Archive of SID

اثر ۱۰ هفته تمرینات پلایومتریک بر قدرت عضلانی بالاتنه و پایین تنه، توده بدون چربی و فاکتور رشد شبه انسولین ۱ (IGF-1) در زنان جوان

حنیفه حاتمی[۱]، دکتر علی گلستانی[۲]، دکتر محمد علی سردار[۳*]

۱. کارشناس ارشد تربیت بدنی، گروه تربیت بدنی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیروان، شیروان، ایران.
۲. استادیار گروه تربیت بدنی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه بجنورد، بجنورد، ایران.
۳. دانشیار گروه دروس عمومی (رشته تربیت بدنی و علوم ورزشی)، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۷/۱۱ **تاریخ پذیرش:** ۱۳۹۶/۱۰/۰۶

خلاصه

مقدمه: تمرینات پلایومتریک (انفجاری) حرکاتی هستند که در آن ها چرخه کشش- کوتاه شدن به کار می‌رود و حرکت کشش عضله (برونگرا)، بلافاصله به‌وسیله حرکت کوتاه شدن سریع (درون‌گرا) دنبال می‌شود. با توجه به نقش تمرینات پلایومتریک در هیپرتروفی عضلانی و سنتز پروتئین و در نتیجه افزایش عوامل رشد و آمادگی عضلانی، مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر ۱۰ هفته تمرین پلایومتریک بر قدرت عضلانی بالاتنه و پایین تنه، توده بدون چربی و فاکتور رشد شبه انسولین-۱ (IGF-1) در زنان جوان انجام شد.

روش‌کار: این مطالعه کارآزمایی با تخصیص تصادفی در سال ۱۳۹۵ بر روی ۲۸ زن جوان ۲۹-۲۰ سال در شهر مشهد انجام شد. زنان جوان داوطلب شرکت در پژوهش به‌طور تصادفی به دو گروه ۱۴ نفره تمرینات انفجاری و کنترل تقسیم شدند. برنامه تمرینی پژوهش حاضر به مدت ۱۰ هفته و هفته‌ای ۳ جلسه اجرا گردید. مدت زمان هر جلسه تمرینی ۶۰-۴۵ دقیقه و شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۴۵-۳۰ دقیقه اجرای برنامه تمرینی و ۵ دقیقه سرد کردن و انجام حرکات کششی بود. نمونه‌گیری خونی، آزمون قدرت عضلانی بالاتنه و پایین‌تنه، حداکثر اکسیژن مصرفی و ترکیب بدنی در قبل و بعد از دوره تمرینی انجام شد. گروه کنترل در طول مدت تحقیق، هیچ‌گونه برنامه تمرینی انجام ندادند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS (نسخه ۲۱) و آزمون‌های تی‌مستقل و تی وابسته انجام شد. میزان p کمتر از ۰/۰۵ معنادار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: بر اساس نتایج مطالعه، قدرت عضلانی بالاتنه، پایین‌تنه و حداکثر اکسیژن مصرفی در پایان دوره به‌طور معنی‌داری افزایش یافته بود ($p<۰/۰۵$)، در حالی که فاکتور رشد شبه انسولین ۱ (IGF-1)، توده بدون چربی، درصد چربی و شاخص توده بدنی از نظر آماری تغییر معنی‌داری نداشت ($p>۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: برنامه ۱۰ هفته‌ای تمرین پلایومتریک می‌تواند باعث افزایش قدرت در عضلات اندام‌های بالاتنه و پایین‌تنه و همچنین ظرفیت هوازی زنان جوان گردد.

کلمات کلیدی: تمرینات پلایومتریک، زنان، فاکتور رشد شبه انسولین ۱، قدرت عضلانی

* **نویسنده مسئول مکاتبات:** دکتر محمد علی سردار؛ دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران. **تلفن:** ۰۵۱-۳۸۰۰۲۱۷۸؛ **پست الکترونیک:** Sardarma@mums.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

عضله اسکلتی برای حرکت انسان حیاتی بوده و یک بافت هدف عمده برای فعل و افعالات هورمونی است. قدرت عضلانی به عنوان عنصری از اجزای ورزشی موفق، برای انجام فعالیت‌های روزانه و تکالیف شغلی نیز مورد ملاحظه قرار گرفته است. فعالیت‌های ورزشی می‌تواند به رشد بافت عضلانی و قدرت آن منجر شود. بسیاری از پژوهشگران معتقدند که تمرین‌های قدرتی و پلایومتریک باعث بهبود قدرت بیشینه و توان عضلات پا می‌شود (۱، ۲). بسیاری از فواید سلامتی فعالیت ورزشی، ریشه در آثار آنابولیکی آن دارد. هورمون رشد (GH)[1] و فاکتور رشد شبه انسولین -۱(IGF-1)[2] در این میان ایفای نقش می‌کنند (۳، ۴)، زیرا افرادی که از نظر بدنی آماده‌تر هستند، مقادیر پلاسمایی GH و IGF-1 بیشتری دارند. ورزش همچنین برای نگهداری توده و عملکرد عضله مهم است. مطالعات متعددی فایده ورزش را در کاهش تدریجی سرعت سارکوپنیا[3] در انسان و موش اثبات کرده‌اند (۵). سلول‌های بنیادی عضلانی که کنترل کننده هیپرتروفی هستند، به شدت به‌وسیله عوامل خارجی مانند نیروهای مکانیکی تنظیم می‌شوند. از جمله سیگنال‌های درون سلولی تأثیرگذار، IGF-1 می‌باشد (۶-۴). مشخص شده است که انقباض عضله اسکلتی باعث فعال شدن سیگنال‌های آبشارگونه جهت تنظیم بیان ژن و سنتز پروتئین ناشی از تمرین می‌شود، لذا پیشنهاد شده است افزایش بیان IGF-1 نقش مهمی در هیپرتروفی و افزایش قدرت عضلانی متعاقب اعمال بار مکانیکی ایفا می‌کند (۲، ۷).

IGF-1 به عنوان شاخص زیستی است که جنبه‌های سودمند فعالیت ورزشی را محقق می‌سازد. IGF-1 هورمون پپتیدی کوچکی است (۷/۵ کیلودالتون) که در اصل توسط کبد تولید می‌شود و تحت تنظیم مستقیم هورمون رشد می‌باشد. IGF-1 خواص آنابولیکی (تسهیل رشد و استخوان)، متابولیکی (تنظیم متابولیسم کربوهیدرات و پروتئین) و میتوژنیکی گوناگونی دارد. خواص میتوژنیکی IGF-1 نیز با عامل آغازین و نیز عامل پیش‌برنده هنگام چرخه رشد سلولی ارتباط دارد (۸). به همین دلیل شناسایی این عوامل و شناخت چگونگی عملکرد آنها شیوه‌های جدیدی را به منظور توسعه برنامه‌های درمانی و ورزشی معرفی خواهد کرد. تمرینات پلایومتریک[4] نوع متداولی از فعالیت‌های ورزشی ورزشی هستند که برای افزایش قدرت و توان عضلات استفاده می‌شوند. در این نوع تمرینات، بخش کشسانی بافت همبند در انجام چرخه کشش - کوتاه شدن[5]، نقش مهمی دارد که شامل کشش کنترل شده عضله (حرکت برون‌گرا) و به دنبال آن کوتاه شدن سریع (حرکت درون‌گرا) می‌باشد (۹، ۱۰). تمرینات پلایومتریک به دلیل کشش و انقباض ایجاد کننده در عضلات، باعث فعال‌سازی مسیرهای سیگنالی درون سلولی و در نتیجه تکثیر سلول‌های ماهواره‌ای و ایجاد هیپرتروفی تار عضلانی می‌شود (۷).

بنابراین با توجه به نقش عوامل رشد در هیپرتروفی عضلانی و سنتز پروتئین و در نتیجه افزایش آمادگی عضلانی، هدف از مطالعه حاضر، بررسی تأثیر تمرینات پلایومتریک به عنوان یک عامل محرک در تحریک IGF-1 و پاسخ سلول‌های عضلانی به این نوع تمرین بود، زیرا در بررسی ادبیات موجود، بیشتر پژوهش‌ها اثر تمرین‌های پلایومتریک را بر شاخص‌های عملکردی (قدرت، توان، چابکی و تعادل) و متابولیکی مورد بررسی قرار داده بودند (۱۴-۱۱) و پژوهش‌های معدودی در زمینه اثر تمرین انفجاری بر عوامل رشد عضلانی مشاهده شد. نتایج تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد با فعالیت ورزشی تغییراتی در IGF-1 رخ می‌دهد، اما نقش تنظیمی واکنش IGF-1 به فعالیت ورزشی هنوز به روشنی شناخته نشده است. دلیل این موضوع این است که در مطالعات گوناگون، پاسخ IGF-1 به فعالیت ورزشی، فرق می‌کند؛ زیرا در برخی افزایش، در برخی کاهش و در برخی بدون تغییر گزارش شده است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد ورزش سرعتی (۱۵) و فعالیت ورزشی با شدت زیر حداکثر (۱۶، ۱۷)، تغییر معنی‌داری

[1] Growth Hormone
[2] Insulin Like Growth Factor-1
[3] Sarcopenia
[4] Plyometric exercises
[5] Stretch-shortening cycle

www.SID.ir

Archive of SID

در IGF-1 ایجاد نکرده است. همچنین کاپلند و همکاران (۲۰۰۸) به دنبال فعالیت ورزشی رکاب‌زنی تداومی با شدت متوسط (۶۵-۶۰٪ حداکثر اکسیژن مصرفی) و همچنین فعالیت ورزشی تناوبی با شدت بالا (۸۵-۸۰٪ حداکثر اکسیژن مصرفی)، افزایش معنی‌داری در IGF-1 در طول فعالیت مشاهده نکردند (۱۸). این تفاوت‌ها ممکن است به طور جزئی به نیازهای متابولیکی فعالیت ورزشی بستگی داشته باشد (۱۵، ۱۹). شرایط اجرای آزمایش‌ها، نوع و شدت تمرینات بر نتایج به‌دست آمده بسیار مهم است، البته وجود تفاوت‌های فردی و پاسخ‌های درون‌ریز متفاوتی که بدن افراد نسبت به یک جلسه تمرینی از خود بروز می‌دهد و بر سازگاری‌های تمرینی تأثیر می‌گذارند نیز حائز اهمیت است (۲۰). پاسخ هورمونی به تمرین به تعداد ست‌های تمرینی، تعداد تکرارها، شدت تمرین و همچنین حجم و استراحت بین ست‌ها وابسته است (۲۱). به نظر می‌رسد پژوهش‌های بیشتری در مورد پاسخ IGF-1 باید انجام شود؛ زیرا به دلیل پیچیدگی فرآیندهای آن، ابهامات زیادی هنوز وجود دارد. به ویژه اینکه، IGF-1 به علت مشارکت در سازگاری‌های ورزشی در ترمیم و بازسازی استخوان‌ها و عضله اسکتی، در فیزیولوژی ورزشی حائز اهمیت است (۸). بنابراین با توجه به نقش عوامل رشد در هیپرتروفی عضلانی و سنتز پروتئین و در نتیجه افزایش آمادگی عضلانی، مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر ده هفته تمرین پلایومتریک بر قدرت عضلانی بالاتنه و پایین‌تنه، توده بدون چربی و فاکتور رشد شبه انسولین-۱ (IGF-1) زنان جوان انجام شد.

روش‌کار

این مطالعه کارآزمایی با تخصیص تصادفی در سال ۱۳۹۵ بر روی ۲۸ زن جوان ۲۹-۲۰ سال در شهر مشهد انجام شد. آزمودنی‌های این پژوهش، زنان جوان ۲۹-۲۰ سال شهر مشهد بودند. در این پژوهش انتخاب آزمودنی‌ها به صورت داوطلبانه و هدفمند انجام گرفت. به این منظور از زنان جوان، از طریق پیامک گروهی برای شرکت در پژوهش دعوت و ثبت‌نام به عمل آمد. پس از تشریح طرح و شرح کاملی از زمان (خرداد ماه ۱۳۹۵)، مکان (مرکز سنجش هیأت پزشکی ورزشی استان خراسان رضوی)، شیوه اجرای آزمون و اهداف آزمون، فواید طرح و خطرات نادر احتمالی، پژوهشگران به منظور تعیین میزان فعالیت بدنی هر فرد و همچنین آگاهی از وضعیت سلامت فعلی افراد، پرسشنامه سنجش میزان فعالیت بدنی و پرسشنامه سابقه پزشکی را بین افراد توزیع کردند. پس از تکمیل پرسشنامه‌ها، افراد تحت معاینه پزشکی (جهت بررسی سلامت جسمانی) قرار گرفتند و بر اساس معیارهای زیر برای ورود به مطالعه انتخاب شدند. معیارهای ورود به مطالعه شامل: داشتن سن بین ۲۹-۲۰ سال، غیرفعال بودن (نداشتن حداقل ۳۰ دقیقه فعالیت بدنی متوسط در روز برای ۳ روز در هفته در حداقل ۶ ماه قبل)، شاخص توده بدنی بین ۲۵-۲۰ کیلوگرم بر متر مربع، عدم ابتلاء به بیماری‌های قلبی - عروقی، اسکلتی عضلانی، بیماری‌های مفصلی و ارتوپدی و یا هر گونه آسیب که منجر به عدم توانایی آنها در اجرای تمرینات و آزمون‌ها می‌شد، عدم مصرف سیگار و هر نوع داروهایی که منجر به تغییر سطوح فاکتور رشد شبه انسولین -۱ (IGF-1) می‌شد. معیارهای خروج افراد از مطالعه شامل: داشتن بیش از دو جلسه غیبت در زمان اجرای پروتکل تمرینی، مبتلا شدن به بیماری‌های ذکر شده در بالا در طول تحقیق، مصرف دارو یا هر نوع مکمل‌های غذایی که بر روی فاکتور مورد نظر تأثیرگذار باشد، شرکت در برنامه ورزشی منظم خارج از برنامه تمرینی مطالعه و عدم شرکت در انجام آزمایشات بود.

حجم نمونه با توجه به مطالعه آندریا و همکاران (۲۰۱۰) (۲۲) و بر اساس فرمول مقایسه میانگین‌ها در مورد IGF-1 و با در نظر گرفتن α=۰/۰۵ و β=۰/۲، ۱۴ نفر در هر گروه برآورد شد که تعداد کل نمونه‌ها ۲۸ نفر (۱۴ نفر برای گروه تجربی و ۱۴ نفر برای گروه کنترل) در نظر گرفته شد. بر اساس معیارهای ورود، نفرات واجد شرایط انتخاب شده و به‌صورت داوطلبانه در تحقیق شرکت کردند و به ترتیب ورود و به‌طور تصادفی به دو گروه تجربی (۱۴ نفر) و کنترل (۱۴ نفر) تقسیم شدند. به منظور تخصیص تصادفی در خصوص نفر اول، در یک ظرف کد A و B ریخته شد و برای نفر اول یک کد با قرعه‌کشی برداشته شد و سپس واحدهای پژوهش به صورت یک در میان در

www.SID.ir

Archive of SID

یکی از گروهای تجربی یا گروه کنترل تخصیص یافتند. متغیر مستقل در این پژوهش، انجام ۱۰ هفته تمرین پلایومتریک و متغیرهای وابسته، IGF-1، قدرت عضلات بالاتنه و پایین‌تنه، توان هوازی، شاخص توده بدنی، توده چربی و توده بدون چربی بدن بود.

آزمودنی‌های گروه تجربی در یک برنامه تمرین پلایومتریک به مدت ۱۰ هفته و هفته‌ای ۳ جلسه در مجموعه فرهنگی ورزشی پارک حجاب مشهد شرکت کردند. مدت زمان هر جلسه تمرینی ۶۰-۴۵ دقیقه و شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۴۵-۳۰ دقیقه اجرای برنامه تمرینی و ۵ دقیقه سردکردن و انجام حرکات کششی بود. حجم تمرینات در سطح مبتدی تا متوسط (۱۲۰-۸۰ برخورد پا با زمین) و با شدت کم تا متوسط (پرش با ارتفاع ۵۰-۲۰ سانتی‌متر) در نظر گرفته شد. آزمودنی‌ها بین تکرارهای حرکات ۱۰-۵ ثانیه و بین ست‌ها به مدت ۵ دقیقه استراحت کردند. تمرینات شامل: پوگو، پرش ایکس، پرش زیگزاگ جفتی، جست ممتد، جهش به طرفین، جهش مورب با تعویض پا، پرش موشک، پرش جفت از روی مانع، پرش طولی متوالی، پرش جفت در چهار جهت، پرش ستاره، پرش جفت روی جعبه، پرش زیگزاگ یک پا، پرش قیچی، پرش عمقی، پاس توی سینه دو دست، پاس دو دست به طرفین، پاس سینه هنگام درازو نشست، پاس بالای سر هنگام دراز و نشست، پرتاب از بالای سر دو دست، پرتاب عمودی توپ با دو دست، شنا روی دیوار همراه با افت، پرتاب مدیسن بال به پشت سر، پرتاب عمودی مدیسن بال از وضعیت خوابیده، پرتاب عمودی مدیسن بال، پرش موشک، پاس توی سینه و دویدن بود (۲۳).

برای اندازه‌گیری قد و وزن آزمودنی‌ها به ترتیب از دستگاه قدسنج SECA ساخت کشور آلمان با دقت ۰/۰۰۱ متر و ترازوی دیجیتال SECA ساخت کشور آلمان با دقت ۰/۰۱ کیلوگرم استفاده شد و شاخص توده بدنی با تقسیم وزن فرد (کیلوگرم) به مجذور قد (متر) محاسبه شد.

برای اندازه‌گیری‌های درصد چربی و توده بدون چربی بدن از دستگاه بیوالکتریکال ایمپدنس BIA (ساخت کشور کره) که یک روش غیرتهاجمی و آسان برای تعیین ترکیب بدن است، استفاده شد. جهت اندازه‌گیری فاکتور رشد شبه‌انسولین- ۱ (IGF-1)، خون‌گیری از ورید بازویی دست راست به مقدار ۵ میلی‌لیتر در دو مرحله، یک روز قبل از اولین جلسه تمرین (پیش آزمون) و دیگری ۴۸ ساعت پس از آخرین جلسه تمرین (پس آزمون) در هفته دهم و پس از ۱۴-۱۲ ساعت ناشتایی از هر دو گروه کنترل و تجربی، در شرایط و زمان کاملاً مشابه انجام گرفت.

اندازه‌گیری حداکثر قدرت بالاتنه بر حسب کیلوگرم با استفاده از دینامومتر دیجیتال دستی سیهان ساخت کشور کره (با دقت ۰/۱ کیلوگرم) به روش زیر انجام شد. بعد از مشخص شدن دست برتر، آزمودنی روی یک صندلی، راحت نشسته و دست برتر خود را روی میزی کنارش قرار می‌داد. در شرایطی که آرنج در زاویه ۹۰ درجه بود، به آزمودنی‌ها ۳ بار فرصت داده شد تا حداکثر قدرت دست خود را روی دینامومتر اعمال کنند. ضمن اینکه از آنها خواسته شد دستشان بی‌حرکت باشد و کف دست به سمت مچ خم نشود. بهترین رکورد به عنوان حداکثر قدرت دست ثبت گردید، همچنین برای اندازه‌گیری قدرت پایین‌تنه نیز از دینامومتر دیجیتال پایی سیهان ساخت کشور کره و با دقت ۰/۱ کیلوگرم استفاده شد، آزمودنی‌ها دینامومتر را در زیر پاهای خود قرار می‌دادند و محقق طول زنجیر آن را متناسب با وضعیت آزمودنی تنظیم می‌کرد. سپس آزمودنی دستگیره دینامومتر را با هر دو دست گرفته و با حداکثر فشار آن را به سمت بالا می‌کشید. نیروی اعمال شده در صفحه مدرج دینامومتر بر حسب کیلوگرم نشان داده می‌شد و به عنوان قدرت عضلات پایین تنه آزمودنی ثبت می‌گردید. حداکثر اکسیژن مصرفی (VO_2max) آزمودنی‌ها با استفاده از نوارگردان تکنوجیم ساخت کشور ایتالیا و بکارگیری پروتکل اصلاح شده بروس (جدول ۱) اندازه‌گیری گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- (مراحل آزمون بروس)

مرحله	زمان (دقیقه)	سرعت (کیلومتر بر ساعت)	شیب
۱	۰	۲/۷۴	٪۱۰
۲	۳	۴/۰۲	٪۱۲
۳	۶	۵/۴۷	٪۱۴
۴	۹	۶/۷۶	٪۱۶
۵	۱۲	۸/۰۵	٪۱۸
۶	۱۵	۸/۸۵	٪۲۰
۷	۱۸	۹/۶۵	٪۲۲
۹	۲۴	۱۱/۲۶	٪۲۶
۱۰	۲۷	۱۲/۰۷	٪۲۸

داده‌ها پس از گردآوری با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS (نسخه ۲۱) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیروویلک، جهت بررسی تغییرات گروه‌ها در پس آزمون نسبت به پیش آزمون از آزمون تی وابسته و برای مقایسه تغییرات بین گروهی متغیرهای پژوهش از آزمون تی مستقل استفاده شد. میزان p کمتر از ۰/۰۵ معنی‌دار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

اطلاعات توصیفی مربوط به آزمودنی‌ها در جدول ۲ ارائه شده است. دو گروه از نظر متغیرهای سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی همگن بودند (p>۰/۱).

جدول ۲- اطلاعات توصیفی آزمودنی‌ها

مشخصات / گروه	سن (سال)	قد (سانتیمتر)	وزن (کیلوگرم)	شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)
گروه کنترل	۲۶ ± ۲/۸	۱۵۹/۴ ± ۳/۷	۵۵/۲ ± ۵/۹	۲۱/۷ ± ۱/۸
گروه تجربی	۲۶/۷ ± ۲/۴	۱۶۱/۹ ± ۴/۱	۵۹/۳ ± ۶/۸	۲۲/۶ ± ۲/۳
سطح معنی‌داری	p=۰/۴۵	p=۰/۳۱	p=۰/۱۶	p=۰/۴۳

بر اساس نتایج آزمون تی وابسته در جدول ۳، شاخص عملکردی قدرت عضلات بالاتنه در گروه تمرینات پلایومتریک از ۴/۳±۲۶/۷ کیلوگرم به ۴/۱±۳۳/۶ کیلوگرم افزایش معنی‌داری یافت (p=۰/۰۰۱). قدرت عضلات پایین‌تنه نیز در این گروه از ۱۷/۲±۶۸/۱ کیلوگرم به ۱۸/۲±۹۲/۱ کیلوگرم افزایش معنی‌داری نشان داد (p=۰/۰۰۱). همچنین تمرینات پلایومتریک به مدت ۱۰ هفته تأثیر معنی‌داری بر حداکثر اکسیژن مصرفی داشت (p=۰/۰۱).

مقایسه تغییرات میانگین قدرت عضلات بالاتنه، قدرت عضلات پایین‌تنه و حداکثر اکسیژن مصرفی در آزمودنی های هر دو گروه با کمک آزمون تی مستقل (جدول ۳)، بیانگر تغییرات معنی‌دار قدرت عضلات بالاتنه و پایین‌تنه (p=۰/۰۰۱) و حداکثر اکسیژن مصرفی (p=۰/۰۱) بود، ولی تغییرات فاکتور رشد شبه انسولین ۱ (p=۰/۳۷)، شاخص توده بدنی (p=۰/۲۹)، درصد چربی (p=۰/۵۵) و توده بدون چربی (p=۰/۴) در بین دو گروه معنی‌دار نبود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- نتایج آزمون تی زوجی و تی مستقل آزمودنی‌ها

متغیر	گروه تجربی			گروه کنترل			سطح معنی‌داری* **
	پیش آزمون	پس آزمون	سطح معنی‌داری**	پیش آزمون	پس آزمون	سطح معنی‌داری**	
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۲/۶ ± ۲/۳	۲۲/۶ ± ۲/۳	۰/۶۵	۲۱/۷ ± ۱/۸	۲۱/۷ ± ۲	۰/۷۸	۰/۲۹
درصدچربی بدن (درصد)	۱۷/۹ ± ۴/۴	۱۷/۳ ± ۳/۸	۰/۵۵	۱۵/۸ ± ۳	۱۵/۷ ± ۳/۳	۰/۸۲	۰/۳۱
توده بدون چربی (کیلوگرم)	۲۲/۸ ±۲/۱	۲۳/۴ ± ۳	۰/۴	۲۱/۵ ± ۳/۱	۲۱/۶ ± ۲/۹	۰/۸۸	۰/۲۵
حداکثر اکسیژن مصرفی (میلی‌لیتر/کیلوگرم وزن بدن/ دقیقه)	۳۴/۷ ± ۱/۱	۳۹/۱ ± ۱/۸	*۰/۰۱	۳۲/۱ ± ۱/۸	۳۲/۵ ± ۱/۶	۰/۴۲	*۰/۰۱
قدرت عضلات بالا تنه (کیلوگرم)	۲۶/۷ ± ۴/۳	۳۳/۶ ± ۴/۱	*۰/۰۰۱	۲۳/۹ ± ۲/۸	۲۳/۸ ± ۲	۰/۹۲	*۰/۰۰۱
قدرت عضلات پایین تنه (کیلوگرم)	۶۸/۱ ± ۱۷/۲	۹۲/۱ ± ۱۸/۲	*۰/۰۰۱	۶۶/۶ ± ۱۰/۲	۶۸/۹ ± ۱۷/۳	۰/۳۷	*۰/۰۰۱
فاکتوررشد شبه انسولین ۱ (نانوگرم / میلی لیتر)	۱۴۷ ± ۴۸/۲	۱۲۷/۷ ± ۲۸/۹	۰/۱۳	۱۴۱/۷ ± ۳۰/۶	۱۳۸/۸ ± ۳۱/۳	۰/۷۳	۰/۳۷

* نشان دهنده اختلاف معنی‌دار می‌باشد، **آزمون تی زوجی، ***آزمون تی مستقل

بحث

در مطالعه حاضر ۱۰ هفته تمرین پلایومتریک باعث افزایش قدرت عضلانی بالاتنه و پایین‌تنه و توان هوازی زنان جوان شد ($p<۰/۰۵$). از طرف دیگر تأثیر غیر معنی‌دار بر توده بدون چربی داشت و همچنین علی‌رغم افزایش میانگین IGF-1، تغییر سطوح سرمی IGF-1 از نظر آماری معنی‌دار نبود ($p<۰/۰۵$). عامل رشد مکانیکی در عضله در پاسخ به اضافه بار مکانیکی، آسیب بافت و ورزش افزایش می‌یابد. در این شرایط ژن IGF-1 پیرایش می‌شود (۲۱). رویچ و همکاران (۲۰۰۹) در فراآنالیزی تمرین برونگرا را با تمرین درونگرا مقایسه کردند و نشان دادند که در مورد قدرت و هایپرتروفی، آزمودنی‌ها بیشتر از تمرین برونگرا سود بردند (۲۴). همسو با این فراآنالیز، مولر و همکاران (۲۰۰۹)، اوکی و همکاران (۲۰۰۶) و ماتیو (۲۰۰۹) نشان دادند که تمرین مقاومتی و به ویژه تمرین برونگرا، بار مکانیکی بیشتری بر عضله وارد می‌کند و باعث افزایش قدرت بیشتری می‌شود (۲۷-۲۵).

نانشوار و همکار (۲۰۱۴) اثر تمرینات پلایومتریک و تمرینات ایزوتونیک و ترکیب این دو روش تمرینی را بر قدرت و استقامت عضلانی پا بررسی کردند. نتایج مطالعه، بهبود قدرت و استقامت عضلانی پا را نشان داد (۱۴). محمدی جنیدآباد و همکاران (۲۰۱۷) اثر سه نوع برنامه تمرین مقاومتی (تمرین پلایومتریک با و بدون انسداد عروق و تمرین قدرتی -توانی) را بر آمادگی جسمانی دختران بررسی کردند. نتایج این تحقیق نشان داد تمرینات پلایومتریک چه با انسداد و چه بدون انسداد جریان خون نسبت به تمرینات قدرتی - توانی، تأثیر بیشتری بر سرعت، توان انفجاری و چابکی دختران ورزشکار دارد و بهبود عملکرد جسمانی را در نتیجهٔ افزایش عملکرد دستگاه عصبی -عضلانی و تحریک‌پذیری واحدهای حرکتی تند انقباض دانستند (۲۸).

تحقیقات نشان می‌دهند که ورزش مقاومتی نه تنها شامل فشار مکانیکی زیاد، بلکه همچنین شامل عوامل متابولیکی، هورمونی و عصبی است (۲۷، ۲۹). روش تمرینی پلایومتریک، مهار بازتابی عضله را کاهش و حساسیت اندام‌های گلژی تاندون را افزایش می‌دهد. همچنین حساسیت دوک‌های عضله را بهبود می‌بخشد و تنش عضله را افزایش می‌دهد (۳۰). به هر حال به نظر می‌رسد عوامل دیگری علاوه بر ویژگی‌های انقباضی عضله، در سازگاری به تمرین پلایومتریک نقش دارند. بنابراین ممکن است اجزای انقباضی تارهای عضلانی در تمرین پلایومتریک کمتر تحریک شوند و این احتمال نیز وجود دارد که در سازگاری به تمرین انفجاری، ویژگی‌های الاستیکی عضله، ویژگی‌های عصبی و اصل شبیه‌سازی حرکت سهم بسزایی داشته باشند. ویسینگ و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که تمرین مقاومتی و تمرین پلایومتریک هر دو سطح مقطع عرضی عضله را افزایش داده و باعث افزایش قدرت می‌شود (۳۱). این نتیجه گواه آن است که احتمالاً تمرین پلایومتریک، هایپرتروفی اجزای انقباضی

www.SID.ir

Archive of SID

تار عضله را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد و احتمالاً افزایش سطح مقطع عرضی کل عضله و افزایش قدرت، مدیون افزایش در گروه اجزای الاستیکی و غیرانقباضی عضله است.

وضعیت تمرینی از فاکتورهایی است که ممکن است بر روی سطوح استراحتی IGF-1 به دنبال فعالیت بدنی تأثیرگذار باشد. با وجود داده‌های کمی که در این زمینه وجود دارد، اما در مطالعه قره خانلو و همکاران (۲۰۱۳)، پاسخ IGF-1 به تمرینات پلایومتریک و تمرینات ترکیبی متفاوت بود (۳۲). یکی دیگر از فاکتورهایی که ممکن است روی سطوح استراحتی IGF-1 به دنبال فعالیت بدنی تأثیرگذار باشد، سطح آمادگی جسمانی افراد است. در مطالعه روزندال و همکاران (۲۰۰۲) نشان داده شد که IGF-1 به صورت متفاوتی در آزمودنی‌های تمرین کرده در مقایسه با تمرین نکرده پس از ۱۱ هفته فعالیت بدنی شدید تحت تأثیر قرار گرفته است (۳۳). لذا از دلایل عدم تغییر معنی‌دار سطوح استراحتی IGF-1 در زنان شرکت‌کننده در مطالعه حاضر، احتمالاً غیر فعال بودن آنان می‌باشد.

در مطالعه حاضر با وجود عدم معنی‌داری در شاخص IGF-1، ولی میزان توان هوازی و قدرت عضلات بالاتنه و پایین‌تنه با تمرینات پلایومتریک افزایش چشمگیری در گروه تجربی داشت. اعمی و همکاران (۲۰۱۵) در یک مطالعه مروری، تأثیر برنامه ورزشی با استفاده از باند ارتجاعی در ارتقاء سلامت زنان را بررسی کردند و نتایج تأثیر قابل ملاحظه بر شاخص‌های سندرم متابولیک، بهبود عملکرد عضلات و افزایش قدرت و استقامت، توده بدون چربی و توده چربی را نشان داد (۳۴). همچنین مطالعه دشتی و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد که تمرینات پیلاتس و تراباند هر دو باعث افزایش تعادل پویا و قدرت اندام تحتانی در زنان سالمند می‌شوند، اما اثر تمرین پیلاتس بر قدرت اندام تحتانی و اثر تمرین تراباند بر تعادل پویا بیشتر است (۳۵).

لذا به نظر می‌رسد تمرینات ورزشی تأثیر مثبت بر میزان گیرنده‌های IGF-1 و فعالیت آنها داشته و میزان برداشت IGF-1 در سطح سلول‌های عضلانی افزایش و IGF-1 به داخل تار عضله توسط گیرنده‌های مخصوص به خود انتقال یافته است و احتمالاً به همین دلیل در سطح IGF-1 سرمی خون کاهش مشاهده شده است. از طرف دیگر افزایش قابل توجه توان هوازی و قدرت می‌تواند به دلیل ایجاد سازگاری‌های قلبی - ریوی و همچنین سازگاری‌های عصبی - عضلانی و فراخوانی بیشتر واحدهای حرکتی در عضلات اسکلتی به دنبال تمرینات پلایومتریک باشد. همچنین یافته‌های دیگر به‌دست آمده در این پژوهش، کاهش اندک در توده چربی بدن و افزایش غیر معنی‌دار در توده بدون چربی بدن بود که احتمالاً ممکن است به‌خاطر سنتز پروتئین در عضله باشد. همچنین با افزایش معنادار در $VO2_{max}$ و افزایش قدرت می‌توان نتیجه گرفت که پروتکل تمرینی ارائه شده بر مبنای اصول تمرینی بوده و متناسب با سطح آمادگی جسمانی آزمودنی‌ها طراحی شده است.

نتیجه‌گیری

با توجه به تأثیرات مثبت و معنی‌دار تمرینات پلایومتریک بر قدرت عضلات بالاتنه و پایین‌تنه و همچنین حداکثر اکسیژن مصرفی زنان جوان غیرفعال شرکت‌کننده در این پژوهش، پیشنهاد می‌شود از این نوع تمرینات ورزشی برای بهبود ارتقاء قدرت عضلانی و استقامت قلبی - ریوی استفاده شود. از طرفی دیگر برای مشخص شدن دلایل احتمالی و مکانیسم‌های اثر تمرینات پلایومتریک بر فاکتور رشد شبه انسولین -۱ و دلایل کاهش یا افزایش سطوح سرمی این فاکتور، به تحقیقات و بررسی‌های بیشتری نیاز است.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از زحمات بی دریغ شرکت‌کننده‌ها که ما را در انجام این پژوهش یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1. Sáez-Sáez de Villarreal ES, Requena B, Newton RU. Does plyometric training improve strength performance? A met analysis. J Sci Med Sport 2010; 13:513-22.
2. Mangine GT, Hoffman JR, Gonzalez AM, Townsend JR, Wells AJ, Jajtner AR, et al. Exercise-induced hormone elevations are related to muscle growth. J Strength Cond Res 2017; 31(1):45-53.
3. Elijah IE, Branski LK, Finnerty CC, Herndon DN. The GH/IGF-1 system in critical illness. Best Pract Res Clin Endocrinol Metab 2011; 25(5):759-67.
4. Schoenfeld BJ. Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. Sports Med 2013; 43(3):179-94.
5. De Palo EF, Antonelli G, Gatti R, Chiappin S, Spinella P, Cappellin E. Effects of two different types of exercise on GH/IGF axis in athletes. Is the free/total IGF-I ratio a new investigative approach? Clin Chim Acta 2008; 387(1-2):71-4.
6. Sakuma K, Yamaguchi A. Molecular determinants of skeletal muscle hypertrophy in animals. J Sport Med Dop Stud 2012; 1:2161-73.
7. Schiaffino S, Dyar KA, Ciciliot S, Blaauw B, Sandri M. Mechanisms regulating skeletal muscle growth and atrophy. FEBS J 2013; 280(17):4294-314.
8. Kraemer WJ, Dunn-Lewis C, Comstock BA, Thomas GA, Clark JE, Nindl BC. Growth hormone, exercise, and athletic performance: a continued evolution of complexity. Curr Sports Med Rep 2010; 9(4):242-52.
9. Allerheiligen B, Rogers R. Plyometrics program design. Strength Condition J 1995; 17(4):26-31.
10. Costello F. Bounding to the top: the complete book on plyometric training. West Bowie, MD: Athletic Training Consultants; 1990.
11. Stojanović E, Ristić V, McMaster DT, Milanović Z. Effect of plyometric training on vertical jump performance in female athletes: a systematic review and meta-analysis. Sports Med 2017; 47(5):975-86.
12. Negra Y, Chaabene H, Sammoud S, Bouguezzi R, Abbes MA, Hachana Y, et al. Effects of plyometric training on physical fitness in prepuberal soccer athletes. Int J Sports Med 2017; 38(5):370-7.
13. Racil G, Zouhal H, Elmontassar W, Ben Abderrahmane A, De Sousa MV, Chamari K, et al. Plyometric exercise combined with high-intensity interval training improves metabolic abnormalities in young obese females more so than interval training alone. Appl Physiol Nutr Metab 2016; 41(1):103-9.
14. Gnaneshwar MR, Gopinath R. Effect of polymeric training isotonic training and combination of plyometric and isotonic training on leg strength and muscular endurance. Int Educ E J 2014; 3(1):199-202.
15. Stokes KA, Sykes D, Gilbert KL, Chen JW, Frystyk J. Brief high intensity exercise alters serum ghrelin and growth hormone concentrations but not IGF-I, IGF-II or IGF-I bioactivity. Growth Horm IGF Res 2010; 20(4):289-94.
16. Kanaley JA, Frystyk J, Møller N, Dall R, Chen JW, Nielsen SC, et al. The effect of submaximal exercise on immuno- and bioassayable IGF-I activity in patients with GH-deficiency and healthy subjects. Growth Horm IGF Res 2005; 15(4):283-90.
17. Cappon J, Brasel JA, Mohan S, Cooper DM. Effect of brief exercise on circulating insulin-like growth factor I. J Appl Physiol 1994; 76(6):2490-6.
18. Copeland JL, Heggie L. IGf-I and IGFBP-3 during continuous and interval exercise. Int J Sports Med 2008; 29(3):182-7.
19. Stokes K, Nevill M, Frystyk J, Lakomy H, Hall G. Human growth hormone responses to repeated bouts of sprint exercise with different recovery periods between bouts. J Appl Physiol 2005; 99(4):1254-61.
20. Kraemer RR, Durand RJ, Acevedo EO, Johnson LG, Kraemer GR, Hebert EP, et al. Rigorous running increases growth hormone and insulin-like growth factor-I without altering ghrelin. Exp Biol Med 2004; 229(3):240-6.
21. Hameed M, Toft AD, Pedersen BK, Harridge SD, Goldspink G. Effects of eccentric cycling exercise on IGF-1 splice variant expression in the muscles of young and elderly people. Scand J Med Sci Sports 2008; 18(4):447-52.
22. Arikawa AY, Kurzer MS, Thomas W, Schmitz KH. No effect of exercise on insulin-like growth factor (IGF)-1, insulin and glucose in young women participating in a 16-week randomized controlled trial. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 2010; 19(11):2987-90.
23. Davies G, Riemann BL, Manske R. Current concepts of plyometric exercise. Int J Sport Phys Ther 2015; 10(6):760-86.
24. Roig M, O'Brien K, Kirk G, Murray R, McKinnon P, Shadgan B, et al. The effects of eccentric versus concentric resistance training on muscle strength and mass in healthy adults: a systematic review with meta-analysis. Br J Sports Med 2009; 43(8):556-68.
25. Mueller M, Breil FA, Vogt M, Steiner R, Lippuner K, Popp A, et al. Different response to eccentric and concentric training in older men and women. Eur J Appl Physiol 2009; 107(2):145-53.
26. Aoki MS, Miyabara EH, Soares AG, Saito ET, Moriscot AS. mTOR pathway inhibition attenuates skeletal muscle growth induced by stretching. Cell Tissue Res 2006; 324(1):149-56.
27. Matthew P. Maximum muscle: the science of intelligent physique development. J Musculoskel Neruron Interact 2009; 7(3):219-25.

www.SID.ir

Archive of SID

28. Mohammadi Joneid Abad M, Hosseini-Kakhk AR, Askari R. The effect of three types of resistance training program (plyometric with/without vascular occlusion and power-resistance training) on selected physical fitness factors in female athletes. J Sport Biosci 2017; 8(4):495-515
29. Tanimoto M, Ishii N. Effects of low-intensity resistance exercise with slow movement and tonic force generation on muscular function in young men. J Appl Physiol 2006; 100(4):1150-7.
30. Lehnert M, Lamrova I, Elfmark M. Changes in speed and strength in female volleyball players during and after plyometric training program. Acta Gymnica 2009; 39(1):59-66.
31. Vissing K, Brink M, Lonbro S, Sørensen H, Overgaard K, Danborg K. Muscle adaptations to plyometric vs. resistance training in untrained young men. J Strength Cond Res 2008; 22(6):1799-810.
32. Gharakhanlou R, Valipour DV, Moula SJ, Rahbaryzadeh F, Ahmadynejad M. The effect of plyometric and combined training on IGF-1 and MGF responses in vastus lateralis muscle in non-athlete men. Sport Biosci 2013; 17:95-113. (Persian).
33. Rosendal L, Landberg H, Flyvbjerg A, Frystyk J, Orskov H, Kjaer M. Physical capacity influences the response of insulin-like growth factor and its binding proteins to training. J Appl Physiol 2002; 93:1669-75.
34. Aemi SZ, Dadgar S, Pourtaghi F, Askari Hoseini Z, Emami Moghadam Z. The effect of exercise program using elastic band in improving the old women's health. Iran J Obstet Gynecol Infertil 2015; 18(177):20-5. (Persian).
35. Dashti P, Shabani M, Moazami M. Comparison of the effects of two selected exercises of Theraband and Pilates on the balance and strength of lower limb in elderly women. Iran J Obstet Gynecol Infertil 2015; 18(153):1-9. (Persian).

www.SID.ir