علوم زیستی ورزشی ـ پاییز ۱۳۹۴
دورهٔ۷، شمارهٔ۳ ، ص : ۴۳۱ – ۴۴۱
تاریخ دریافت : ۰۵ / ۰۵ / ۹۲
تاریخ پذیرش : ۱۹ / ۱۱ / ۹۲

تأثیر دو پروتکل پیش‌آمادگی متفاوت بر برون‌داد توان عضلانی

زینب ویس‌پور[۱]- وحید ولی پور ده‌نو*[۲]- احمد همت‌فر[۳]

۱.دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، واحد بروجرد، دانشگاه آزاد اسلامی، بروجرد، ایران،۲.استادیار گروه تربیت بدنی، دانشکدهٔ علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران، ۳.استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد، بروجرد، ایران

چکیده

هدف از پژوهش حاضر بررسی تغییرات اجرای حرکت پویا به‌دنبال توالی‌ای از اعمال پیش‌آمادگی متفاوت بود. دوازده آزمودنی زن سالم، فعال و غیرورزشکار (سن: ۱±۱۶سال، قد: ۶/۳۴±۱۶۲ سانتی‌متر، وزن: ۹/۲۱±۶۰ کیلوگرم) داوطلبانه انتخاب شدند. آزمودنی‌ها در دو پروتکل پیش‌آمادگی به فاصلهٔ یک هفته شرکت کردند. پروتکل اول شامل اجرای ۵ تکرار با ۵۰ درصد و ۲ تکرار با ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه حرکت اسکات و پروتکل دوم شامل اجرای ۵ تکرار با ۶۰ درصد و ۲ تکرار با ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه جهت پیش‌آمادگی بود. آزمودنی‌ها آزمون‌های سارجنت و بوسکو ۵، ۱۵، ۳۰ و ۶۰ ثانیه‌ای را انجام دادند. نتایج نشان داد پروتکل دوم در هر پنج آزمون تغییرات بیشتر و معناداری نسبت به پروتکل اول ایجاد کرد ($P<0/01$). درصد تغییرات یا اختلاف بین دو گروه به‌ترتیب در آزمون سارجنت (۱۹/۰۵)، پرش بوسکو ۵ ثانیه‌ای (۱۵/۲۰)، ۱۵ ثانیه‌ای (۱۴/۵۸)، ۳۰ ثانیه‌ای (۱۱/۳۷) و ۶۰ ثانیه‌ای (۱۱/۰۶) کمتر بود. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت احتمالاً در اجرای پروتکل‌های پیش‌آمادگی هرچه شدت بیشتر باشد، اجرای پویای پیایند بهتر خواهد بود و به‌نظر می‌رسد اثر پروتکل‌های پیش‌آمادگی با گذشت زمان کاهش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی

بوسکو، پتانسیل‌سازی پس از فعال‌سازی، توان بی‌هوازی.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

* نویسندهٔ مسئول : تلفن : ۰۹۱۶۶۶۹۱۸۷۴ Email : valipour114@yahoo.com

مقدمه

گرم‌کردن برای ورزش، تمرین و فعالیت‌های رقابتی ورزشکاران اشکال گوناگون دارد. الگوی گرم کردن سنتی شامل یک دورهٔ کوتاه فعالیت کم‌شدت هوازی و به‌دنبال آن کشش ایستا و حرکات ویژهٔ فعالیت است. پژوهش در زمینهٔ حمایت از این روش‌ها به‌طور کلی مبهم است و هر دو اثر مثبت و منفی را نشان داده‌اند. از آنجا که نیازهای فیزیولوژیکی فعالیت‌ها متفاوت است، نوع گرم کردن باید ویژهٔ نیازهای تکلیف باشد. هدف کلی گرم کردن باید به‌طور حاد به حداکثر رساندن اجرا و کاهش خطر آسیب در یک ورزش معین باشد (بیشاپ، ۲۰۰۳؛ چیو، ۲۰۰۳) و نشان داده شده که گرم کردن پیش از فعالیت جسمانی، تمرین و رقابت اجرا را بهبود می‌بخشد (۱۰).

ویژگی‌های اجرایی عضلهٔ اسکلتی طبیعتی گذرا دارند و می‌توانند از طریق انقباض‌های پیشین تحت تأثیر قرار گیرند (۸، ۳). به‌دنبال باردهی سنگین، اعمال بعدی عضله می‌تواند به‌طور موقت تحت تأثیر افزایش تحریک‌پذیری سیستم عصبی مرکزی بهبود یابد. این افزایش تحریک عصبی نتیجهٔ سازگاری فیزیولوژیکی حادی است (برای مثال، تغییر ماندگار تا ۸ یا ۱۰ دقیقه) که به پتانسیل‌سازی پس از فعال‌سازی[1] (PAP) اشاره دارد. PAP به‌منزلهٔ بهبودی در نیروی انقباضی عضله به‌دنبال فعالیت انقباضی آمادگی (برای مثال، حداکثر انقباض اختیاری) شناخته شده است. فرضیهٔ اصلی PAP این است که بار سنگین قبلی درجهٔ بالایی از تحریک عصبی را موجب می‌شود که به استفادهٔ بیشتر واحد حرکتی و کدگذاری میزان با تواتر بالاتر[2] به مدت چند دقیقه پس از آن منجر می‌شود (۸).

بیشتر مطالعات نشان داده‌اند که سطح تمرینی فرد ممکن است پاسخ به پتانسیل‌سازی پس از فعال‌سازی را تحت تأثیر قرار دهد. برای مثال نشان داده شده که بهبود اجرای افراد قوی بیشتر از افراد ضعیف است (۵). در همین زمینه چیو و همکاران (۲۰۰۳) به‌منظور تعیین اثر حالت تمرینی بر پاسخ به پتانسیل‌سازی پس از فعال‌سازی، ورزشکاران دارای تمرین قدرت انفجاری را با افرادی که به‌صورت تفریحی فعالیت داشتند، مقایسه کردند. فعالیت پیش‌آمادگی آنها شامل ۵ دور یک تکراری با ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه بود. نتایج نشاد داد که فعالیت پیش‌آمادگی اثری بر آزمودنی‌ها به‌عنوان یک نمونهٔ واحد نداشت. اما هنگامی‌که درصد فعال‌سازی بین دو گروه مقایسه شد، شاخص‌های نیرو و توان به‌طور معناداری در افراد دارای تمرین قدرتی-انفجاری افزایش یافت. بنابراین پتانسیل‌سازی پس از فعال‌سازی

1 . postactivation potentiation
2. higher-frequency rate coding

ممکن است روشی عملی برای افزایش حاد اجرای قدرت انفجاری در ورزشکاران و نه در افراد به‌طور تفریحی تمرین‌کرده، باشد (۵).

انقباض‌های پویا، ایستا و پرتابی یا پلیومتریک در سطوح بیشینه یا زیربیشینه به‌عنوان حرکات پتانسیل‌ساز برای افزایش اجرای اندام بالایی و پایینی در تکالیف مختلف به‌کار برده شده است. اما به‌طور قطع مشخص نشده که کدام نوع انقباض موجب بیشترین اثر پتانسیل‌سازی پس از فعال‌سازی می‌شود (۱۳). سولاکیس و همکاران (۲۰۱۱) اثر نوع انقباض عضله (اجرای PAP به‌وسیلهٔ حرکات پلیومتریک و ایستا) بر PAP اجرای انفجاری اندام پایینی در شمشیربازان نخبه را بررسی کردند. آنها پرش با حرکت مخالف[1] را قبل و بلافاصله پس از اجرای PAP و ۴، ۸ و ۱۲ دقیقه بعد اندازه‌گیری کردند. نتایج اثر زمانی معنادار برای اوج توان پا در خلال پرش با حرکت مخالف را نشان داد. ارزش‌ها پس از اجرای PAP ایستا در زمان‌های ۸ و ۱۲ کمتر از سطح پایه بود، درحالی‌که پس از اجرای PAP پلیومتریک، اوج توان پا بدون تغییر باقی ماند. آنها نتیجه گرفتند که اجرای توانی اندام پایینی در شمشیربازان نخبه ممکن است به‌طور منفی بعد از انقباض‌های ایستا تحت تأثیر قرار گیرد. با توجه به نتایج مطالعات انجام‌گرفته اجرای PAP وابسته به نوع (ایستا، پویا) و شدت آن (درصد حداکثر انقباض ارادی)، نوع آزمودنی‌ها (زن و مرد)، سطح آمادگی (ورزشکار یا غیرورزشکار)، زمان اجرای فعالیت پی‌آیند (مدت زمانی‌که اجرای فعالیت ورزشی به طول می‌انجامد) و زمان بین PAP و اجرای ورزش پویا متفاوت است. بنابراین هدف اول در این مطالعه مقایسهٔ شدت PAP بر اجرای ورزشی پی‌آیند است. به این منظور از دو شدت ۷۵ و ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه استفاده شد. هدف دوم بررسی اثر PAP بر فعالیت‌های پی‌آیند با زمان اجرای متفاوت است که برای این منظور از آزمون‌های پرش عمودی (کمترین زمان اجرای آزمون)، پرش بوسکو ۵، ۱۵، ۳۰ و ۶۰ ثانیه‌ای (بیشترین زمان اجرای آزمون) استفاده شد.

روش‌شناسی

آزمودنی‌ها

دوازده آزمودنی دختر سالم، فعال و غیرورزشکار (سن ۱±۱۶ سال، قد ۶/۳۴±۱۶۲ سانتی‌متر و وزن ۹/۲۱±۶۰ کیلوگرم) ساکن شهرستان چگنی که سابقهٔ تمرین قدرتی و پلیومتریک در اندام‌های پایینی

1 . countermovement jump

را نداشتند، پس از توضیحات کامل در مورد پژوهش و چگونگی روند کار، انتخاب شدند و در پژوهش شرکت کردند. همهٔ شرکت‌کنندگان رضایت‌نامه کتبی را امضا کردند.

اندازه‌گیری‌ها

قدرت: قدرت عضلانی از طریق یک تکرار بیشینه (1RM) حرکت اسکات اندازه‌گیری شد. آزمودنی‌ها گرم کردن غیرویژهٔ دویدن و سپس کشش پویا را پیش از ۱۰-۵ تکرار اسکات پا با مقاومت سبک اجرا کردند. سپس مقاومت به‌طور پیشرونده تا مقادیری نزدیک یک تکرار بیشینه آزمودنی برای چند دور گرم کردن افزایش یافت. در نهایت برای آزمون یک تکرار بیشینه، مقاومت به‌طور افزایشی به‌دنبال هر بار اجرای موفق یک تکرار بیشینه تا واماندگی افزایش یافت. برای اطمینان از اعتبار آزمون، همهٔ مقادیر یک تکرار بیشینه با ۴ تا ۵ تلاش تعیین شدند (۱).

پرش عمودی: آزمون‌شونده کنار دیوار قرار می‌گرفت، دست خود را بالا می‌آورد و محل تماس انگشت با دیوار معلوم می‌شد، آزمون‌شونده به‌صورت عمودی بالا می‌پرید و محل تماس انگشت وی با دیوار مشخص می‌شد. اختلاف بالاترین نقطهٔ اثر انگشت در مرحلهٔ اول (ایستاده) تا بالاترین نقطهٔ اثر انگشت در مرحلهٔ دوم (با جهش) اندازه‌گیری شد. آزمون‌شونده برای اجرای پرش فقط مقدار کمی دست کنار دیوار خود را می‌توانست پایین بیاورد، دست دیگر کاملاً به‌صورت کشیده کنار بدن قرار می‌گرفت (به این دلیل که هنگام پرش از شتاب دست استفاده نشود). برای مشخص شدن اثر انگشت آزمون‌شونده روی دیوار از استامپ استفاده شد و در هر مرحله برای ثبت اندازه، قسمت فوقانی اثر انگشت محاسبه شد.

توان بی‌هوازی با اسید لاکتیک: توان بی‌هوازی با اسید لاکتیک در مدت‌های تعیین‌شده در دستگاه (ارگو جامپ، شرکت دانش سالار ایرانیان، ایران) یعنی ۵، ۱۵، ۳۰ و۶۰ ثانیه اندازه‌گیری شد. آزمودنی با قرار گرفتن روی دستگاه سعی می‌کرد تا پرش‌های متوالی با حداکثر ارتفاع و بیشترین تواتر برای زمان‌های موجود در دستگاه را انجام دهد. برنامهٔ پرش‌ها در دستگاه موجود بود.

پروتکل‌های پیش‌آمادگی

پیش از شروع پروتکل‌ها، آزمودنی‌ها به مدت دو هفته (شش جلسه) به‌منظور آشنایی بیشتر با حرکت اسکات پا و کار روی دستگاه به تمرین پرداختند. هدف کار با وزنه به مدت دو هفته این بود که

آزمودنی‌ها هنگام اجرای پروتکل‌های پیش‌آمادگی با ۷۵ و ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه دچار کوفتگی و درد عضلانی نشوند.

۱. پروتکل ۷۵ درصد

جلسهٔ اول: آزمودنی‌ها پس از گرم کردن، نخست پنج تکرار با ۵۰ درصد و سپس دو تکرار حرکت اسکات پا با ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه، به‌منظور پیش‌آمادگی انجام دادند. بعد از ۲ دقیقه استراحت، نخست آزمون پرش عمودی (۳ تکرار با فاصلهٔ ۱۵ ثانیه)، ۲ دقیقه بعد آزمون بوسکو ۵ ثانیه‌ای و ۵ دقیقه بعد آزمون بوسکو ۶۰ ثانیه‌ای اجرا شد.

جلسهٔ دوم: آزمودنی‌ها پس از گرم کردن، ابتدا پنج تکرار با ۵۰ درصد و سپس دو تکرار حرکت اسکات پا با ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه، به‌منظور پیش‌آمادگی انجام دادند. پس از ۲ دقیقه استراحت نخست آزمون بوسکو ۱۵ ثانیه‌ای و ۵ دقیقه بعد آزمون بوسکو ۳۰ ثانیه‌ای اجرا شد.

۲. پروتکل ۹۰ درصد

از آنجا که احتمال تأثیر سازگاری عصبی بر قدرت و توان آزمون‌شونده‌ها می‌رفت، پیش از اجرای پروتکل ۲، یک تکرار بیشینه حرکت اسکات پا براساس روال پیشین دوباره محاسبه شد.

جلسهٔ اول: آزمودنی‌ها پس از گرم کردن، ابتدا چهار حرکت با ۵۰ درصد و سپس یک تکرار با ۷۵ درصد و بعد یک تکرار با ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه، به‌منظور پیش‌آمادگی انجام دادند. پس از ۲ دقیقه استراحت، ابتدا آزمون پرش عمودی (۳ تکرار با فاصلهٔ ۱۵ ثانیه)، ۲ دقیقه بعد آزمون بوسکو ۵ ثانیه‌ای و ۵ دقیقه بعد آزمون بوسکو ۶۰ ثانیه‌ای اجرا شد.

جلسهٔ دوم: آزمودنی‌ها پس از گرم کردن، ابتدا چهار حرکت با ۵۰ درصد و سپس یک تکرار با ۷۵ درصد و بعد یک تکرار با ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه، به‌منظور پیش‌آمادگی انجام دادند. پس از ۲ دقیقه استراحت ابتدا آزمون بوسکو ۱۵ ثانیه‌ای و ۵ دقیقه بعد آزمون بوسکو ۳۰ ثانیه‌ای اجرا شد.

پرتال جامع علوم انسانی

تجزیه‌وتحلیل آماری

نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف نشان داد که داده‌ها از توزیع طبیعی برخوردارند. بنابراین برای بررسی اختلافات احتمالی بین دو پروتکل از آزمون t وابسته استفاده شد و سطح معناداری نیز $P<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد. عملیات آماری با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری spss نسخهٔ ۲۰ انجام گرفت.

یافته‌ها

نتایج نشان داد که درصد تغییرات یا اختلاف بین دو گروه به‌ترتیب در آزمون سارجنت (۱۹/۰۵ درصد)، پرش بوسکو ۵ ثانیه‌ای (۱۵/۲۰ درصد)، ۱۵ ثانیه‌ای (۱۴/۵۸ درصد)، ۳۰ ثانیه‌ای (۱۱/۳۷ درصد) و ۶۰ ثانیه‌ای (۱۱/۰۶ درصد) کمتر بود. به‌عبارت دیگر، افزایش اجرا پس از پروتکل پیش‌آمادگی ۲ (۹۰ درصد یک تکرار بیشینه) نسبت به پروتکل پیش‌آمادگی ۱ (۷۵ درصد یک تکرار بیشینه) بیشتر بوده و نیز با افزایش مدت زمان اجرای آزمون، این اختلاف کمتر شده است. نتایج آزمون t وابسته اختلاف معنادار بین اثرهای دو پروتکل پیش‌آمادگی متفاوت بر روی پرش عمودی ($P_{=}$۰/۰۰۱)، پرش بوسکو ۵ ثانیه‌ای ($P_{=}$۰/۰۰۱)، پرش بوسکو ۱۵ ثانیه‌ای ($P_{=}$۰/۰۱۱)، پرش بوسکو ۳۰ ثانیه‌ای ($P_{=}$۰/۰۰۱) و پرش بوسکو ۶۰ ثانیه‌ای ($P_{=}$۰/۰۰۲) را نشان داد. نتایج همچنین اختلاف معنادار ($P_{=}$۰/۰۰۱) بین دو مرحلهٔ اندازه‌گیری یک تکرار بیشینهٔ حرکت اسکات پا را نشان داد و درصد تغییرات نیز ۷/۴۸ درصد یعنی کمتر از آزمون‌های دیگر بود. نتایج در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱. داده‌های توصیفی در دو پیش‌آمادگی (میانگین± انحراف معیار)، سطح معناداری و درصد تغییرات

متغیر	پروتکل ۱	پروتکل ۲	سطح معناداری	درصد تغییرات
قدرت (1RM) (کیلوگرم)	۶۳/۵۰±۸/۱۶	۶۸/۲۵±۹/۴۹	p<۰/۰۰۱	۷/۴۸
پرش عمودی (سانتی‌متر)	۲۶/۶۵±۴/۰۶	۳۱/۷۴±۵/۱۰	p<۰/۰۰۱	۱۹/۰۵
بوسکو ۵ ثانیه‌ای (وات)	۲۰/۴۶±۳/۳۶	۲۳/۵۷±۳/۱۳	p<۰/۰۰۱	۱۵/۲۰
بوسکو ۱۵ ثانیه‌ای (وات)	۱۹/۵۵±۲/۹۷	۲۲/۴۰±۲/۷۲	p<۰/۰۱۱	۱۴/۵۸
بوسکو ۳۰ ثانیه‌ای (وات)	۲۰/۴۱±۲/۵۱	۲۲/۷۳±۲/۵۹	p<۰/۰۰۱	۱۱/۳۷
بوسکو ۶۰ ثانیه‌ای (وات)	۱۵/۰۱±۲/۳۷	۱۶/۶۷±۲/۴۲	p<۰/۰۰۲	۱۱/۰۶

بحث

در پژوهش حاضر این فرضیه که تأثیرات دو پیش‌آمادگی با ۷۵ و ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه بر توان عضلانی متفاوت است، آزمون شد. نتایج نشان داد که آزمودنی‌ها با دو باردهی متفاوت، برون‌ده نیروی متفاوتی را از خود نشان دادند. همچنین درصد تغییرات به‌ترتیب در همهٔ آزمون‌ها در پروتکل ۲ (۹۰

درصد یک تکرار بیشینه) نسبت به پروتکل ۱ (۷۵ درصد یک تکرار بیشینه) بیشتر بود و در هر دو پروتکل تغییرات اجرا با افزایش مدت زمان اجرای آزمون کاهش یافت.

وابسته به مقدار کار قبلی انجام‌گرفته، اجرای عضلات ممکن است به‌علت خستگی مختل شود یا به‌سبب پدیده‌ای به نام پتانسیل‌سازی پس از فعال‌سازی، افزایش یابد (۶). در مطالعهٔ حاضر دو پروتکل پیش‌آمادگی را بدون گروه کنترل (گروهی که پروتکل پیش‌آمادگی با صفر درصد حداکثر انقباض ارادی انجام دهد) داشتیم و تنها با مقایسهٔ دو گروه متوجه می‌شویم که پروتکل با ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه تأثیر بیشتری بر اجرای پی‌آیند داشته است و احتمالاً هر دو پروتکل موجب خستگی و در نتیجه اختلال در اجرا نشده‌اند، زیرا نشان داده شده که انقباض‌های ارادی که کمتر از ۷۵ درصد حداکثر انقباض ارادی هستند، پتانسیل‌سازی کم یا هیچ پتانسیل‌سازی ایجاد نمی‌کند. همچنین به‌نظر می‌رسد که انقباض‌های ارادی بیشینه (در برابر زیربیشینه) که تقریباً ۱۰ ثانیه به طول می‌انجامند، بیشترین پتانسیل‌سازی توئیچ را موجب می‌شوند (۹). در تأیید نتایج مقالهٔ مروری هاگسون و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعهٔ حاضر نیز شدت انقباض پیش‌آمادگی ۷۵ و ۹۰ درصد حداکثر انقباض ارادی و کمتر ۱۰ ثانیه بوده است که احتمالاً هیچ‌گونه خستگی یا افت پس از فعال‌سازی[1] را موجب نشده‌اند.

پتانسیل‌سازی پس از فعال‌سازی پدیده‌ای است که تنها در تارهای تندانقباض عضله (۴) یا در هر دو نوع تار وجود دارد، اما در تارهای تندانقباض نسبت به کندانقباض متداول‌تر است (۱۰، ۹)، زیرا این تارها فسفوریلاسیون بیشتر زنجیره‌های سبک تنظیمی میوزین را در پاسخ به آمادگی انقباضی قبلی نشان می‌دهند (۹) و اثر عمدهٔ آن افزایش نیرو در سطوح فعال‌سازی زیربیشینه برای یک دورهٔ کوتاه زمانی به‌دنبال فعال‌سازی پیشین عضله است (۴). افراد دارای درصد بیشتر تارهای تندانقباض پتانسیل‌سازی بیشتری دارند. برای مثال عضلهٔ درشت‌نیی قدامی که حدوداً از ۲۷ درصد تارهای تندانقباض تشکیل شده در مقایسه با عضلهٔ نعلی که حدوداً از ۱۱ درصد تارهای تندانقباض تشکیل شده است، پتانسیل‌سازی بیشتری را نشان می‌دهد. این مسئله نشان می‌دهد که پس از انقباض‌های با شدت بیشتر که تارهای تندانقباض بیشتری را فعال می‌کند در مقایسه با انقباض‌های با شدت کمتر، پتانسیل‌سازی بیشتری ممکن است اتفاق بیفتد (۱۰). در مطالعهٔ حاضر همهٔ سطوح فعال‌سازی زیربیشینه بوده‌اند (نسبت به حداکثر انقباض ارادی) و یافته‌های تحقیق حاضر پیشنهاد بالا را تأیید

1 . post-activation depression

می‌کند، زیرا پروتکل پیش‌آمادگی با ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه نسبت به پروتکل پیش‌آمادگی با ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه اجرای بهتری را موجب شده است.

شرح PAP بر روی پتانسیل‌سازی توئیچ[1] و پتانسیل‌سازی بازتاب[2] متمرکز است. ملاحظه شده که پتانسیل‌سازی توئیچ مستلزم فسفوریلاسیون زنجیره‌های سبک تنظیمی میوزین است که آکتین و میوزین را به پیام کلسیم درون‌سلولی حساس‌تر می‌کند. این به تعامل بیشتر پل عرضی برای غلظت کلسیم درون‌سلولی مشابه منجر خواهد شد که به نوبت تنش عضله برای سطح مطلق مشابه محرک عصبی افزایش می‌دهد (۱۲، ۱۰، ۹، ۶). بنابراین اگر پدیدهٔ PAP را به‌حساب آوریم، پروتکل ۹۰ درصد یک تکرار بیشینهٔ فسفوریلاسیون زنجیره‌های سبک تنظیمی میوزین بیشتر و در نتیجه عملکرد بهتری را نیز موجب شده است. با توجه به پتانسیل‌سازی توئیچ ناشی از انقباض ارادی، بزرگی پتانسیل‌سازی به هر دوی شدت و مدت تلاش ارادی و نوع تار عضله وابسته است. پتانسیل‌سازی توئیچ در عضلات درشت‌نیی قدامی و پلانتار فلکسور به‌دنبال انقباض‌های هم‌طول اختیاری بیشینه تقریباً ۱۰ ثانیه‌ای در حد بیشینه است و پس از انقباض‌های ارادی طولانی‌تر، پتانسیل‌سازی در اثر خستگی کاهش می‌یابد. علاوه‌بر این نشان داده شده که انقباض‌های ارادی که کمتر از ۷۵ درصد حداکثر انقباض ارادی هستند، پتانسیل‌سازی کم یا هیچ پتانسیل‌سازی ایجاد نمی‌کند (۹).

یکی از نتایج مهم تحقیق حاضر کاهش اثر PAP با افزایش مدت زمان اجرای آزمون یا فاصلهٔ بین اجرای پیش‌آمادگی و اجرای آزمون بود. نتایج نشان داد که با گذشت زمان این اثر کمتر خواهد شد. در این زمینه بادری و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای اثر انقباض آمادگی (۶ ثانیه حداکثر انقباض ارادی) را بر اوج سرعت زاویه‌ای نزدیک شدن انگشت شست بررسی و افزایش آن را مشاهده کردند و نشان دادند که پتانسیل‌سازی بیشینه ۱ دقیقه بعد از حداکثر انقباض ارادی آمادگی به اوج می‌رسد و پس از آن با گذشت زمان پتانسیل به‌وجودآمده کاهش می‌یابد. بیشاپ (۲۰۰۳) اظهار کرده که بازگشت به حالت اولیهٔ۱۰ ثانیه‌ای بین PAP و اجرای ورزش پویای پی‌آیند، نیروی عضله را به‌طور معناداری افزایش نمی‌دهد، زیرا خستگی باقیماندهٔ ناشی از حداکثر انقباض ارادی اجرای پی‌آیند را مختل می‌کند، اما ۵-۳ دقیقه بازگشت به حالت اولیه به افزایش اجرای ورزش پویای پی‌آیند منجر شده است. یکی از سازوکارهای اصلی پدیدهٔ پتانسیل‌سازی پس از فعال‌سازی میزان بالاتر تشکیل پل‌های عرضی در نتیجه

1 . twitch potentiation
2 . reflex potentiation

افزایش حساسیت پروتئین‌های انقباضی (آکتین و میوزین) به کلسیم است (۱۲). به‌نظر می‌رسد با گذشت زمان مقدار کلسیم آزادشده از شبکهٔ سارکوپلاسمی در نتیجهٔ پتانسیل‌سازی کاهش می‌یابد. بنابراین احتمال کاهش حساسیت به کلسیم در پروتئین‌های انقباضی و در نتیجه کاهش برون‌داد نیرو وجود دارد (۹).

در پژوهش حاضر از حرکت درون‌گرا برای ایجاد پتانسل‌سازی استفاده شد. در همین زمینه دچیچی و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی اثر حرکت نیم‌اسکات درون‌گرا و برون‌گرا با ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه بر اجرای دوی ۵۰ متر سرعت پرداختند. آنها نتیجه گرفتند که اجرای حرکت درون‌گرا نسبت به برون‌گرا اثر بیشتری بر اجرای پی‌آیند داشته است. نتایج تحقیق دچیچی و همکاران (۲۰۱۳) و نتایج مطالعهٔ حاضر اهمیت بالقوهٔ حرکت اسکات درون‌گرا برای افزایش اجرای ورزش پویای پی‌آیند را تأیید می‌کنند.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعهٔ حاضر نشان داد که باردهی با ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه تأثیر بیشتری بر پرش سارجنت، بوسکو ۵، ۱۵، ۳۰ و ۶۰ ثانیه‌ای دارد. همچنین به‌نظر می‌رسد این اثرگذاری PAP با گذشت زمان کاهش می‌یابد. بنابراین با توجه به نتایج تحقیق حاضر پیشنهاد می‌شود که برای تأثیر بیشتر بر فعالیت پی‌آیند از شدت‌های نزدیک‌تر به حداکثر انقباض ارادی استفاده شود و نیز زمان فعالیت پی‌آیند هرچه کمتر باشد اثربخشی PAP بیشتر خواهد بود.

منابع و مآخذ

1. Binkley, H.M. (2001). “Strength, size, or power”. NSCA’s Performance Training Journal, Vol.1, No.4, PP: 14-18.
2. Baudry, S., Duchateau, J. (2007). “Postactivation potentiation in a human muscle: effect on the load-velocity relation of tetanic and voluntary shortening contractions”. J Appl Physiol, Vol. 103; PP: 1318–1325.
3. Bishop, D. (2003). “Warm Up I: potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance”. Sports Med, Vol. 33, No.6, PP: 439-454.

4. Brown, I.E., Loeb, G.E. (1998). "post-activation potentiation- A clue for simplifying models of muscle dynamics". Amer. Zool, Vol. 38, PP: 743-754.
5. Chiu, L.Z.F., Fry, A.C., Weiss, L.W., Schilling, B.K., Brown, L.E., Smith, S.L. (2003). "Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals". Journal of Strength and Conditioning Research, Vol.17, No. 4, PP: 671–677.
6. Cochrane, D.J., Stannard, S.R., Firth, E.C., Rittweger J. (2010). "Acute whole-body vibration elicits post-activation potentiation". Eur J Appl Physiol, Vol.108, PP: 311–319.
7. Dechechi, C., Lopes, C., Galatti, L.R., Ribeiro, R. (2013). "Post activation potentiation for lower limb with eccentric and concentric movements on sprinters". International Journal of Sports Science, Vol. 3, No. 1, PP: 1-3.
8. French, D.N., Kraemer, W.J., Cooke, C.B. (2003). "Changes in dynamic exercise performance following a sequence of preconditioning isometric muscle actions". Journal of Strength and Conditioning Research, Vol. 17, No. 4, PP: 678–685.
9. Hodgson, M., Docherty, D., Robbins, D. (2005). "Post-activation potentiation: underlying physiology and implications for motor performance". Sports Med, Vol. 35, No. 7, PP: 585-595.
10. Khamoui, A.V., Brown, L.E., Coburn, J.W., Judelson, D.A., Uribe, B.P., Nguyen, D., et al. (2009). "Effect of potentiating exercise volume on vertical jump parameters in recreationally trained men". Journal of Strength and Conditioning Research, Vol. 23, No. 5, PP: 1465–1469.
11. Mettler, J.A., Griffin, L. (2012). "postactivation potentiation and muscular endurance training". Muscle Nerve, Vol. 45, PP: 416–425.
12. Rampichini, E.C.S., Maggioni, M.A., Veicsteinas, A., Merati, G. (2008). "Effects of passive stretching on post-activation potentiation and fibre conduction velocity of biceps brachii muscle". Sport Sci Health, Vol. 4, PP: 43-50.
13. Tsolakis, C., Bogdanis, G.C., Nikolaou, A., Zacharogiannis, E. (2011). "Influence of type of muscle contraction and gender on postactivation

potentiation of upper and lower limb explosive performance in elite fencers". Journal of Sports Science and Medicine, Vol. 10, PP: 577-583.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی