(مقاله پژوهشی)

مقایسه‌ی تاثیر یک دوره تمرین منتخب مقاومتی در دو شدت متفاوت بر برخی شاخص‌های متابولیکی در دختران جوان فعال

مهسا پرسش[1*]، عبدالحمید حبیبی[2]، سعید احمدی براتی[3]، مجید مردانیان قهفرخی[1]

۱-کارشناسی ارشد گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی.
۲-استاد گروه فیزیولوژی ورزشی.
۳- مربی گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی.

۱و۳-گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهیدچمران اهواز، اهواز، ایران.
۲-گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

*نویسندهٔ مسؤول:
مهسا پرسش؛ گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهیدچمران اهواز، اهواز، ایران.
تلفن: ۰۰۹۸۹۱۶۰۵۴۲۲۳۵

Email:
mahsaporsesh8855@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: تمرینات مقاومتی به عنوان بخش مهمی از برنامه های آمادگی و تندرستی زنان شناخته شده است، اما اثر این نوع تمرینات در شدت‌های مختلف برعوامل آسیب و رشد عضلانی در دختران به طور کامل مشخص نیست. لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی تاثیر شش هفته تمرین مقاومتی در دو شدت متفاوت برشاخص‌های منتخب متابولیکی در دختران جوان فعال انجام شده است.

روش بررسی: ۳۶ دختر فعال دانشجو (با میانگین سنی ۱/۳±۲۰/۷ سال، وزن ۱/۳±۵۸/۴ کیلوگرم، قد۰/۹±۱۶۴/۱ سانتی‌متر شاخص توده بدن ۰/۵±۲۳/۱ کیلوگرم بر مترمربع) داوطلبانه در این طرح شرکت کرده و به سه گروه تمرین مقاومتی با شدت زیاد(۷۰-۹۰ درصد یک تکرار بیشینه، ۱۲نفر)، تمرین مقاومتی با شدت کم(۴۰-۶۰درصد یک تکرار بیشینه، ۱۲نفر) و گروه بدون ورزش(کنترل، ۱۲نفر) تفکیک شدند. سپس دو گروه تجربی به مدت شش هفته به تمرینات مقاومتی پرداختند. نمونه‌های خونی قبل و ۲۴ ساعت پس از پایان پروتکل تحقیق جهت اندازه‌گیری سطوح کراتین کیناز، هورمون رشد، تستوسترون، کورتیزول و عامل رشد شبه انسولینی گرفته شد.

یافته ها: نتایج تحلیل واریانس یک‌راهه تفاوت معنی‌داری در هورمون رشد($p\leq ۰/۰۰۶$)، تستوسترون($p\leq ۰/۰۵$) و کورتیزول($p\leq ۰/۰۳$) و تفاوت غیر معنی‌دار در کراتین کیناز($p\leq ۰/۱۷$) و عامل رشد شب انسولینی($p\leq ۰/۲۷$) بین ۳ گروه نشان داد. در نتیجه آزمون تعقیبی هورمون رشد گروه‌های تمرین مقاومتی با شدت بالا و پایین نسبت به گروه کنترل(به ترتیب $p\leq ۰/۰۰۷$ و $p\leq ۰/۰۳$)، تستوسترون گروه تمرین مقاومتی با شدت کم نسبت به کنترل($p\leq ۰/۰۵$) و کورتیزول گروه تمرین مقاومتی شدید نسبت به گروه کنترل($p\leq ۰/۰۲$) افزایش معنی‌دار نشان دادند.

نتیجه گیری: نتایج این پژوهش نشان داد بین تمرین مقاومتی پر شدت و کم شدت تفاوت معنی‌داری از نظر تاثیر بر سطوح شاخص‌های متابولیک عضلانی دختران جوان فعال وجود ندارد.

واژه‌های کلیدی: تمرین مقاومتی، شدت، آسیب عضلانی، رشدعضلانی، دختران فعال.

دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۸/۲۳ **دریافت مقالهٔ اصلاح‌شده: ۱۳۹۷/۲/۲۴** **اعلام قبولی: ۱۳۹۷/۲/۳۰**

مقدمه

برنامه فعالیت ورزشی به ویژه تمرین مقاومتی، محرک نیرومندی برای افزایش شرایط آنابولیکی در مسیر سنتز پروتئین‌های عضلانی بوده وسرانجام در ارتقای قدرت و اندازه ی عضلات تاثیر به سزایی دارد. این تاثیرات می تواند ناشی از استرس‌های مکانیکی، سازگاری‌های متابولیکی و مارفولوژیکی و پاسخ دستگاه غدد درون ریز باشد (۱). از طرفی، فعالیت‌های بدنی منظم با شدت زیربیشینه تاثیرات عمده ای بر سیستم ایمنی بدن دارد در حالی که فعالیت بدنی با شدت بالا ممکن است سیستم ایمنی بدن را تحت فشار قرار دهد. کراتین کیناز (CPK) به عنوان حساس‌ترین شاخص آسیب عضلانی شناخته شده است و یک آنزیم کلیدی و موثر سیستم ایمنی بدن است که موجب متابولیسم سلول‌های عضلانی و تسریع تبدیل کراتین به فسفات یا بالعکس می شود. این آنزیم در افراد سالم در داخل غشای سلول قرار دارد و مقدار آن در خون پایین است و انجام فعالیت بدنی، محرکی برای افزایش سرمی این آنزیم می‌باشد(۲). اوکونکو و همکاران ۲۰۱۲ نشان دادند که تمرین مقاومتی شدید، سبب آسیب به غشای عضله اسکلتی می شود که مشخصه ی آن افزایش فعالیت CK می‌باشد(۳). در واقع، آسیب سلولی، زنجیره ای از رخدادها را ایجاد می کند که در درازمدت و به سبب ایجاد شرایط سازشی موجب رهایی پروتئین های درون سلولی و افزایش بازسازی پروتئین های عضله می شود به همین دلیل برخی شواهد، این فرآیند را گامی مهم در رشد عضله معرفی می‌کنند(۴). هورمون هایی نظیر تستوسترون، هورمون رشد و فاکتور رشد شبه انسولینی (IGF-I) برای آنابولیسم عضله اهمیت زیادی دارند و نقش سازندگی را نیز ایفا می‌کنند. افزایش این هورمون ها پس از اجرای تمرین مقاومتی نقش زیادی در تغییرات رشدی و کسب قدرت عضلانی دارند(۵). از مهم‌ترین هورمون‌های آنابولیک هورمون تستوسترون می‌باشد. تحقیقات نشان داده اند که سطوح پایین تستوسترون عامل محدود کننده‌ی قدرت و رشد عضلانی زنان است. اگرچه مقدار تستوسترون در زنان یک دهم مقدار آن در مردان است، اما همین مقدار در فرآیندهای متابولیکی نقش محوری دارد (۶). تستوسترون، سبب افزایش ترشح هورمونهای آنابولیک دیگر از قبیل هورمون رشد و IGF-I کبدی می شود. همچنین با اثرات مستقیم بر سنتز پروتئین در بافت عضله و افزایش آزادسازی هورمون رشد که منجر به سنتزو رهایش IGF-I کبدی می‌شود، به طور غیر مستقیم بر محتوای پروتئینی فیبر عضله اثر می‌گذارد(۷). از سوی دیگر، این هورمون اثر ضد کاتابولیکی هم دارد که شامل مهار سیگنالیک کورتیزول به وسیله ی بلوکه کردن گیرنده ی گلوکورتیکوئید انجام می‌شود(۸). هورمون رشد (GH) از هورمون‌های موثر دیگر در رشد بافت های عضله می باشد. این هورمون در افراد بالغ، پروتئین سازی را تسهیل می کند، این عمل با انتقال اسید آمینه از غشای سلول، باتحریک افزایش تولید و به فعالیت واداشتن ریبوزوم های سلولی، سبب افزایش ترکیب پروتئین می‌شود. این هورمون سبب می‌شود که کبد چند پروتئین کوچک به نام سوماتومدین را بسازد که تاثیر موثری در رشد بافت های عضلانی دارد (۹). مهم‌ترین سوماتومدین، نوع C یا IGF-1 است، این هورمون هم نیز اثر آنابولیکی و ساختاری شبیه انسولین دارد. اگرچه بافت های مختلف قادر به سنتز این هورمون هستند، اما ۹۰ درصد این پروتئین در کبد ساخته می شود. خروج IGF-1 از کبد، توسط هورمون رشد تحریک می‌شود که خود از سلول‌های سوماتوتروپ هیپوفیز قدامی ترشح می‌گردد. سلول های کبدی، گیرنده های هورمون رشد داشته که با تحریک آن باعث افزایش IGF-1 شده و به داخل پلاسما رها شده و باعث کاهش پروتئولیز و تحریک تولید پروتئین می شود که متعاقب آن به افزایش توده ی عضلانی می انجامد (۱۰،۱۱). در مقابل، هورمون کورتیزول در غده‌ی فوق کلیوی یک هورمون کاتابولیک برای پایش میزان تاثیرگذاری فعالیت بدنی بر هایپرتروفی عضلات نقش دارد. کورتیزول به شکستن پروتئین، گلوکز و لیپیدها، تثبیت فشارخون و تنظیم سیستم

ایمنی بدن کمک می‌کند(۱۲). در زمینه‌ی پاسخ‌های متابولیکی و هورمونی هنگام اجرای تمرینات مقاومتی نتایج متفاوت به دست آمده است، به طوری که شماری از این مطالعات، خاطر نشان می کنند که تمرینات مقاومتی شدید، پاسخ های هورمونی را به حداکثر می‌رساند(۱۴) و هزینه متابولیکی بیشتری را به دنبال دارد(۱۵). اما برخی پژوهش‌های دیگر، انجام تمرینات پیوسته و شدید مقاومتی عضلات درگیر، کاهش IGF-1 (۱۶) و یا عدم تغییر (۱۷،۱۸) را در پی داشته است . از طرفی، افزایش پاسخ های هورمونی تنها به شدت فعالیت جسمانی بستگی ندارد، بلکه مدت اجرای فعالیت یا تعامل هر دو نیز می‌توانند موثر واقع شوند. به طوری که اگر شدت فعالیت بدنی(صرف نظر از نوع آن فعالیت) زیاد نباشد ولی زمان اجرای فعالیت به اندازه کافی طولانی باشد، این عامل سبب افزایش پاسخ هورمونی می شود(۱۹،۲۰،۲۱،۲۲). در این زمینه، کردی و همکاران(۱۳۹۱) در نتیجه بررسی تاثیر تمرین مقاومتی با سه شدت متفاوت ۴۰، ۶۰، ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه نشان دادند که میزان غلظت IGF1 فقط در گروه کم شدت(۴۰ درصد یک تکرار بیشینه) به طور معنی‌داری افزایش یافته است و تاثیر آن در دو شدت دیگر کاهشی بوده است (۲۳). همچنین وست و همکاران (۲۰۰۹) نیز با انجام یک وهله ورزش مقاومتی جلوبازو با شدت ۰/۹۵ و ۱۲ تکرار بیشینه، تغییر معنی‌داری در مقادیر سرمی هورمون رشد، کورتیزول و تستوسترون گزارش نکردند (۲۴). به طور کلی پاسخ هورمونی به تمرین مقاومتی به نوع تمرین، تعداد تکرار، شدت و مدت تمرین همچنین استراحت بین هر وهله ورزش، چرخه شبانه روزی، سن، جنسیت، و سطح پایه آمادگی جسمانی افراد وابسته است (۲۵،۲۶،۲۷). از این رو، با وجود نتایج ضد و نقیض، یافتن پاسخ بهینه به فعالیت ورزشی مقاومتی اهمیت دارد. از آنجا که اغلب تحقیقات موجود ،به شیوه های هوازی و روی نمونه های انسانی مرد انجام گرفته(۲۸) و الگوهای متفاوت تمرین مقاومتی با شدت‌های متفاوت این تمرینات، کمتر مورد بررسی قرار گرفته است، مطالعه حاضر درصدد بررسی امکان سازگاری در برنامه تمرین مقاومتی با دو شدت مختلف بر غلظت شاخص‌های متابولیک است بعلاوه، کدام شدت تمرین مقاومتی، محرک موثرتر در افزایش قدرت دختران سالم و فعال که با سازه های رشدی بیشتر همراه است، می‌باشد.

روش بررسی

این پژوهش از نوع نیمه تجربی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون می‌باشد. جامعه آماری شامل دانشجویان دختر مقطع کارشناسی علوم ورزشی دانشگاه شهید چمران اهواز در سال ۹۵ بودند. پس از تکمیل فرم‌های پرسشنامه پزشکی (پرسشنامه وضعیت سلامت و تندرستی) و آمادگی شرکت در فعالیت بدنی و رضایت کتبی همراه با تعهدات اخلاقی متقابل آزمودنی‌ها و محقق و با توجه به شرایط گزینش و معیار ورود داوطلبان که خود شامل رعایت رژیم غذایی، عدم مصرف هرگونه دارو و مکمل، عدم استعمال دخانیات، نداشتن سابقه بیماری و عفونت اثرگذار بر فاکتورهای ایمنی و آشنایی با وزنه بود، آمادگی خود را جهت شرکت داوطلبانه در پروتکل تمرین اعلام نمودند. اندازه‌گیری‌های فیزیولوژیکی، آنتروپومتریکی، ترکیب بدنی، حداکثر اکسیژن مصرفی (بوسیله ی آزمون بیشینه بروس) و همچنین یک تکرار بیشینه (1RM) از آزمودنی‌ها صورت گرفت. از بین ۴۵ نفر داوطلب، ۳۶ نفر با توان هوازی (VO_{2max}) بیشتر از ۳۹ میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه(افراد فعال)، با میانگین سنی ۱/۳±۲۰/۷ سال، وزن ۱/۳±۵۸/۴ کیلوگرم، قد۰/۹±۱۶۴/۱ سانتی متر شاخص توده بدن۰/۵±۲۳/۱ کیلوگرم بر مترمربع به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند(۶۳). و به طور تصادفی در سه گروه تمرین مقاومتی شدید(۱۲نفر) و تمرین مقاومتی با شدت کم (۱۲نفر) و گروه کنترل (۱۲نفر) تقسیم شدند.

برای محاسبه قدرت بیشینه، هر ازمودنی با برآورد نسبی اولیه از توانایی عضلانی خود، وزنه مورد نظر انتخاب می‌شد. سپس آن حرکت ورزشی برای یک نوبت تا واماندگی انجام می‌گرفت. در مرحله بعد، با قرار دادن مقدار

وزنه جابه‌جا شده و تعداد تکرار در فرمول مربوط، قدرت بیشینه برآورد شد(۶۱).

(۱/۰۲۸- (تعداد تکرار خستگی x٪۰۲۷۸) / وزنه جابه‌جا شده (کیلوگرم) =1RM

پروتکل تمرین مقاومتی

پروتکل تمرینی در دو سطح کم شدت و شدید با توالی سه جلسه در هفته ظرف شش هفته مستمر بود. برنامه تمرینی برای هر دو گروه تمرینی یک برنامه محقق ساخته بود که بر اساس معادله یک تکرار بیشینه، اجرا شد. در طی اجرای این پروتکل گروه کنترل در محیط دانشکده تربیت بدنی به فعالیت‌های روزمره پرداختند. یک هفته قبل از شروع جلسات تمرین در سه جلسه آزمودنی‌ها حرکات سبک با هالتر را به منظور آمادگی اولیه و آشنایی با پروتکل تمرینی در سالن بدنسازی اجرا کردند. تمرین شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن عمومی و اختصاصی(دویدن آرام، حرکات کششی و تمرین با وزنه های سبک) بود و ۱۰ دقیقه انتهایی نیز به تمرینات سرد کردن (دوی نرم و حرکات کششی) اختصاص داشت. برنامه اصلی تمرین با وزنه به صورت حرکات جلو بازو، پرس سینه، زیربغل، اکستنشن تنه و پشت بازو با هالتر در دو سطح کم شدت (۴۰درصد یک تکرار بیشینه در سه هفته اول و ۶۰ درصد تکرار بیشینه در سه هفته دوم با ۲۰ تا ۳۰ تکرار در هر حرکت) و شدت بالا (۷۰ درصد یک تکرار بیشینه در سه هفته ی اول و ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه در سه هفته دوم و تعداد پنج تا ۱۵ تکرار در هر حرکت) انجام شد. حرکات هرکدام، ۵ ست با استراحت سی ثانیه ای بین ست‌ها و زمان استراحت بین دو حرکت ۲ دقیقه بود(۶۲). برای رعایت اصل اضافه بار و تنظیم فشار تمرین در پایان هر هفته، پرسشنامه درک فشار بورگ توسط افراد تکمیل می‌شد. در همه جلسه های تمرینی، ترتیب اجرای حرکات تمرین تکراری و مشابه جلسات قبل و با میانگین دمای محیطی ۲±۲۹ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۱±۴۰ انجام شد. در انتهای هر هفته یک تکرار بیشینه ی تمام آزمودنی های مورد تمرین گرفته می شد تا شدت تمرینی مورد نظر به خوبی کنترل شود. همچنین یکی از افراد تیم پژوهشی در تمام جلسات تمرینی برای نظارت بر اجرای کامل و صحیح تمرینات حضور داشت.

نمونه گیری خونی در آزمایشگاه دانشکده تربیت بدنی توسط خونگیر مجرب قبل از شروع برنامه تمرین مقاومتی و ۲۴ ساعت پس از آخرین جلسه تمرینی در ساعت ۹ صبح در حالت ناشتا از ورید بازویی در حالت نشسته صورت گرفت. نمونه های خون بلافاصله در میکروتیوپ به آزمایشگاه دانشکده دامپزشکی انتقال می یافت تا با دور ۳۰۰۰ سانتریفیوژ شوند. پس از سانتریفیوژ، سرم در دمای ۷۰- درجه نگه داری می شد .برای محاسبه ی سطح سرمی IGF- 1 از کیت الایزا شرکت MN R&D system (Minneapolis ,USA) و برای محاسبه ی غلظت هورمونهای رشد و تستوسترون از کیت الایزا شرکت monobind Inc(lake Forest CA USA) استفاده شد. سطح کراتین کیناز به روش فوتومتری با استفاده از کیت شرکت پارس آزمون ساخت کشور ایران و اندازه گیری غلظت کورتیزول بوسیله کیت DiaPlus ساخت کشور آمریکا به روش الایزا انجام گرفت. ضریب تغییرات همه کیت ها کمتر از ۱۰ درصد بود.

برای محاسبه میانگین و انحراف استاندارد داده‌ها از آمار توصیفی استفاده شد. آزمون شاپیرو ویلکز برای تعیین طبیعی بودن توزیع متغیرهای موجود در تحقیق، بکار گرفته شد. با توجه به اینکه تمامی داده‌ها از توزیع نرمالی برخوردار بودند برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و مقایسه بین گروهی، از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه و در صورت معنی‌داری از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد و به منظور بررسی اختلاف‌های درون‌گروهی از آزمون t وابسته استفاده شد. کلیه عملیات آماری به وسیله نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام گرفت و سطح معنی‌داری آزمون‌ها $p<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد.

یافته ها

در جدول ۱ برخی خصوصیات آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها ارائه شده است. نتایج بررسی اختلاف‌های درون گروهی در جدول ۲ نشان می‌دهد که دو تمرین مقاومتی شدید و کم شدت، موجب افزایش معنی‌دار سطوح پایه کراتین کیناز، هورمون‌های رشد و کورتیزول می‌شود. اما هورمون تستوسترون تنها در گروه کم شدت (p=۰/۰۰۵) و IGF-1 در گروه پرشدت افزایش معنی‌داری را نشان داد (p=۰/۰۰۰). در بررسی تفاوت‌های بین گروهی، تفاوت معنی‌داری بین سه گروه مطالعه در سطوح هورمونهای تستوسترون(p=۰/۰۵)، کورتیزول (p=۰/۰۳) و رشد(p=۰/۰۰۶) بدست آمد. اما این اختلاف در سطوح IGF-1 و کراتین کیناز از لحاظ آماری، معنی‌دار نبود (p>۰/۰۵). نتایج جدول ۳ نیز نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین دو گروه تمرینی پر شدت و کنترل در سطوح هورمون‌های رشد(p=۰/۰۰۷) و کورتیزول (p=۰/۰۲) وجود دارد. همچنین بین گروه‌های تمرینی کم شدت و کنترل در غلظت هورمون‌های تستوسترون (p=۰/۰۲) و هورمون رشد (p=۰/۰۳) تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید. لازم به ذکر است که در هیچ یک از شاخص‌های این مطالعه تفاوت معنی‌داری بین دو گروه تمرین مقاومتی پرشدت وکم شدت مشاهده نشد (p≥۰/۰۵).

جدول۱: شاخص های آنتروپوتریکی، ترکیب بدنی و فیزیولوژیکی آزمودنی‌ها (میانگین±انحراف استاندارد)

گروه / متغیر	گروه مقاومتی شدید	گروه مقاومتی کم شدت	گروه کنترل
سن (سال)	۲۰/۳±۰/۸	۲۱±۱/۱	۲۱±۰/۵
قد (سانتی‌متر)	۱۶۳±۱/۱	۱۶۲/۳±۱/۲	۱۶۱±۱/۱
وزن (کیلوگرم)	۵۹/۵±۳/۲	۵۸/۴±۲/۷	۵۷/۳±۱/۷
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۳/۱±۱/۵	۲۳±۰/۵	۲۲/۱±۰/۸
حداکثر اکسیژن مصرفی(میلی‌لیتر بر کیلوگرم در دقیقه)	۴۱/۲۳±۵/۴۶	۳۹/۱۵±۴/۹۴	۴۰/۲۹±۱/۷۷
درصد چربی بدن(درصد)	۲۸/۵±۲	۲۹/۴±۰/۹	۳۳/۳±۲/۸
توده ی بدون چربی(کیلوگرم)	۱۵/۶±۰/۹	۱۷/۲±۱	۱۵/۶±۰/۸

جدول۲: مقایسه درون گروهی و بین گروهی متغیرهایCPK، GH، T، C ، IGF-1 در پیش و پس آزمون (میانگین± انحراف استاندارد)

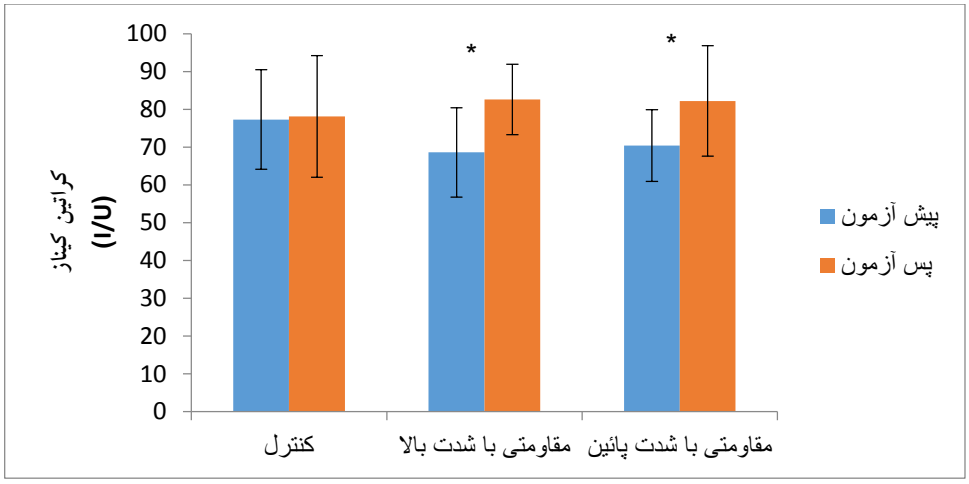
	کنترل		سطح معنی‌داری درون گروهی	تمرین مقاومتی شدید		سطح معنی‌داری درون گروهی	تمرین مقاومتی کم شدت		سطح معنی‌داری درون گروهی	P بین گروهی
	وضعیت پایه	بعد از فعالیت		وضعیت پایه	بعد از فعالیت		وضعیت پایه	بعد از فعالیت		
کراتین کیناز (I/U)	۷۷/۱۳±۳۲	۷۸/۱۶±۱۵	۰/۹۱	۷۰/۹±۴۵	۸۱/۱۴±۸۷	۰/۰۱	۶۸/۱۱±۶	۸۲/۹±۶	۰/۰۰۲	۰/۱۷
هورمون رشد (µIu/mL)	۱۲/۲±۸	۱۳/۲±۶	۰/۲۳	۱۴/۳±۲۹	۱۸/۲±۷۱	۰/۰۰۰	۱۳/۲±۴۰	۱۷/۳±۱۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۶
تستوسترون (ng/mL)	۱/۰±۱۹/۵	۱/۰±۰۸/۴	۰/۱۵	۰/۰±۹۷۵/۷	۱/۰±۲۰/۹	۰/۵۳	۰/۰±۸۰۸/۵	۱/۰±۵۴/۹	۰/۰۰۵	۰/۰۵
کورتیزول (ng/dL)	۱۴/۲±۹۳	۱۵/۲±۳۴	۰/۷۱	۱۸/۳±۰۷	۲۰/۳±۵۶	۰/۰۰۰	۱۶/۳±۰۴	۲۰/۲±۰۶	۰/۰۰۳	۰/۰۳
فاکتور رشد شبه انسولینی (ng/mL)	۱۳۸/۲۶±۴	۱۴۱/۲۲±۵	۰/۷۲	۱۳۲/۱۱±۱	۱۵۱/۱۴±۴	۰/۰۰۰	۳۰±۱۴۹	۳۱±۱۶۵	۰/۱۱	۰/۲۷

- داده‌ها به صورت میانگین و انحراف معیار گزارش‌شده است.
- نتایج P درون‌گروهی بر اساس آزمون t وابسته
- نتایج P بین گروهی بر اساس آزمون تحلیل واریانس یک‌راهه
- سطح معنی‌داری (p<۰/۰۵) در نظر گرفته‌شده است

جدول۳: مقایسه نتایج سطوح سرمی شاخص های بیوشیمیایی منتخب درسه گروه مورد مطالعه (آزمون تعقیبی بونفرونی)

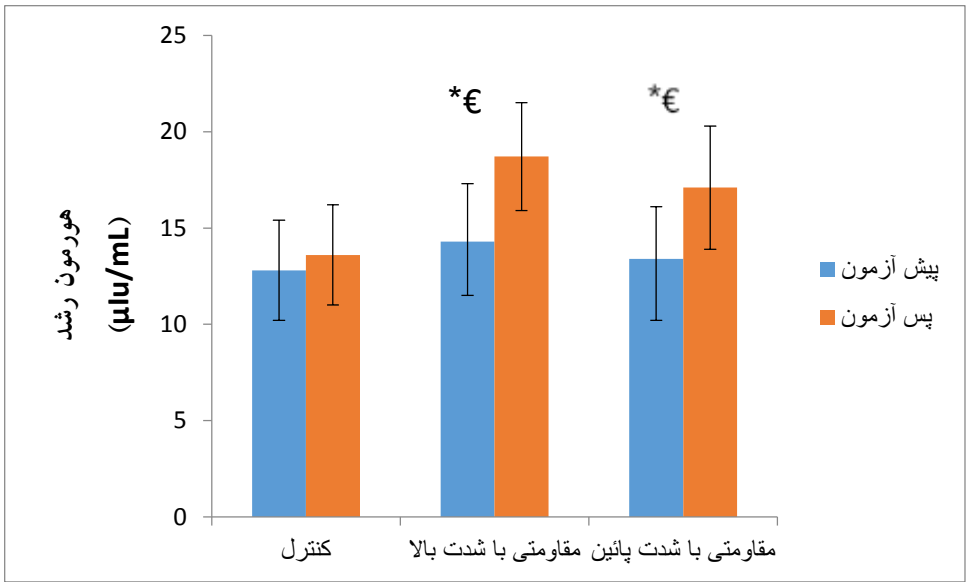
متغیرها	گروه‌ها		سطح معنی‌داری
هورمون رشد (µIu/mL)	مقاومتی شدید	مقاومتی کم شدت	۱
		کنترل	۰/۰۰۷ *
	مقاومتی کم شدت	کنترل	۰/۰۳ *
تستوسترون (ng/mL)	مقاومتی شدید	مقاومتی کم شدت	۰/۴۳
		کنترل	۰/۹۹
	مقاومتی کم شدت	کنترل	۰/۰۵ *
کورتیزول(ng/dL)	مقاومتی شدید	مقاومتی کم شدت	۰/۷۴
		کنترل	۰/۰۲ *
	مقاومتی کم شدت	کنترل	۰/۳۵

*سطح معنی‌داری (p<۰/۰۵) در نظر گرفته‌شده است.



نمودار۱: مقایسه میانگین پیش آزمون پس آزمون کراتین کیناز گروه های کنترل، مقاومتی با شدت بالا و مقاومتی با شدت پائین

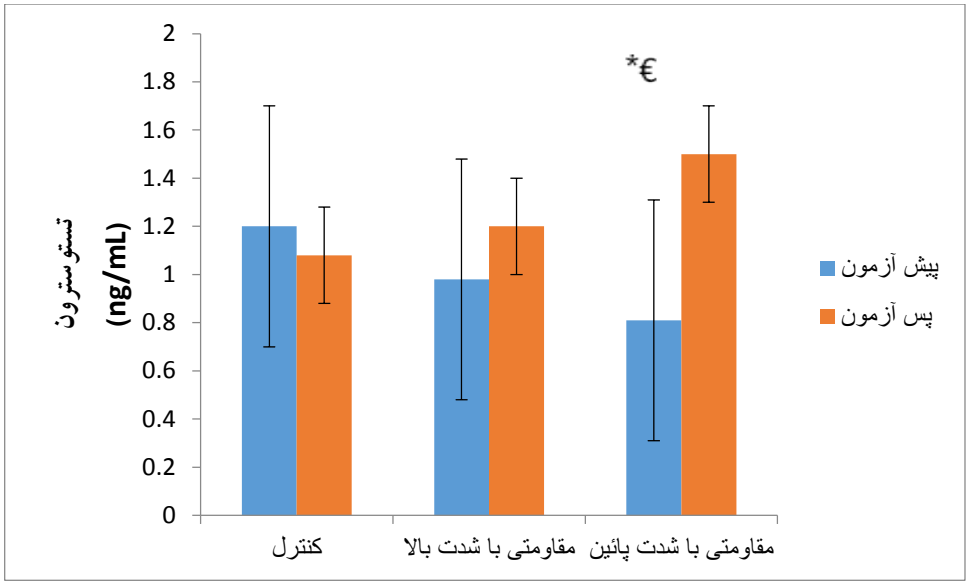
*تفاوت معنی‌دار در گروه



نمودار۲: مقایسه میانگین پیش آزمون پس آزمون هورمون رشد گروه های کنترل، مقاومتی با شدت بالا و مقاومتی با شدت پائین

*تفاوت معنی‌دار در گروه

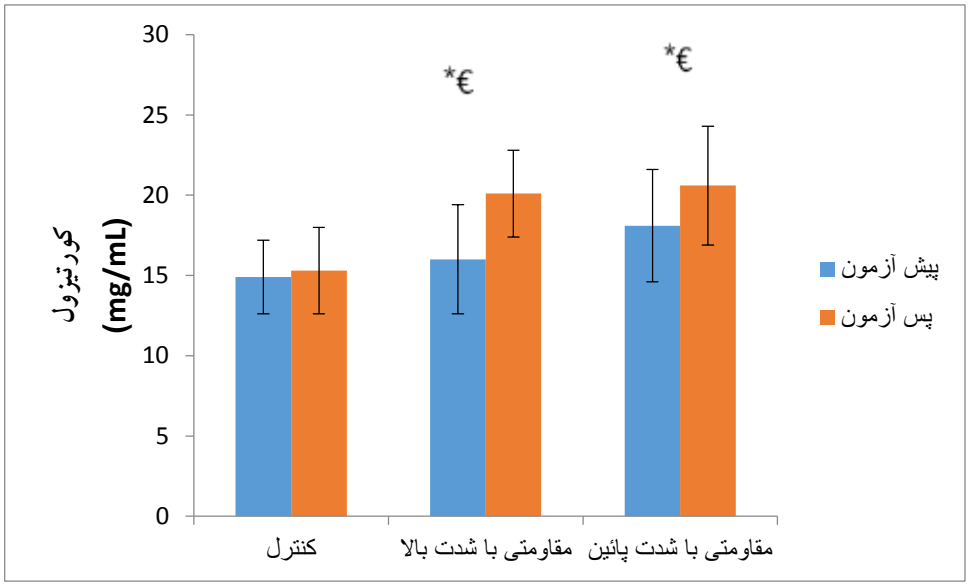
€تفاوت معنی‌دار با گروه کنترل



نمودار۳: مقایسه میانگین پیش آزمون پس آزمون تستوسترون گروه های کنترل، مقاومتی با شدت بالا و مقاومتی با شدت پائین

*تفاوت معنی‌دار در گروه

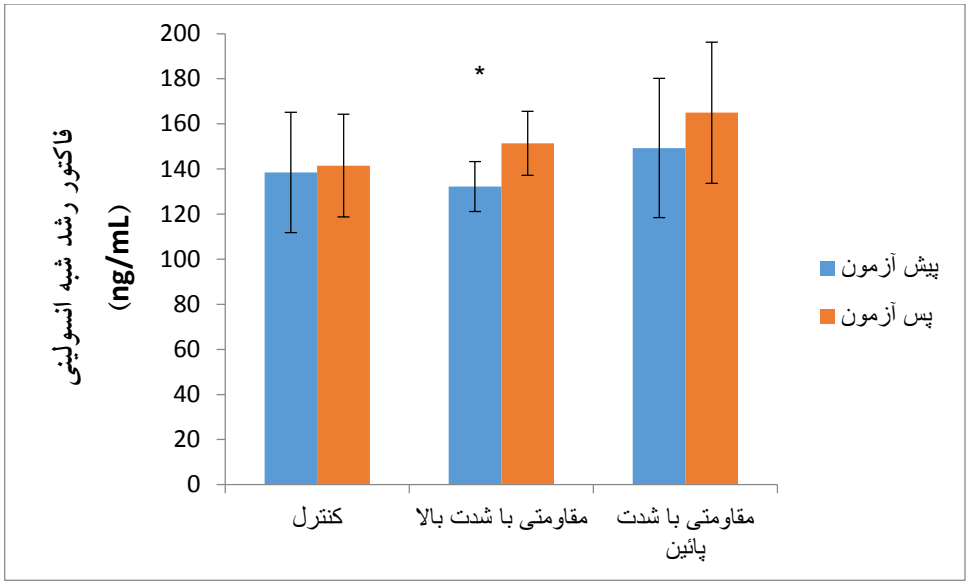
€تفاوت معنی‌دار با گروه کنترل



نمودار۴: مقایسه میانگین پیش آزمون پس آزمون کورتیزول گروه های کنترل، مقاومتی با شدت بالا و مقاومتی با شدت پائین

*تفاوت معنی‌دار در گروه

€تفاوت معنی‌دار با گروه کنترل



نمودار۵: مقایسه میانگین پیش آزمون پس آزمون فاکتور رشد شبه انسولینی گروه های کنترل، مقاومتی با شدت بالا و مقاومتی با شدت پائین

*تفاوت معنی‌دار در گروه

بحث

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که به دنبال هر دو نوع تمرین مقاومتی در دو شدت کم و زیاد، هورمون‌های رشد و کورتیزول و کراتین کیناز سرمی پس از شش هفته فعالیت به طور معنی‌داری افزایش یافت. به نظر می‌رسد که دو عامل شدت و مدت فعالیت با وزنه برای ایجاد سازگاری متابولیک مناسب بوده است. بر اساس نتایج مطالعات، افزایش سطح سرمی هورمون رشد پس از تمرین با غلظت کورتیزول مرتبط است به طوری که پاسخ های بزرگتر کورتیزول به تمرین، افزایش در پاسخ هورمون رشد را در پی خواهد داشت(۲۹). در برخی مطالعات مشاهده شده که فعالیت بدنی شدید بویژه تمرینات مقاومتی باعث بالارفتن هورمون های استرسی (کاتکولامین ها) می شود که با افزایش شدت فعالیت بدنی، ترشح هورمون های کاتکولامین‌ها به صورت توانی افزایش می یابد و موجب افزایش لیپولیز در درون عضله اسکلتی می شود. فسفوریلاز نیزسبب افزایش کاتالیز گلیکوژن در عضله اسکلتی و بافت کبد می شود. که سبب تغییر در غلظت هورمون های تستوسترون، کورتیزول و رشد می‌شود(۳۰). از سویی دیگر، برخی پژوهش ها نشان می دهند که هورمون‌های تستوسترون و رشد برای ترشح IGF-1 همکاری می‌کنند (۳۱،۳۲).

تسای و همکاران(۲۰۱۵) افزایش هورمون های آنابولیکی را پس از دوره های تمرینی بلند مدت۱۲ ماهه مقاومتی با شدت۷۵-۸۰ درصد یک تکرار بیشینه نیز نشان دادند که با نتایج پژوهش حاضر همسو می‌باشد(۲۲). مطالعات نشان می‌دهند که مدت تمرین از شدت آن شاخص قوی‌تری برای اندازه ی پاسخ هورمون رشد به حساب می آید(۳۵). استوکز و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که تمرین مقاومتی با شدت و بار تمرینی بالا(۷روز با شدت ۷درصد جرم بدن)، غلظت هورمون رشد را تحت تاثیر قرار می دهد(۳۷). علاوه بر این، برخی تحقیقات نشان داده است که ارتباط خطی بین ترشح هورمون رشد و افزایش شدت فعالیت ورزشی وجود دارد که با افزایش‌های همسوی سطوح لاکتات و GH همراه است(۳۷). همچنین وانهلدر و همکاران (۲۰۱۵) گزارش دادند که پاسخ مشابهی به حجم و شدت کم تمرین مقاومتی در هورمون رشد ایجاد

می شود. بطوری که حجم و شدت تمرین ورزشی دو فاکتور مهم بر پاسخ و سازگاری هورمون‌ها می باشند. گوتو و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که در گروه تمرینی مقاومتی با شدت کم(۴۰ درصد یک تکرار بیشینه) هورمون رشد افزایش یافت که با نتایج پژوهش حاضر همسویی دارد. اما در گروه تمرینی مقاومتی با شدت زیاد(۸۰ درصد یک تکرار بیشینه) افزایش معنی‌داری مشاهده نشد(۳۸) که بخش اول آن با نتایج پژوهش حاضر همسوست. در پژوهش گوتو و همکاران فقط از ۴ ست حرکت اکستنشن پا استفاده شد، بنابراین حجم تمرین کم بوده است. در حالی که بر اساس تحقیقات، تمرینات با شدت متوسط تا شدید می تواند باعث تحریک هورمون رشد شود. بنابراین فعالیت‌های ورزشی به تناسب افزایش شدت تمرین از مسیر افزایش تون α_2- آدرنرژیک همزمان با مهار تون β_2- آدرنرژیک، به افزایش رهایش هورمون رشد می انجامد(۳۹). بایوکازی و همکاران ۲۰۰۳ از دلایل افزایش ترشح هورمون رشد پس از تمرینات مقاومتی، افزایش فعالیت سمپاتیک عنوان کردند(۴۰). پژوهش‌های همسو با یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهند که تغییرات اسیدیته ناشی از فعالیت بدنی ،می تواند از عوامل اثرگذار در بروز پاسخ هورمون رشد باشد. زیرا رابطه‌ی افزایش هورمون رشد پس از فعالیت بدنی با غلظت لاکتات(۴۱) در پایان فعالیت گزارش شده است که این عامل دلالت بر اهمیت مواد متابولیکی در روند متابولیسم بی‌هوازی بر سازه های رشدی دارد. در توجیه نحوه‌ی اثرگذاری اسیدیته خون، ناشی از فشارهای فیزیولوژیکی ورزش شدید، باید گفت که افزایش اسیدیته خون باعث ارسال پیام‌های عصبی به سیستم عصبی مرکزی و هیپوتالاموس می‌شود، درنتیجه سبب آزادسازی هورمون گنادوتروپین (GnRH) می‌گردد. این هورمون با فیدبک‌های مثبت و منفی، ترشح هورمون های رشد و تستوسترون را کنترل می‌کند(۳۸). از طرفی، در پژوهش های پیشین نشان داده است که هورمون گرلین موجب ترشح هورمون رشد شده بطوری که تزریق داخل سیاهرگی گرلین در افراد سالم، افزایش این هورمون را در پی دارد(۴۱). اگرچه در پژوهش حاضر این عوامل (مقادیر لاکتات و گرلین) مورد ارزیابی قرار نگرفتند اما با توجه به یافته‌های پژوهش‌های پیشین این احتمال وجود دارد که افزایش این عوامل در پی فعالیت مقاومتی در پژوهش حاضر، سبب افزایش معنی‌دار هورمون رشد در هر دو شدت تمرینی شده باشد. از سویی دیگر مطالعات نشان می دهند که پاسخ هورمون رشد در زنان شدیدتر است و این تغییر ممکن است به سطح هورمون استروژن یا استرس روانی بالا در جریان فعالیت ورزشی ارتباط داشته باشد. همچنین عامل درجه حرارت نیز بر ترشح هورمون رشد اثر می‌گذارد بطوریکه بالا رفتن دمای محیط ممکن است سنتز و ترشح هورمون رشد را نیز تحریک کند(۴۳). البته ورزش در شرایط جغرافیایی گرم، میزان پاسخ هورمون‌های کورتیزول(۴۴)و هورمون رشد (۴۳) را تشدید می‌کند. از این رو با ملاحظه اجرای برنامه‌ی تمرینی درپژوهش حاضر که در فصل گرم سال و در منطقه ی گرمسیری اجرا شده است این عامل هم نیز می‌تواند یکی دیگر از دلایل افزایش هورمون رشد و کورتیزول در هر دو گروه تمرینی بوده باشد(۴۳).

گوتو و همکاران (۲۰۰۹) نیز نشان دادند که تمرین مقاومتی باشدت کم(۵۰ درصد یک تکرار بیشینه) موجب افزایش مقادیر کورتیزول شد که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد. اما تمرین مقاومتی با شدت زیاد (۸۰ درصد یک تکرار بیشینه) در مقادیر کورتیزول تغییری ایجاد نکرد، که با نتایج این مطالعه همسو نمی‌باشد(۴۵). پژوهشگران بر این باورند که هم فعالیت بدنی و هم استرس روانی با تاثیر بر عوامل ایمونولوژیکی و عصبی- هورمونی، موجب تحریک سیستم عصبی مرکزی می‌شوند و به دنبال این پدیده، تولید سیگنال های ثانویه سلولی در جهت افزایش تولید کورتیزول افزایش می‌یابد که به نظر می‌رسد یکی از علل نتایج تحقیق حاضر این موارد باشد(۴۶). افزایش سطح کورتیزول در مدت فعالیت بدنی می‌تواند به نگهداری هومئوستاز گلوکز از طریق تحریک گلوکونئوژنز و لیپوژنز کمک کند(۴۷). بر اساس مطالعات صورت گرفته مقادیر

ترشح هورمون کورتیزول در طول شبانه روز متفاوت است و حداکثر مقادیر ترشح آن در صبح بوده و هرچه به بعدازظهر نزدیک می شویم مقادیر ترشح آن کاهش می یابد به جز در شرایط استرس که سطح آن بالا می رود، بنابراین زمان جمع‌آوری نمونه‌ها و همچنین ترس و اضطراب آزمودنی‌ها از عمل خونگیری هم نیز می‌تواند از دیگر عوامل ترشح بیشتر کورتیزول در هر دو گروه تمرینی بوده باشد(۴۸).

راستاد و همکاران(۲۰۰۰) در پژوهشی به مقایسه‌ی دو برنامه‌ی مقاومتی پس از یک جلسه‌ی تمرینی با شدت متوسط(۷۰ درصد یک تکرار بیشینه) و شدت بالا (۱۰۰ درصد یک تکرار بیشینه) پرداختند و افزایش معنی‌دار تستوسترون را تنها در گروه ورزشی با شدت بالا نشان دادند(۶۴). هاوکینز و همکاران(۲۰۰۸) در پژوهشی همسو با نتایج پژوهش حاضر، عدم تغییر معنی‌دار در سطح تستوسترون را متعاقب ۱۲ ماه فعالیت بدنی با شدت متوسط و شدید در مردان غیرفعال را نشان دادند(۲۰). در صورتی که در پژوهش حاضر با وجود عدم تغییر معنی‌دار سطح تستوسترون سرم در گروه تمرینی پر شدت، تمرین کم شدت منجر به افزایش معنی‌داری در سطح تستوسترون سرمی شده است. اگر چه شدت و حجم تمرین بر افزایش سطح تستوسترون تاثیرگذار است(۴۹). اما در پژوهش حاضر، شدت اعمال شده در پروتکل تمرینی مقاومتی با شدت بالا، علیرغم افزایش معنی‌دار در سطح کورتیزول سرم، افزایشی ناچیز در سطح سرمی تستوسترون به همراه داشت که احتمالا این افزایش در کورتیزول با سنتز تستوسترون تداخل کرده و مستقیما با تاثیر عملکرد مهاری کورتیزول یا به طور غیر مستقیم با قطع محور تنظیمی هیپوتالاموس – هیپوفیز- غدد جنسی (HPG)، افزایش تولید تستوسترون را مهار کرده است(۲۷). در پژوهش حاضر، عدم تغییر معنی‌دار تستوسترون در گروه پرشدت را می توان با توجه به سازگاری‌های تمرین مقاومتی در محور HPG توجیه کرد. با استناد به نتایج برخی مطالعات مبنی بر عدم تغییر معنی‌دار سطح LH خون، پس از ورزش‌های طولانی مدت، شاید یکی از علل موثر در عدم تغییر معنی‌دار در سطح سرمی تستوسترون عدم تغییر LH باشد (۵۱).

از دیگر یافته‌های این پژوهش، افزایش معنی‌دار IGF-1 پس از تمرین مقاومتی پرشدت است. بااین وجود، تمرین مقاومتی کم شدت نتوانست تغییرات معنی‌داری در غلظت این متغیرایجاد کند.در این زمینه، کاپن و همکاران، سازوکارهای وابسته فعالیت بدنی و IGF-1 را ناشناخته گزارش کرده اند. ولی پاسخ هورمون رشد را دارای نقش احتمالی در تنظیم IGF-1 دانسته و بیان کردند که فعالیت بدنی پر شدت محرک رهایش هورمون رشد است و این هورمون سبب تولید IGF-1 در بافت‌ها وسپس باعث بالا رفتن IGF-1 سرمی می‌شود. رحیمی و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهشی همسو با نتایج پژوهش حاضر نشان دادند که یک دوره تمرین مقاومتی با پروتکل تمرینی به شکل ۴ نوبت حرکات ورزشی اسکات و پرس سینه با شدت ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه، IGF-1 مردان تمرین کرده مقاومتی را به طور معنی‌داری افزایش داد(۵۳). Orsatti و همکاران در مطالعه ای نشان دادند ۱۶ هفته تمرین مقاومتی با شدت ۶۰ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه سبب افزایش سطوح IGF-1 در زنان سالم غیرفعال می‌شود(۵۴). که با نتایج یافته های پژوهش حاضر همخوانی دارد. اما با یافته های Bjersing ، Lovell ، Nishida که کاهش IGF-1 را متعاقب فعالیت ورزشی مقاومتی نشان دادند،همخوانی ندارد(۵۵،۵۶،۵۷)این ناهمخوانی در گزارشات موجود، احتمالا می‌تواند در تفاوت گروه‌های مورد مطالعه، روش‌های اندازه گیری شده، اندازه شدت، مدت تمرین و نوع برنامه‌های تمرینی و فاصله ی استراحت بین دو برنامه تمرین باشد(۵۸). همچنان که گفته شد، غلظت هورمون رشد در برنامه تمرین مقاومتی پرشدت به طور معنی‌داری بیشتر از برنامه‌ی تمرینی مقاومتی با شدت کم بوده، و افزایش IGF-1 فقط در گروه پرشدت دیده شد. با این وجود، بین دو گروه تمرین مقاومتی در غلظت IGF-1 تفاوت معنی‌داری نبود. به هر حال، پاسخ IGF-1 عمدتا

به سطح غلظت هورمون رشد یا شدت تمرین وابسته است. اسکودسه و همکاران ۲۰۱۶ اظهار داشتند که تمرین مقاومتی با شرایط مناسب در شدت(۸۰ درصد یک تکرار بیشینه) و مدت(یک جلسه‌ی سی‌دقیقه ای) بر ترشح IGF-1 تاثیر داشته و این افزایش احتمالا از طریق تسهیل ورود گلوکز به درون عضله اسکلتی بدون وابستگی به انسولین، میانجی‌گری می‌شود. عملکردهای مهم IGF-1 توسط محور GH-IGF-1 تحریک می شود لذا این هورمون علاوه بر عملکردهای مستقیم هورمون رشد، می‌تواند به طور غیر مستقیم از طریق پروتئین‌ها و مسیرهای وابسته ای چون IGF-1 نقش خود را تکمیل کند(۵۹).

وینگرن و همکاران، ۲۰۱۰ اظهار داشتند که IGF-1 و هورمون رشد در ترکیب و تکمیل با هم اثر بیشتر از هریک به تنهایی دارند(۶۰). البته قابل ذکر است که شرایط اجرای آزمایش‌ها نوع و شدت تمرینی بر نتایج به دست آمده بسیار موثر بوده، البته وجود تفاوت های فردی و پاسخ های درون ریز متفاوتی که بدن افراد نسبت به فعالیت بدنی از خود بروز می‌دهد و بر سازگاری‌های تمرینی تاثیر می‌گذارند نیز حائز اهمیت است(۱۳). همانطور که گفته شد متغیرهای زیادی در پاسخ های هورمونی اثرگذار است از این رو تغییر هر یک از این متغیرهای پژوهشی ممکن است پاسخ های متفاوتی را ایجاد کند که البته تغییر تمامی این متغیرها و عوامل موثر دیگر مانند وضعیت تغذیه ای و شرایط بوم شناختی، پیچیدگی بررسی‌ها و پاسخ‌ها را دو چندان خواهد کرد. بررسی‌ها نشان دهنده‌ی آن است که جنسیت عملکرد ایمنی را تحت تاثیر قرار می‌دهد، به طوری که محققین معتقدند هورمون استروژن زنانه از طریق جلوگیری از تولید رادیکال های آزاد مانع از افزایش عوامل آسیب رسان به سلول‌ها می‌شود. همسو با این یافته‌ها بررسی‌های دیگری نیز وجود دارد که نشان می‌دهد میتوکندری زنان و دختران مانع از افزایش عوامل آسیب‌رسان به سلول‌ها می‌شود(۲۵، ۲۶). همچنین گزارش شده که افراد جوان و فعال از سطح استروژن بالاتری نسبت به افراد غیر فعال در مقابله با عوامل متابولیکی و رادیکال های آزاد نیز بهره مند هستند(۲۷، ۲۸). گزل و همکاران در پژوهشی نشان دادند که غلظت کراتین کیناز در دو شدت زیاد و کم پس از یک دوره تمرین مقاومتی به طور معنی‌داری افزایش می یابد(۴۲). که بانتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد. از محدودیت‌ها و کاستی‌های پژوهش نیز می توان به مواردی نظیر تک جنسی بودن آزمودنی‌ها و عدم امکان بررسی تغییرات وابسته به جنس در متغیرهای پژوهش (ممکن است یافته‌های پژوهش حاضر در آزمودنی های مذکر صدق نکند) و نبود امکانات نظارت بر شرایط روحی روانی و استرس آزمودنی‌ها در طول اجرای پژوهش به ویژه حین خونگیری و همچنین عدم امکان نمونه‌گیری در زمان‌های مختلف به دنبال اتمام فعالیت در آزمودنی های دختر، اشاره داشت. بدون شک ردیابی ظهور عوامل متابولیکی در زمان‌های مختلف پس از فعالیت بدنی، ممکن است طراحی منطقی برنامه‌ی تمرینی را برای به حداکثر رساندن پاسخ‌های هورمونی به ورزش، تسهیل نماید.

نتیجه‌گیری

با توجه به یکسان بودن مدت و حجم تمرین در هر دو گروه تمرین مقاومتی پرشدت و کم شدت در این پژوهش، نتایج نشان داد تفاوت معنی‌داری از نظر شدت تمرین مقاومتی نیز بر شاخص‌های آسیب و رشد عضلانی دختران فعال وجود ندارد. بنابراین با توجه به نتایج پژوهش حاضر به نظر می‌رسد صرف نظر از شدت تمرین مقاومتی صرفا انجام تمرینات مقاومتی است که موجب تغییر در شاخص‌های آسیب و رشد عضلانی در دختران فعال می‌شود. یافته‌های این پژوهش به‌طور کلی بیانگر اهمیت تمرین‌های مقاومتی منظم در تغییرات متابولیکی موثر در دختران فعال است. از آنجا که فعالیت‌های ورزشی مقاومتی به سبب تغییرات فیزیولوژیکی می‌تواند از عوامل موثر بر تغییرات متابولیکی باشد و نظر به اینکه این تغییرات به عوامل متعددی ازجمله شدت، مدت و وضعیت آمادگی جسمانی افراد بستگی دارد، بنابراین مطالعات گسترده‌تری در این زمینه مورد نیاز است تا بتوان بر اساس آن شدت

معینی از تمرین مقاومتی طولانی مدت را به عنوان شیوه‌ای
درجهت افزایش سازگاری‌های مطلوب هورمونی و آنزیمی
در دختران جوان توصیه نمود.

منابع

1-Paoli A, Pacelli Q F, Neri M, Toniolo L, Cancellara P, Canato M, et al. Protein supplementation increases postexercise plasma myostatin concentration after 8 weeks of resistance training in young physically active subjects. J med food. 2015; 18(1), 137-143.

2-Talaie H, Pajouhmand A, Abdollahi M, Panahandeh R, Emami H, Hajinasrolah S, et al. Rhabdomyolysis among acute human poisoning cases. Hum Experi Toxi. 2007; 26:557-561.

3-Dixon CB, Robertson RJ, Goss FL, Timmer JM, Nagle E, Evans RW. "Effect of resistance training status on free radical production and muscle damage following acute exercise". Med & Sci In Sports Exerc. 2003; 35(5) 157.

4-Jack H, Wilmore C, David L. Costill. «Physiology of Sport and Exercise». Translated to Persian by: Moeini Z. First and second Edition; Tehran: Mobtakeran. 2002.

5-West DW. "Elevations in ostensibly anabolic hormones with resistance exercise enhance neither training-induced muscle hypertrophy nor strength of the elbow flexors". J Appl Phys. 2010; 108(1): p. 60-67.

6-Hootman JM. "Epidemiology of musculoskeletal injuries among sedentary and physically active adults". Med & Sci in sports and exe. 2002; 34(5): 844-883.

7-Kraemer WJ, Staton RS. The Effects of Short-Term Resistance Training on Endocrine Function in Men and Women. Eur J Appl Physiol. 1998; 78: 69-76.

8-Crawford BA, Liu PY, Kean MT. Randomized placebo-controlled trial of androgen effects on muscle and bone in men requiring long-term systemic glucocorticoid treatment. J Clin Endocrinol Metab Jul. 2003; 88 (7): 3167-76.

9-Mac-Ardal WD, Katch F, Katch V. Exercise physiology (1) (Energy, Nutrition and Human Performance). Translated to Persian by: Khaled A. Tehran: Samt publications. 2006.

10-Sopler D. "Exercise, how it can increase or decrease specific hormones and growth factors". Sci Physic Ther. 2010; 19(3): 1-13.

11-Richard-Bulteau H, Serrurier B, Crassous B. Recovery of skeletal muscle mass after extensive injury: positive effects of increased contractile activity. Am J Physiol Cell Physiol. 2008; 294: 467–76.

12-Warren MP, Constantini NW. Sports Endocrinology, Humana Press, Totowa, New Jersey. 2000; 43-55.

13-Goto K, Ishii N, Kizuka T, Kraemer RR, Honda T, Takamatsu K. "Hormonal and metabolic responses to slow movement resistance exercise with different durations of concentric and eccentric actions". Eur J Appl Physiol. 2009; 106: 731–739.

14-El Elj N. "Discrepancy in IGF-1 and GH response to submaximal exercise in young male subjects". Science & sports. 2007; 22(3): 155-159.

15-Fujita T, Brechue W F, 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.

16-Rubin MR. "High-affinity growth hormone binding protein and acute heavy resistance exercise". Med Sci Sports Exerc. 2005; 37(3): 395-403.

17-Reeves GV, Kraemer RR, Hollander DB, Clavier J, Thomas C, Francois M. "Comparison of hormone responses following light resistance exercise with partial vascular occlusion and moderately difficult resistance exercise without occlusion". J Appl Physiol. 2006; 101: 1616–22.

18-EsbjÖrnsson M, Norman B, Suchdev S, Viru M, Lindhgren A, Jansson E. Greater growth hormone and insulin response in women than in men during repeated bouts of sprint exercise. Acta Physiol. 2009; 197:107-115.

19-Hill EE, Zack E, Battaglini C, Viru M, Viru A, Hackney AC. " Exercise and circulating cortisol levels: the intensity threshold effect". J Endocrinol Invest. 2008; 31(7):587-91.

20-Viru A. "Plasma hormones and physical exercise". Sport Meb. 1992; 13: 201-209.

21-Raastad T, Glomsheller T, Bjøro T, Hallén J. "Changes in human skeletal muscle contractility and hormone status during 2 weeks of heavy strength training". Eur J Appl Phys. 2001; 84(1):54-63.

22-Tsai CL, Wang CH, Pan CY, Chen FC. The effects of long-term resistance exercise on the relationship between neurocognitive performance and GH, IGF-1, and homocysteine levels in the elderly. Front. Behav. Neurosci. 2015; 9-23.

23-Kordi M, Ghanbari Niyaki A, Fallahi A, Abbasi A. "The effect of short time circular resistance exercise With varying intensity on IGF-1/GH in Young healthy men". 2012; 139-145.
24-West DW, Kujbida GW, Moore DR, Atherton P, Burd NA, Padzik JP. "Resistance exercise-induced increases in putative anabolic hormones do not enhance muscle protein synthesis or intracellular signaling in young men". J Physiol. 2009; 587: 5239–47.
25-Karkoulias K, Habeos I, Charokopos N, Tsiamita M, Mazarakis A, Pouli A. "Hormonal responses to marathon running in non-elite athletes". Eur J Intern Med. 2008; 19(8):598-601
26-Majumdar P, Srividhya S, Mandal M, Kalinski M. " Response of selected hormonal markers during training cycles on Indian females swimmers". Biol Sport. 2010; 27(1):53-7.
27-Kraemer WJ, Ratamess NA. "Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training". Sports Med. 2005؛ 35(4):339-61.
28-Marx JO, Ratamess NA, Nindl BC, Gotshalk LA, Volek JS, Dohi K. " Low volume circuit versus high–volume periodized resistance training in women". J Sci Med Sport. 2001; 33 (4): 635-43.
29-Sedghi B, Kahrizi S, Zakeri HR, Omidfar K, Rahmani M. " Evaluation of hormonal responses to concentric, eccentric and concentric-eccentric muscle actions in healthy young men". physiol pharmacol. 2009; 13: 216-28.
30-Artor G. Medical Physiology. Niavarii AR. 9th Edition. Tehran. Tayeb. Mobtakeran Pub. 1996.
31-Mauras N, Rini A, Welch S. Synergistic effects of testosterone and growth hormone on protein metabolism and body composition in prepubertal boys. Metab Clin Exper. 2003; 52(8): 964-9.
32-Glass DJ. Skeletal muscle hypertrophy and atrophy signaling pathways. Int J Biochem Cell Biol. 2005; 37 (10): 1974-84.
33-Golspink, G. "Mechanical signals, IGF-1 gene splicing, and muscle adaptation". Rev Phys. 2005; 20:232-238.
34-Machida S, Booth FW. "Insulin-like growth factor 1 and muscle growth: implication for satellite cell proliferation". Proc Nut Soci. 2004; 63,337-340.
35-Viru A, Viru M. Biochemical monitoring of sport training. UK: Human Kinetics. 2001.
36-Khoshnood A, Farahvash M, Nasiri Toosi M, Seteghamati A, Froutan H, Ghofrani H, et al. Correlation between insulin-like growth factor-I (IGF1) levels and severity of liver involvement in patients afflicted with liver cirrhosis. J Rafsenjan Univ Med Sci 2010; 9(4): 315-24.
37-Stokes J, Dave S, Kate LG, Jian-Wen C, Jan FB. "High intensity exercise alters serum ghrelin and growth hormone concentrations but not IGF-I, IGF-II or IGF-I bioactivity". Growth Hormone & IGF Research. 2010; 289-294.
38-W.Matthew Widdowson, Marie-Louise Healy, Peter H. Sonksen, James Gibney. "The physiology of growth hormone and sport".Growth Hormone & JGF Research 19; 2009. PP:308-319.
39-Goto K, Takahashi K, Yamamoto M, Takamatsu K. "Hormone and recovery responses to resistance exercise with slow movement". J Physiol Sci. 2008; 7–14.
40-Weltman A, Pritzlaff-Roy CJ, Wideman L, Weltman JY, Blumer JL, Abbott RD "Exercise-dependent growth hormone release is linked to markers of heightened central adrenergic outflow. J Appl Physiol. 2000; 89:629-35.
41-Büyükyazi G, Karamizrak SO, Islegen C. " Effects of continuous and interval running training on serum growth and cortisol hormones in junior male basketball players" Acta Physi. 2003; 90(1):69-79
42-Guzel NA, Hazar S, Erbas D. "Effect of different resistance exercise protocols n nitric oxide, lipid peroxidation and creatine kinase activity in sedentary males". J Sports Sci & Med. 2007; 6:417-422.
43-Melin B, Eclache JP,Geelen G. "Plasma AVP, neurophysin, renin activity and aldosterone during submaximal exercise performed until exhaustion in trained and untrained men". Eur J App. 1980; 44: 141-151.
44-Bouchard C, Blair SN, Haskell W. "Physical activity and health-2nd edition. 2 ed. UK: Human Kinetics. 2012.
45-Fehrenbach E, Passek F, Niess AM, Pohala HC, Dichuth HH, Northoff H. HSP expression in human leukocytes is modulated by endurance exercise. Med Sci Sport Exerc. 2000; 32(3):592-600
46-Hawkins VN, Foster-Schubert K, Chubak J, Sorensen B, Ulrich CM, Stancyzk FZ, et al. "Effect of Exercise on Serum Sex Hormones in Men: A 12-Month Randomized Clinical Trial". Med Sci Sport Exerc. 2008; 40(2): 223–33.
47-Goebel MU, Mills PJ, Irwin MR, Ziegler MG. "Interleukin-6 and tumor necrosis factor-a production after acute psychological stress, exercise, and infused isoproterenol: differential effects and pathways". Psychosom Med. 2000; 62: 591-8.
48-Delcorral P, Howley T, Artsell M, Ashraf M, Younger M. "Metabolic effects of low cortisol during exercise in humans". J Appl Physiol. 1998; 84:939-947
49-Kakooei H, ZamanianArdakani Z, Karimian M, Ayttollahi T. " Twenty four hours circadian cortisol profile in shift work nurses". Armaghan Danesh J. 2009; 14(1):47-56.
50-Singh MA, Ding D, Manfredi TJ, Solares GS, O'Niell FF, Evans WJ. "IGF-1 in skeletal muscle after weight training in frail elders". Am J Physiol Endocrinol Metab. 1999; 277: E135-E143.

51-Kraemer WJ, Fragala MS, Watson G, Volek JS, Rubin MR, French DN. " Hormonal responses to a 160- km race across frozen Alaska". Brit J Sport Med. 2008; 42:116–120
52-Eyigor S, Karapolat H, Durmaz B, Ibisoglu U, Cakir S. "A randomized controlled trial of Turkish folklore dance on the physical performance, balance, depression and quality of life in older women". Elsevier Ireland Ltd. 2007; 48(1); 84-88
53-Rahimi R, Ghaderi M, Mirzaei B, Faraji H. "Acute IGF-1, cortisol and creatine kinase response to very short rest intervals between sets during resistance exercise to failure in men". World app sci J. 2010; 8(10): 1287-1293.
54-Orsatti F, Nahas EA, Maesta N, Nahas-Neto J, Burini RC. "Plasma hormones, muscle mass and strength in resistance-trained postmenopausal women. Maturitas. (2008); 59(4): 394-404.
55-Lovell D, Cuneo R, Wallace J, McLellan C. "The hormonal response of older men to sub-maximum aerobic exercise: the effect of training and detraining". Steroids. 2012; 77(5): 413-8.
56-Bjersing J, Dehlin M, Erlandsson M, Bokarewa M, Mannerkorpi K. "Changes in pain and insulin-like growth factor 1 in fibromyalgia during exercise: the involvement of cerebrospinal inflammatory factors and neuropeptides". Arthritis Res Ther. 2012; 14(4): 162
57-Nishida Y, Matsubara T, Tobina T, Shindo M, Tokuyama K, Tanaka K. " Effect of low-intensity aerobic exercise on insulin-like growth factor-i and insulin-like growth factor-binding proteins in healthy men". Int J Endocr. 2010; 1(1): 1-8.
58-Bilić E, Bilić E, Kušec V, Zibar K, Čerimagić D, Konjevoda P."Concentrations of GH, IGF-1 and insulin in CSF of healthy people". Neurol Croat. 2011; 60(2): 73-81.
59-Scudese E, Simão R, Senna G; Vingren JL, Willardson JM, Baffi M, et al. "Long Rest Interval Promotes Durable Testosterone Responses in High-Intensity Bench Press. Strength & Conditioning Research". 2016; 1275–1286.
60-Kraemer R, Durand R, Acevedo E, Johnson L, Kraemer G, Hebert E. " Rigorous running increases growth hormone and insulin-like growth factor-I without altering ghrelin". Exper Biol & Med. 2004; 229: 240- 6.
61-Brzycki M. A Practical Approach to Strength Training. McGraw-Hill. 1998.
62-Moin Nia N, Attarzadeh Hosseini SR. Comparsion of the effect of resistance Program training with different intensities on serum irisun levels in sedentary young women. Sport Physi. 2015; 7(26): 127-42.
63-Brian M. 101 Performance Evaluation Tests. Electric Word plc 67-71 Goswell Road London EC1V 7EP.2005.
64-Raastad T, Bjùro T, HalleÂn J. Hormonal responses to high- and moderate-intensity strength exercise. Eur J Appl Physiol. 2000; 82: 121-8.

Comparison of the Effect of a Selected Resistance Exercise Course with Two Different Intensities on Some Metabolic Indices in Active Young Girls

Mahsa Porsesh[1*], AbdolHamid Habibi[2], Saeed Ahmadi Barati[3], Majid Mardaniyan Ghahfarokhi[1]

1-M.Sc.of Sports Physiology.
2-Professor of Sport Physiology.
3-Lecturer of Sports Physiology.

1,3-Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
2-Department of Sport Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Science, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

**Corresponding author:*
Mahsa Porsesh; Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
Tel:+989160542235
Email: mahsaporsesh8855@gmail.Com

Abstract

Background and Objective: Resistance exercises are recognized as an important part of women's fitness and fitness programs. But the effect of resistance training with different intensities on damages and muscle growth in girls is not fully clear. Therefore, the aim of this study was to investigate the effect of 6 weeks of resistance training with two different intensities on selected metabolic parameters among active young girls.

Subjects and Methods: Thirty six active student girls (mean age 20.7 ± 1.3 years, weight 58.4± 1.3 kg, height 164.1 ± 0.9 cm, and BMI of 23.1 ± 0.5 kg/m^2) were divided into three groups: resistance training high intensity (70-90% of one repetition maximum, for 6 weeks; n=12), resistance training low intensity (40-60% of one repetition maximum, for 6 weeks; n=12) and no training control group (n=12). Blood samples were taken before and 24 hours after the end of the protocol to measure the levels of creatine kinase, growth hormone, testosterone, cortisol and insulin-like growth factor.

Results: One-way ANOVA results showed a significant difference in growth hormone (P<0.006), testosterone (P<0.05) and cortisol (P<0.03), and non-significant differences in keratin kinase (P<0.17) and growth factor Insulin (P<0.27) between the 3 groups. The result of post hoc test showed a significant increase in growth hormone levels in resistance training groups with high and low intensity compared to control group (P<0.007 and P<0.03), testosterone levels in resistance training group with low intensity compared to control (P<0.05), and cortisol levels in resistance training group compared to control group (P<0.02).

Conclusion: The results of this study showed that there is no difference between high and low intensity resistance training on the levels of muscular metabolic indices in active girls.

Keywords: Resistance training, Intensity, Muscular damage, Muscular growth, Active girls.

►*Please cite this paper as:*
Porsesh M, Habibi AH, Ahmadi Barati S, Mardaniyan Ghahfarokhi M. Comparison of the Effect of a Selected Resistance Exercise Course with Two Different Intensities on Some Metabolic Indices in Active Young Girls. JJundishapur Sci Med J 2018; 17(2):115-130.

Received: Nov 14, 2017 **Revised: May 14, 2018** **Accepted: May 20, 2018**