علوم زیستی ورزشی - زمستان ۱۳۹۶
دورهٔ۹، شمارهٔ ۴، ص: ۵۵۵ – ۵۴۳
تاریخ دریافت : ۱۸ / ۰۲ /۹۵
تاریخ پذیرش : ۰۳ / ۱۰ / ۹۶

تأثیر دو پروتکل متفاوت تقویت پس از فعال‌سازی (با و بدون انسداد عروق) بر عملکرد بی‌هوازی دختران ورزشکار عضو تیم‌های منتخب دانشگاه

فائزه ناصرخانی [۱] - اکرم شریفی مقدم*[۲] - سیدعلیرضا حسینی کاخک[۳]
۱.کارشناس‌ارشد فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران ۲. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران ۳. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

چکیده
هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر دو پروتکل متفاوت تقویت پس از فعال‌سازی بر عملکرد بی‌هوازی دختران ورزشکار بود. برای این منظور دوازده دانشجوی دختر ورزشکار در یک طرح متقاطع تصادفی در چهار گروه کنترل (اجرای آزمون وینگیت پس از گرم کردن معمولی و سنتی)، تجربی یک (اجرای آزمون وینگیت پس از سه ست حرکت اسکات با ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه)، تجربی دو (اجرای آزمون وینگیت بعد از سه ست حرکت اسکات با ۲۰ درصد یک تکرار بیشینه همراه با انسداد عروق) و تجربی سه (اجرای آزمون وینگیت پس از گرم کردن معمولی، انسداد عروق به‌تنهایی) قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری قدرت از آزمون یک تکرار بیشینه در حرکت اسکات استفاده شد. داده‌ها با استفاده از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر یکطرفه تحلیل شد. براساس یافته‌های پژوهش، بین اوج توان، میانگین توان و حداقل توان در چهار حالت مختلف (تجربی یک، تجربی دو، تجربی سه و کنترل) تفاوت معناداری مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$). نتایج نشان داد که اجرای سه ست حرکت اسکات با ۲۰ و ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه و ۱۰ تکرار (با یا بدون انسداد عروق) تأثیری بر برون‌ده توان بی‌هوازی در دختران ورزشکار ندارد. احتمالاً پیش‌فعال‌سازی قبل از حرکات توانی باید با شدت بیشتر یا با فاصلهٔ استراحت بیشتر صورت پذیرد.

واژه‌های کلیدی
انسداد عروق، تقویت پس از فعال‌سازی، دختران ورزشکار، عملکرد بی‌هوازی.

* **نویسندهٔ مسئول : تلفن:** ۰۹۱۵۱۲۳۷۵۲۷ Email: Sharifi1377@yahoo.com

مقدمه

توان بی‌هوازی، به توانایی تبدیل انرژی در غیاب اکسیژن به کار مفید اشاره دارد. به بیان دیگر، حداکثر مقدار انرژی است که بدن می‌تواند آن را در مدت زمان معین توسط دو دستگاه انرژی بی‌هوازی یعنی فسفاژن و اسید لاکتیک تأمین کند (۱). توان بی‌هوازی از اجزای آمادگی جسمانی و توانایی زیست‌حرکتی مهم در ورزش‌هایی است که به اجرای فعالیت‌های کوتاه‌مدت و سریع با بازده توان حداکثر نیاز دارند. ازاین‌رو ارزیابی توان بی‌هوازی در ورزشکاران به‌ویژه در ورزش‌هایی که حرکات سرعتی و انفجاری دارند، حائز اهمیت است (۲،۳،۴). با توجه به آنکه توان عضلانی از عوامل اصلی و کلیدی تعیین‌کننده برای موفقیت در بسیاری از مسابقات ورزشی است (۵)، مربیان در پی آن‌اند تا با انتخاب بهترین شیوه‌های تمرینی ورزشکاران خود را به بالاترین سطح آمادگی و کسب موفقیت برسانند. همین مسئله در دههٔ گذشته، به رشد چشمگیر تحقیقاتی منجر شده است که تلاش می‌کنند تا راهبردهای بهبود آنی در برون‌ده توان عضلانی را شناسایی کنند. یکی از این راهبردها تقویت پس از فعال‌سازی[1] (PAP) است (۶). PAP همان افزایش حاد در سرعت توسعهٔ نیرو یا توانایی تولید نیرو به‌دنبال انقباضات ارادی پیش از اجراست. این پدیده به‌عنوان بخشی از گرم کردن پویا نیز شناخته شده است که موجب افزایش عملکرد عصبی عضلانی و متعاقب آن افزایش توان تولیدی عضله می‌شود (۷). به‌عبارت دیگر، PAP تئوری‌ای است که بیان می‌کند انقباضات قبلی یک عضله بر عملکرد مکانیکی انقباضات عضلانی متعاقب آن اثر می‌گذارد، به‌طوری‌که انقباضات عضلانی خسته‌کننده موجب اختلال در عملکرد عضله می‌شود، اما انقباضات عضلانی غیرخسته‌کننده در بارهای سنگین کوتاه‌مدت می‌تواند عملکرد عضله را افزایش دهد (۸). براساس برخی شواهد انقباضات قبلی عضله ممکن است تولید نیروی ارادی پس از آن را تسهیل کند که به این پدیده PAP می‌گویند (۹). در این پدیده گفته می‌شود که یک سری تنش‌های برانگیخته (فراخوانده‌شده) می‌تواند تنش عضلانی متعاقب آن را افزایش دهد (۱۰).

تحقیقات حاکی از آن است که PAP علاوه‌بر افزایش تنش عضلانی، موجب افزایش اوج نیرو و میزان توسعهٔ نیرو در حین فعالیت‌های انفجاری مانند پرش‌ها، فعالیت‌های سرعتی و قدرتی می‌شود (۱۰)، به‌طوری‌که مطالعات زیادی نشان داده‌اند که اجرای انقباضات ارادی بیشینه و زیربیشینه می‌تواند موجب افزایش توان، سرعت توسعهٔ نیرو و بهبود عملکردهای انفجاری شود (۱۱) که محققان پدیدهٔ مسئول این

1. Post-activation potentiation

سازگاری را PAP می‌نامند (۱۲). همچنین PAP به‌عنوان یک روش توانبخشی پس از آسیب در ورزشکاران مورد توجه است (۸)، هرچند سازوکارهای مسئول در پدیدهٔ PAP به‌طور دقیق شناخته نشده، تاکنون دو سازوکار عمده برای پدیدهٔ PAP پیشنهاد شده است؛ یکی تغییرات عصبی عضلانی و شواهد مربوط به Reflex H-[1] و دیگری فسفوریلاسیون زنجیرهٔ سبک میوزین[2] (MLC). سازوکار تقویت پس از فعال‌سازی می‌تواند افزایشی در غلظت کلسیم در محل‌های پل عرضی و افزایش تحریک‌پذیری نورون حرکتی آلفا باشد (۱۳). به‌نظر می‌رسد تقویت پس از فعال‌سازی هنگامی به‌دست می‌آید که تحریک دستگاه عصبی مرکزی افزایشی در عملکرد انقباضی، به‌علت محرک آمادگی شدید، ایجاد می‌کند (۱۴).

به‌طور کلی در خصوص پدیدهٔ PAP ابهاماتی وجود دارد، از جمله اینکه پیش‌آماده‌سازی شدید (با تمرینات شدیدتر) ممکن است از یک سو PAP را بیشتر فعال کند و ازاین‌رو مؤثرتر باشد، از سوی دیگر، ممکن است این شرایط آماده‌سازی موجب خستگی نیز شود. دیگر اینکه فاصلهٔ بین اتمام فعالیت آماده‌سازی و شروع عملکرد اصلی چقدر باید باشد تا هم ریکاوری پس از خستگی بیشتر شود و هم در مکانیسم PAP تأخیر ایجاد نشود. هنوز پاسخ مشخصی به این مسائل داده نشده است. شاید بر همین اساس گفته می‌شود کاربرد PAP در افزایش عملکرد ورزشکاران محدود است (۱۵) و مطالعات انجام‌گرفته در این زمینه در رشته‌های مختلف ورزشی از جمله بسکتبال (۱۶)، شنا (۱۷) و راگبی (۱۸)، نتایج متفاوتی به‌همراه داشته است. برای مثال، محققان در مطالعه‌ای تأثیرات اسکات‌های با بار سنگین و پرش با بار سبک را بر اجرای سرعتی بازیکنان فوتبال بررسی کردند. پروتکل اسکات به‌صورت یک ست با سه تکرار با ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه و پروتکل پرش به‌صورت یک ست با سه تکرار با ۳۰ درصد یک تکرار بیشینه بود. نتایج نشان داد که پروتکل اسکات زمان دوی سرعت چهل متر را بهبود داد، اما پروتکل دوم این اثر را نداشت (۱۹). در مطالعه‌ای عملکرد انفجاری شنا سوئدی متعاقب پنج تکرار بیشینه (۵ RM) بدون استراحت حرکت پرس سینه تغییری نکرد (۲۰).

متیوز و همکاران (۲۰۰۸) پس از تمرین فعال‌سازی (سه ست با پنج تکرار حرکت پرس سینه در ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه با چهار دقیقه استراحت اینتروال) افزایش معناداری را در بهبود عملکرد بوکس کاران مشاهده کردند (۲۱). همچنین سانتوس و جنیرا (۲۰۰۸) در پژوهشی بر روی قدرت انفجاری نوجوانان بسکتبالیست، مشاهده کردند که پروتکل تقویت پس از فعال‌سازی تمرین مقاومتی

1. Haffman Reflex
2. Myosin Light Chain

ترکیبی (پرش+اسکوات) با ۱۰ تا ۱۲ تکرار بیشینه موجب بهبود عملکرد و افزایش قدرت انفجاری شد (۲۲). از سوی دیگر، تمرینات ورزشی با محدودیت جریان خون[1] (BFR) نیز یکی از روش‌های تمرینی سالم و مطمئنی است که می‌تواند فواید مشابهی حتی بیشتر از تمرینات ورزشی سنتی (مقاومتی، راه رفتن و دوچرخه‌سواری بدون انسداد) داشته باشد (۲۳). در این روش تمرین جریان خون ورودی به عضلهٔ فعال در حین تمرین از طریق بستن یک کاف یا کش (تورنیکت)[2] لاستیکی انعطاف‌پذیر، به دور قسمت پروگزیمال بازو یا ران، محدود می‌شود (۲۴). در طول این تمرینات، افزایش فشارخون سیستولی متعاقب محدود شدن بازگشت وریدی که توسط فشار کاف یا باندکشی به‌وجود می‌آید، موجب متلاطم شدن جریان خون شریانی، افزایش فشار متابولیکی و همچنین افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی تندانقباض در عضلات اسکلتی می‌شود (۲۵). تمرین ورزشی BFR با شدت پایین ممکن است راهبرد کارامدی از نظر زمانی برای القای سازگاری‌ها در عضله و اجرا شبیه تمرین مقاومتی سنتی با شدت بالا باشد. با توجه به نتایج متناقض برخی پژوهش‌ها در خصوص شدت‌های مورد استفاده در پروتکل تقویت پس از فعال‌سازی، برخی پژوهش‌ها شدت‌های بیشینه را پیشنهاد کردند (۲۶). این در حالی است که برخی شدت‌های بیشینه بر روی عملکرد انفجاری تأثیر بسزایی نداشته است (۱۲). به‌نظر می‌رسد یکی دیگر از عواملی که در روش به‌کارگیری PAP مهم است، میزان شدت مورد استفاده است و با توجه به ادبیات تحقیق، شدت ۲۰ تا ۳۰ درصد 1RM با انسداد عروق و شدت ۷۰ تا ۸۰ درصد 1RM بدون انسداد عروق معمولاً معادل هم در نظر گرفته می‌شوند و به همین دلیل در مطالعهٔ حاضر این دو گروه تجربی به‌عنوان برنامهٔ PAP بررسی شد. به‌علاوه به‌نظر می‌رسد تاکنون با وجود پژوهش‌های انجام‌گرفته در این زمینه پژوهشی در زمینهٔ بررسی اثر پدیدهٔ PAP با استفاده از تمرینات BFR یافت نشد، ازاین‌رو به‌منظور آزمون این فرضیه که آیا تقویت پس از فعال‌سازی (با و بدون انسداد عروق) بر عملکرد توان بی‌هوازی دختران ورزشکار تأثیر دارد یا خیر، این مطالعه انجام گرفت.

روش‌شناسی

دوازده دانشجوی دختر رشتهٔ تربیت بدنی (میانگین سن ۱/۳۷±۲۱/۱۱ سال، میانگین وزن ۴/۳۱±۵۸/۴۵ کیلوگرم) که عضو تیم‌های مختلف ورزشی دانشگاه حکیم سبزواری (۴ نفر عضو تیم

1 . Blood Flow Restricted (BFR)
2 . Tourniquet

هندبال، ۴ نفر عضو تیم بسکتبال و ۴ نفر عضو تیم والیبال) بودند و سابقهٔ تمرین با وزنه را داشتند، به‌عنوان آزمودنی انتخاب شدند. ابتدا طی جلسه‌ای، آزمودنی‌ها با نوع طرح، اهداف و روش اجرای آن آشنا شدند و در چهار جلسه به‌منظور آشنایی با وزنه و آماده‌سازی ویژه PAP و BFR در سالن بدنسازی دانشگاه حکیم سبزواری حضور یافتند. سپس آزمودنی‌ها در یک طرح متقاطع تصادفی در چهار گروه کنترل، تجربی یک، تجربی دو و تجربی سه (هر کدام به فاصلهٔ ۷۲ ساعت) قرار گرفتند و در هر جلسه آزمودنی‌ها به چهار گروه (هر گروه سه نفر) تقسیم شدند. معیار ورود، برخورداری از سلامت کامل و عدم آسیب‌دیدگی (مورد تأیید پزشک)، عدم مصرف داروی خاص و قاعدگی طبیعی در نظر گرفته شد. همچنین آزمودنی‌ها رضایت‌نامهٔ شرکت در طرح تحقیق را تکمیل و امضا کردند. گروه‌ها عبارت‌اند از:

گروه کنترل: در حالت کنترل آزمودنی‌ها پس از ده دقیقه گرم کردن عمومی و اختصاصی، آزمون وینگیت را انجام دادند.

گروه تجربی یک: پس از ۷۲ ساعت استراحت، آزمودنی‌ها فعال‌سازی را انجام دادند، به این ترتیب که حرکت اسکات را با ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه در سه ست و با ده تکرار انجام دادند (استراحت بین ست‌ها: یک تا دو دقیقه)، پس از چهار دقیقه استراحت غیرفعال آزمون وینگیت به‌عمل آمد.

گروه تجربی دو: پس از ۷۲ ساعت استراحت، آزمودنی‌ها فعال‌سازی را انجام دادند، به این ترتیب که حرکت اسکات را با ۲۰ درصد یک تکرار بیشینه همراه با انسداد عروق در سه ست و با ده تکرار انجام دادند (استراحت بین ست‌ها: یک تا دو دقیقه)، پس از چهار دقیقه استراحت آزمون وینگیت به‌عمل آمد.

گروه تجربی سه: پس از ۷۲ ساعت استراحت، آزمودنی‌ها بدون تمرین و فقط انسداد عروق (البته پس از گرم کردن معمولی) را انجام دادند و پس از چهار دقیقه آزمون وینگیت به‌عمل آمد.

نحوهٔ اندازه‌گیری توان بی‌هوازی

برای اندازه‌گیری توان بی‌هوازی اوج، میانگین و حداقل در آزمون وینگیت ۳۰ ثانیه، از چرخ کارسنج مونارک (مدل ۸۹۴ ساخت فنلاند) استفاده شد. پیش از اجرای آزمون ارتفاع صندلی چرخ با طول اندام تحتانی آزمودنی‌ها و میزان بار مورد نیاز آزمون متناسب با وزن بدن آزمودنی‌ها (۷/۵ درصد وزن بدن) تنظیم شد. آزمودنی‌ها با سرعت تمام شروع به رکاب زدن کردند تا به حداکثر سرعت (۱۲۰ دور در دقیقه) برسند. پس از آن بار مورد نظر به مدت ۳۰ ثانیه اعمال شد. در پایان آزمون، شاخص‌های توان اوج، میانگین و حداقل با استفاده از نرم‌افزار ویژهٔ چرخ کارسنج محاسبه شد (۲۷).

روش محدود کردن جریان خون

برای محدود کردن جریان خون از کش محقق‌ساخته استفاده شد. آزمودنی‌ها پس از بستن کاف بسته به میزان فشار وارده بر ران آنها، مقیاس ده‌ارزشی بورگ را علامت زدند (۲۵). همهٔ آزمودنی‌ها با توجه به مقیاس بورگ، فشار شدیدی را (برابر با شمارهٔ هفت)، در ناحیهٔ ران خود احساس کردند، سپس با چند بار آزمون و خطا طول مناسب تورنیکت و میزان مناسب کشش با توجه به حجم ران افراد به‌دست آمد.

اندازه‌گیری قدرت عضلانی

به‌منظور اندازه‌گیری قدرت بیشینه از آزمون یک تکرار بیشینه در حرکت اسکات (به‌صورت آزمون و خطا) استفاده شد، به این ترتیب که آزمودنی‌ها وزنه‌ای را که می‌توانستند فقط یک بار به‌صورت کامل و صحیح جابه‌جا کنند، به‌عنوان حداکثر قدرت ثبت می‌شد (۲۸).

روش آماری

به‌منظور تعیین میانگین و انحراف معیار از آمار توصیفی استفاده شد و وضعیت توزیع داده‌ها با آزمون کولموگروف–اسمیرنوف ارزیابی شد. برای تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها، از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد. به این منظور از نرم‌افزار SPSS[1] نسخهٔ ۲۱ استفاده شد و سطح معناداری P≤ ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر نشان داد که در توان اوج (F= ۲/۲۸, P= ۰/۱۲۱)، توان میانگین (F=۲/۵۲, P= ۰/۱۰۸) و توان حداقل (F=۱/۱۳, P= ۰/۳۴۴) در چهار گروه مختلف (کنترل، تجربی یک، تجربی دو و تجربی سه) تفاوت معناداری وجود ندارد (جدول ۱).

1. Statistical Package for Social Science

جدول ۱. مقادیر میانگین و انحراف معیار توان اوج، میانگین و حداقل در مراحل اندازه‌گیری

متغیرها	گروه‌ها (N=۴)	میانگین و انحراف معیار(وات)	نسبت F	سطح معناداری(P)
توان اوج(وات) (PP)	تجربی یک	۵/۶۰ ± ۱/۱۱	۲/۲۸۵	۰/۱۲۱
	تجربی دو	۵/۱۴ ± ۱/۲۶		
	تجربی سه	۴/۹۴ ± ۱/۱۸		
	کنترل	۵/۵۳ ± ۱/۰۴		
توان میانگین (وات) (AP)	تجربی یک	۴/۱۳ ± ۰/۸۷	۲/۵۲۹	۰/۱۰۸
	تجربی دو	۳/۵۷ ± ۰/۸۶		
	تجربی سه	۳/۷۳ ± ۰/۹۶		
	کنترل	۳/۹۴± ۰/۷۶		
توان حداقل (وات) (MP)	تجربی یک	۲/۶۱ ± ۰/۴۹	۱/۱۳۲	۰/۳۴۴
	تجربی دو	۲/۳۴ ± ۰/۵۱		
	تجربی سه	۲/۴۷ ± ۰/۶۶		
	کنترل	۲/۳۱ ± ۰/۶۴		

بحث و نتیجه‌گیری

توسعهٔ برونداد توان عضلانی عامل تعیین‌کنندهٔ مهم اجرای ورزشی است (۴). توان بی‌هوازی معیار مهمی در اجرای ورزش‌هایی است که به تلاش‌های انفجاری کوتاه‌مدت نیاز دارند (۴). همچنان که ورزش‌ها رقابتی‌تر می‌شوند، نیاز ورزشکاران برای اجرای بهتر توانایی جسمانی‌شان به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد (۴). چندین روش تمرینی برای بیشینه کردن توان عضله به‌منظور بهبود حاد اجرای ورزشی بررسی شده که یکی از آنها PAP است (۲۲). استیج و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که بلند کردن وزنه‌های سنگین و حرکات با تلاش بیشینه پیش از یک فعالیت، ممکن است اجرا را از طریق تقویت پس از فعال‌سازی افزایش دهد. این افزایش در تولید نیرو ممکن است به‌علت افزایشی در غلظت کلسیم در محل‌های پل‌های عرضی و فسفوریلاسیون زنجیره‌های سبک میوزین باشد (۲۹). بنابراین یکی از روش‌هایی که به‌طور حاد تولید قدرت و توان و احتمالاً اجرای سرعت را افزایش می‌دهد، استفاده از PAP است. با توجه به این ویژگی، می‌توان از پروتکل تقویت پس از فعال‌سازی به‌عنوان جانشینی برای گرم کردن قبل از ورزش به‌منظور بهبود اجرا در رویدادهای ورزشی یا جلسات تمرینی بهره‌مند شد. در مطالعهٔ حاضر این فرضیه که احتمالاً تقویت پس از فعال‌سازی تأثیرات تمرین بر توان بی‌هوازی را بهبود می‌بخشد، آزمون شد. نتایج نشان داد که PAP مورد استفاده در این تحقیق بر برون‌ده توان (ارزیابی‌شده

توسط آزمون وینگیت) تأثیر معناداری نداشت. نتایج مطالعات در این زمینه نیز متفاوت است. برای مثال، جنسن و ایبن (۲۰۰۳) تأثیرات ۵RM اسکات پشت بر عملکرد پرش با فواصل استراحتی مختلف را بررسی کردند. محققان هیچ اثر نیروزایی در اثر این برنامهٔ تمرینی مشاهده نکردند و حتی کاهش در عملکرد را بلافاصله پس از اسکات و عدم تغییر را در فواصل یک تا چهار دقیقه ریکاوری پس از اسکات گزارش کردند (۳۰). مک براید و همکاران (۲۰۰۵) اثرات اسکات‌های با بار سنگین و پرش با بار سبک را بر اجرای سرعتی بررسی کردند. پروتکل اسکات به‌صورت یک ست با سه تکرار با ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه و پروتکل پرش به‌صورت یک دور با سه تکرار با ۳۰ درصد یک تکرار بیشینه بود. نتایج نشان داد که پروتکل اسکات زمان دوی سرعت چهل متر را بهبود داد، اما پروتکل دوم این اثر را نداشت (۱۹). هریسومالیس و کیدگل (۲۰۰۱) در مطالعه‌ای عملکرد انفجاری شنا سوئدی در نتیجه پنج تکرار بیشینه حرکت پرس سینه تغییری نکرد. محقق دلیل این نتیجه را تفاوت در حجم عضلات درگیر در بالاتنه و پایین‌تنه عنوان کرد که به‌نظر می‌رسد اعمال PAP در اندام‌های با حجم عضلانی مختلف، متفاوت باشد (۲۰). در مطالعهٔ دیگری ایبن و همکاران (۲۰۰۰) عملکرد توان (پرتاب توپ با وزن معادل ۳۰ درصد یک تکرار بیشینه) را پس از تمرین فعال‌سازی پرس سینه بررسی کردند و اثر PAP را بر عملکرد مشاهده نکردند (۳۰). از طرفی برخی مطالعات بیانگر افزایش معنادار اثر PAP بر عملکرد عضلانی بود. در این زمینه سیتروپولوس و همکاران (۲۰۱۰) تأثیر حرکت نیم‌اسکات با شدت پایین و متوسط را بر عملکرد بی‌هوازی مردان جوان بررسی کردند. پروتکل نیم‌اسکات با شدت پایین (۳۵-۲۵ درصد یک تکرار بیشینه) و با شدت متوسط (۶۵-۴۵ درصد یک تکرار بیشینه) با سه دقیقه استراحت بود، سپس آزمون پرش از آزمودنی‌ها گرفته شد. نتایج نشان داد که استفاده از بارهای زیربیشینه PAP سبب افزایش معنادار توان بی‌هوازی شد (۳۱). همچنین نتایج مطالعهٔ مروری ویلسون و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که تعداد ست‌های بالاتر و زیر بیشینه در مقایسه با تعداد ست‌های کمتر و بیشینه در به‌کارگیری بهتر PAP بر عملکرد بی‌هوازی نقش مؤثرتری دارد (۳۲). متیوز و همکاران (۲۰۰۸) پس از تمرین فعال‌سازی (پنج تکرار حرکت پرس سینه در ۸۵ درصد یک تکرار بیشینه با چهار دقیقه استراحت اینتروال) افزایش معناداری در بهبود عملکرد بکسورها مشاهده کردند (۲۱). اوانز و همکاران (۲۰۰۰) نیز بهبود معناداری را در مسافت پرتاب توپ مدیسین‌بال پس از به‌کارگیری پنج تکرار پرس سینه در ۸۷ درصد یک تکرار بیشینه با سه دقیقه استراحت بین تمرین قدرتی و توانی مشاهده کردند (۳۳).

به‌نظر می‌رسد فاصلهٔ استراحتی (چهار دقیقه) بین پروتکل تقویت پس از فعال‌سازی و تست وینگیت کافی نبوده است و این امر ممکن است به‌دلیل زمان مورد نیاز به‌منظور ریکاوری خستگی عصبی عضلانی و بازسازی ذخایر Pcr پس از تمرین مقاومتی سنگین باشد (۳۴،۳۵)، زیرا فعالیت اصلی زمانی شروع می‌شود که PAP همچنان نزدیک به اوج است و خستگی ناشی از فعال‌سازی ممکن است تأثیر منفی بر عملکرد اصلی بگذارد (۳۶). به‌علاوه یکی دیگر از علل عدم تغییر معنادار در توان بی‌هوازی گروه‌های مختلف در پژوهش حاضر ممکن است سطح بالای آمادگی آزمودنی‌ها، حجم پایین تمرینات و در نتیجه تحریک تمرینی کمتر در پژوهش حاضر باشد. براساس جست‌وجوهای انجام‌گرفته به‌نظر می‌رسد تاکنون تمرینات BFR به‌عنوان پروتکل فعال‌سازی پیش از پروتکل اصلی مطالعه نشده است و پیشینه‌ای در این زمینه موجود نیست. با این حال از جمله دلایل احتمالی عدم افزایش توان بی‌هوازی در گروه‌های BFR (گروه تجربی دو و سه) در این پژوهش ممکن است عوامل زیر باشد: ۱. عمل انقباضی عضلات در حین تست وینگیت اغلب منعکس‌کنندهٔ (در نتیجهٔ) انتقال شیمیایی– مکانیکی است. همان‌طورکه بیان شد، توان بی‌هوازی توانایی ورزشکار برای انتقال توان انفجاری و انرژی از سیستم‌های بی‌هوازی به توان است (۳۷). بر این اساس می‌توان گفت طی یک پیوستار ابتدا، قدرت سپس توان انفجاری عضلات پا و سرانجام توان بی‌هوازی افزایش می‌یابد (۳۷)، ازاین‌رو چنانچه توان انفجاری مطالعه می‌شد، ممکن بود نتیجهٔ دیگری حاصل می‌شد؛ ۲. کافی نبودن میزان فشار شریان‌بند جهت فراخوانی واحدهای حرکتی تندانقباض (۳۷).

از سوی دیگر براساس گزارش‌های سالی (۲۰۰۲)، فعالیت مداوم با شدت بالا همزمان با تحریک مکانیسم‌های PAP همراه با ایجاد خستگی است که تأثیر منفی بر اثرات بهینهٔ PAP بر عملکرد خواهد داشت (۳۸). بنابراین برای تحریک PAP مهم است تا ارتباط بهینهٔ بین خستگی و PAP در نظر گرفته شود. همچنین این ارتباط از طریق عوامل دیگری همچون وضعیت تمرینی (مانند شدت، تعداد تکرار ست‌ها، فواصل استراحتی بین فعالیت‌ها، انقباضات ایزومتریک یا دینامیک)، ویژگی‌های فردی آزمودنی-ها، جنس، نوع تمرین فعال‌سازی و تجربهٔ قبلی تمرین با وزنه تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۳۹). در مطالعهٔ حاضر تنها فاصلهٔ استراحتی چهاردقیقه‌ای بررسی شد و در هیچ‌کدام از گروه‌ها تغییر معناداری در عملکرد بی‌هوازی در این فاصلهٔ استراحتی مشاهده نشد که در گروه تجربی یک ممکن است به‌دلیل شدت بالای تمرین فعال‌سازی (۸۰ درصد یک تکرار بیشینه)، آزمودنی‌ها به زمان استراحتی طولانی‌تری برای کاهش خستگی ناشی از تمرین فعال‌سازی نیاز داشته باشند و در گروه تجربی دو نیز ممکن است

به‌دلیل محدود شدن جریان خون تمرین فعال‌سازی به زمان استراحتی طولانی‌تری برای بازسازی عضله نیاز داشته باشند.

به‌طور کلی تقویت پس از فعال‌سازی می‌تواند از طریق عوامل مختلفی از جمله سطح آزمودنی‌ها (تمرین‌کرده در مقابل تمرین‌نکرده)، نوع انقباضات عضلانی (ایزومتریک در مقابل ایزوتونیک)، جنس، تجربهٔ قبلی کار با وزنه و فواصل استراحت قرار گیرد و نتایج متناقض در مطالعات انجام‌گرفته احتمالاً به‌دلیل تنوع در برنامه‌های تمرینی، تفاوت در شدت، حجم، مدت زمان فعالیت، تناوب‌های استراحتی متفاوت بین فعالیت‌ها و آزمودنی‌ها با سطوح تمرینی مختلف و ویژگی آزمودنی‌ها از جمله سطح توان بی‌هوازی پایهٔ آنها باشد (۳۹،۴۰).

نتیجه‌گیری نهایی

PAP پدیدهٔ فردی و پیچیده‌ای است. به‌منظور بهره‌وری بیشتر از PAP بر عملکرد عضله باید بین خستگی و تمرین فعال‌سازی تعادل برقرار شود که این تعادل تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله سابقهٔ تمرینی، مدت زمان استراحت و شدت تمرین فعال‌سازی است. در مجموع نتایج مطالعهٔ حاضر پیشنهاد می‌کند چنانچه افراد فرصت کافی در اختیار داشته باشند، بهتر است از فواصل استراحتی طولانی‌تر (هشت، دوازده یا شانزده دقیقه) و پیش‌آماده‌سازی با شدت بالاتر و انسداد عروق با فشار بیشتر به‌منظور اثربخشی تقویتی بیشتر PAP استفاده کنند.

منابع و مآخذ

1. Aqaali Nejad H. Basic Concepts in Exposure Preparation. National Olympic Committee. 2005. (in persian)
2. Valiropour Dehno V, Khanjiri Alam M, SidiAbdoli S, Mehrabbi M. The effect of potentiation after activation in combination with intense speed training on exercise performance. Quarterly Journal of Sporting Life Sciences. 2015; 4(15): 87-73. (in persian)
3. Shirazi A, Rajabi H, Aqaali Nejad H. The validity of some physiological variables of the speed test (RAST) and the Wingate test on the players of the national team of the futsal. Quarterly Olympics. 2005; 17(2): 50-41. (in persian)
4. Aqaali Nejad H, Gharakhanlou R, Yosufond S. Estimation of anaerobic power by a new zigzag jump test with the name of the Teacher Training Tester (TMAT), Olympics Quarterly. 2009; 16(2):108-97. (in persian)

5. Monazami AH, Hemmatfar A. Comparison of the effects of intensity and type of voluntary contractions on the vertical jump of young male volleyball players. Quarterly Journal of Sports Life Sciences. 2014; 3(11):46-39. (in persian)
6. Clark RA, Bryant AL, Reaburn P. The acute effects of a single set of contrast preloading on a loaded countermovement jump training session. Journal of Strength and Conditioning Research. 2006; 20(1): 162-166.
7. Erol K, Armen K, Fuad B, Asim B. Effect of maximum isometric contraction on explosive power of lower limbs (jump performance). Bosnia and Herzegovina Sport SPA. 2011; 7(1): 69-75.
8. Lorenz D. Postactivation potentiation: an introduction. The International Journal of Sports Physical Therapy. 2011; 6 (3): 234-240.
9. Hodgson M, Docherty D, Robbins D. Post-activation potentiation underlying physiology and implications for motor performance. Journal of Sports Med. 2005; 35(7): 585-595.
10. Xenofondos A, Patikas D, Koceja D.M, Behdad T, Bassa E, Kellis E.T, et al. Post activation potentiation: the neural effects of post activation depression. Journal of Muscle Nerve. 2015; 52(2): 252-259.
11. 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): 678-85.
12. Konstantinos S, Ilias S, Marios C, Karolina B, Angelos S, Helen D, Savvas PT. 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.
13. Stieg JL, Faulkinbury KJ, Tran TT, Brown LE, Coburn JW, Judelson DA. Acute effects of depth jump volume on vertical jump performance in collegiate women soccer players. Kinesiology.2011; 43(1): 25-30.
14. Batista MA, Ugrinowitsch C, Roschell H, Lotufo R, Ricard MD, Tricoli VA. Intermittent exercise as a conditioning activity to induce postactivation potentiation. J Strength Cond Res. 2007; 4(21): 837-840.
15. Robbins DW. Post activation potentiation and its practical applicability: A brief review. Journal of Strength and Conditioning Research. 2005; 19(2): 453-458.
16. Tsimachidis C, Patikas D, Elenibassa CG, Kotzamanidis C. The post activation potentiation effect on sprint performance after combined resistance/sprint training in junior basketball players. Journal of Sports Sciences.2013; 31(10): 1117-1124
17. Hancock A.P, Sparks KE, Kullman EL. Post activation Potentiation enhances swim performance in collegiate swimmers. Journal of Strength and Conditioning Research. 2015; 29(4): 912-917.
18. Kilduff LP, Owen N, Bevan H, Bennett M, Kingsley MIC, Cunningham D. Influence of recovery time on post activation potentiation in professional rugby players. Journal of Sports Sciences. 2008; 26(8):795-802.

19. McBride JM, Nimphius S, Erickson TM. The acute effects of heavy-load squats and loaded countermovement jumps on sprint performance. J Strength Cond Res. 2005; 19(4), 893-7.
20. Hrysomallis C, Kidgel D. Effect of heavy dynamic resistive exercise on acute upper body power. Journal of Strength and Conditioning Research. 2001; 15, 426-430.
21. Matthews M, Comfort P. Applying complex training principles to boxing: A Practical Approach. Journal of Strength and Conditioning Research. 2008; 30(5): 12-15.
22. Santos EJ, Janeira MA. Effects of complex training on explosive strength in adolescent male basketball players. J Strength Cond Res. 2008 ;22:903-909.
23. Karabulut M, Bemben DA, Sherk VD, Anderson MA, Abe T, Bemben MG. Effects of high-intensity resistance training and low-intensity resistance training with vascular restriction on bone markers in older men. Eur J Appl Physiol. 2011; 10(2): 1796-9.
24. Abe T, Yasuda T, Midorikawa T, Sato Y, Kearns CF, Inoue K and et al. Skeletal muscle size and circulating IGF-1 are increased after two weeks of twice daily “kaatsu” resistance training. Int J Kaatsu Training Res. 2005;1(3): 6-12.
25. Abe T, Fujita S, Nakajima T, Sakamaki M, Ozaki H, Ogasawara R, et al. Effects of low-intensity cycle training with restricted leg blood flow on thigh muscle volume and VO2max in young men. J Sports Sci Med. 2010; 9(2): 452-458.
26. 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.
27. Konstantinos S, Ilias S, Marios C, Karolina B, Angelos S, Helen D, Savvas PT. 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.
28. American College of Sports Medicine. Position Stand: Progression models in resistance training for healthy adults. Med Sci Sports Exerc. 2002; 34, 364-380.
29. Stieg JL, Faulkinbury KJ, Tran TT, Brown LE, Coburn JW, Judelson DA. Acute effects of depth jump volume on vertical jump performance in collegiate women soccer players. Kinesiology. 2011; 43(1):25-30.
30. Ebben WP, Jensen RL, Blackard DO. Electromyographic and kinetic analysis of complex training exercise variables. Journal of Strength Cond Res. 2000; 14, 451-456.
31. Sotiropoulos k, Ilias S, Marios C, Karolina B, Angelos S, Helen D, Savvas PT. 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.
32. 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 ConditioningResearch. 2013; 27(3): 854-859.
33. Evans AK, Hodgkins TD, Durham TD, Berning MP, Adams KJ. The acute effects of a 5RM bench press on power output. Journal of Medicine Science Sport Exercise.2000, 32, 311.

34. Baker, D. Acute effect of alternating heavy and light resistances on power output during upper-body complex power training. Journal of Strength Cond Res. 2003, 17, 493-497.
35. Brandenbur JP. The acute effects of prior dynamic resistance exercise eusing different loads on subsequent upper-body explosive performance in resistance -trained men. Journal of Strength Cond Res.2005; 19(2): 427-432.
36. Bevan RH, Owen NJ, Cunninghan DJ, Kingsley MIC, Kilduff LP. Complex training in professional rugby players: Influence of recovery time on upper-body power output. Journal of Strength Cond Res. 2009, 23, 1780–1785.
37. Hosseini Kakhk, AR, Sharifi Moghaddam Akram, Hamedinia MR, Azarniyeh M. A Comparison of the Effect of Traditional Resistance Training with Resistance Training with Vascular Occlusion on Muscular Function and Cardiovascular Endurance in Young Females .Journal of Sport Sciences. 2012, 10, 114-95. (in persian)
38. Sale D.G. Post activation potentiation: Role in human performance. Journal of Exercise Sport Science. 2002, 30, 138-143.
39. Rixon K.P, Lamont H.S, Hemhen M. Influence of type of muscle contraction, gender, and lifting experience on post activation potentiation performance. Journal of Strength and Conditioning Research. 2007; 21, 500-505
40. Evetovich TK, Conley DS, McCawley PF. Post activation potentiations enhance supper- and lower-body athletic performance in collegiate male and female athletes. Journal of Strength and Conditioning Research. 2015; 29(2): 336-342.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی