فیزیولوژی ورزشی شماره ۳۳، بهار ۱۳۹۶. صص ۵۰-۳۷

اثر شدت و ویژگی پیش‌فعالی عضلانی بر حداکثر نیرو، سرعت پا و عملکرد پرش عمودی در مردان تمرین‌کرده

محسن باپیران[۱]، حمید رجبی[۲]، پژمان معتمدی[۳]

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه خوارزمی*
۲. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه خوارزمی
۳. استادیار فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه خوارزمی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۷/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۲۳

چکیده

هدف از پژوهش حاضر، تعیین اثر شدت و ویژگی پیش‌فعالی عضلانی بر حداکثر نیرو، سرعت پا و عملکرد پرش عمودی در مردان تمرین‌کرده بود. بدین‌منظور، ۱۳ نفر از دانشجویان ورزشکار (با میانگین وزنی ۳/۷۶±۷۰/۶۱ کیلوگرم، سن ۱/۷۵±۲۲/۶۹ سال و قد ۱/۱۵±۱۷۴/۸۴ سانتی‌متر) انتخاب شده و به‌طور متقاطع و کاملاً تصادفی درمعرض پنج پروتکل متفاوت قرارگرفتند؛ این پروتکل‌ها عبارت بودند از: گرم‌کردن به‌تنهایی، گرم‌کردن و اجرای نیم‌اسکات ایستا با شدت ۶۰ و ۹۰ درصد بیشینه و گرم‌کردن و اجرای پرش عمودی با پنج و ۱۰ درصد یک تکرار بیشینه توسط جلیقهٔ وزنه. نتایج با استفاده از تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر نشان می‌دهد که پرش عمودی به‌دنبال اجرای پروتکل پنج درصد جلیقهٔ وزنه درمقایسه با پروتکل گرم‌کردن به‌تنهایی، به‌طور معناداری (۱۰/۸۶ درصد) افزایش یافته است (P=0.003)؛ اما درمقایسهٔ دوبه‌دوی پروتکل‌ها تفاوت معناداری به‌لحاظ آماری مشاهده نمی‌شود. در ارتباط با عملکرد سرعت پا پس از اجرای پروتکل‌های پنج(۱۰/۹۷ درصد)و ده درصد (۵/۸ درصد)جلیقهٔ وزنه نیز درمقایسه با پروتکل گرم‌کردن، افزایش معناداری (P=0.02, P=0.04) وجود دارد؛ اما درمقایسهٔ دوبه‌دوی پروتکل‌ها تفاوت معناداری مشاهده نمی‌شود. شایان‌ذکر است که درمورد عملکرد حداکثر نیرو، افزایش معناداری از نظر آماری پس از اجرای پروتکل‌ها درمقایسه با پروتکل گرم‌کردن به‌چشم نمی‌خورد. یافته‌ها بیانگر آن است که به‌کارگیری ویژگی الگوی حرکتی در ترکیب با شدت و بار مناسب باعث افزایش عملکرد توانی ـ سرعتی درمقایسه با سایر روش‌های گرم‌کردن می‌شود.

واژگان کلیدی: نیرومندسازی پس‌فعالی، پرش عمودی، سرعت پا، حداکثر نیرو، ویژگی تمرین

* نویسندهٔ مسئول Email: mohssenbapiran@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

ورزشکاران همواره به‌دنبال راهی جهت بهبود عملکرد ورزشی بوده‌اند (۱) و روش‌های بسیار متعددی درجهت ارتقای عملکرد ورزشی از جمله کمک‌های ارگوژنیک (راهبردهای تغذیه‌ای و داروهای مجاز)، تمرینات مقاومتی، توسعهٔ روش‌های تمرینی و دخالت‌های پزشکی را اعمال کرده‌اند (۳ـ۱). با توجه به این‌که در بسیاری از ورزش‌ها، توان عضلانی (قدرت انفجاری) عاملی کلیدی برای موفقیت ورزشکار محسوب می‌شود (۴،۵)، بسیاری از پژوهشگران مطالعات خود را به این سمت سوق داده‌اند تا از طریق آن بتوانند عملکردهای انفجاری را پیش از تمرین و مسابقه بهبود بخشند (۳،۶،۸). دراین‌میان، یکی از روش‌های افزایش توان و سرعت توسعهٔ نیرو، به‌کارگیری انقباض‌های ارادی با شدت‌های متفاوت پیش از اجرا می‌باشد (۳،۶،۹). پدیده‌ای که مسئول این اثرات حاد بر عملکرد است، به‌عنوان "نیرومندسازی پس‌فعالی"[1] (PAP) شناخته شده است. نیرومندسازی پس‌فعالی، افزایش حاد سرعت توسعهٔ نیرو یا توانایی تولید نیرو به‌دنبال انقباضات ارادی پیشین بوده و به‌عنوان بخشی از گرم‌کردن پذیرفته شده است (۱۲ـ۱۰، ۶). در ظهور این پدیده، مکانیسم‌های متفاوت عصبی، عضلانی و مکانیکی (تغییر زاویهٔ آپونئوروز) دخیل می‌باشند؛ اما دو مکانیسم که بیشتر موردتوجه قرار گرفته‌اند، یکی افزایش فسفوریلاسیون زنجیرهٔ سبک میوزین (MLC)[2] که سبب افزایش حساسیت میوفیلامان‌ها به کلسیم رهاشده از شبکهٔ سارکوپلاسمی می‌شود، است و دیگری افزایش رفلکس هافمن[3] می‌باشد که منجر به افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی، هم‌زمانی بیشتر واحدهای حرکتی، ایمپالس‌های بیشتر به واحدهای حرکتی و کاهش مهار پیش‌سیناپسی می‌شود (۱۵ـ۱۲، ۸). درهرحال، میزان بهره‌وری از این پدیده به عوامل متعددی از جمله روش‌های به‌کارگیری PAP، ویژگی‌های انقباضی و تمرینی بستگی دارد (۱۶). دراین‌راستا، برخی از پژوهشگران همچون فرنچ[4] و همکاران (2003) انقباضات ایزومتریکی بیشینه را درجهت افزایش عملکرد انفجاری پیشنهاد داده‌اند (7)؛ اما درمقابل، گورگولیس[5] و همکاران (۲۰۰۳) عنوان کرده‌اند که انقباضات ایزومتریکی زیربیشینه باعث افزایش عملکرد می‌شود (3). به‌طورکلی، نتایج پژوهش‌های متعدد درمورد شدت‌های به‌کارگرفته‌شده متناقض می‌باشد؛ بدین‌معناکه برخی از پژوهش‌ها شدت‌های بیشینه (۱۹ـ۱۷) و برخی شدت‌های زیربیشینه (۳،۹) را پیشنهاد می‌کنند. حتی نتایج پژوهش‌ها درمورد نوع انقباض‌های به‌کاررفته نیز هم‌راستا نمی‌باشد.

1. Post Activation Potentiation
2. Myosin Light Chain
3. Hoffman Jay
4. French
5. Gourgoulis

Archive of SID

www.SID.ir

برخی از پژوهشگران همچون ریکسون[1] و همکاران (2006) انقباضات ایزومتریکی درمقابل انقباضات پویا را به‌منظور بهره‌وری بیشتر ازPAP پیشنهاد می‌کنند (20)؛ درحالی‌که هافمن و همکاران (2007) انقباضات پویا را درجهت افزایش عملکردهای توانی به‌کار می‌گیرند (۲۱،۲۲). شایان‌ذکر است که در این پژوهش‌ها تنها به یک نوع انقباض با شدت‌های متفاوت پرداخته شده است و پژوهش‌های دیگر، اثربخشی نوع انقباض پس از گرم‌کردن درمقابل گرم‌کردن استاندارد را مورد بررسی قرار داده‌اند (۲۳،۲۴). ازسوی‌دیگر، به‌نظر می‌رسد برخی از فاکتورهای اثرگذار همچون ویژگی تمرین که در آن الگوهای دینامیکی حرکت طراحی می‌شود، در به‌کارگیری بیشتر و بهتر این پدیده (به‌جز در چند پژوهش محدود) مورد کم‌توجهی قرار گرفته است (۲۵،۲۶)؛ به‌طوری‌که به‌نظر می‌رسد این عامل (ویژگی تمرین) باعث افزایش تحریک‌پذیری واحدهای حرکتی، بهبود آگاهی دینامیکی حرکت، افزایش حداکثر دامنهٔ حرکتی و ایجاد محیطی بهینه برای ارتقای عملکردهای انفجاری از طریق افزایش عملکرد عصبی ـ عضلانی می‌شود (25). پژوهش‌هایی که این عامل را در بررسی‌های خود لحاظ نموده‌اند به چند مورد محدود می‌شوند که یکی از آن‌ها توسط رادکلیف و رادکلیف (1996)[2] انجام گرفته است. در این پژوهش، پنج پروتکل متفاوت با یکدیگر مقایسه شدند که یکی از آن‌ها اجرای پرش‌های مکرر (CMJ) با اعمال بار ۱۵ تا ۲۰ درصد وزن بدن بود (26). دراین‌راستا، پژوهش‌های مشابهی نیز توسط فایگن بوم[3] (2006)، تامپسون[4] و همکاران (2002) و بورکت[5] و همکاران (2005) انجام گرفته است که در این پژوهش‌ها، گرم‌کردن استاندارد با گرم‌کردن با و بدون جلیقهٔ وزنه با بارهای متفاوت مورد مقایسه قرار گرفته است (۲۵،۲۷،۲۸). نکتهٔ قابل‌توجه این است که اولاً در این پژوهش‌ها، گرم‌کردن پویا با جلیقهٔ وزنه، با گرم‌کردن ایستا و گرم‌کردن استاندارد با یکدیگر در یک پژوهش مورد مقایسه قرار نگرفته‌اند و مورد دیگر این‌که شدت‌های مختلف گرم‌کردن پویا با واردکردن ویژگی تمرین از نظر الگو و زنجیرهٔ حرکتی موردآزمون (عملکرد پرش عمودی) درمقایسه با سایر پروتکل‌های گرم‌کردن به‌تنهایی و ایستا (در شدت‌های بیشینه و زیربیشینه) در نظر گرفته نشده‌اند. براین‌اساس، انجام پژوهشی که بتواند اثر موقت شدت و ویژگی‌های انقباضی را بر عملکردهای توانی ـ سرعتی بررسی نماید، ضروری به‌نظر می‌رسید؛ ازاین‌رو، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثرات ویژگی‌های انقباضی با ترکیب ویژگی تمرین (الگوی حرکتی) بر عملکردهای انفجاری صورت گرفت.

1. Rixon
2. Radcliffe & Radcliffe
3. Faigenbaum,
4. Thompsen
5. Burkett

Archive of SID

www.SID.ir

روش پژوهش

در این پژوهش از طرح متقاطع استفاده شد و مردان تمرین‌کرده، به‌طور تصادفی (کنترل اثر یادگیری) و به‌منظور تعیین اثر موقت شدت و ویژگی پیش‌فعالی عضلانی بر حداکثر نیرو، سرعت پا و عملکرد پرش عمودی، درمعرض پنج پروتکل متفاوت قرار گرفتند. جهت جلوگیری از اثرگذاری پروتکل‌ها بر یکدیگر، هر پروتکل حداقل با فاصلهٔ ۴۸ ساعت از پروتکل قبلی اجرا گردید. لازم‌به‌ذکر است که ۱۷ آزمودنی مرد به‌طور داوطلبانه و با رضایت کامل در این پژوهش شرکت داشتند که در طول پژوهش، چهار آزمودنی نتوانستند در تمامی جلسات حضور یابند و درنهایت، ۱۳ آزمودنی پژوهش را به پایان رساندند. ویژگی‌های آزمودنی‌ها در جدول شمارهٔ یک ارائه شده است. تمامی آزمودنی‌ها تمرین‌کرده بودند و در یکی از رشته‌های دوومیدانی (پرش‌ها و سرعت)، والیبال، بسکتبال و فوتبال، حداقل دو سال و به‌صورت سه تا چهار جلسه در هفته فعالیت داشتند. علاوه‌براین، (طبق اطلاعات پرسش‌نامه) از سلامت کامل برخوردار بودند و سابقهٔ بیماری، به‌ویژه مشکلات ارتوپدی نداشتند. درادامه، به‌منظور آشناسازی آزمودنی‌ها با روش‌های نیم‌اسکات در پروتکل‌های به‌کاررفته، یک هفته پیش از آغاز پژوهش، جلسهٔ آشنایی با روند پژوهش و آموزش حرکات برگزار شد و در جلسهٔ آخر، برگهٔ رضایت‌نامهٔ مربوط به شرکت در پژوهش توسط آزمودنی‌ها امضا گردید.

جدول ۱ــ برخی از ویژگی‌های عمومی آزمودنی‌ها

ویژگی	میانگین	انحراف معیار
سن (سال)	۲۲/۶۹	۱/۷۵
قد (سانتی‌متر)	۱۷۴/۸۴	۱/۱۵
وزن (کیلوگرم)	۷۰/۶۱	۳/۷۶
پیشینهٔ تمرین (سال)	۳/۰۷	۱/۱۱
یک تکرار بیشینهٔ نیم‌اسکات پویا (کیلوگرم)	۱۲۲/۴۶	۱۱/۹۸۳
نیم‌اسکات ایستای بیشینه (کیلوگرم)	۱۱۰/۸۵	۹/۹۸۴

به‌منظور مشخص‌شدن شدت‌های تعیین‌شده در پروتکل‌های ایستا و پویا، آزمودنی‌ها یک هفته قبل از شروع روند پژوهش در دو جلسه و با فاصلهٔ حداقل ۴۸ ساعت برای تعیین یک تکرار بیشینهٔ نیم‌اسکات ایستا و پویا در آزمایشگاه حضور یافتند. لازم‌به‌ذکر است که برای تعیین یک تکرار بیشینه از پروتکل هافمن استفاده گردید (۱). همچنین، به‌منظور جلوگیری از آسیب‌های احتمالی برای تعیین یک تکرار بیشینهٔ پویا، ابتدا از روش برآوردی با استفاده از معادلهٔ برزیکی[1] استفاده شد

1. Berziki Equation

Archive of SID

www.SID.ir

(۱،۲۱) و پس از برآورد تقریبی یک تکرار بیشینه، روش آزمون و خطا برای تعیین یک تکرار بیشینهٔ دقیق درمورد هریک از آزمودنی‌ها مورد استفاده قرار گرفت (۲۲). ذکر این نکته ضرورت دارد که برای تعیین یک تکرار بیشینهٔ ایستا، امکان استفاده از روش برآوردی وجود نداشت؛ بنابراین، از مقادیر مشخص‌شدهٔ یک تکرار بیشینهٔ پویا بهره گرفته شد و با استفاده از روش آزمون و خطا، میزان دقیق یک تکرار بیشینهٔ ایستا به‌دست آمد؛ بدین‌صورت‌که اگر آزمودنی می‌توانست وزنهٔ محاسبه‌شده را بیش از سه تا چهار ثانیه در وضعیت ایستایی با زاویهٔ زانو درحالت ۱۲۰ درجه نگه دارد، پس از استراحت مناسب، وزنهٔ جدید به وزنهٔ اولیه اضافه می‌شد و این روند تا زمان عدم تحمل فرد ادامه می‌یافت؛ اما درصورتی‌که آزمودنی نمی‌توانست در مدت موردنظر وزنه را تحمل کند، از وزنهٔ اولیه کاسته می‌شد و بدین‌ترتیب تا تعیین دقیق یک تکرار بیشینهٔ ایستای آزمودنی‌ها ادامه پیدا می‌کرد (۲۵).

در این پژوهش تمامی آزمودنی‌ها درمعرض پنج پروتکل متفاوت گرم‌کردن قرار گرفتند که در جدول شمارهٔ دو خلاصه شده است. انتخاب شدت و تعداد نوبت‌ها، تعداد تکرار در هر نوبت و زمان استراحت بین هر نوبت، برگرفته از پژوهش رادکلیف (۱۹۹۶)، آوردی دی فایگن بوم (۲۰۰۶)، تامپسون و همکاران (۲۰۰۲) و هافمن (۲۰۰۲) بود (۲۱،۲۵،۲۶،۲۸). ازآن‌جایی‌که برونده توان تحت‌تأثیر سرعت و نیروی انقباضی قرار می‌گیرد، برای مشخص‌شدن عامل مؤثر در افزایش توان انفجاری از آزمون‌های سرعت پا و حداکثر نیرو به‌دنبال اجرای پروتکل‌ها استفاده گردید (۲،۲۲،۲۵،۲۷). در پی اجرای پروتکل‌ها، پس از هفت دقیقه استراحت به‌ترتیب آزمون‌های پرش عمودی، سرعت پا و حداکثر نیرو به‌عمل آمد. شایان‌توجه است که تمامی پروتکل‌ها در مکان و زمانی یکسان و با فاصلهٔ حداقل ۴۸ ساعت بین هر دو پروتکل انجام گرفت و زمان اجرا در تمامی پروتکل‌های آزمایشی یکسان در نظر گرفته شد؛ بدین‌ترتیب که پس از آماده‌شدن آزمودنی‌ها (با هدف گرم‌کردن به‌منظور پیش‌آمادگی برای اجرای عملکرد پرش عمودی)، ابتدا به‌مدت پنج دقیقه بر روی نوارگردان (ام تی ام- ان اس - ۵۰۳۷, ساخت کشور کانادا)[1] با سرعت هشت تا نه کیلومتر در ساعت دویدند (۲۲،۲۹،۳۰). سپس، دو دقیقه حرکات کششی برای عضلات (همسترینگ، چهارسر، دوقلو، سرینی و بازکننده‌های پشت) در نظر گرفته شد که هر حرکت به‌مدت چهار تا شش ثانیه به‌طول می‌انجامید (۳۱ـ۲۹) و بلافاصله پروتکل‌های پژوهش اجرا می‌گردید. لازم‌به‌ذکر است که بین هر نوبت، دو تا سه دقیقه استراحت فعال به‌صورت راه‌رفتن برای آزمودنی‌ها در نظر گرفته شد. پس از هفت دقیقه استراحت، ابتدا آزمون پرش عمودی انجام گرفت (۳۲) و پس از ۳۰ تا ۴۰

1. MTM-NS-5037

Archive of SID

www.SID.ir

ثانیه، آزمون پرش طول به‌عمل آمد و پس از گذشت ۳۰ ثانیهٔ بعدی، آزمون سوم وچهارم؛ یعنی سرعت پا و عملکرد حداکثر نیرو انجام شد.

جدول ۲ـ پروتکل‌های پژوهش

پروتکل	تعداد ست‌ها و تکرارها
گرم‌کردن	پنج دقیقه دویدن روی تردمیل و دو دقیقه کشش
گرم‌کردن به‌همراه نیم‌اسکات ایستا با شدت ۹۰ درصد بیشینه	چهار نوبت هفت تا هشت ثانیه‌ای
گرم‌کردن به‌همراه نیم‌اسکات ایستا با شدت ۶۰ درصد بیشینه	چهار نوبت سه تا چهار ثانیه‌ای
گرم‌کردن به‌همراه پرش عمودی با اعمال بار ۱۰ درصد یک تکرار بیشینهٔ پویا	چهار نوبت × سه تکرار
گرم‌کردن به‌همراه پرش عمودی با اعمال بار پنج درصد یک تکرار بیشینهٔ پویا	چهار نوبت × شش تکرار

اولین آزمونی که در پی اجرای پروتکل‌ها انجام شد، پرش عمودی بود. بدین‌منظور، از دستگاه اندازه‌گیری پرش عمودی (جامپینگ تستینگ- جی اس- دی ۸۰، شرکت یاگامی ژاپن)[1] استفاده شد. روش اجرای آزمون بدین‌صورت بود که ابتدا آزمودنی در وضعیت ایستاده و درحالتی که دست برتر بالای سر (با آرنج باز) قرار داشت، می‌ایستاد و به‌عنوان ارتفاع نقطهٔ اولیه قبل از اجرای پرش ثبت می‌شد. پس از آن، آزمودنی درحالتی که دست وی بر روی کمر قرار داشت، به حالت چمپاتمه قرار گرفته و با حداکثر توان به‌سمت بالا می‌پرید. بالاترین نقطه‌ای که با نوک انگشتان دست برتر وی لمس می‌شد، منهای نقطهٔ اول، به‌عنوان ارتفاع پرش عمودی آزمودنی محسوب می‌گشت. شایان‌ذکر است بهترین عملکردی که پس از سه بار اجرا به‌دست می‌آمد، به‌عنوان ارتفاع پرش عمودی آزمودنی ثبت می‌گردید (۱،۲۲،۲۵).

آزمون سرعت پا، دومین آزمونی بود که از آزمودنی‌ها گرفته شد. برای ثبت زمان سرعت پاها از دستگاه سرعت‌سنج (تایم کانتر- دی اس-۱۰۰ سی، شرکت یاگامی ژاپن)[2] با دقت یک صدم ثانیه استفاده گردید. نحوهٔ آزمون‌گیری بدین‌صورت بود که دو پد که به دستگاه زمان‌سنج متصل بودند، به فاصلهٔ ۵۰ سانتی‌متر از یکدیگر قرار می‌گرفتند. آزمودنی بر روی یکی از این پدها قرار می‌گرفت و با حداکثر سرعت و با اختیار خود بر روی پد دیگر جابه‌جا می‌شد و مدت‌زمان جابه‌جایی از لحظهٔ جداشدن پا از روی پد تا تماس پا بر روی پد دیگر توسط دستگاه ثبت می‌گردید. لازم‌به‌ذکر است که بهترین زمان از بین سه تکرار به‌عنوان سرعت پای آزمودنی لحاظ می‌شد.

1. Jumping Testing JS.D80, YAGAMI
2. Time Counter DS-100C ,YAGAMI

Archive of SID

www.SID.ir

درنهایت، به‌منظور اندازه‌گیری حداکثر نیروی اندام تحتانی از دستگاه دینامومتر (ماسل متر- اس ام-۳۰۰ ان، شرکت یاگامی ژاپن)[1] استفاده شد؛ بدین‌صورت‌که آزمودنی زاویهٔ زانوی خود را درحالت ۱۲۰ درجه قرار داده و دستهٔ دینامومتر در وضعیتی که آرنج و کمر صاف بود، توسط دستیار پژوهشگر تنظیم می‌گشت. سپس، آزمودنی با حداکثر نیروی خود به‌مدت سه تا چهار ثانیه سعی در بازکردن اندام تحتانی خود داشت. در این لحظه میزان نیرو توسط دستگاه دینامومتر به نمایش درمی‌آمد. لازم‌به‌ذکر است از آن‌جایی‌که این آزمون خستگی عضلانی زیادی را در آزمودنی بر جای می‌گذارد، تنها در یک نوبت انجام شد و همان میزان نیرویی که در یک نوبت توسط آزمودنی به‌وسیلهٔ دستگاه ثبت می‌شد، موردنظر قرار می‌گرفت (۱).

به‌منظور بررسی طبیعی‌بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف ـ اسمیرنوف استفاده گردید و آزمون تحلیل واریانس (انوا)[2] با اندازه‌گیری مکرر جهت مقایسهٔ میانگین عملکرد پرش عمودی، سرعت پا و حداکثر نیرو در پروتکل‌های مورداستفاده در پژوهش با پروتکل گرم‌کردن به‌تنهایی بهره گرفته شد و برای مقایسهٔ دوبه‌دو میانگین‌ها، آزمون تعقیبی ال.اس.دی[3] به‌کار رفت. تمامی عملیات نیز با استفاده از رایانه و نرم‌افزار اس.پی.اس.اس۱۶[4] انجام گرفت.

نتایج

نتایج آزمون تحلیل واریانس (آنوا) برای متغیرهای موردپژوهش نشان می‌دهد که میانگین پروتکل‌ها در عملکرد پرش عمودی و سرعت پا تفاوت معناداری دارد (جدول شمارهٔ سه). باید عنوان نمود که برای یافتن منبع تفاوت معنادار آماری بین دو میانگین از آزمون تعقیبی کمک گرفته شد. یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که ارتفاع پرش عمودی پس از پروتکل پنج درصد جلیقهٔ وزنه نسبت به پروتکل گرم‌کردن به‌طور معناداری به‌لحاظ آماری بالاتر می‌باشد ($P=0.003$)؛ اما در مقایسهٔ دوبه‌دوی سایر پروتکل‌ها با یکدیگر افزایش معناداری مشاهده نمی‌شود (شکل شمارهٔ یک). همچنین، پس از اجرای پروتکل‌های پنج و ده درصد جلیقهٔ وزنه نسبت به پروتکل گرم‌کردن، عملکرد سرعت پا به‌طور معناداری افزایش یافت ($P=0.02$, $P=0.04$)؛ اما در مقایسهٔ دوبه‌دوی سایر پروتکل‌ها با یکدیگر افزایش معناداری مشاهده نمی‌گردد (شکل شمارهٔ دو). در عملکرد حداکثر نیرو نیز هیچ‌گونه افزایش معناداری پس از اجرای پروتکل‌ها نسبت به پروتکل گرم‌کردن و نیز مقایسهٔ دوبه‌دوی پروتکل‌ها به‌دست نیامد (شکل شمارهٔ سه).

1. Muscular Meter SM-300N ,YAGAMI
2. ANOVA
3. LSD
4. SPSS16

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳ـ نتایج آزمون تحلیل واریانس برای متغیرهای پرش عمودی، سرعت پا و حداکثر نیرو

متغیر	منبع	SS	df	MS	F	Sig
پرش عمودی	بین‌گروهی	۲۸۴/۷۷	۴	۷۱/۱۹	۳/۱۲	۰/۰۲۱
	درون‌گروهی	۱۳۷۰/۶۱	۶۰	۲۲/۸۴		
	کل	۱۶۵۵/۳۸	۶۴			
سرعت پا	بین‌گروهی	۴/۲۱	۴	۱/۰۵	۲/۹۴	۰/۰۲۸
	درون‌گروهی	۰/۰۰۲	۶۰	۳/۵۹		
	کل	۰/۰۰۳	۶۴			
حداکثر نیرو	بین‌گروهی	۳۱۸۷/۷۸	۴	۷۹۶/۹۵	۱/۵۷	۰/۱۹
	درون‌گروهی	۳۰۵۱۲/۱۵	۶۰	۵۰۸/۵۴		
	کل	۳۳۶۹۹/۹۴	۶۴			

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر، تعیین اثر شدت و ویژگی پیش‌فعالی عضلانی بر حداکثر نیرو، سرعت پا و عملکرد پرش عمودی در مردان تمرین‌کرده بود. نتایج نشان داد که عملکرد پرش عمودی به‌دنبال اجرای پروتکل پنج درصد جلیقهٔ وزنه (۱۰/۸۶ درصد) نسبت به پروتکل گرم‌کردن به‌تنهایی افزایش معناداری داشته است که این امر با نتایج پژوهش‌های آوری دی فایگن بوم (۲۰۰۶)، بورکت و همکاران (۲۰۰۴)، تامپسون و همکاران (۲۰۰۶) و رادکلیف و رادکلیف (۱۹۹۶) هم‌سویی دارد. آن‌ها پروتکل‌های گرم‌کردن (با و بدون جلیقهٔ وزنه) با شدت‌های انتخابی را با پروتکل‌های گرم‌کردن استاندارد مورد مقایسه قرار دادند. لازم‌به‌ذکر است که پروتکل‌های پژوهش حاضر به‌لحاظ شدت‌های انتخابی، مبنای شدت‌های انتخابی، نحوهٔ آزمونگیری و طراحی پروتکل‌های گرم‌کردن با پژوهش‌های ذکرشده تفاوت‌هایی داشتند. از دلایل احتمالی افزایش عملکرد پرش عمودی درمقایسه با دیگر پروتکل‌های گرم‌کردن را می‌توان به افزایش فسفوریلاسیون زنجیرهٔ سبک میوزین (MLC) (از طریق فسفوریلاسیون پروتئین میوزین که سبب افزایش سرعت اتصال میوزین به اکتین به‌دلیل اشباع کلسیم درون سلول درطول انقباضات عضلانی می‌شود)، افزایش فراخوانی یا تحریک واحدهای حرکتی، افزایش هماهنگ‌سازی واحدهای حرکتی و یا کاهش مهار پیش‌سیناپسی نسبت داد. این مکانیسم‌ها به‌دنبال گرم‌کردن با جلیقه، به‌نوبهٔ خود منجر به افزایش سرعت انقباض، نیروی انقباضی و درنتیجه، بهبود عملکرد پرش عمودی می‌شوند (۲۸ـ۲۵،۲۱،۹).

یکی از تفاوت‌های شایان‌ذکر و به‌عبارت‌دیگر، یکی از نوآوری‌ها و خلاقیت‌های این پژوهش، شیوهٔ فعال‌سازی پدیدهٔ نیرومندسازی پس‌فعالی به‌واسطهٔ به‌کارگیری جلیقهٔ وزنه بود. پژوهش آوری دی

Archive of SID

www.SID.ir

فایگن بوم و همکاران (۲۰۰۶) ترکیبی از نه کار سرعتی و توانی بدون درنظرگرفتن الگوی حرکتی (ویژگی انقباضی و تمرین) آزمون به‌همراه استفاده از جلیقهٔ وزنه بود که می‌تواند بر نتایج پژوهش اثرگذار باشد؛ به‌طوری‌که در پژوهش حاضر با به‌کارگیری الگو و زنجیرهٔ حرکتی (پرش عمودی) به‌همراه استفاده از جلیقهٔ وزنه، درگیری عضلات را به‌طور ویژه در پیش‌فعالی برای بهره‌وری از این پدیده افزایش داد (۲۵). همچنین، یکی از عوامل اثرگذار و مهم در ظهور این پدیده، عامل خستگی حاصل از انقباضات قبلی است که میزان بهره‌وری از پدیدهٔ PAP را کاهش می‌دهد (در برخی پژوهش‌ها از درصدی از وزن بدن آزمودنی‌ها برای به‌کارگیری جلیقهٔ وزنه استفاده شده است). در این شرایط، ازآن‌جاکه ترکیب بدنی آزمودنی‌ها (تودهٔ بدون چربی و تودهٔ چربی) با یکدیگر متفاوت می‌باشد؛ بنابراین، این احتمال وجود دارد که آزمودنی‌ها شدت‌های متفاوتی را تجربه کرده و میزان خستگی نیز در آن‌ها متفاوت باشد و خود این عامل می‌تواند بر میزان بهره‌وری از پدیدهٔ PAP تأثیر بگذارد (۲۵،۲۶،۲۷)؛ اما در پژوهش حاضر برای به‌حداقل‌رساندن این عامل با کمک درصدی از یک تکرار بیشینه، میزان شدت بار برای تمامی آزمودنی‌ها یکسان گردید. نتایج این پژوهش با یافته‌های فرنچ و همکاران (۲۰۰۳)، گورگولیس و همکاران (۲۰۰۳) و ریکسون و همکاران (۲۰۰۶) مغایرت دارد (۳،۷،۲۰). آن‌ها شدت‌های ایستا را درمقایسه با شدت‌های پویا و گرم‌کردن استاندارد برای افزایش عملکرد توانی پیشنهاد کردند. به‌نظر می‌رسد زمان استراحت، سن آزمودنی‌ها، حجم بار و شدت، وضعیت تمرینی، طراحی پروتکل‌های تمرینی (انتخاب نوع تمرینات) و زمان تنش در عضلات موردنظر می‌تواند از منابع اختلاف در نتایج این پژوهش‌ها با یافته‌های پژوهش حاضر باشد (۳۰،۳۱). علاوه‌براین، نتایج نشان داد که میزان افزایش عملکرد پرش عمودی به‌دنبال اجرای پروتکل ده درصد جلیقهٔ وزنه معادل ۷/۸۰ درصد بود که به‌لحاظ آماری معنادار نمی‌باشد. در ارتباط با دلایل معنادارنشدن این پروتکل درمقایسه با سایر پروتکل‌های پژوهش می‌توان به این نکته اشاره نمود و گفت ازآن‌جایی‌که یکی از عوامل مهم در بهره‌وری از پدیدهٔ PAP در بهبود عملکردهای توانی و انفجاری، بیشینهٔ قدرت آزمودنی‌ها بوده و مطالعات نشان داده‌اند که هرچه آزمودنی از بیشینهٔ قدرت بالایی برخوردار باشد، میزان به‌کارگیری از پدیدهٔ نیرومندسازی پس‌فعالی بیشتر است (۱۲،۱۴)؛ بنابرین، به‌نظر می‌رسد درصورتی‌که آزمودنی‌ها در سطوح حرفه‌ای و با بیشینهٔ قدرت بالاتری باشند، با به‌کارگیری شدت بالاتر تمرین، عملکردهای توانی بطور موقت بهبود بیشتری خواهد یافت. البته، شایان‌ذکر است که افزایش حجم و بار ممکن است منجر به خستگی بیشتر شده و به‌دنبال آن بهره‌وری از PAP کمتر شود؛ ازاین‌رو، زمان استراحت کافی، راه‌کار مناسبی برای بهره‌وری بیشتر از این پدیده به‌نظر می‌رسد (۳۰،۳۱،۳۳).

Archive of SID

www.SID.ir

ازآن‌جایی‌که برونده توان تحت‌تأثیر دو عامل نیرو و سرعت انقباضی تعیین می‌شود (به‌طوری‌که تغییر در هریک از این عوامل، عملکرد توانی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد)؛ بنابراین، به‌منظور مشخص‌شدن عامل اثرگذارتر در معنادارشدن عملکرد پرش عمودی از آزمون‌های سرعت پا و حداکثر نیرو کمک گرفته شد (۱،۲۲).

علاوه‌براین، در آزمون عملکرد سرعت پا پس از اجرای پروتکل‌ها، پنج و ده درصد یک تکرار بیشینه توسط جلیقهٔ وزنه نسبت به پروتکل گرم‌کردن به‌تنهایی افزایش معناداری را نشان داد (P=0.04, P=0.02)؛ اما درمقایسهٔ دوبه‌دوی سایر پروتکل‌ها افزایش معناداری مشاهده نشد. دراین‌راستا، نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های رحیمی (۲۰۰۷) که در پژوهش وی پس از نیم‌اسکات پویا، سرعت ۴۰ متر آزمودنی‌ها افزایش معناداری را نشان داد، هم‌راستا می‌باشد (۱۸). نتایج آماری به‌دست‌آمده از عملکرد سرعت پا در این پژوهش، احتمال سازوکار افزایش فسفوریلاسیون زنجیرهٔ سبک میوزین (MLC) را به‌دلیل اشباع کلسیم سیتوزلی و فسفوریلاسیون پروتئین میوزین افزایش می‌دهد که سبب افزایش سرعت اتصال پروتئین میوزین به اکتین شده و این عامل احتمال ظهور پدیدهٔ PAP را قوی‌تر می‌سازد. درمقابل، یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج پژوهش آوری دی فایگن بوم و همکاران (۲۰۰۶) که نشان دادند پس از گرم‌کردن پویا، سرعت ۱۰ یارد آزمودنی‌ها افزایش معناداری نداشته است، مغایرت دارد (۲۵). علت تفاوت در این نتایج با روش‌های باردهی، آماده‌سازی عضلانی، نوع تمرینات، عضلات درگیر، روش‌های آزمونگیری و دوره‌های استراحت مرتبط می‌باشد.

دراین‌زمینه، یانگ و الیوت[1] (۲۰۰۱) و کرامر[2] و همکاران (۲۰۰۴) افزایش معناداری را در حداکثر نیرو در پی گرم‌کردن ایستا و پویا در پژوهش خود مشاهده نمودند (۱۷،۲۰،۲۵،۳۴) و سازوکارهای احتمالی بهبود حداکثر نیرو را افزایش فراخوانی یا تحریک واحدهای حرکتی، افزایش هماهنگ‌سازی واحدهای حرکتی و یا کاهش مهار پیش‌سیناپسی (رفلکس هافمن) عنوان کردند؛ اما در پژوهش حاضر پس از اجرای پروتکل‌های پژوهش نسبت به پروتکل گرم‌کردن به‌تنهایی و حتی درمقایسهٔ دوبه‌دوی پروتکل‌ها با یکدیگر، با وجود تفاوت‌های ظاهری، افزایش معناداری در عملکرد حداکثر نیرو یافت نشد (F=1.57, P=0.19) که این نتایج با یافته‌های جونز[3] (۲۰۰۴) و فایگن بوم و همکاران (۲۰۰۶) هم‌سویی دارد. در ارتباط با دلایل احتمالی معنادارنشدن نتایج عملکرد حداکثر نیرو

1. Young & Elliot
2. Cramer
3. Jones

Archive of SID

www.SID.ir

می‌توان به عوامل متعددی از جمله برهم‌کنش PAP و خستگی، دوره‌های استراحت، ویژگی انقباضی، وضعیت تمرینی آزمودنی‌ها و پرش پیش‌آزمون و پس‌آزمون اشاره نمود (۳۰).

درمجموع، شواهد علمی از یافته‌های این پژوهش مبنی بر به‌کارگیری ویژگی‌های انقباضی (الگوی حرکتی پرش عمودی) در ترکیب با بار و حجم مناسب درمقایسه با گرم‌کردن ایستا و گرم‌کردن به‌تنهایی به‌منظور بهبود موقت عملکردهای توانی ـ سرعتی حمایت می‌کند.

پیام مقاله: یافته‌های این پژوهش به مربیان پیشنهاد می‌کند به منظور بهبود موقت در عملکردهای توانی ـ سرعتی از این شیوه گرم‌کردن به‌همراه به‌کارگیری خود الگوی حرکتی عملکردهای انفجاری، برای ورزشکارانی که نیازمند به یک حرکت توانی در مسابقات هستند (پرش‌ها و پرتاب‌کنندگان دوومیدانی) استفاده کنند.

منابع

1. Hoffman Jay R. Norms for fitness, performance, and health. Translators: Tarverdyzadeh B, Radpey L, Atashak S. 1st ed. Tehran: Publication Nursi; 2010. Pp. 41-134. (In Persian).
2. Robert A R, Scott O R. Fundamental principles of exercise physiology for fitness, performance, and health (1). Translators: Gaeini Abbas A, Dabidi Roushan V. 9th ed. Tehran: Publication SAMT; 2014. P. 604. (In Persian).
3. Gourgoulis V, Aggeloussis N, Kasimatis P, Mavromatis G, Garas A. Effect of a submaximal half-squats warm-up program on vertical jumping ability. J Strength Cond Res. 2003; 17(2): 342-4.
4. Baker D. Acute effect of alternating heavy and light resistances on power output during upper-body complex power training. J Strength Cond Res. 2003; 17(3): 493-7.
5. Clark R A, Bryant A L, Reaburn P. The acute effects of a single set of contrast preloading on a loaded countermovement jump training session. J Strength Cond Res. 2006; 20(1): 162-6.
6. Chiu Z L, Fry A C, Weiss L W, Schilling B K, Brown L E, Smith S L. Post activation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. J Strength Cond Res. 2003; 17(4): 671-7.
7. French D N, Kraemer W J, Cooke C B. Changes in dynamic exercise performance following a sequence of preconditioning isometric muscle actions. J Strength Cond Res. 2003; 17(4): 678-85.
8. Andy V, Khamoui M S, Edward J O, Lee E, Brown E D D. Post activation potentiation and athletic performance. J Strength Cond Res. 2009; 13(2): 522-7.
9. Lim J J, Kong P W. Effects of isometric and dynamic post activation potentiation protocols on maximal sprint performance. J Strength Cond Res. 2013; 27(10): 2730-6.
10. Robbins D, Docherty D. Effect of loading on enhancement of power performance over three consecutive trials. J Strength Cond Res. 2005; 19(4): 898-902.
11. Hodgson M, Docherty D, Robbins D. Post-activation potentiation: Underlying physiology and implications for motor performance. J Sport Med. 2005; 35(1): 585-95.

Archive of SID

www.SID.ir

12. Robbins D. Post activation potentiation and its practical applicability: A brief review. J Strength Cond Res. 2005; 19(2): 453-8.
13. Dilson E, Rassier H, Walter H. The effects of training on fatigue and twitch potentiation in human skeletal muscle. ECSS. 2010; 1(3): 1-8.
14. Rixon P K, Lamont H S, Bemben M G. Influence of type of muscle contraction, gender, and lifting experience on post activation potentiation performance. J Strength Cond Res. 2007; 21(2): 500-5.
15. Lesinski M, Muehlbauer T, Büsch D, Granacher U. Acute effects of postactivation potentiation on strength and speed performance in athletes. PLOSONE. 2013; 8(10): 1-10.
16. Oliveira F B D, Oliveira A S C, Rizatto G F, Denadai B S. Resistance training for explosive and maximal strength: Effects on early and late rate of force development. JSSM. 2013; 12(3): 402–8.
17. Cramer J T H, Terry J, Johnson G O, Miller J M, Coburn J W, Beck T W. Acute effects of static stretching on peak torque in women. J. Strength Cond. Res. 2004; 18(2): 236-41.
18. Rahman R. The acute effects of heavy versus light-load squats on sprint performance. JPES. 2007; 5(2): 163-9.
19. Eduardo S S, Juan J G, Mike I. Optimal warm-up stimuli of muscle activation to enhance short and long-term acute jumping performance. EJAP. 2007; 100(1): 393-401.
20. David M, Bazett J. Neither stretching nor post activation potentiation affect maximal force and rate of force production during seven one-minute trials. UW-LJUR. 2004; 1(1): 1-5.
21. Hoffman J R, Ratamess N A, Faigenbaum A D, Mangine G T, Kang J. Effects of maximal squat exercise testing on vertical jump performance in American college football players. JSSM. 2007; 6(1): 149-50.
22. Abdolmaleki A, Motamedi P, Anbarian M, Rajabi H. The effects of type and intensity of voluntary contractions on some of vertical jump's electrophysiological variables in track and field athletes. Olampic J. 2012; 2(4): 7-17. (In Persian).
23. Chad A W, Shala E D, Gavin L M. The acute effects of back squats on vertical jump performance in men and women. JSSM. 2010; 9(1): 206-13.
24. Weber K R, Brown L E, Coburn J W, Zinder S M. Acute effects of heavy load squats on consecutive squat jump performance. JSCR. 2008; 22(3): 726-30.
25. Faigenbaum A D, James E, McFarland J A, Schwerdtman N A, Ratamess J, Hoffman J. Dynamic warm-up protocols, with and without a weighted vest, and fitness performance in high school female athletes. JAT. 2006; 41(4): 357–63.
28. Radcliffe J C, Radcliffe J L. Effects of different warm up protocols on peak power output during a single response jump task. Med Sci Sports Exerc Journal. 2000; 28(5): 189-99.
29. Burkett L N, Phillips W T, Ziuraitis J. The best warm-up for the vertical jump in college-age athletic men. J Strength Cond Res. 2005; 19(1): 673–6.
30. Thompsen A G, Kackley T, Palumbo M A, Faigenbaum A D. Acute effects of different warm-up protocols with and without a weighted vest on jumping performance in athletic women. J Strength Cond Res. 2007; 21(1): 52-56.

Archive of SID

www.SID.ir

31. Konstantinos S, 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. JSSM. 2010; 9(1): 326-31.
32. Wilson J M, Duncan N M, Marin P J, Brown L E, Loenneke J P, Wilson S M, et al. Meta-analysis of post activation potentiation and power: Effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. J Strength Cond Res. 2013; 27(3): 854–9.
33. Ferreira S L A, Panissa V L G, Miarka B, Franchini E. Effect of various recovery interval on bench press power performance. J Strength Condres. 2012; 26(3): 739-44.
34. Toonstra J, Mattacola C G. Test-retest reliability and validity of isometric knee flexion and extension measurement using three methods of assessing muscle strength. J Sport Rehabil. 2013; 7(1): 1–5.
35. Hamada T, Sale D G, Macdougall J D, Tarnopolsky M A. Post activation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscles. J Appl Physiol. 2000; 88(6): 2131–44.
36. Young W, Elliot S. Acute effects of static stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation stretching and maximal voluntary contractions on explosive force production and jumping performance. Res Q Exerc Sport. 2001; 72(3): 273-9.

ارجاع دهی

باپیران محسن، رجبی حمید، معتمدی پژمان. اثر شدت و ویژگی پیش‌فعالی عضلانی بر حداکثر نیرو، سرعت پا و عملکرد پرش عمودی در مردان تمرین‌کرده. فیزیولوژی ورزشی. بهار ۱۳۹۶؛ ۹(۳۳): ۳۷-۵۰.
شناسه دیجیتال: 10.22089/spj.2017.1711.1212

Bapiran M, Rajabi H, Motamedi P. The Effect of Intensity and Specificity of Muscle Pre-Activation on Maximum Force, Leg Velocity and Vertical Jump Performance in Trained Men. Sport Physiology. Spring 2017; 9(33): 37-50. (In Persian). Doi: 10.22089/spj.2017.1711.1212

Archive of SID

www.SID.ir

The Effect of Intensity and Specificity of Muscle Pre-Activation on Maximum Force, Leg Velocity and Vertical Jump Performance in Trained Men

M. Bapiran[1], H. Rajabi[2], P. Motamedi[3]

1. Ph.D. Student of Sport Physiology, Kharazmi University*
2. Associate Professor of Sport Physiology, Kharazmi University
3. Assistant Professor of Sport Physiology, Kharazmi University

Received: 2015/10/20 **Accepted: 2016/01/13**

Abstract

The purpose of this study was to determine the effect of intensity and specificity of muscle pre-activation on maximum force, leg velocity and vertical jump performance in athlete men. 13 athlete university students (weight: 70.61± 3.76 kg ,age: 22.69 ±1.75 years, and height: 174.84 ±1.15cm) were selected. Subjects did exposure to five different protocols randomly in cross design method .Protocols were warming up alone, warming up and performing static half Squat movement with 60% and 90% of maximum force, warming up and performing vertical jump exercise with weighted vest that was 5% and 10% of one maximum repetition in each subject .The result by using analysis of variance (ANOVA) showed that vertical jump performance after performing protocol of 5% with weighted vest in comparison with warming up protocols was higher significantly (P=0.003). But in comparison to each two Protocols, despite apparent differences, no significant differences were found. In leg velocity Variable, results showed that performance after the performing Protocol of %۵ and %10 weighted vest was significantly increased Compared with the warming up alone Protocol (P=0.02, P=0.04). In The maximum power variable, the results showed that the subjects' performance increased after performing each protocol and even after warming up protocol alone .In general, the results of this study showed that the using a special warm up (movement patterns) in the combine with the exercise intensity and load, cause significant increase in explosive performance.

Keywords: Post Activation Potentiation (PAP), Vertical Jump, Leg Velocity, Maximum Power, Exercise Characteristic

*Corresponding Author Email: mohssenbapiran@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir