



اثر زودگذر اجرای حرکت اسکات به صورت تک پا و جفت پا بر شاخص‌های عملکردی و الکترومایوگرافی پرش عمودی مردان ورزشکار

رضا قهرمانی^۱، فرزاد ناظم^{۲*}

۱- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش دانشگاه بوعلی سینا همدان

۲- دانشیار دانشگاه بوعلی سینا همدان

* نشانی نویسنده مسئول: همدان، چهارباغ شهید مصطفی احمدی روشن، دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی

Email: F.Nazem1336@gmail.com

پذیرش: ۹۳/۹/۱۹

اصلاح: ۹۳/۹/۱۰

وصول: ۹۳/۴/۱۲

چکیده

مقدمه و هدف: در این مطالعه تاثیر زودگذر اجرای حرکت اسکات بصورت تک پا و جفت پا بر اساس روش نیرومندسازی پس‌فعالی، بر عملکرد پرش عمودی و فعالیت EMG عضلات منتخب هنگام پرش مردان ورزشکار بررسی می‌شود.

روش‌شناسی: آزمودنی‌ها ۲۰ مرد ورزشکار (۱۰ نفر بسکتبالیست و ۱۰ نفر والیبالیست) تمرین کرده بودند (سن: $20/94 \pm 2/56$ سال، وزن: $74/6 \pm 6/72$ کیلوگرم، قد: $180 \pm 6/55$ سانتی‌متر) که داوطلبانه در این طرح شرکت کردند. آزمودنی‌ها در سه روز متفاوت هر سه پروتکل: ۱- گرم کردن مطلق (دویدن روی تردمیل با سرعت ۹ کیلومتر بر ساعت به مدت ۵ دقیقه و انجام حرکات کششی ظرف ۳ دقیقه)، ۲- گرم کردن به همراه اجرای یک نوبت با دو تکرار نیم‌اسکات پویای جفت‌پا با شدت ۹۰ درصد 1RM و ۳- گرم کردن با اجرای یک نوبت دو تکراری نیم‌اسکات پویای تک‌پا با شدت ۹۰ درصد 1RM را بطور تصادفی اجرا کردند. آزمون پرش عمودی در پنج دقیقه ریکاوری هر سه پروتکل انجام گرفت و فعالیت EMG عضلات چهارسرانی و همسترینگ در فاز کانستریک پرش و هنگام انقباض ارادی بیشینه (MVC) ثبت و شاخص RMS/MVC استخراج گردید. برای تحلیل آماری داده‌ها از آنالیز واریانس با اندازه‌گیری مکرر استفاده شد.

یافته‌ها: ارتفاع پرش پس از اجرای پروتکل‌های دوم و سوم (نیرومندسازی پس‌فعالی) نسبت به روش گرم کردن مطلق (سستی) بطور معناداری افزایش یافت (به ترتیب $P=0/018$ و $P=0/043$)، اما در فعالیت EMG عضلات چهارسرانی و همسترینگ ورزشکاران در سه پروتکل تمرینی تفاوت معناداری مشاهده نگردید ($P \geq 0/005$).

نتیجه‌گیری: روش گرم کردن ویژه با استفاده از نیم‌اسکات تک‌پا و جفت‌پا بهتر می‌تواند عملکرد پرش عمودی این ورزشکاران را بهبود دهد که احتمالاً به تغییرات درون‌عضلانی وابسته است.

واژه‌های کلیدی: نیرومندسازی پس‌فعالی، انقباض‌های یک‌جانبه و دو‌جانبه، پرش عمودی، الکترومایوگرافی، مردان ورزشکار

مقدمه

نقش تعیین‌کننده در موفقیت یا شکست آنان هنگام مسابقه دارد. در این میان، توان عضلانی (قدرت انفجاری) از عوامل کلیدی برای دست‌یافتن به عملکرد و اجرای بهینه ورزشی است که در طیف وسیعی از رشته‌های ورزشی انفرادی و گروهی نقش کلیدی ایفا می‌کند. بنابراین مربیان و ورزشکاران همواره

برخی از فاکتورها و عوامل آمادگی جسمانی و حرکتی در رشته‌های ورزشی خاص، از اهمیت بیشتری برخوردار هستند و اندازه بهره‌مندی از این عوامل در بین ورزشکاران،

درصد یافتن یک شیوه موثر برای افزایش بازده توان عضلانی عضلات اسکلتی درگیر هستند.

مطالعات پیشین نشان می‌دهند اجرای انقباض‌های ارادی بیشینه و زیربیشینه، موجب بهبود حاد توان عضلانی در عملکرد متعاقب (عملکرد توانی که پس از این انقباضات به اجرا در می‌آید) می‌شود. محققان از این پدیده با عنوان نیرومندسازی پس‌فعالی (PAP) یاد می‌کنند (۱، ۲، ۳، ۴، ۵). این پدیده می‌تواند کاربردهای زیادی از جمله برای طراحی روش‌های تمرین مقاومتی ترکیبی، رقابت در ورزش‌های سرعتی- توانی و استفاده از آن در فرآیند گرم کردن پیش از شروع مسابقه داشته باشد (۶). با وجود پذیرش این پدیده از سوی ورزشکاران و مربیان، یافته‌ها در مورد اثر PAP در پژوهش‌های پیشین با یکدیگر تناقض دارند و این تناقض‌ها باعث می‌شود تا نتوان به طور قطعی در مورد اثرات این پدیده اظهار نظر کرد (۷). برای مثال برخی پژوهش‌ها نشان دادند اجرای حرکت اسکات با استفاده از بارهای سنگین موجب بهبود عملکرد پرش عمودی می‌گردد (۳۸، ۹، ۱۰)، اما در چندین مطالعه دیگر با بهره‌گیری از این نوع اسکات بهبود معناداری در عملکرد مشاهده نشده است (۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵). ممکن است این تناقض‌ها در مطالعات PAP ناشی از تعدد عواملی باشد که بر این پدیده اثرگذار هستند (۷). هامادا و همکارانش (۲۰۰۰) بیان کرده‌اند میزان بهره‌گیری از PAP ممکن است به روش‌های کاربردی آن و ویژگی‌های عضلانی افراد بستگی داشته باشد (۱۶). برای مثال اندازه شدت انقباض‌های آماده ساز اولیه، از عوامل اثرگذار در پدیده PAP می‌باشد. در این زمینه نیز شواهد علمی موجود همسو نیستند. برخی پژوهش‌ها نشان می‌دهد شدت‌های انقباضی سنگین (۱۰۰ درصد IRM) می‌تواند موجب بهبود عملکرد شود (۵، ۸، ۱۷، ۱۸)، حال آنکه مطالعات دیگر خاطرنشان می‌کنند شدت‌های بالای انقباضی می‌تواند تأثیر منفی بر عملکرد متعاقب بگذارد (۱۹، ۱۰).

یکی دیگر از عواملی که ممکن است در میزان بهره‌مندی از این پدیده تأثیرگذار باشد، ویژگی الگوی انقباض عضلانی، مانند انقباض‌های یک‌جانبه در مقابل انقباض‌های دوجانبه است. اصل "کسر دوجانبه" بیان می‌دارد مجموع قدرت هر یک از اندام‌های قرینه به‌تنهایی، بیشتر از قدرت آنها

زمانی است که هر دو اندام همزمان با یکدیگر بکارگرفته می‌شوند (۲۰، ۲۱، ۲۲). برای مثال هنگامی که حرکت بازکردن مفصل زانو فقط با یک پا به اجرا درآید، عضلات چهارسررانی می‌توانند نیروی بیشتری را در مقایسه با شرایطی که این حرکت همزمان با هر دو پا انجام گیرد، تولید کنند (۲۳). از آنجا که اغلب مطالعات پیشین بر این نکته تأکید دارند که اجرای نیم-اسکات‌های بیشینه، بالاترین بهبود را در عملکرد پرش عمودی پدید می‌آورد (۳، ۹، ۱۰، ۲۴)، این امکان وجود دارد که با استفاده از اسکات‌های بیشینه به شکل تک‌پا (انقباض‌های یک‌جانبه) به میزان بیشتری بتوان از تکنیک PAP بهره گرفت، زیرا بر اساس اصل کسر دوجانبه، انقباض‌های تک‌پا در مقایسه با انقباض‌های جفت‌پا می‌توانند تارهای عضلانی بیشتری را تحریک کنند و شاید این فراخوانی بیشتر گروه عضلانی، بتواند عملکرد متعاقب را به میزان بیشتری بهبود بخشد. با این حال، هیچ مطالعه‌ای یافت نشد که به منظور بهره‌گیری از اثرات PAP از این نوع انقباض‌ها (انقباض‌های یک‌طرفه) استفاده کرده باشد.

هرچند سازوکارهای مسئول پدیده PAP به طور دقیق شناخته نشده، اما دو سازوکار برجسته برای آن پیشنهاد شده است. یکی تغییرات عصبی-عضلانی و شواهد مربوط به H-Reflex و دیگری فسفوریلاسیون زنجیره سبک میوزین است (۲۵). با وجود اهمیت تغییرات عصبی در پدیده PAP، پژوهش‌های اندکی به بررسی این تغییرات پرداخته‌اند (۲۸، ۱۳، ۲۶). ستیروپولوس و همکاران (۲۰۱۰) به دنبال بهبود عملکرد، تغییر معناداری را در فعالیت الکتریکی عضلات چهارسررانی مشاهده کرده‌اند (۲۶)، اما به دلیل عدم استفاده آنها از گروه کنترل، یافته‌های الکترومایوگرافی آنها با تردید همراه می‌باشد. از سوی دیگر فرنچ و همکارانش (۲۰۰۳) و جونز و لیس (۲۰۰۳) که حجم باردهی نسبتاً بالا و زمان استراحت اندکی را هنگام PAP به کار برده‌اند، علیرغم بهبود عملکرد انفجاری، در فعالیت الکترومایوگرافی عضلات تفاوت معناداری مشاهده نکرده‌اند (۲، ۱۳). همچنین عبدالملکی و همکاران (۱۳۹۱) نیز در پژوهش خود، با وجود مشاهده افزایش در عملکرد پرش عمودی، هیچ تفاوت معناداری را در فعالیت الکتریکی عضلات بازکننده زانو و ران گزارش نکرده‌اند (۸). بنابراین پژوهش حاضر تلاش دارد تا اثر زودگذر اجرای

جفت پا با شدت ۹۰٪ یک تکرار بیشینه، ۳- گرم کردن و اجرای یک نوبت دو تکراری حرکت نیم اسکات پویای تک پا با شدت ۹۰٪ یک تکرار بیشینه را اجرا کردند و پس از پنج دقیقه، آزمون پرش عمودی از آنها به عمل آمد. در هر جلسه آزمودنی‌ها پروتکل یکسانی را برای گرم کردن استفاده می‌کردند. بدین صورت که ابتدا با سرعت ۹ کیلومتر بر ساعت به مدت ۵ دقیقه روی تردمیل می‌دویدند و پس از آن به مدت ۳ دقیقه به انجام حرکات کششی (گروه‌های عضلانی چهارسرانی، همسترینگ، جلو و پشت ساق پا و ناحیه پشت و کمر) می‌پرداختند و در انتها پنج حرکت نشست و برخاست را اجرا می‌کردند (هر حرکت کششی چهار الی شش ثانیه به طول می‌انجامید) (۲۶). برای ثبت زمان پرواز در آزمون پرش عمودی از دستگاه فوت-اسکن *footscan® advanced & hi-end system* استفاده شد (این دستگاه زمان پرواز را تا هزارم ثانیه نشان می‌دهد). این وسیله بیشتر برای ثبت چگونگی توزیع فشار کف پایی به کار می‌رود، اما در این پژوهش جهت ثبت زمان پرواز در هنگام پرش عمودی از آن استفاده شد. برای اجرای آزمون، آزمودنی در حالی که پاهایش به اندازه عرض شانه از یکدیگر فاصله داشتند بر روی صفحه نیروی فوت اسکن قرار می‌گرفت. سپس از حالت نیم‌چمپاتمه (زاویه زانو تقریباً ۹۰ درجه) در حالی که دستها را در نزدیکی کمر خود نگه داشته بود، سعی می‌کرد با تمام توان به صورت اسکات پرشی به سمت بالا پرش کند و با زانوهای باز بر روی صفحه نیرو فرود بیاید. تا زمانی که فرد روی صفحه قرار داشت، توزیع نیرو قابل مشاهده بود و هنگامی که از صفحه جدا می‌شد تا زمان پیش از فرود هیچ نیرویی مشاهده نمی‌شد. این بازه زمانی که توزیع نیرو بر روی دستگاه فوت اسکن قابل مشاهده نبود، به عنوان زمان پرواز در نظر گرفته شد. پس از ثبت زمان پرواز، با استفاده از فرمول ۱ ارتفاع پرش بدست آمد (۲۸).

حرکت نیم اسکات بیشینه پویا به صورت تک‌پا و جفت‌پا (ویژگی انقباض‌های ارادی) را بر عملکرد پرش عمودی و فعالیت الکتریکی عضلات چهارسرانی و همسترینگ پای برتر هنگام پرش در مردان ورزشکار مورد بررسی قرار دهد.

روش‌شناسی

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی می‌باشد که در آن ۲۰ مرد ورزشکار تمرین‌کرده (۱۰ نفر والیبالیست و ۱۰ نفر بسکتبالیست) با ویژگی‌های سن: 27.56 ± 2.094 سال، وزن: 77.2 ± 7.64 کیلوگرم، قد: 180.39 ± 6.56 سانتی‌متر، بیشینه تمرین: $6/08 \pm 6/93$ سال که همگی ساکن شهرستان همدان بودند، داوطلبانه در این طرح شرکت کردند. آزمودنی‌ها سابقه کسب حداقل یک مقام استانی و شرکت در مسابقات کشوری را در رشته خود دارا بودند و حداقل یک سال سابقه تمرین مقاومتی نامنظم داشتند. همچنین همه آنها فرم رضایت‌نامه شرکت در پژوهش و پرسش‌نامه سلامت و تندرستی ACSM را تکمیل کردند.

آزمودنی‌ها در پنج جلسه جداگانه به فاصله ۷۲ ساعت از یکدیگر به آزمایشگاه مراجعه کردند (۲). دو جلسه اول به آشنایی با پروتکل پژوهش و تعیین یک تکرار بیشینه پویا به صورت تک‌پا و جفت‌پا (در دو جلسه جداگانه جهت جلوگیری از خستگی) در حرکت نیم اسکات پرداخته شد. در ارزیابی قدرت بیشینه و اجرای آزمون‌ها از صفحه‌های وزنه، میله هالتر ۲۰ کیلوگرمی و پایه اسکات دست‌ساز استفاده شد. آزمون تعیین یک تکرار بیشینه در حرکت نیم اسکات بر اساس پروتکل هافمن به انجام رسید (۲۷). در سه جلسه بعدی، آزمودنی‌ها در یک طرح متقاطع بر حسب تصادف یکی از سه پروتکل: ۱- گرم کردن معمولی (حالت کنترل)، ۲- گرم کردن و اجرای یک نوبت دو تکراری حرکت نیم اسکات پویای

$$\text{Jump Height} = \frac{9.81 \text{ m.s}^{-2} \times (\text{flight time (s)})^2}{8}$$

فرمول ۱. محاسبه ارتفاع پرش عمودی با استفاده از زمان پرواز

میانگین، انحراف معیار و رسم نمودارها استفاده شد. در بخش آمار استنباطی از آزمون آنوا با اندازه‌های تکراری و همچنین از آزمون تعقیبی LSD استفاده شد. سطح معناداری آزمون‌های آماری $P \leq 0.05$ در نظر گرفته شد. جهت محاسبات آماری از نرم‌افزار SPSS20 و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel 2010 استفاده شد.

نتایج و یافته‌ها

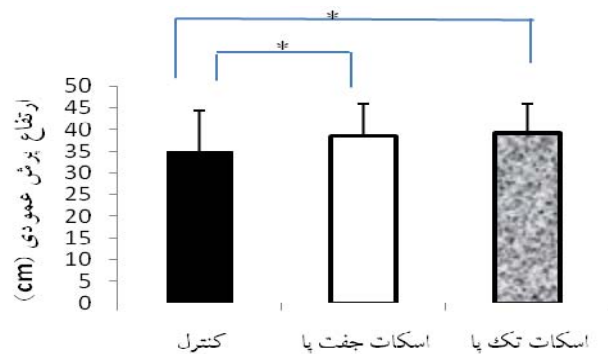
ارتفاع پرش عمودی: نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر نشان می‌دهد بین میزان ارتفاع پرش پس از پروتکل‌های گرم کردن و اجرای نیم‌اسکات پویای بیشینه جفت‌پا (پروتکل دوم) و همچنین گرم کردن و اجرای نیم-اسکات پویای بیشینه تک‌پا (پروتکل سوم) در مقایسه با گرم کردن معمولی (پروتکل اول: روش سنتی) تفاوت معناداری وجود دارد ($F=5.30, P=0.001$)؛ اما بین ارتفاع پرش پس از پروتکل دربرگیرنده اسکات جفت‌پا در مقایسه با پروتکل اسکات تک‌پا هیچ تفاوت معنادار آماری یافت نشد ($P=0.54$). عملکرد پرش عمودی ورزشکاران پس از اجرای سطح‌های مختلف متغیر مستقل، در جدول ۱ و شکل ۱ آورده شده است.

در این پژوهش فعالیت الکترومایوگرافی عضلات پهن جانبی و راست رانی (به عنوان فعالیت گروه عضلانی چهارسررانی) و دوسررانی و نیم‌وتری (بعنوان فعالیت گروه عضلانی همسترینگ) مورد ارزیابی قرارگرفت (۲۶، ۱۳، ۸، ۲). برای ثبت فعالیت الکترومایوگرافی سطحی عضلات پای برتر حین پرش از دستگاه الکترومایوگرافی ۱۶ کاناله مدل ME6000 ساخت کشور فنلاند استفاده شد. مکان الکتروودگذاری جهت ثبت امواج الکتریکی ماهیچه‌ها در حین پرش و در هنگام اجرای حداکثر انقباض ارادی (MVC) یکسان بود. همچنین الکتروودگذاری و ثبت EMG MVC بر اساس پروتکل اروپایی ارزیابی غیرتهاجمی فعالیت عضلات با استفاده از الکترومایوگرافی سطحی (SENIAM) انجام شد (۲۹). فعالیت EMG هنگام پرش به ثبت رسید و با استفاده از گونیامتر الکترونیکی، مرحله درون‌گرا یا بالارفتن تا زمان خاموشی عضله در زمان پرش مشخص گردید و تجزیه و تحلیل داده‌های الکترومایوگرافی فقط طی این مرحله صورت گرفت. شاخص الکترومایوگرافی مورد نظر در این پژوهش، نسبت RMS/MVC بود. جهت آنالیز داده‌های الکترومایوگرافی از نرم‌افزار مگاوین (MegaWin, version 3.0.1) استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از روش‌های آماری توصیفی و استنباطی استفاده شد. از آمار توصیفی برای تعیین

جدول ۱. ارتفاع پرش عمودی در مراحل اندازه‌گیری تکراری

ردیف	سطح‌های متغیر مستقل	میانگین پرش (cm)	انحراف معیار (cm)	مقدار F	میزان p
۱	گرم کردن معمولی (حالت کنترل)	۳۵/۱۱	۹/۳۵		
۲	گرم کردن + نیم‌اسکات پویا جفت‌پا - دو تکرار (90% 1RM)	۳۸/۶۰*	۷/۵۴	۵/۳۰۶	۰/۰۰۱
۳	گرم کردن + نیم‌اسکات پویا تک‌پا - دو تکرار (90% 1RM)	۳۹/۱۹*	۶/۷۷		

* تفاوت معنادار آماری با پروتکل شماره یک ($P < 0/05$)

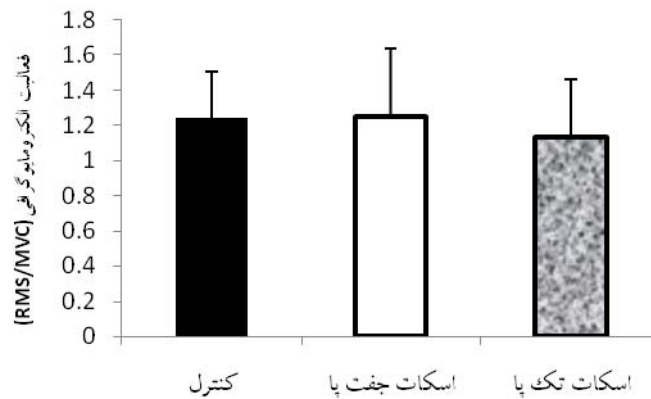


شکل ۱. ارتفاع پرش عمودی پس از اجرای سه پروتکل (Mean±SD)

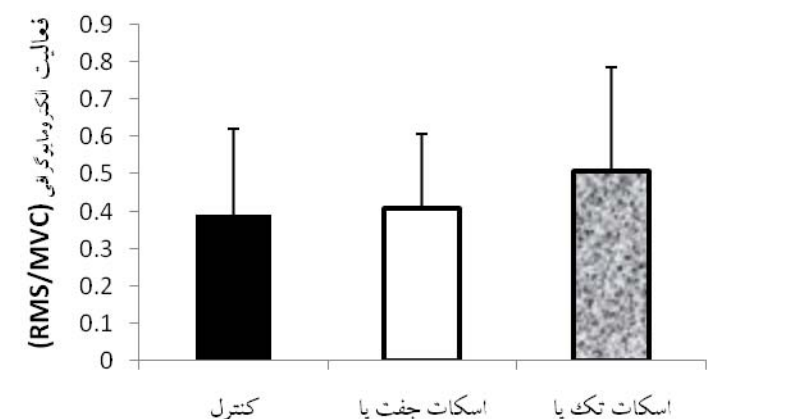
* تفاوت معنادار نسبت به پروتکل گرم کردن به تنهایی (کنترل) (جفت‌پا: $P=0.043$ ، تک‌پا: $P=0.018$).

نشد (به ترتیب $F=0.67, P=0.61$ و $F=1.91, P=0.12$). نتایج آزمون آنوا با اندازه‌گیری مکرر داده‌های مربوط به الکترومایوگرافی در شکل‌های ۲ و ۳ آورده شده است.

فعالیت الکترومایوگرافی: هیچ تفاوت معناداری در فعالیت الکتریکی (RMS/MVC) گروه‌های عضلانی چهارسررانی و همسترینگ در بین سه شرایط اجرای پروتکل گرم کردن یافت



شکل ۲. فعالیت الکترومایوگرافی گروه عضلانی چهارسررانی در هنگام پرش پس از اجرای پروتکل‌ها (Mean±SD)
* هیچ تفاوت معنادار آماری بین پروتکل‌های مختلف یافت نشد ($P \geq 0.05$)



شکل ۳. فعالیت الکترومایوگرافی گروه عضلانی همسترینگ در هنگام پرش پس از اجرای پروتکل‌ها (Mean±SD)
* هیچ تفاوت معنادار آماری بین پروتکل‌های مختلف یافت نشد ($P \geq 0.05$)

(حالت کنترل) به طور معناداری بهبود می‌یابد. این یافته با مطالعه هافمن و همکارانش (۲۰۰۷) همسوست که اثر اجرای یک نوبت نیم‌اسکات پویای بیشینه را بر ارتفاع پرش عمودی ارزیابی کرده و افزایش معناداری را در ارتفاع پرش مشاهده نمودند (۹). همچنین عبدالملکی و همکاران (۱۳۹۱) با هدف بررسی اثر نوع و شدت اجرای انقباض‌های ارادی بر عملکرد پرش عمودی ورزشکاران دو و میدانی، با بهره‌گیری از اجرای یک نوبت نیم‌اسکات پویای بیشینه (۱۰۰ درصد 1RM) بهبود معناداری را در ارتفاع پرش مشاهده کردند (۸). از سوی دیگر،

بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه تاثیر زودگذر اجرای حرکت نیم‌اسکات پویا به صورت تک‌پا و جفت‌پا (ویژگی انقباض عضلانی) بر عملکرد پرش عمودی و فعالیت الکترومایوگرافی عضلات چهارسررانی و همسترینگ پای برتر در مردان ورزشکار بررسی شد. نتایج ما نشان داد ارتفاع پرش عمودی پس از گرم کردن و اجرای یک نوبت نیم‌اسکات پویای جفت‌پا (پروتکل دوم) نسبت به ارتفاع پرش پس از گرم کردن معمولی

یافته پژوهش حاضر با نتایج مطالعه هیج و همکارانش (۲۰۱۱) ناهم‌سوست که گزارش کردند به دنبال اجرای حرکت اسکات با ۸۵٪ یک تکرار بیشینه، ارتفاع پرش عمودی کاهش می‌یابد (۱۹). شاید بتوان گفت یکی از دلایل اختلاف پژوهش حاضر با مطالعه هیج و همکاران (۲۰۱۱) این است که آنها در پژوهش خود برای اجرای حرکت اسکات از ماشین اسمیت استفاده کرده بودند، در حالی که حرکت اسکات با آزاد برای آزمون پرش عمودی ویژه‌تر است، زیرا در حین اسکات با ماشین اسمیت، فشار به صورت عمودی روی بازکننده‌های زانو- بدون درگیری مناسب بازکننده‌های لگن و پشت- وارد می‌شود. در این حرکت اغلب با حرکت پا به سمت جلو فشار روی دورسی فلکسورهای انگشتان کاهش می‌یابد. در نتیجه ممکن است ویژگی فعالیت متعاقب که پرش عمودی است را از دست بدهد (۲۶). دلایل وجود اختلاف در نتایج مطالعات گوناگون ممکن است به عوامل متعددی بستگی داشته باشد. برای مثال در برخی پژوهش‌های پیشین برای آزمون عملکرد از پرش افتی، پرش طول جفت‌پا یا پرش عمودی با تاب‌دادن دست‌ها استفاده کرده و به نتایج متفاوتی نیز دست یافته بودند؛ بطوریکه در برخی از این مطالعات عملکرد پرش بهبود یافته بود، در حالی که در سایر آنها تفاوتی در عملکرد مشاهده نشده بود (۱۱، ۱۷، ۳۰). باید توجه داشت استفاده از آزمون‌های مختلف به منظور ارزیابی عملکرد، می‌تواند نتایج متفاوت و گاه متضادی را به همراه داشته باشد.

همچنین نتایج پژوهش حاضر نشان داد ارتفاع پرش عمودی پس از گرم کردن و اجرای نیم‌اسکات پویای بیشینه تک‌پا (پروتکل سوم) نسبت به ارتفاع پرش پس از گرم کردن معمولی (روش سنتی) بطور معناداری بیشتر بود. با مروری بر مطالعات پیشین، هیچ پژوهشی یافت نشد که به منظور القای اثرات PAP در پروتکل خود از انقباض‌های یک‌جانبه (مانند اسکات تک‌پا) استفاده کرده باشد. زمانی که ارتفاع پرش را پس از پروتکل‌های دربرگیرنده نیم‌اسکات (نیم‌اسکات بیشینه تک‌پا و نیم‌اسکات بیشینه جفت‌پا) مورد ارزیابی قرار دادیم، علیرغم انتظار نویسندگان هیچ تفاوت معناداری بین ارتفاع پرش عمودی پس از دو پروتکل یادشده وجود نداشت.

با توجه به اینکه بیشتر مطالعات پیشین پیشنهاد می‌کنند در آزمودنی‌های مرد تمرین کرده بزرگسال، اجرای نیم‌اسکات-های بیشینه بیشترین بهبود را در عملکرد پرش عمودی پدید

می‌آورد (۲۴، ۹، ۱۰، ۳)، می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری کرد که هر انقباضی که تارهای عضلانی را بیشتر تحریک کند، می‌تواند عملکرد متعاقب را نیز بیشتر بهبود بخشد و در نهایت موجب بهره‌مندی بیشتر از پدیده PAP گردد. بر اساس اصل "کسر دوجانبه" در سیستم عصبی-عضلانی، مجموع قدرت هر یک از اندام‌های قرینه به‌تنهایی، بیشتر از قدرت آنها زمانی است که هر دو اندام همزمان با یکدیگر عمل می‌کنند (۲۲، ۲۱، ۲۰). این کمبود قدرت در اعمال دوجانبه می‌تواند ناشی از این موضوع باشد که در انقباض‌های دوطرفه، هر دو نیمکره مغز همزمان با هم فعال می‌شوند که این مسئله می‌تواند موجب تداخل عملکرد دو نیمکره شده و در نهایت باعث کاهش تحریک و فعالیت واحدهای حرکتی و تداخل در فراخوانی عصبی از طریق اثرات عرضی در مسیر برون‌هرمی گردد (۳۴، ۳۳، ۳۲، ۳۱). در حالی که در انقباض‌های یک‌جانبه مانند اسکات تک‌پا، به دلیل فعال‌شدن یک نیمکره مغز و غیرفعال‌بودن نیمکره دیگر، هیچ‌گونه تداخلی در طی‌شدن مسیر سیگنال‌های عصبی از مغز به عضلات اندام هدف بوجود نمی‌آید (۳۱).

با توجه به مطالب گفته‌شده به نظر می‌رسد کاربست انقباض‌های یک‌طرفه بتواند میزان بهره‌مندی از تکنیک PAP را افزایش دهد، زیرا این نوع انقباض‌ها واحدهای حرکتی بیشتری را فراخوانی می‌کنند و موجب تحریک بیشتر بالک عضله می‌گردند. اما نتایج این پژوهش نشان داد هیچ تفاوت معنادار آماری در ارتفاع پرش عمودی پس از بهره‌گیری از نیم‌اسکات-های تک‌پا و جفت‌پا وجود ندارد. شاید یکی از دلایلی که بتوان بوسیله آن عدم تفاوت بین دو پروتکل یادشده را توجیه کرد، پیشینه تمرینی آزمودنی‌هاست، زیرا ورزشکاران تحت مطالعه تجربه اجرای چنین انقباض‌های یک‌جانبه شدیدی را نداشتند. به هر حال با توجه به نبود پیشینه علمی پیرامون این نوع انقباض‌ها، پژوهش‌های بیشتری نیاز است تا بتوان درباره ویژگی اجرای انقباض‌های ارادی آماده‌ساز اولیه در تکنیک PAP به دیدگاه روشن‌تری دست یافت.

در بررسی میزان فعالیت الکتریکی (RMS/MVC) گروه عضلانی چهارسررانی در بین سطوح مختلف متغیر مستقل، تفاوت معناداری یافت نشد. این نتایج با یافته‌های پژوهش فرنچ و همکاران (۲۰۰۳) هم‌سوست که تفاوت معناداری را در IEMG بازکننده‌های زانو پس از اجرای بارهای آمادگی مشاهده نکردند (۲). همچنین یافته‌های ما با نتایج

تغییر در زاویه پری شکل تارهای عضلانی درگیر مرتبط دانست (۱۶،۲۵).

نتیجه گیری

به نظر می‌رسد بهره‌گیری از نیم اسکات‌های پویای بیشینه بصورت تک‌پا و جفت‌پا پس از فرآیند گرم کردن، نسبت به گرم کردن به تنهایی، باعث افزایش عملکرد انفجاری متعاقب می‌گردد که این افزایش عملکرد می‌تواند در ورزش‌های سرعتی، قدرتی و توانی - انفجاری سودمند واقع گردد. با توجه به یافته‌های این پژوهش و با استناد به نتایج پژوهش‌های دیگر، احتمالاً تغییرات عصبی نمی‌تواند عامل بهبود عملکرد در پدیده PAP باشد، بلکه این افزایش عملکرد به تغییرات درون-عضلانی وابسته است. به هر حال، بکارگیری انقباض‌های پویای بیشینه بصورت یک‌جانبه و دوجانبه پیش از عملکردهای توانی و انفجاری با توجه به ویژگی فعالیت متعاقب، کارایی بیشتری نسبت به روش سنتی گرم کردن داشته و در بهبود عملکرد ورزشکاران نقش ایفا می‌کند.

تقدیر و تشکر

از تمامی ورزشکارانی که بعنوان آزمودنی در این پژوهش شرکت کردند، صمیمانه سپاسگزاری می‌گردد.

پژوهش عبدالملکی و همکاران (۱۳۹۱) همسوست که با وجود افزایش در ارتفاع پرش عمودی، هیچ تغییر معناداری در فعالیت EMG عضلات چهارسررانی مشاهده نکردند (۱). در حالی که در پژوهش ستیروپولوس و همکاران (۲۰۱۰) نسبت RMS/MVC در گروه عضلانی چهارسررانی با افزایش همراه بود (۲۶). هرچند نمی‌توان به درستی نتایج ستیروپولوس و همکارانش اطمینان داشت، چرا که در پژوهش آنها گروه کنترل وجود نداشت. همچنین به دلیل اینکه پروتکل آنها در یک روز اجرا شده بود، احتمالاً پرش پیش‌آزمون بر پرش پس‌آزمون تاثیرگذار بوده است.

همچنین نتایج نشان داد هیچ تفاوت معناداری بین نسبت RMS/MVC (فعالیت الکترومایوگرافی) گروه عضلانی همسترینگ در بین اندازه‌های تکراری وجود ندارد. در میان مطالعه‌های پیشین تنها دو مطالعه به بررسی تغییرات فعالیت الکتریکی عضلات همسترینگ پرداخته بودند که یافته‌های آنها با نتایج پژوهش حاضر همسوست و هیچ تغییر معناداری را در فعالیت الکترومایوگرافی گروه عضلانی همسترینگ مشاهده نکردند (۸،۱۳). با توجه به عدم وجود تفاوت معنادار در میزان فعالیت الکترومایوگرافی عضلات چهارسررانی و همسترینگ در بین اندازه‌های تکراری، شاید بتوان بخشی از بهبود میزان ارتفاع پرش عمودی بر اثر بکارگیری پدیده نیرومندسازی پس‌فعالی را با سازوکارهای درون‌عضلانی از جمله فسفوریلاسیون زنجیره سبک میوزین و

منابع

1. Chiu ZL, Fry AC, Weiss LW, Schilling BK, Brown LE, Smith SL. Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2003; 17(4): 671-677.
2. French DN, Kraemer WJ, Cooke CB. Changes in dynamic exercise performance following a sequence of preconditioning isometric muscle actions. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2003; 17(4): 678-685.
3. Gourgoulis V, Aggeloussis N, Kasimatis P, Mavromatis G, Garas A. Effect of a submaximal half-squats warm-up program on vertical jumping ability. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2003; 17(2): 342-344.
4. Hodgson M, Docherty D, Robbins D. Post-activation potentiation: underlying physiology and implications for motor performance. *Sports Medicine* 2005; 35: 585-595.
5. Radcliffe JC, Radcliffe L. Effects of different warm-up protocols on peak power output during a single response jump task. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1996; 28(5): 189.
6. Ebben PW, Jensen RA, Blackard DO. Electromyographic and kinetic analysis of complex training variables. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2000; 14(4): 451-456.
7. Witmer CA, Shala ED, Gavin LM. The acute effects of back squats on vertical jump performance in men and women. *Journal of Sports Science and Medicine* 2010; 9: 206-213.
8. Abdolmaleki A, Motamedi P, Anbarian M, Rajabi H. The effect of type and intensity of voluntary

- contractions on some of vertical jump's electrophysiological variables in track and field athletes. *Olympic* 1391; 20(4): 7-17 [in Persian].
9. Hoffman JR, Ratamess NA, Faigenbaum AD, Mangine GT, Kang J. Effects of maximal squat exercise testing on vertical jump performance in American college football players. *Journal of Sports Science and Medicine* 2007; 6: 149-150.
 10. Rixon PK, Lamont HS, Bemben MG. Influence of type of muscle contraction, gender, and lifting experience on Postactivation potentiation performance. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2007; 21(2): 500-505.
 11. Hanson ED, Leich S, Mynark RG. Acute effects of heavy- and light-load squat exercise on the kinetic measures of vertical jumping. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2007; 21(4): 1012-1017.
 12. Jensen RL, Ebben WP. Kinetic analysis of complex training rest interval effect on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2003; 17(2): 345-349.
 13. Jones P, Lees A. A biomechanical analysis of the acute effects of complex training using lower limb exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2003; 17(4): 694-700.
 14. Magnus BC, Takahashi M, Mercer JA, Holcomb WR, McWhorter JW. Investigation of vertical jump performance after completing heavy squat exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2006; 20: 597-600.
 15. Scott SL, Docherty D. Acute effects of heavy preloading on vertical and horizontal jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2004; 18(2): 201-205.
 16. Hamada T, Sale DG, MacDougall JD, Tarnopolsky MA. Postactivation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscles. *J Appl Physiol* 2000; 88: 2131-2137.
 17. Eduardo SS, de V, Juan JG, Mikel I. Optimal warm-up stimuli of muscle activation to enhance short and long-term acute jumping performance. *European Journal of Applied Physiology* 2007; 100: 393-401.
 18. Weber KR, Brown LE, Coburn JW, Zinder SM. Acute effects of heavy load squats on consecutive squat jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2008; 22(3): 726-730.
 19. Hage RE, Zakhem E, Moussa E, Jacob C. Acute effects of heavy-load squats on consecutive vertical jump performance. *Science & Sports* 2011; 26(1): 44-47.
 20. Jakobi JM, Cafarelli E. Neuromuscular drive and force production are not altered during bilateral contractions. *J Appl Physiol* 1998; 84: 200-206.
 21. Khodiguan N, Cornwell A, Lares E, Dicaprio PA, Hawkins SA. Expression of the bilateral deficit during reflexively evoked contractions. *J Appl Physiol* 2003; 94: 171-178.
 22. Pinto RS, Botton CE, Kuckartz BT, Lima CS, Moraes AC, Bottaro M. Evaluation of bilateral deficit in isometric contractions of the knee extensors. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2012; 14: 202-211.
 - 23- Teixeira ALS, Narciso JCA, Salomao IT, Dias MRC. Bilateral deficit in maximal isometric knee extension in trained men. *Journal of exercise physiology* 2013; 16(1): 28-35.
 24. Wilson JM, Duncan NM, Marin PJ, Brown LE, Loenneke JP, Wilson SM, et al. Meta-Analysis of Postactivation Potentiation and Power: Effects of Conditioning Activity, Volume, Gender, Rest Periods, and Training Status. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2013; 27(3): 854-859.
 25. Guellich A, Schmidtbleicher D. MVC-induced short-term potentiation of explosive force. *New studies in athletics* 1996; 11(4): 67-81.
 26. Sotiropoulos K, Ilias S, Marios C, Karolina B, Angelos S, Helen D, et al. Effects of warm-up on vertical jump performance and muscle electrical activity using half-squats at low and moderate intensity. *Journal of Sports Science and Medicine* 2010; 9: 326-331.
 27. Hoffman J. Norms for Fitness, performance, and Health. Translated by: Bahman Tarverdi Zade, Loghman Radpi, Sirvan Atashak. Tehran, Nersi Publication, 1389.
 28. Bosco C, Luhtanen P, Komi PV. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology* 1983; 51: 129-135.
 29. Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2000; 10: 361-374.
 30. Kovačević E, Armen K, Fuad B, Asim B. Effects of maximum isometric contraction on explosive power of lower limbs (jump performance). *Sport SPA* 2010; 7(1): 69-75.
 31. Dieen JHV, Ogita F, Haan A. Reduce neural drive in bilateral exertions: A performance-limiting factor?. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35: 111-118.
 32. Monteiro WD, Simao R. Is there bilateral deficit in the practice of 10RM in arm and leg exercises? *Rev Bras*

Med Esporte 2006; 12: 115-118.

33.Patten C, Kamen G. Adaptations in motor unit discharge activity with force control training in young and older human adults. Eur J ApplPhysiol 2000; 83: 128-143.

34.Simao R, Monteiro WD, Araujo CGS. Maximal muscle power in unilateral and bilateral elbow flexion.Rev Bras Med Esporte 2001; 7:157-162.

The Acute Effects of Unilateral and Bilateral Squats on Vertical Jumping Functional and Electromyographic Indexes in Athlete Men

Ghahremani R, Nazem F*

Bu-Ali SinaUniversity

Received: 03/07/2014

Revised: 01/12/2014

Accepted: 10/12/2014

* Correspondence:

Farzad Nazem, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

E-mail:

F.Nazem1336@gmail.com

Abstract

Purpose: The aim of this study was to determine the acute effects of unilateral and bilateral squats performing (post-activation potentiation) on vertical jump performance and EMG activity of the selected muscles in athlete men during a vertical jumping.

Material and Methods: The subjects were 20 trained athlete men (10 volleyball players, 10 basketball players) with the characteristics of age: $20/94 \pm 2/56$ years, weight: $74/64 \pm 6/72$ kg, height: $180 \pm 6/55$ cm) that voluntary participate in this study. the subjects performed each of the three protocols: 1. Common warm up (the running on the treadmill with the speed of 9 km/h in 5 minutes and stretch movements on 3 minutes), 2. warm up and 1 set with two repetitions of dynamic bilateral half-squat with 90% 1RM, 3. warm up and 1 set with two repetitions of dynamic unilateral half-squat with 90% 1RM in three different days and randomized condition. in 5 minutes of recovery from each protocol, subjects were examined with the vertical jump test, and EMG activity of quadriceps and hamstring muscles were recorded in concentric phases of the jumping and during maximum voluntary contraction (MVC). the RMS/MVC index was derived from muscle's EMG signals. One-way ANOVA with repeated measures was used to data analysis.

Results: The vertical jumping height have significantly improved after the second and third protocols (post-activation potentiation) compared to common traditional warm up ($P= 0/043, 0/018$ respectively), but no significant differences was found among the quadriceps and hamstring muscles electrical activity in three different conditions ($P \geq 0/05$).

Conclusion: The specific warm up method via using unilateral or bilateral half-squat probably can improve the athlete's subsequent vertical jumping performance. these changes are related to intramuscular variations.

Key words: post-activation potentiation, unilateral and bilateral contractions, vertical jumping, electromyography, athlete men.