =۰/۱). تمرین مقاومتی با حرکات آهسته و سریع موجب کاهش مقادیر گلوکز بلافاصله بعد از پروتکل شد. اما بین دو نوع تمرین تفاوتی

از این لحاظ وجود نداشت. در هر دو نوع تمرین، مقادیر گلوکز نیم ساعت بعد از پروتکل نسبت به بلافاصله بعد از پروتکل افزایش یافت که این افزایش فقط در تمرین سریع معنادار بود. البته بین سه حالت کنترل، حرکات آهسته و سریع در هیچ‌یک از زمان‌ها تفاوت معناداری وجود نداشت (جدول ۱). حجم پلاسما بلافاصله بعد از ورزش مقاومتی با حرکات آهسته و تمرین مقاومتی با حرکات سریع به‌ترتیب به مقدار ۴/۰۶ و ۴/۱۳ درصد دچار کاهش شد که این تغییرات در مقادیر هورمون‌های اندازه‌گیری‌شده اعمال شد.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان داد ورزش مقاومتی با حرکات آهسته و سریع سبب افزایش معنادار هورمون رشد نسبت به حالت پایه و حالت کنترل شد و این هورمون نیم ساعت بعد از اجرای پروتکل نسبت به حالت پایه و حالت کنترل کاهش معناداری یافت. نتایج پژوهش‌های گذشته حاکی از اهمیت هورمون رشد، در رشد و هایپرتروفی عضله است (۳،۲۱). افزایش هورمون رشد در تحقیق حاضر می‌تواند به‌دلیل حجم بالای تمرینات و به‌کارگیری عضلات بزرگ باشد. در تحقیق گوتو و همکاران (۲۰۰۸) هورمون رشد در ورزش مقاومتی با شدت کم و حرکات آهسته (سه ثانیه بالا بردن و سه ثانیه پایین آوردن) افزایش یافت، ولی در ورزش مقاومتی با شدت زیاد و حرکات سریع (یک ثانیه بالا بردن و یک ثانیه پایین آوردن) افزایش مشاهده نشد که بخش اول آن با تحقیق حاضر همسوست (۱۵). در تحقیق گوتو و همکاران فقط از چهار ست حرکت اکستنشن پا استفاده شد، بنابراین حجم تمرین کم بوده است. درحالی‌که براساس تحقیقات، تمرینات با شدت متوسط تا شدید و حجم زیاد و دربرگیرندهٔ تودهٔ عضلات بزرگ‌تر می‌تواند باعث تحریک ترشح هورمون رشد شود (۲۲،۲۳). همچنین گفته شده که تجمع موضعی محصولات متابولیکی مانند یون H^+ و لاکتات در عضلات در حال فعالیت، می‌تواند ترشح هورمون رشد ناشی از تمرین را تحریک کند (۳۳،۱۲). اگرچه در پژوهش حاضر غلظت لاکتات اندازه‌گیری نشد، می‌توان گفت که احتمالاً افزایش لاکتات در اثر این دو نوع تمرین یکی از دلایل افزایش هورمون رشد است. از طرفی، تفاوتی بین دو پروتکل تمرین مقاومتی با سرعت‌های آهسته و سریع در خصوص تأثیر روی هورمون رشد وجود نداشت و هر دو سبب افزایش ترشح هورمون رشد شد که می‌تواند به‌دلیل شدت متوسط و حجم برابر و به‌کارگیری تودهٔ عضلانی برابر در هر دو تمرین باشد. همچنین، تانیموتو و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که تفاوتی در پاسخ‌های لاکتات بین تمرین با شدت کم و حرکات آهسته و تمرین با شدت زیاد و حرکات سریع

وجود ندارد (۳۳)، ازاین‌رو عدم تفاوت هورمون رشد بین دو گروه می‌تواند به‌علت تشابه در لاکتات تولیدی در دو نوع تمرین نیز باشد. بنابراین، یافته‌های حاضر نشان می‌دهد که به‌کارگیری گروه‌های عضلانی بزرگ عامل مهم و تأثیرگذار در تحریک پاسخ‌های هورمون رشد در تمرین مقاومتی است و سرعت حرکت روی این موضوع تأثیر چندانی ندارد. در پژوهش حاضر، میانگین غلظت هورمون رشد نیم ساعت بعد از تمرین نسبت به بلافاصله بعد از تمرین کاهش یافت. چنین تغییراتی به احتمال زیاد به‌دلیل سازوکار بازخورد منفی ناشی از افزایش IGF-1 گردش خون و تحریک ترشح سوماتواستاتین از غدهٔ هیپوتالاموس است که در نتیجه ترشح GH توسط سوماتواستاتین مهار می‌شود (۱۰). همچنین فعالیت‌های ورزشی یکی از عوامل ترشح هورمون رشد است (۱۸)، در نتیجه با توقف آن ترشح هورمون رشد هم کاهش می‌یابد.

نتایج نشان داد در ورزش مقاومتی با حرکات آهسته، بلافاصله بعد از تمرین نسبت به حالت‌های پایه و کنترل، مقادیر تستوسترون سرمی افزایش معناداری می‌یابد. درحالی‌که، ورزش مقاومتی با حرکات سریع موجب افزایش معنادار تستوسترون بلافاصله بعد از ورزش نشد. در هر دو تمرین نیم ساعت بعد از تمرین نسبت به بلافاصله بعد از آن مقادیر تستوسترون سرمی کاهش یافت. در تحقیق گوتو و همکاران (۲۰۰۸) مقادیر تستوسترون سرمی به‌طور معنادار فقط بعد از ورزش مقاومتی با شدت کم و حرکات آهسته افزایش یافت و ورزش مقاومتی با شدت زیاد و حرکات سریع و ورزش مقاومتی با شدت کم و حرکات سریع به افزایش معنادار تستوسترون منجر نشد (۱۵) که با نتایج تحقیق حاضر همسوست. تحقیقات حاکی از آن است که تمرین مقاومتی با عضلات بزرگ غلظت تستوسترون را افزایش می‌دهد (۴،۹). از طرف دیگر، اعتقاد بر این است افزایش تستوسترون در تمرین مقاومتی با حرکات آهسته مربوط به تجمع متابولیت‌های درون‌عضلانی نیست. زیرا در چندین پژوهش بیان شده است که استرس متابولیکی ناشی از تمرین روی پاسخ تستوسترون تأثیرگذار است (۹،۱۴). بنابراین علت افزایش تستوسترون ناشی از تمرین مقاومتی با حرکات آهسته در هاله‌ای از ابهام است و به تحقیقات بیشتری نیاز دارد. اما به هر حال افزایش هورمون‌های آنابولیک در هایپرتروفی عضله در تمرین مقاومتی با حرکات آهسته بعد از یک دوره تمرین طولانی‌مدت مؤثر است (۳۳). در تحقیق گوتو و همکاران (۲۰۰۹)، اثر تمرین مقاومتی آهسته با زمان‌های مختلف در مقایسه با تمرین مقاومتی با سرعت معمولی روی ترشح هورمون‌ها بررسی شد و نتایج نشان داد که در تمام پروتکل‌های ورزش مقاومتی با حرکت آهسته غلظت سرمی تستوسترون (و هورمون رشد) بلافاصله بعد از تمرین نسبت به حالت پایه دچار افزایش معنادار شد و نیم ساعت بعد کاهش یافت (۱۳) که

مطابق با تمرین مقاومتی با حرکات آهستهٔ پژوهش حاضر است. همچنین ترشح لاکتات در حرکات آهسته‌تر بیشتر بود که باز نقش لاکتات را در ترشح هورمون رشد و تستوسترون نشان می‌دهد. در این تحقیق غلظت‌های تستوسترون سرمی نیم ساعت بعد از تمرین کاهش یافت که احتمالا به‌وسیلهٔ کاهش پاسخ هورمون لوتئینی بیضه‌ای است که به‌دلیل افزایش غلظت تستوسترون سرمی ناشی از تمرین است. همچنین ممکن است بر اثر کاهش غلظت لاکتات خون یا افزایش در تصفیهٔ کبدی باشد (۲). ترشح تستوسترون در بیضه‌ها هنگامی انجام می‌گیرد که این سلول‌ها توسط هورمون لوتئینی از غدهٔ هیپوفیز قدامی تحریک شود. مقدار تستوسترون ترشح‌شده تقریباً به نسبت مستقیم مقدار هورمون لوتئینی افزایش می‌یابد. تستوسترون ترشح‌شده توسط بیضه‌ها در پاسخ به هورمون لوتئینی اثر متقابل مهار هورمون لوتئینی توسط هیپوفیز قدامی دارد. بیشترین قسمت این مهار از اثر مستقیم تستوسترون روی هیپوتالاموس و کاهش ترشح هورمون گنادوتروپین ناشی می‌شود. این مسئله موجب کاهش متناسبی در ترشح هورمون لوتئینی توسط هیپوفیز قدامی می‌شود و کاهش ترشح هورمون لوتئینی، ترشح تستوسترون از بیضه‌ها را کاهش می‌دهد، به این ترتیب هرگاه ترشح تستوسترون بیش از حد زیاد شود، این اثر بازخورد منفی اتوماتیک از طریق هیپوتالاموس و غدهٔ هیپوفیز قدامی عمل می‌کند و ترشح تستوسترون را به مقدار مطلوب آن کاهش می‌دهد (۸).

در پژوهش حاضر، غلظت کورتیزول تحت تأثیر سرعت حرکات در برنامهٔ تمرین مقاومتی قرار نگرفت. تحقیق گوتو و همکاران (۲۰۰۹) نیز نشان داد که ورزش مقاومتی با شدت زیاد (۸۰ درصد یک تکرار بیشینه) و حرکات سریع در مقادیر کورتیزول تغییری ایجاد نکرد (۱۳) که همسو با نتایج تحقیق حاضر است. ولی تمرین مقاومتی با شدت کم (۵۰ درصد یک تکرار بیشینه) و حرکات آهسته موجب افزایش مقادیر کورتیزول شد که با نتایج این مطالعه همسو نیست. براساس تحقیق گوتو و همکاران تفاوت‌های فردی زیاد در مقادیر کورتیزول ممکن است تغییرات اندک کورتیزول را پنهان سازد. به‌عبارتی پاسخ‌های متغیر درون‌فردی زیاد، ممکن است از آشکار شدن تفاوت معنادار کورتیزول جلوگیری کند (۱۳). همچنین کورتیزول در پاسخ به استرس‌های فیزیولوژی و روانی ترشح می‌شود. ازاین‌رو شاید استرس‌های فیزیولوژیک در این دو نوع تمرین به اندازهٔ کافی نبوده است که ترشح کورتیزول را تحریک کند. به‌طور کلی نتایج بسیار ضد و نقیضی در مورد پاسخ کورتیزول به تمرینات مقاومتی حاد مشابه وجود دارد (۲۴). به‌طوری‌که برخی تحقیقات عدم تغییر (۱۱) و برخی افزایش (۳۲) کورتیزول را گزارش کرده‌اند. در مجموع از برایند این تحقیقات می‌توان گفت که عوامل مختلفی از جمله، تفاوت‌های فردی،

وضعیت تغذیه‌ای و وضعیت تمرینی بر پاسخ کورتیزول به تمرین مقاومتی نقش دارند (۲۴). درحالی‌که نمی-توانیم علت کاهش غلظت کورتیزول را در گروه کنترل توضیح دهیم، گمان می‌کنیم که اضطراب ناشی از وارد کردن سرنگ به بدن برای خون‌گیری در مرحلهٔ اول می‌تواند سبب افزایش زیاد مقادیرکوتیزول شده باشد (۲۶). ولی در مراحل بعد با کاهش اضطراب و ترس، غلظت کورتیزول نیز کاهش یافت. در این پروتکل تحقیقی آزمودنی‌ها در اولین مرحلهٔ خون‌گیری در حالت کنترل و در مراحل بعد در حالت‌های ورزش مقاومتی با حرکات آهسته و سریع قرار گرفتند.

نتایج نشان داد که مقادیر گلوکز در هر دو تمرین بلافاصله بعد از پروتکل کاهش یافت که این می‌تواند نشان-دهندهٔ نیاز بدن و عضلات جهت استفاده از گلوکز خون برای بازسازی ذخایر انرژی مصرف‌شده در حین ورزش باشد. همچنین در تحقیقات نشان داده شده در جریان ورزش انتقال گلوکز به عضلات و تجزیهٔ گلیکوژن در عضلات اسکلتی افزایش می‌یابد که به کاهش گلوکز خون منجر می‌شود (۳۰). از سویی پروتکل‌های ورزش مقاومتی مورد استفاده در تحقیق حاضر تقریباً همهٔ گروه‌های عضلانی بزرگ را به مدت ۹۰ دقیقه درگیر کرد و این امر احتمالاً سبب کاهش ذخایر گلیکوژن عضله و افزایش برداشت گلوکز توسط عضلهٔ اسکلتی در حین ورزش می‌شود.

نتایج نشان داد که مقادیر انسولین هم در حالت کنترل و هم در حالت تمرینی بلافاصله بعد از اجرای پروتکل نسبت به حالت پایه کاهش یافت و این کاهش نیم ساعت بعد از اجرای پروتکل همچنان باقی ماند. در تحقیق ترولز و همکاران (۲۰۰۰) غلظت‌های انسولین در هر دو گروه از ورزش‌های مقاومتی با شدت زیاد (۱۰۰ درصد) و شدت متوسط (۷۰ درصد) کاهش یافت (۳۴) که با نتایج این تحقیق همسو نیست. در تحقیق گوتو و همکاران (۲۰۰۹) ۱۵ دقیقه بعد از ورزش مقاومتی با شدت کم و حرکات آهسته و ورزش مقاومتی با شدت زیاد و حرکات سریع غلظت‌های انسولین به‌طور معنادار افزایش یافت و نیم ساعت بعد دچار کاهش شد که معنادار نبود (۱۳). بار و زیر تنش قرار گرفتن عضلات می‌تواند دلیلی برای افزایش ترشح انسولین باشد (۱۳). همچنین به‌نظر می‌رسد که فاصلهٔ وعدهٔ غذایی ظهر تا پیش از آزمون و پس از آزمون سبب کاهش انسولین در هر سه حالت شده است.

نتیجه‌گیری: در مجموع، نتایج این تحقیق نشان داد که تمرین مقاومتی با حرکات آهسته و سریع موجب افزایش مشخصی در ترشح هورمون رشد می‌شود و بین دو تمرین مقاومتی با حرکات سریع و آهسته تفاوتی از

این لحاظ وجود ندارد (هرچند حرکات آهسته سبب افزایش غیرمعنادار بیشتری در هورمون رشد می‌شود). ولی تمرین مقاومتی با حرکات آهسته موجب افزایش معنادار بیشتری در هورمون تستوسترون نسبت به تمرین مقاومتی با حرکات سریع می‌شود. بنابراین به‌نظر می‌رسد می‌توان به ورزشکاران و مربیان توصیه کرد در تمرینات خود تمرین مقاومتی با حرکات آهسته را مورد تأکید قرار دهند. البته این موضوع نیازمند تحقیقات بیشتری با استفاده از پروتکل‌های مختلف و روی جمعیت‌های گوناگون است.

منابع و مآخذ

1. Adams, G.R., Haddad, F. (1996). **"The relationship among IGF-I, DNA content, and protein accumulation during skeletal muscle hypertrophy"**. J Appl physiol. 81, pp: 2509-2516.
2. Ahtiainen, J. (2006). **"Neuromuscular, hormonal and molecular responses to heavy resistance training in strength trained men".** Sport, Physical Education and Health. 119, pp: 11- 13.
3. Ahtiainen, J.P., Pakarinen, A., Alen, M., Kraemer, W.J, Hakkinen, K. (2005). **"Short vs. long rest period between the sets in hypertrophic resistance training: Influence on muscle strength, size, and hormonal adaptations in trained men".** J Strength Cond Res. 19 (3), pp: 572-52.
4. Ahtiainen, J.P., Pakarinen, A., Alen, M., Kraemer, W.J., Hakkinen, K. (2003). **"Acute hormonal and neuromuscular responses and recovery to forced vs. maximum repetitions multiple resistance exercises".** Int J Sports Med. 24, pp:410-41.
5. Bird, S.P., Tarpenning KM, and Marino FE. (2005). **"Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness. A review of the acute programme variables".** Sports Med; 35 (10), pp: 841-851.
6. Bosco, C., Cowl, R., Bonomi, R., Von Duvillard, S.P., Virou, A. (2000). **"Monitoring strength training: neuromuscular and hormonal profile".** Med Sci Sports Exer. 32, pp: 202-208.
7. Bottaroa, M. , Martinsb, B., Gentil, P., and Wagner, D. (2009). **"Effects of rest duration between sets of resistance training on acute hormonal**

responses in trained women". Journal of Science and Medicine in Sport , 12, pp: 73-78.

8. Catharyn, T.L., Dan, G.B. (2004). **"Testosterone and aging: clinical research directions. editors: committee on assessing the need for clinical trials of testosterone replacement therapy"**. pp: 16- 17.
9. Durand, R.J., Castracane, V.D., Hollander, D.B., et al. (2003). **"Hormonal responses from concentric and eccentric muscle contractions".** Med Sci Sports Exerc. 35, pp: 937-43.
10. Eliakim, A., Brasel, J.A., Cooper, D.M. (2000). "Exercise and the Growth Hormone– Insulin- Like Growth Factor-1 Axis". In: Warren P M, Constantini N W, editors: Sports Endocrinology Humana Press. PP:77-95.
11. Fry, A.C., Lohnes, C.A. (2010). **"Acute testosterone and cortisol responses to high power resistance exercise"**. Fiziol Cheloveka. 36(4): pp:102-6.
12. González-Badillo, J.J., Marques, M.C., Sánchez-Medina, L. (2011). **"The importance of movement velocity as a measure to control resistance training intensity".** Journal of Human Kinetics, Special Issue 2011, pp:15-19
13. Goto, K., Ishii, N., Kizuka, T., Kraemer, R.R., Honda, T., Takamatsu, K. (2009). **"Hormonal and metabolic responses to slow movement resistance exercise with different durations of concentric and eccentric actions"**. Eur J Appl Physiol. 106, pp: 731–739.
14. Goto, K., Ishii, N., Kizuka, T., Takamatsu, K. (2005). **"The impact of metabolic stress on hormonal responses and muscular adaptations".** Med Sci Sports Exerc. 37, pp: 955-63.
15. Goto, K., Takahashi, K., Yamamoto, M., Takamatsu, K. (2008). **"Hormone and recovery responses to resistance exercise with slow movement"**. J Physiol Sci. 58, pp: 7–14.
16. Headley, S.A., Henry, K., Nindl, B.C., Thompson, B.A., Kraemer, W.J., Jones, M.T. (2011). **"Effects of lifting tempo on one repetition maximum and hormonal responses to a bench press protocol"**. Journal of Strength & Conditioning Research. 25 (2): pp:406-413

17. Hunter, G.R., Seelhorst, D., Snyder, S. **"Comparison of metabolic and heart rate responses to super slow vs. traditional resistance training".** J Strength Cond Res. 2003;17(1), pp: 76-81.
18. Kanaley, J.A., Weltman, J.Y., Veldhuis, J.D., Rogol, A.D., Hartman, M.L., Weltman, A. (1997). **"Human growth hormone response to repeated bouts of aerobic exercise".** J Appl Physiol. 83, pp 1756–61.
19. Kanhhisa, H., Miyashtta, M. (1983). **"Specificity of velocity in strength training".** Etir J Appl Physiol Occup Physiol. 51, PP:104-106.
20. Kraemer, R.R., Kilgore, J.L., Kraemer, G.R., Castracane, V.D. **"Growth hormone, IGF-I, and testosterone responses to resistive exercise".** Med Sci Sports Exerc. 1992 ;24(12), pp: 1346-52.
21. Kraemer, W.J., Aguilera, B.A., Terada, M. (1995). **"Responses of IGF-1 to endogenous increases in growth hormone after heavy resistance exercise".** J Appl Physiol. 79, pp:1315- 1316.
22. Kraemer, W.J., Gordon, S.E., Fleck, S.J. (1991). **"Endogenous anabolic hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise in males and females"**. Int J Sports Med. 12, pp: 228-35.
23. Kraemer, W.J., Marchitelli, L., Gordon, S.E., Harman, E., Dziados, J.E., Mello, R., Frykman, P., McCurry, D., Fleck, S.J. (1990). **"Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols".** J Appl Physiol. 69, pp: 1442 -1450.
24. Kraemer, W.J., Ratamess, N.A. **"Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training".** Sports Med 2005; 35 (4), pp: 339-361
25. Kraemer, W.J., Rogol, A.D. (2006). **"The endocrine system in sports and exercise. Editors: The encyclopaedia of sports medicine".** 2 nd. Blackwell Ltd. pp: 212-385.
26. Mccall, G.E., Byrnes, W.C., Fleck, S.J., Dickinson, A., Kraeme, W.J. (1999). **"Acute and chronic hormonal responses to resistance training designed to promote muscle hypertrophy".** Can J AppL PhysioL. 24, pp: 96-107.

27. Munn, J., Herbert, R.D., Hancock, M.J., Gandevia, S.C. (2005). **"Resistance training for strength: effect of number of sets and contraction speed".** Med Sci Sports Exerc. 37, pp:1622-1626.
28. Naoki, K.M., Robert, U.N. (2006). **"Velocity specificity of resistance training: Actual movement velocity versus intention to move explosively. National Strength and Conditioning Association".** 25 (2), pp: 86-91.
29. Pereira, M.I.R.; Gomes, P.S.C. (2003). **"Movement velocity in resistance training".** Sports Medicine, 33 (6), pp: 427-438 (12)
30. Richter, E., Garetto, L., Goodman, M., Ruderman, N. (1982). **"Muscle glucose metabolism following exercise in the rat: increased sensitivity to insulin".** J Clhn Invest. 69 (4), pp: 785-93.
31. Smilios I, Pilianidis T, Karamouzis M, Parlavantzas A, Tokmakidis SP. (2007). **"Hormonal responses after a strength endurance resistance exercise protocol in young and elderly males"**. Int J Sports Med.28(5), pp:401-6.
32. Stephen, P.B., Kyle, M.T., and Frank, E.M. (2005). **"Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness".** Sports Med. 35 (10), pp: 841-851.
33. Tanimoto, M., Naokata, I. (2006). **"Effects of low-intensity resistance exercise with slow movement and tonic force generation on muscular function in young men".** J Appl Physiol. 100, pp: 1150–1157.
34. Truls, R., Trine, B., Jostein, H. (2000). **"Hormonal responses to high- and moderate-intensity strength exercise"**. Eur J Appl Physiol. 82, pp: 121-128.
35. Westcott, W.L., Winett, R.A., Anderson, E.S., Wojcik, J.R., Loud, R.L., Cleggett, E., Glover, S. (2001). **"Effects of regular and slow speed resistance training on muscle strength".** J Sports Med Phys Fitness. 41, pp: 154–158.
36. Wirnitzer, K.C., and Faulhaber, M. (2007). **"Hemoglobin and hematocrit during an 8 day mountainbike race: A field study".** Journal of Sports Science and Medicine. 6, pp :265-266
37. Yamaji, S., Demura, S., Watanabe, N., and Uchiyama, M. (2010). **"Slow movement resistance training in women"**.2(10), pp:1156-1162.