

بررسی اثر شدت‌های مختلف انقباض ارادی بر پرش عمودی ورزشکاران پارکور

احمد محمدی مقدم^۱، احسان حسینی^۲، دکتر ناصر بهپور^۳، صدیقه حسین پور دلاور^۴

- ۱- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران
- ۲- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه
- ۳- استادیار گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه
- ۴- گروه تربیت بدنی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران

چکیده

هدف از این پژوهش بررسی و مقایسه اثر انواع شدت‌های انقباض ارادی بر پرش عمودی ورزشکاران پارکور است. دوازده ورزشکار رشته پارکور (با میانگین سنی $21/9 \pm 2/4$ سال، و میانگین وزنی $67/8 \pm 3/4$ کیلوگرم) که در باشگاه‌های شهرستان کرمانشاه مشغول به فعالیت بودند به طور داوطلبانه در پژوهش شرکت کردند. آزمودنی‌ها در چهار روز با فاصله زمانی ۴۸ ساعت به صورت تصادفی چهار وضعیت تمرینی: گرم کردن معمولی (شرایط کنترل)، گرم کردن معمولی همراه با نیم اسکوات پویا با شدت زیر بیشینه (۳۵ درصد IRM)، گرم کردن معمولی همراه با نیم اسکوات پویا با شدت بیشینه (۹۵ درصد IRM)، و گرم کردن معمولی همراه با نیم اسکوات پویا با شدت فوق بیشینه (۱۲۰ درصد IRM) را اجرا کردند. چهار دقیقه پس از اجرای هر پروتکل، از افراد آزمون پرش عمودی به عمل آمد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری استفاده شد. نتایج نشان داد که تنها اجرای گرم کردن معمولی همراه با نیم اسکوات پویا با شدت بیشینه باعث افزایش معناداری در ارتفاع پرش عمودی نسبت به حالت کنترل می‌شود ($p=0/02$). همچنین، ارتفاع پرش عمودی متعاقب گرم کردن معمولی همراه با نیم اسکوات پویا با شدت بیشینه به طور معناداری بیشتر از ارتفاع پرش عمودی متعاقب گرم کردن معمولی همراه با نیم اسکوات پویا با شدت فوق بیشینه و زیربیشینه بود (به ترتیب $p=0/03$ ، $p=0/01$). بنابراین، می‌تواند گفت اجرای پرش عمودی پس از گرم کردن معمولی همراه با نیم اسکوات پویا با شدت بیشینه بهترین عملکرد را برای افراد به ارمغان می‌آورد.

کلید واژه‌ها: گرم کردن، پرش عمودی، انقباض ارادی، قدرت بیشینه.

¹ a.m.moghaddam67@gmail.com

مقدمه

گرم کردن به عنوان یک فاکتور بسیار مهم برای جلوگیری از آسیب دیدگی و همچنین دستیابی به عملکرد بالا به طور منظم و دقیقی توسط ورزشکاران انجام می‌شود. هنگام فعالیت‌های سریع و پویا، فعال‌سازی عصبی-عضلانی بالایی وجود دارد. ورزش با بارهای زیربیشینه باعث فعال شدن سیستم عصبی مرکزی و ایجاد شرایطی مناسب برای اجرای فعالیت‌های انفجاری می‌شود. از اینرو به کارگیری روش‌های نوین افزایش توان عضلانی (قدرت انفجاری) بسیار حائز اهمیت می‌باشد (۱۸). پژوهش‌های بسیاری نشان داده‌اند اجرای انقباض‌های ارادی بیشینه و زیربیشینه باعث بهبود موقت توان عضلانی و عملکرد پرش (افقی یا عمودی) می‌شود که به آن نیرومندسازی پس‌فعالی^۱ می‌گویند. نیرومندسازی پس‌فعالی (PAP) همان افزایش حاد در سرعت توسعه نیرو و یا توانایی تولید نیرو بدنبال انقباضات ارادی قبل از اجرا است و این رخداد به عنوان بخشی از گرم کردن پویا شناخته شده است که باعث افزایش عملکرد عصبی عضلانی و متعاقب آن افزایش توان تولید عضله می‌شود (۱۸). با این حال، یافته‌ها در مورد این پدیده متناقض هستند. برای مثال برخی پژوهش‌ها گزارش کرده‌اند اجرای حرکت اسکوات با بارهای شدتی سنگین منجر به بهبود عملکرد پرش عمودی متعاقب آن می‌شود (۱۴، ۲۰). با وجود این، رابینز^۲ و همکاران (۲۱) در پی اجرای حداکثر انقباض ارادی ایزومتریک بیشینه^۳ تغییر معناداری را در عملکرد پرش عمودی مشاهده نکردند. اکثریت قریب به اتفاق محققان: کلارک^۴ و همکاران (۲۰۰۶) (۳)، کومینز^۵ و همکاران (۲۰۰۶) (۴)،

¹ Postactivation Potentiation

² Robbins

³ Maximum Voluntary Isometric Contraction

⁴ Clark

⁵ Comyns

دویچ^۱ (۲۰۰۸)، گورگولیس^۲ و همکاران (۲۰۰۳) (۹)، جنسن^۳ و همکاران (۲۰۰۳) (۱۵)، کیلدف^۴ و همکاران (۲۰۰۷) (۱۷)، اسکات^۵ و همکاران (۲۰۰۴) (۲۲)، وبر^۶ و همکاران (۲۰۰۸) (۲۶) به طور عمده بارهای تمرینی با شدت سنگین (۸۰-۹۵ درصد یک تکرار بیشینه) را استفاده کرده‌اند. با وجود اینکه، اطلاعات در مورد گرم کردن با بارهای شدتی متوسط، سبک و فوق سنگین برای افزایش عملکرد پرش عمودی محدود است، اسمیلیوس^۷ و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که پرش اسکوات با بارهای شدتی ۳۰ و ۶۰ درصد 1RM باعث افزایش پرش ارتفاع می‌شود در حالی که، آزمودنی‌های که نیم اسکوات انجام داده بودند تنها زمانی که ۶۰٪ 1RM را بکار گرفته بودند، افزایش معناداری در پرش ارتفاع را مشاهده کردند (۲۳). در مقابل، محققان دیگر تغییر قابل ملاحظه‌ای در عملکرد پرش ارتفاع هنگامی که بارهای شدتی ۳۰ تا ۶۰ درصد 1RM پیش از عمل پریدن ارتفاع مورد استفاده قرار گرفت، مشاهده نکرده‌اند (۴، ۱۲، ۲۵). در مجموع یافته‌ها موجود در این خصوص همسو نیست، به گونه‌ای که برخی پژوهش‌ها بر شدت‌های سنگین تأکید کرده‌اند (۷، ۱۹)، در حالی که در تحقیقات دیگر خلاف این را تأیید داشته و آثار منفی شدت‌های تمرینی خیلی سنگین را بر عملکرد پرش عمودی گزارش کرده‌اند (۱۱، ۲۰). علاوه بر این، میزان تأثیر این پدیده به عوامل متعددی از جمله روش‌های به کارگیری PAP و ویژگی‌های تمرین افراد بستگی دارد (۵). از طرفی افزایش پرش عمودی در ورزش‌های همچون ورزش پارکور از اهمیت بالایی

¹ Deutsch

² Gourgoulis

³ Jensen

⁴ Kilduff

⁵ Scott

⁶ Weber

⁷ Smilios

برخورد می‌باشد. از اینرو، هدف از پژوهش حاضر بررسی و مقایسه آثار احتمالی انواع شدت‌های انقباض ارادی در مرحله گرم کردن بر پرش عمودی ورزشکاران جوان پارکور می‌باشد.

روش شناسی

آزمودنی‌ها

در این پژوهش، ورزشکاران رشته پارکور که در باشگاه‌های ورزشی شهرستان کرمانشاه مشغول به فعالیت بودند به عنوان جامعه آماری در نظر گرفته شدند. یک هفته قبل از انجام پروتکل اصلی تمام افراد در یک جلسه توجیهی جهت آشنای افراد با نحوه صحیح انجام پروتکل و همچنین مشخص شدن و انتخاب افراد واجد شرایط شرکت کردند. معیار ورود به تحقیق، شرکت داشتن در باشگاه‌های پارکور شهرستان کرمانشاه به مدت حداقل شش ماه و همچنین عدم ابتلا به بیماری‌های قلبی عروقی، بیماری‌های تنفسی و کلیوی حاد بود. ۵۷ نفر شرایط شرکت در تحقیق را داشتند، که از این تعداد ۱۲ نفر با میانگین سنی $21/9 \pm 2/4$ سال، و میانگین وزنی $67/8 \pm 3/4$ کیلوگرم، به صورت داوطلبانه آماده همکاری شدند. در پایان جلسه توجیهی از افراد حاضر به شرکت در پژوهش خواسته شد رضایت نامه کتبی شرکت در تحقیق که در آن اهداف و خلاصه‌ای از چگونگی انجام پژوهش ذکر شده بود را امضا کنند.

اندازه گیری‌ها

قدرت بیشینه: قدرت بیشینه آزمودنی‌ها به فاصله ۷۲ ساعت پیش از اجرای اولین جلسه پروتکل تمرینی، بر اساس پروتکل هافمن^۱ ارزیابی شد (۱، ۱۳). **پرش عمودی:** در روزهای انجام پژوهش پس از گذشت چهار دقیقه از پایان هر یک از پروتکل‌ها، آزمون پرش عمودی اجرا می‌شد. ورزشکار به پهلو در کنار دیوار خط‌کشی شده قرار می‌گرفت و دست خود را بالا برده و بالاترین نقطه‌ای (نوک انگشتان دست) که فرد لمس می‌کرد علامتگذاری می‌شد. پس از آن ورزشکار یک پرش عمودی با تمام توان انجام می‌داد و مجدد نقطه‌ایی که با نوک انگشتان دست لمس می‌کرد علامتگذاری می‌شد. فاصله بین دو نقطه مشخص شده نشان دهنده میزان توان عضلانی ورزشکار بود. هر چه این فاصله بیشتر بود بیان‌کننده توان عضلانی بیشتر فرد بود. شایان ذکر است شرکت‌کننده‌گان در هر پروتکل، سه پرش را انجام دادند و بالاترین پرش برای آنها ثبت گردید (۲).

روش اجرا

پژوهش حاضر که ماهیتی مداخله‌گرانه را دارا بود در یک گروه ۱۲ نفره در چهار شرایط متفاوت به صورت متقاطع انجام شد. جلسه اندازه‌گیری یک تکرار بیشینه در حرکت نیم اسکوات به فاصله ۷۲ ساعت پیش از شروع کار به انجام رسید. در این پژوهش آزمودنی‌ها در معرض چهار پروتکل آزمایشی در چهار روز متفاوت قرار گرفتند. تقسیم‌بندی افراد در وضعیت‌های مختلف تمرینی و کنترل در روزهای مختلف به صورت تصادفی انجام گرفت. بر این اساس از افراد خواسته شد که طی چهار روز با فاصله زمانی ۴۸ ساعت در چهار موقعیت مختلف (گرم کردن معمولی، گرم کردن معمولی و اجرای یک نوبت ده تکراری نیم اسکوات با شدت ۳۵ درصد 1RM، گرم کردن معمولی و

¹ Hoffman

اجرای یک نوبت دو تکراری نیم اسکوات با شدت ۹۵ درصد 1RM، گرم کردن معمولی و اجرای یک نوبت دو تکراری نیم اسکوات با شدت ۱۲۰ درصد 1RM) تمرینات را انجام دهند. گفتنی است که اجرای نیم اسکوات با شدت فوق بیشینه (۱۲۰ درصد یک تکرار بیشینه) به گونه‌ای صورت گرفت که حرکت خم شدن را خود آزمودنی به تنهایی و حرکت بلند شدن را همراه با کمک انجام می‌دادند. در هر از روزهای تمرینی، آزمودنی‌ها پروتکل گرم کردن یکسانی را اجرا کردند. این افراد ابتدا با سرعت ۷ تا ۸ کیلومتر بر ساعت به مدت پنج دقیقه روی نوارگردان دویدند، پس از آن سه دقیقه به انجام حرکات کششی (گروه‌های عضلانی چهار سر رانی، همسترینگ، جلو و پشت ساق پا و ناحیه پشت کمر پرداختند (۸، ۲۰، ۲۴).

تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی و استنباطی استفاده گردید. داده‌ها بر حسب میانگین \pm انحراف استاندارد ارائه شده است. از آزمون کلموگوروف اسمیرنوف^۱ برای بررسی توزیع طبیعی داده‌ها استفاده شد و پس از اطمینان از توزیع طبیعی داده‌ها، از آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری استفاده شد. در نهایت از آزمون تعقیبی LSD استفاده گردید. تمام آزمون‌های آماری در سطح معنی‌داری ($p < 0.05$) تعریف شد و نرم‌افزار (SPSS 20) برای تجزیه و تحلیل داده‌ها بکار گرفته شد.

¹ Kalmogorov– Smiranov Test

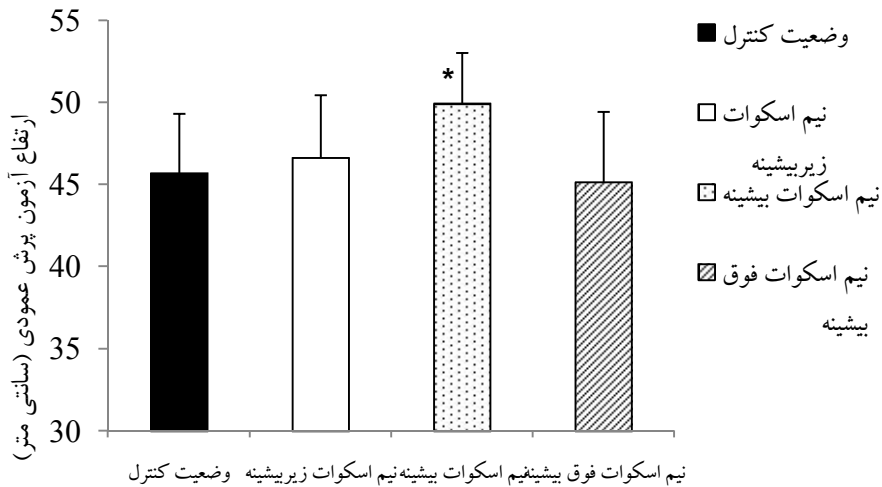
یافته‌ها

همان طور که در جدول (۱) ارائه شده است یافته‌ها نشان داد ارتفاع پرش عمودی پس از گرم کردن معمولی همراه با پروتکل‌های نیم اسکوات پویای زیر بیشینه (۳۰ درصد IRM) و فوق بیشینه (۱۲۰ درصد IRM)، نسبت به حالت کنترل (گرم کردن معمولی)، تفاوت قابل ملاحظه‌ای ندارد (به ترتیب $p=0/09$ ، $p=0/64$). با این حال، یافته‌های این پژوهش حاکی از آن است که ارتفاع پرش عمودی افراد نسبت به حالت کنترل (گرم کردن معمولی)، در شرایطی که پرش عمودی متعاقب پروتکل تمرینی گرم کردن معمولی همراه با نیم اسکوات پویا با شدت بیشینه (۹۵ درصد IRM) انجام می‌گیرد تفاوت قابل توجه‌ای داشته و این مقادیر در افراد به طور معناداری افزایش می‌یابد ($p=0/02$). علاوه بر این، در مقایسه‌های دوه‌دو پروتکل‌های تمرینی بکار رفته در پژوهش حاضر، ارتفاع پرش عمودی به دنبال اجرای گرم کردن معمولی همراه با نیم اسکوات پویا با شدت بیشینه نسبت به دو پروتکل دیگر تمرینی (گرم کردن معمولی همراه با نیم اسکوات پویا با شدت زیربیشینه و گرم کردن معمولی همراه با نیم اسکوات پویا با شدت فوق‌بیشینه) تفاوت معناداری داشت (به ترتیب $p=0/03$ ، $p=0/01$) و این مقدار در پروتکل تمرینی گرم کردن معمولی همراه با نیم اسکوات پویا با شدت بیشینه بیشتر بود.

جدول (۱) میانگین \pm انحراف استاندارد) پرش ارتفاع متعاقب گرم کردن معمولی

و نیم اسکوات با شدت‌های مختلف

Sig	پرش ارتفاع	تعداد	متغیرهای مستقل
-----	$45/71 \pm 2/6$	۱۲	گرم کردن معمولی (کنترل)
۰/۰۹	$46/64 \pm 2/8$	۱۲	گرم کردن معمولی همراه با نیم اسکوات با شدت زیر بیشینه (۳۵ درصد IRM)
۰/۰۲	$49/93 \pm 3/1$	۱۲	گرم کردن معمولی همراه با نیم اسکوات با شدت بیشینه (۹۵ درصد IRM)
۰/۶۴	$45/14 \pm 4/3$	۱۲	گرم کردن معمولی همراه با نیم اسکوات با شدت فوق‌بیشینه (۱۲۰ درصد IRM)



* نمایانگر تفاوت معنادار با وضعیت گرم کردن معمولی (کنترل) در سطح $(p < 0.05)$.
نمودار (۱) تفاوت ارتفاع پرش عمودی در پروتکل‌های مختلف

بحث و بررسی

نتایج این پژوهش نشان داد ارتفاع پرش عمودی پس از اجرای گرم کردن معمولی و یک نوبت نیم اسکوات پویای بیشینه نسبت به ارتفاع پرش عمودی با گرم کردن معمولی بدون اجرای نیم اسکوات، به طور معناداری بیشتر می‌باشد. این یافته با مطالعات هافمن و همکاران (۱۴)، و ریکسون^۱ همکاران (۲۰) که تأثیر اجرای یک نوبت نیم اسکوات پویای بیشینه را بر ارتفاع پرش عمودی ارزیابی کردند و افزایش معناداری را در ارتفاع پرش عمودی مشاهده کردند، همخوانی می‌باشد.

علاوه بر این، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که در مقادیر آزمون پرش عمودی پس از اجرای گرم کردن معمولی و یک نوبت نیم اسکوات پویای زیربیشینه نسبت به ارتفاع پرش عمودی با گرم کردن معمولی بدون اجرای نیم اسکوات پویا، تغییرات معنی‌داری رخ نمی‌دهد. نتایج پژوهش حاضر

¹ Rixon

با مطالعه روبینز همکاران (۲۱) و سوتیروپولزو^۱ و همکارانش همسوست (۲۴). با این حال، برخی پژوهشگران بیان کردند تمرین با وزنه پویای زیربیشینه تأثیر معناداری بر عملکرد پرش عمودی داشته است (۲۵، ۱۲، ۴). دلایل احتمالی تفاوت بین نتایج مطالعات انجام‌شده، در وضعیت تمرین و سطح قدرت افراد، طول مدت استراحت بین گرم کردن و اجرای تست و همچنین نوع و شدت گرم کردن می‌باشد. اکثریت قریب به اتفاق مطالعات انجام‌شده تا به امروز که از بارهای سنگین (بیشتر از ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه) استفاده کرده‌اند بیان داشته‌اند که، به نظر می‌رسد نه تنها استفاده از بارهای سنگین، بلکه بارهای با شدت متوسط نیز می‌تواند باعث بهبود عملکرد پرش ارتفاع شود. اسمیلوس و همکاران (۲۳) نشان دادند که پرش اسکوات با بارهای ۳۰ و ۶۰ درصد IRM باعث افزایش پرش ارتفاع می‌شود در حالی که حرکت نیم اسکوات تنها زمانی باعث افزایش عملکرد پرش ارتفاع می‌شود که از ۶۰ درصد یک تکرار بیشینه استفاده شود. در مطالعه حاضر، تجزیه و تحلیل نتایج نشان داد که استفاده از بارهای سبک (۳۵ درصد IRM) در نیم اسکوات پویا تأثیر معناداری بر اجرای پرش عمودی ندارد. این یافته با مطالعات کومینز^۲ و همکاران (۴)، هانسون^۳ و همکاران (۱۲) و ویلاررال^۴ و همکاران (۲۵) همخوانی داشت. هرچند سازوکارهای مسئول در پدیده PAP به طور دقیق شناخته نشده است، با این وجود، تا کنون دو سازوکار عمده برای این پدیده پیشنهاد شده است. یکی تغییرات عصبی-عضلانی و شواهد مربوط به H-Reflex^۵ دیگری فسفردار شدن زنجیره سبک میوزین (MLC)^۶ است (۱۰). علاوه بر این، در بیشتر مطالعات

¹ Sotiropoulos

² Comyns

³ Hanson

⁴ Villarreal

⁵ Haffman Reflex

⁶ Myosin Light Chain

افزایش پرش عمودی با افزایش فعالیت الکترومایوگرافی (EMG) عضلات اکستنسور^۱ زانو همراه بوده است. این رخداد نشان می‌دهد در میان مکانیسم‌های احتمالی درگیر در PAP افزایش فعال-سازی عصبی، به بهبود عملکرد پرش عمودی کمک شایانی می‌کند. این امر نقش سیستم عصبی مرکزی را در افزایش عملکرد پرش عمودی تأیید می‌کند (۱۴، ۲۴). علی‌رغم این، جونز^۲ و همکاران (۲۰۰۳) افزایش فعالیت EMG پس از انجام اسکوات با شدت ۸۵ درصد IRM تمرینات پلایومتریک را مشاهده نکردند (۱۶). لازم به ذکر است که در پژوهش جونز و همکاران بهبودی در اجرای آزمون نیز حاصل نشد، به احتمال زیاد، فقدان عملکرد بهتر، عدم تغییر در فعالیت EMG را توجیه می‌کند.

در مطالعه سوتیروپولزو در شدت‌های پائین و متوسط به ترتیب افزایش ۵ و ۸/۵ درصدی در فعالیت EMG مشاهده شد که می‌تواند باعث به وجود آمدن این فرضیه شود که شدت‌های پائین موجب افزایش سرعت حرکت می‌شود (۲۴). همچنین فرنچ^۳ و همکاران در پژوهشی با عنوان تغییرات در اجرای ورزشی پویا متعاقب یک انقباض عضلانی ایزومتریک، در بررسی میزان فعالیت الکترومایوگرافی^۴ گروه عضلانی تفاوت معناداری مشاهده نکردند (۸). در پژوهش فرنچ و همکاران و برخی تحقیقات دیگر، بهبود عملکرد PAP، توسط تغییرات عصبی اندازه‌گیری شده با الکترومایوگرافی توجیه نمی‌شود. این پژوهش‌ها نظریه فسفردار کردن زنجیره سبک میوزین را برای توجیه افزایش عملکرد، بیان کرده‌اند (۸، ۱۰). همچنین در بیشتر تحقیقات، خستگی به وجود آمده بر اثر PAP را متذکر شده‌اند، که این مورد بستگی به حجم و شدت تمرین دارد. این رخداد، نتایج

¹ Extensor

² Jones

³ French

⁴ Electromyography

پژوهش حاضر که اسکوات پویا با شدت فوق‌بیشینه به دلیل شدت زیاد تمرین باعث کاهش عملکرد می‌شود را توجیه می‌کند.

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر نشان داد که بکارگیری نیم اسکوات پویا با شدت بیشینه پس از گرم کردن معمولی نسبت به گرم کردن معمولی به تنهایی باعث افزایش عملکرد انفجاری پرش عمودی در افراد می‌شود که به نظر می‌رسد، به دلیل بالا بودن کارایی این روش در افزایش عملکرد انفجاری، در ورزش‌های توانی- انفجاری به ویژه افرادی که در رشته پارکور مشغول به فعالیت هستند بسیار مفید واقع شود. همچنین ویژگی تمرین در اندازه اثر پدیده PAP بسیار تعیین‌کننده است. علاوه بر این، باید در نظر داشت که افراد و ورزشکاران رشته‌های توانی انفجاری (همچون پارکور) به دلیل دارا بودن درصد بالاتری از تارهای تند انقباض، به احتمال به میزان بیشتری از این رخداد بهره‌مند شوند.

منابع

1. Avery D., James E., McFarland, Jeff A., Schwerdtman, Nicholas A., Ratamess, Jie Kang, Jay R. Hoffman. (2006). Dynamic Warm-Up Protocols, With and Without a Weighted Vest, and Fitness Performance in High School Female Athletes. *Journal of Athletic Training*. 41(4); 357-363.
2. Bishop D, Jenkins D.G., Mackinnon L.T., McEniery M., Carey M.F. (1999). The effects of strength training on endurance performance and muscle characteristics. *Med Sci Sports Exerc*. 31; 886-891
3. Clark R.A., Bryant A.L., and Reaburn P. (2006). The acute effects of a single set of contrast preloading on a loaded countermovement jump training session. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 20(1); 162-166.

4. Comyns M.T., Harrison A.J., Hennessy L.K., and Jensen R.L. (2007). Identifying the optimal resistive load for complex training in male rugby players. *Sports Biomechanics*. 6(1): 59-70.
5. David M. Bazett-Jones. (2004). Neither Stretching nor Post activation Potentiation Affect Maximal Force and Rate of Force Production during Seven One-Minute Trials. uw-lundergraduate research.
6. Deutsch M., and Lloyd R. (2008). Effect of order of exercise on performance during a complex training session in rugby players. *Journal of Sports Sciences*. 26(8); 803-809.
7. Eduardo S.S. de V., Juan J.G., and Mikel I. (2007). Optimal warm-up stimuli of muscle activation to enhance short and long-term acute jumping performance. *European Journal of Applied Physiology*. 100; 393-401.
8. French D.N., Kraemer W.J., and Cooke C.B. (2003). Changes in dynamic exercise performance following sequence of preconditioning isometric muscle actions. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 17(4); 678-685.
9. Gourgoulis V., Aggeloussis N., Kasimatis P., Mavromatis G., and Garas A. (2003). Effect of a submaximal half-squats warm-up program on vertical jumping ability. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 17(2); 342-344.
10. Guellich A., and Schmidtbleicher D. (1996). MVC-induced short-term potentiation of explosive force. *New Studies in Athletics*. 11(4); 67-81.
11. Hage R.EI., Zakhem E., Moussa E., Jacob C. (2010). Acute effects of heavy-load squats on consecutive vertical jump performance, *Science & Sports*. 44-47.
12. Hanson E.D., Leich S., and Mynark R.G. (2007). Acute effects of heavy- and light-load squat exercise on the kinetic measures of vertical jumping. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 21(4); 1012-1017.
13. Hoffman J. (2006). Norms for Fitness, Performance, and Health. Book. 3 Reviews. *Human Kinetics*.
14. Hoffman J.R., Ratamess N.A., Faigenbaum A.D., Mangine G.T., and Kang J. (2007). Effects of maximal squat exercise testing on vertical jump performance in

- American college football players. *Journal of Sports Science and Medicine*. 6; 149-150.
15. Jensen L.R., and Ebben W.P. (2003). Kinetic analysis of complex training rest interval effect on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 17(2); 345-349.
 16. Jones, P. and Lees, A. (2003). A biomechanical analysis of the acute effects of complex training using lower limb exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 17(4); 694-700.
 17. Kilduff L.P., Bevan H.R., Kingsley M.I.C., Owen N.J., Bennett M.A., Bunce, P.J., and et al. (2007). Postactivation potentiation in professional rugby players: Optimal recovery. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 21(4); 1134-1138.
 18. Kovačević E., Armen K., Fuad B., and Asim, B. (2011). Effects of maximum isometric contraction on explosive power of lower limbs (jump performance). *Sport SPA*. 7(1): 69-75.
 19. Radcliffe J.C., and Radcliffe L. (1996). Effects of different warm-up protocols on peak power output during a single response jump task. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(5); 189.
 20. Rixon P.K., Lamont H.S., and Bembem M.G. (2007). Influence of type of muscle contraction, gender, and lifting experience on Postactivation potentiation performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 21(2); 500-505.
 21. Robbins D., and Docherty D. (2005). Effect of loading on enhancement of power performance over three consecutive trials". *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4); 898-902.
 22. Scott I.S., and Docherty D. (2004). Acute effects of heavy preloading on vertical and horizontal jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 18(2); 201-205.
 23. Smilios I., Pilianidis T., Sotiropoulos K., Antonakis M., and Tokmakidis. S.P. (2005). Short-term effects of selected exercise and load in contrast training on

- vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 19(1); 135-139.
24. Sotiropoulos K., Ilias S., Marios C., Karolina B., Angelos S., Helen D., and Savvas, P.T. (2010). 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*. 9; 326-331.
25. Villarreal S.S.E., and Gonzalez-Badillo J.J. (2007). Optimal warm-up stimuli of muscle activation to enhance short and long term acute jumping performance. *European Journal of Applied Physiology*. 100; 393-401.
26. Weber K.R., Brown L.E., Coburn, J.W., and Zinder S.M. (2008). Acute effects of heavy-load squats on consecutive squat jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 22(3); 726-730.

Archive of SID