



# بررسی اثرات مثبت و منفی نیرومندسازی پس از فعال کردن (PAP) بر روی مردان تکواندوکار

بهزاد خدایی<sup>۱\*</sup>، وحید ساری صراف<sup>۲</sup>، رامین امیرساسان<sup>۲</sup>

۱. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی، تبریز، ایران

۲. دانشیار فیزیولوژی ورزشی، تبریز، ایران

## چکیده

### مقدمه:

نیرومندسازی پس از فعال کردن به عنوان روشی برای افزایش فعالیت عصبی عضلانی بلافاصله پس از تمرین با شدت بالاست، که موجب افزایش نیروی انقباضی عضله پس از یک انقباض ارادی بیشینه یا زیر بیشینه می‌باشد. هدف از تحقیق حاضر تعیین تأثیر حاد نیرومندسازی پس از فعال کردن با زمان‌های استراحت متفاوت بر عملکرد جسمانی، مهارتی و کوفتگی عضلانی مردان تکواندوکار بود.

### روش‌شناسی:

۲۷ تکواندوکار مرد ۲۸-۱۸ ساله بر اساس درصد چربی، عملکرد جسمانی و مهارتی به طور تصادفی در سه گروه همگن: گروه شاهد، گروه ۷۰٪ و ۹۰٪ یک تکرار بیشینه، جایگزین شدند. آزمودنی‌های هر سه گروه گرم کردن عمومی و تخصصی را به مدت ۲۰-۱۵ دقیقه انجام داد، سپس گروه‌های تجربی حرکت نیم اسکات را با درصدهای تعیین شده و با سه تکرار انجام دادند، سپس در یک مرحله بعد از دو دقیقه استراحت و در مرحله بعد که ۴۸ ساعت بعد انجام گرفت، بعد از چهار دقیقه استراحت آزمون‌ها را تکرار کردند. پرش عمودی و عملکرد مهارتی (آپ‌دولبوچاگی با پای برتر و آپ‌دولبوچاگی با پای چپ و راست) و همچنین کوفتگی عضلانی ۲۴ ساعت بعد از اجرای آزمون‌ها اندازه‌گیری شد.

### یافته‌ها:

در پرش عمودی و عملکرد مهارتی بین سه گروه در هر دو مرحله تفاوت معنی‌داری وجود داشت و هر دو روش نیرومندسازی پس از فعال کردن موجب بهبود عملکرد شد ( $P < 0.05$ ). کوفتگی عضلانی در بین سه گروه در دو مرحله تفاوت معنی‌داری نشان نداد ( $P > 0.05$ ).

### نتیجه‌گیری:

با توجه به نتایج تحقیق حاضر و اثرات حرکت اسکات جفت‌پا در افزایش عملکرد تکواندوکاران، به ورزشکاران بخصوص تکواندوکاران پیشنهاد می‌شود که برای بهبود توان و مهارت‌های اختصاصی از این نوع روش تمرینی در تمرینات خود استفاده کنند.

### کلمات کلیدی:

کوفتگی عضلانی، مردان تکواندوکار، نیرومندسازی پس از فعال کردن



## مقدمه

تکواندو به عنوان یک هنر رزمی و رشته ورزشی پرطرفدار در بین اقشار مختلف به ویژه جوانان به شمار می‌رود. ماهیت مسابقات تکواندو و تجزیه و تحلیل آن این واقعیت را نشان می‌دهد که بدون بهره‌مند بودن از عوامل سرعت، چابکی و توان موفقیت وجود ندارد (۱۷). موفقیت در رشته‌های ورزشی گوناگون حاصل تعامل پیچیده عوامل فیزیولوژیکی، روان‌شناختی و زیست‌حرکتی است. امروزه در دنیای ورزش برای بهبود کیفیت اجراها و مهارت‌های ورزشی، آگاهی از روش‌های تمرینی برای کسب آمادگی جسمانی ضروری است. آمادگی جسمانی دارای مؤلفه‌های متعددی می‌باشد (۱). دو شرط اساسی و مهم برای بهبود سرعت و توان وجود دارد؛ تعداد بیشتر تارهای عضلانی سفید یا تند انقباض و قابلیت و کیفیت سیستم اعصاب و سرعت عمل آنها در زمینه دریافت و جواب دادن به تحریکات (۵). امروزه در سایه‌ی تحقیقات و پیشرفت علم، کیفیت مهارت‌های ورزشی نیز رو به افزایش بوده و سطح رقابت‌های ورزشی به هم نزدیک شده است، در این میان تیم‌هایی می‌توانند نتیجه‌ی بهتری کسب نمایند که به عوامل ظریف‌تر و مهم‌تر بیشتر توجه نمایند. یکی از عوامل مهم برای پیشرفت کمی و کیفی هر ورزشکار به کارگیری شیوه‌های تمرینی مرتبط با رشته ورزشی مربوطه بر پایه اصول علمی است (۹). گرم کردن یکی از مهم‌ترین عوامل تمرینی برای دستیابی به بالاترین عملکرد بشمار می‌رود. هدف اصلی گرم کردن افزایش ظرفیت فیزیولوژیکی ورزشکار و توسعه قابلیت‌های زیست‌حرکتی به بالاترین استانداردها است (۲). مطالعات پیشین نشان می‌دهد اجرای انقباض‌های ارادی بیشینه و زیربیشینه، موجب بهبود حاد توان عضلانی در عملکرد متعاقب (عملکرد توانی که پس از این انقباضات به اجرا در می‌آید) می‌شود. محققان از این پدیده با عنوان نیرومندسازی پس فعال‌سازی (PAP)<sup>۱</sup> یاد می‌کنند (۱۳). این پدیده می‌تواند کاربردهای زیادی از جمله برای طراحی روش‌های تمرین مقاومتی ترکیبی، رقابت در ورزش‌های سرعتی-توانی و استفاده از آن در فرایند گرم کردن پیش از شروع مسابقه داشته باشد (۲۰). اصل اساسی از توانایی PAP برای افزایش قدرت و توان خروجی عضله فرض شده است که در نتیجه فسفوریلاسیون زنجیره‌های سبک تنظیمی میوزین می‌باشد (۲۳). اندازه شدت انقباض-های آماده‌ساز اولیه، از عوامل اثر گذار در پدیده PAP می‌باشد. در این زمینه نیز شواهد علمی موجود همسو نیستند. برخی پژوهش‌ها نشان می‌دهد شدت‌های انقباضی سنگین (۱۰۰ درصد 1RM)<sup>۲</sup> می‌تواند موجب بهبود عملکرد شود (۲۹)، حال آنکه مطالعات دیگر خاطر نشان می‌کنند شدت‌های بالای انقباضی می‌تواند تأثیر منفی بر عملکرد متعاقب بگذارد (۱۵). همه کسانی که برای اولین بار در یک فعالیت بدنی خیلی شدید شرکت کرده‌اند، در قسمت عضلات و مفاصلی که در آن فعالیت درگیر بوده‌اند، احساس درد، سوزش، کوفتگی یا حساسیت موضعی نسبت به فشار یا لمس را تجربه کرده‌اند. چه بسا افرادی که به خاطر همین درد و

کوفتگی عضلانی از انجام فعالیت بدنی در نوبت‌های بعدی بازمانده‌اند و یا انجام آن فعالیت را برای همیشه کنار گذاشته‌اند (۳). البته این حالت در ورزشکاران حرفه‌ای نیز بروز می‌کند. یعنی ورزشکاران حرفه‌ای که در یک فعالیت بدنی شدیدی که برای عضلات آنها ناآشنا است، شرکت می‌کنند، در ناحیه مفاصل و عضلات درگیر در آن فعالیت ناآشنا دچار درد و کوفتگی می‌شوند. در تحقیق حاضر علاوه بر در نظر گرفتن نقش مثبت PAP در بالا بردن عملکرد ورزشی، سعی بر این بود که نقش منفی PAP نیز در نظر گرفته شود که آیا PAP باعث کوفتگی عضلانی (درد عضلانی) می‌شود یا اینکه هیچ تأثیر منفی بر روی عملکرد و سلامتی ورزشکار ندارد. در خصوص اینکه کدام نوع برنامه گرم کردنی می‌تواند تأثیر مطلوب‌تری بر عملکرد داشته باشد، اتفاق نظر کلی بین محققان وجود ندارد (۷). با وجود پذیرش این پدیده از سوی ورزشکاران و مربیان، یافته‌ها در مورد اثر PAP در پژوهش‌های پیشین با یکدیگر تناقض دارند و این تناقض‌ها باعث می‌شود تا نتوان به طور قطعی در مورد اثرات این پدیده اظهار نظر کرد (۱۵). ممکن است این تناقض‌ها در مطالعات PAP ناشی از تعدد عواملی باشد که بر این پدیده اثر گذار هستند (۳۰). با وجود اهمیت تغییرات عصبی در پدیده PAP، پژوهش‌های اندکی به بررسی این تغییرات پرداخته‌اند (۲۵). به خاطر وجود تناقضات در تحقیقات پیشین درباره اثر درصدهای مختلف PAP بر عملکردهای جسمانی و همچنین ناکافی بودن تحقیقات در رشته‌های رزمی، پژوهش‌های اندک در حیطه‌ی PAP در ایران و عدم پژوهش درباره تأثیر PAP بر کوفتگی عضلانی (درد عضلانی)، زمینه طرح این سوال شد تا تأثیر درصدهای مختلف (۷۰٪ و ۹۰٪) PAP را هم بر عملکرد جسمانی و هم عملکرد مهارتی تکواندوکاران مرد مورد آزمون قرار دهیم و وجود کوفتگی عضلانی حاصل از این روش را مورد ارزیابی قرار بدهیم، تا به پاسخ‌ها و اطلاعات موجود درباره این پرسش که آیا باور افراد در مورد استفاده از PAP به عنوان روشی مفید برای گرم کردن درست است یا نه بیفزاید. و به تکواندوکاران و مربیان آنان در رسیدن به بهترین عملکرد و حفظ سلامت آنها کمک کند و روشن شود که آیا از PAP می‌توان به عنوان روشی برای گرم کردن در رشته‌های رزمی و بخصوص در تکواندو استفاده کرد؟

## روش تحقیق

این پژوهش با هدف کاربردی و از نوع طرح‌های نیمه تجربی به روش پیش آزمون- پس آزمون اجرا گردید. با توجه به هدف تحقیق، از بین تکواندوکاران مرد سالم ۱۸ الی ۲۸ ساله داوطلب که حداقل سابقه دو سال تکواندو در سطح استانی را داشتند، پس از اندازه‌گیری‌های اولیه و بر اساس معیارهای اولیه تحقیق ۲۷ نفر از این نمونه جهت شرکت در تحقیق به صورت همگن در سه گروه انتخاب شدند. سپس آزمودنی‌ها با همگن-سازی به روش آماری و میزان آمادگی جسمانی، عملکرد مهارتی و درصد چربی به سه گروه مساوی ۹ نفره (دو گروه تجربی: ۷۰٪ و ۹۰٪ 1RM

آماري با استفاده از نرم افزار spss نسخه ۲۲ و در سطح معنی-داری ( $P < 0.05$ ) انجام گرفت.

### نتایج و یافته‌ها

بر اساس نتایج بدست آمده در جدول ۱ تا ۴، نیرومندسازی پس از فعال کردن (PAP) تأثیر مثبتی بر روی عملکرد مردان تکواندوکار دارد و هیچگونه تأثیر منفی نداشت. یافته‌ها نشان داد که میزان پرش سارجنت گروه ۹۰٪ در مقایسه با گروه کنترل در مراحل دو و چهار دقیقه استراحت افزایش و معنی‌دار شد. همچنین میزان پرش سارجنت در گروه ۷۰٪ درمقایسه با گروه کنترل در مراحل دو و چهار دقیقه استراحت افزایش و معنی‌دار شد، ولی میزان پرش سارجنت در دو گروه ۹۰٪ و ۷۰٪ در مراحل دو و چهار دقیقه استراحت تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. تعداد ضربه آپ‌دولیوچاگی با پای برتر گروه ۹۰٪ در مقایسه با گروه کنترل در مراحل دو و چهار دقیقه استراحت افزایش و معنی‌دار شد. ولی تعداد ضربه آپ‌دولیوچاگی با پای برتر در گروه ۷۰٪ در مرحله دو دقیقه استراحت درمقایسه با گروه کنترل معنی‌دار نشد، ولی تعداد ضربه آپ‌دولیوچاگی با پای برتر در مرحله چهار دقیقه استراحت افزایش و معنی‌دار شد. همچنین تعداد ضربه آپ‌دولیوچاگی با پای چپ و راست در گروه ۷۰٪ در مراحل دو و چهار دقیقه استراحت درمقایسه با گروه کنترل افزایش و معنی‌دار شد، همچنین تعداد ضربه آپ‌دولیوچاگی در دو گروه ۹۰٪ و ۷۰٪ در مراحل دو و چهار دقیقه استراحت تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. نتایج حاصل از پرسشنامه VAS نشان داد که کوفتگی عضلانی (درد عضلانی) در هر سه گروه در دو مرحله (دو و چهار دقیقه استراحت) تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند.

و یک گروه کنترل) تقسیم شدند. تمام مراحل تحقیق در شرایط استاندارد رطوبت ۵۵-۵۰٪، دمای ۲۵-۲۲ درجه سانتی‌گراد و ساعت ۱۸ تا ۲۱ بعد از ظهر انجام شد. پس از انتخاب آزمودنی‌ها، کلیه مراحل پژوهش و آزمون به طور دقیق و کامل توسط محقق در جلسه‌ای توجیهی برای تکواندوکاران توضیح داده شد. یک هفته قبل از اجرای آزمون از آزمودنی‌ها خواسته شد تا در جلسه‌ای برای آشنایی با مراحل آزمون، آزمون‌ها و انجام حرکت نیم اسکات تقریباً با ۳۰ الی ۴۰ درصد IRM حضور یابند. همچنین در طول این هفته از آزمودنی‌ها خواسته شد تا فعالیت سنگینی انجام ندهد و فعالیت آنها، سه روز قبل از شروع طرح با فرم‌های ثبت فعالیت که در اختیارشان قرار گرفت، ثبت شد. قبل از انجام آزمون‌ها، مشخصات فردی و شاخص‌های تن‌سنجی (سن، قد، وزن) درصد چربی و شاخص توده بدنی اندازه‌گیری و ثبت شد. بعد عملکردهای جسمانی و مهارتی و کوفتگی عضلانی از آنها گرفته شد.

عملکرد جسمانی با آزمون پرش عمودی و عملکرد مهارتی با دو آزمون ۱۰ ثانیه‌ای تکنیک آپ‌دولیوچاگی (آپ‌دولیوچاگی با پای برتر و آپ‌دولیوچاگی با پای چپ و راست) انجام شد. کوفتگی عضلانی (درد عضلانی) آزمودنی‌ها نیز با پرسشنامه‌ی VAS که در اختیار آنها قرار گرفت ظرف ۲۴ ساعت پس از آزمون‌ها بررسی شد. ۴۸ ساعت بعد، متعاقب حرکت نیم اسکات و بعد از دو دقیقه استراحت، همان آزمون‌های قبلی تکرار و نتایج ثبت شد. دوباره ۴۸ ساعت بعد، متعاقب نیم اسکات و بعد از چهار دقیقه استراحت، همان آزمون‌های قبلی تکرار و نتایج ثبت شد. ۲۴ ساعت بعد از این دو مرحله هم، کوفتگی عضلانی (درد عضلانی) از طریق پرسشنامه VAS مورد ارزیابی قرار گرفت.

### روش آماری

برای بررسی طبیعی بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و برای آزمون فرضیه‌ها از تحلیل واریانس (ANOVA) با اندازه‌گیری‌های مکرر با عامل بین گروهی استفاده شد که در صورت وجود اختلاف معنی-دار از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. البته تمام تجزیه و تحلیل‌های

جدول ۱. مشخصات توصیفی آزمودنی‌ها به میانگین و انحراف معیار

| متغیرها   | گروه کنترل   | گروه ۹۰٪     | گروه ۷۰٪     |
|---|--------------|--------------|--------------|
| پرش سارجنت اولیه (cm)                                     | ۳/۰۲ ± ۴۹/۶۲ | ۵/۴۴ ± ۵۰/۲۵ | ۳/۱۱ ± ۴۹/۸۳ |
| پرش سارجنت بعد از دو دقیقه استراحت (cm)                   | ۲/۹۴ ± ۵۰/۱۲ | ۵/۴۶ ± ۵۲/۸۷ | ۲/۳۲ ± ۵۲/۵۰ |
| پرش سارجنت بعد از چهار دقیقه استراحت (cm)                 | ۳/۲۹ ± ۵۰/۵۰ | ۵/۳۴ ± ۵۵/۰۰ | ۲/۱۸ ± ۵۴/۳۵ |
| آپ‌دولیوچاگی با پای برتر اولیه (تعداد)                    | ۰/۹۲ ± ۲۲/۵۰ | ۱/۸۳ ± ۲۱/۷۵ | ۱/۴۰ ± ۲۱/۶۲ |
| آپ‌دولیوچاگی با پای برتر با استراحت دو دقیقه‌ای           | ۱/۲۸ ± ۲۳/۲۵ | ۱/۸۳ ± ۲۴/۲۵ | ۱/۴۰ ± ۲۳/۶۲ |
| آپ‌دولیوچاگی با پای برتر با استراحت چهار دقیقه‌ای (تعداد) | ۱/۰۳ ± ۲۲/۷۵ | ۱/۹۰ ± ۲۵/۲۵ | ۱/۰۶ ± ۲۵/۰۰ |
| آپ‌دولیوچاگی با پای چپ و راست اولیه (تعداد)               | ۰/۹۱ ± ۲۱/۶۲ | ۱/۹۹ ± ۲۲/۳۷ | ۱/۵۱ ± ۲۱/۵۰ |
| آپ‌دولیوچاگی با پای چپ و راست مرحله دو دقیقه‌ای (تعداد)   | ۱/۲۴ ± ۲۲/۱۲ | ۲/۴۳ ± ۲۴/۲۵ | ۱/۲۴ ± ۲۳/۸۷ |
| آپ‌دولیوچاگی با پای چپ و راست چهار دقیقه‌ای (تعداد)       | ۰/۸۳ ± ۲۲/۱۲ | ۲/۰۵ ± ۲۵/۷۵ | ۱/۳۰ ± ۲۵/۳۷ |
| کوفتگی عضلانی ۲۴ ساعت بعد آزمون اولیه                     | ۰/۲۵ ± ۰/۱۲  | ۰/۲۵ ± ۰/۱۲  | ۰/۴۶ ± ۰/۲۵  |
| کوفتگی عضلانی ۲۴ ساعت بعد آزمون دو دقیقه‌ای               | ۰/۲۵ ± ۰/۱۲  | ۱/۰۰ ± ۱/۱۹  | ۱/۲۵ ± ۱/۴۸  |
| کوفتگی عضلانی ۲۴ ساعت بعد آزمون چهار دقیقه‌ای             | ۰/۳۵ ± ۰/۱۲  | ۰/۷۴ ± ۰/۶۲  | ۰/۹۹ ± ۰/۸۷  |

**جدول ۲. مقایسه میزان پرش در سه گروه با آزمون پس تعقیبی بونفرونی در مرحله دو و چهار دقیقه استراحت پس از انجام PAP**

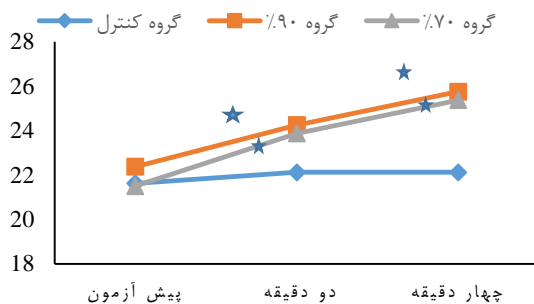
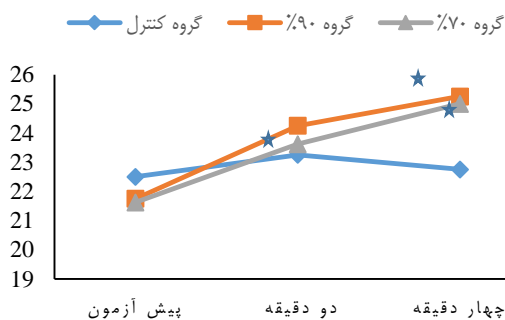
|            | تفاضل میانگین |         | خطای استاندارد |         | سطح معنی داری |         |
|------------|---------------|---------|----------------|---------|---------------|---------|
|            | ۲ دقیقه       | ۴ دقیقه | ۲ دقیقه        | ۴ دقیقه | ۲ دقیقه       | ۴ دقیقه |
| گروه ۹۰٪   | ۲/۱۲          | ۳/۸۷    | ۰/۶۰۵          | ۰/۸۴۶   | ۰/۰۰۶         | ۰/۰۰۰   |
| گروه ۷۰٪   | ۰/۲۵۰         | ۰/۱۲۵   | ۰/۶۰۵          | ۰/۸۴۶   | ۱/۰۰۰         | ۱/۰۰۰   |
| گروه کنترل | ۲/۳۷          | ۳/۷۵    | ۰/۶۰۵          | ۰/۸۴۶   | ۰/۰۰۲         | ۰/۰۰۱   |

**جدول ۳. مقایسه تعداد ضربه آپدولپوچاگی با پای برتر ب در سه گروه با آزمون بونفرونی در مرحله دو و چهار دقیقه استراحت پس از انجام PAP**

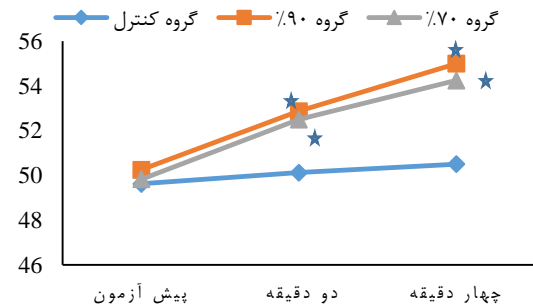
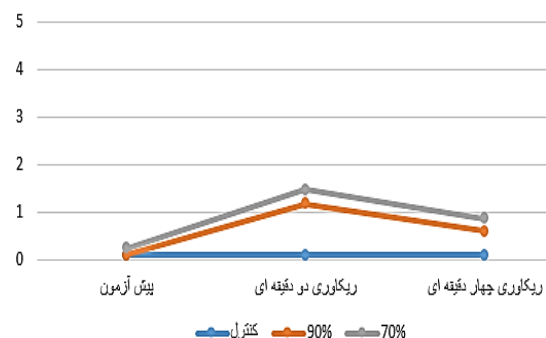
|            | تفاضل میانگین |         | خطای استاندارد |         | سطح معنی داری |         |
|------------|---------------|---------|----------------|---------|---------------|---------|
|            | ۲ دقیقه       | ۴ دقیقه | ۲ دقیقه        | ۴ دقیقه | ۲ دقیقه       | ۴ دقیقه |
| گروه ۹۰٪   | ۱/۷۵          | ۳/۲۵    | ۰/۵۵۰          | ۰/۵۰۴   | ۰/۰۱۴         | ۰/۰۰۰   |
| گروه ۷۰٪   | ۰/۵۰          | ۰/۱۲۵   | ۰/۵۵۰          | ۰/۵۰۴   | ۱/۰۰۰         | ۱/۰۰۰   |
| گروه کنترل | ۱/۲۵          | ۳/۱۲    | ۰/۵۵۰          | ۰/۵۰۴   | ۰/۱۰۲         | ۰/۰۰۰   |

**جدول ۴. مقایسه تعداد ضربه آپدولپوچاگی با پای چپ و راست سه گروه با آزمون بونفرونی در مرحله دو و چهار دقیقه استراحت پس از انجام PAP**

|            | تفاضل میانگین |         | خطای استاندارد |         | سطح معنی داری |         |
|------------|---------------|---------|----------------|---------|---------------|---------|
|            | ۲ دقیقه       | ۴ دقیقه | ۲ دقیقه        | ۴ دقیقه | ۲ دقیقه       | ۴ دقیقه |
| گروه ۹۰٪   | ۱/۳۷          | ۲/۸۷    | ۰/۵۴۲          | ۰/۵۸۵   | ۰/۰۵۸         | ۰/۰۰۰   |
| گروه ۷۰٪   | ۰/۵۰          | ۰/۵۰    | ۰/۵۴۲          | ۰/۵۸۵   | ۱/۰۰۰         | ۱/۰۰۰   |
| گروه کنترل | ۱/۸۷          | ۳/۳۷    | ۰/۵۴۲          | ۰/۵۸۵   | ۰/۰۰۷         | ۰/۰۰۰   |


**شکل ۳. آپدولپوچاگی با پای چپ و راست مردان تکواندوکار در سه مرحله (★ تأثیر معنی دار نسبت به گروه کنترل  $P < 0.05$ )**

**شکل ۴. آپدولپوچاگی با پای برتر مردان تکواندوکار در سه مرحله (★ تأثیر معنی دار نسبت به گروه کنترل  $P < 0.05$ )**

چپ و راست) در گروه‌های ۹۰٪ و ۷۰٪ PAP افزایش معنی‌داری نسبت به گروه کنترل داشت. این نتایج با یافته‌های هافمن<sup>۱</sup> و همکارانش (۲۰۰۷) همسو است که اثر اجرای یک نوبت نیم‌اسکات


**شکل ۱. پرش عمودی مردان تکواندوکار در سه مرحله (★ تأثیر معنی دار نسبت به گروه کنترل  $P < 0.05$ )**

**شکل ۲. کوفتگی عضلانی مردان تکواندوکار در سه مرحله**

## بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که عملکرد جسمانی (پرش عمودی) و عملکرد مهارتی (آپدولپوچاگی با پای برتر و آپدولپوچاگی با پای

بعد از آن می باشد (۱۶). می توان این گونه نتیجه گیری کرد که هر انقباضی که تارهای عضلانی را بیشتر تحریک کند، می تواند عملکرد متعاقب را نیز بیشتر بهبود بخشیده و در نهایت موجب بهره مندی بیشتر از پدیده PAP گردد (۱۶). در مورد اثر PAP بر کوفتگی عضلانی (درد عضلانی) ورزشکاران و غیرورزشکاران در موتورهای جستجوگر فارسی و انگلیسی تحقیقی یافت نشد. برای همین منظور از مقالات تقریباً مشابهی که اثر تمرینات مقاومتی را بر کوفتگی عضلانی مورد سنجش قرار داده بودند استفاده شد. نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که کوفتگی عضلانی (درد عضلانی) در هر دو مرحله دو و چهار دقیقه استراحت بین سه گروه تفاوت معنی داری وجود نداشت. در نتیجه می توان گفت که PAP تأثیر منفی بر کوفتگی عضلانی (درد عضلانی) نداشت، که با یافته های هاچکنی<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۰۸) که نشان دادند در اثر تمرینات مقاومتی نسبتاً شدید و غیر مرسوم کوفتگی عضلانی تأخیری در عضلات درگیر بروز می نماید (۱۴). همچنین با مطالعه اوچیدا<sup>۸</sup> و همکاران (۲۰۰۹) که اثر تمرین مقاومتی با حرکت پرس سینه و با درصدهای مختلف را بررسی کردند و تفاوت معنی داری را در کوفتگی عضلانی مشاهده کردند (۲۸)، ناهمسوست. نشان داده شد که سطح تمرین، نوع فیبر عضلانی، نوع انقباض، طول مدت انقباض و حجم انقباض، فاکتورهایی هستند که اثر مدت زمان و بزرگی PAP را نشان می دهند همچنین گزارش شده که PAP بر فعالیت های انفجاری مانند پریدن، با حداکثر سرعت دویدن و عملکرد بالای بدن تأثیر می گذارد. (۳۱). دو مکانیسم اصلی PAP عبارت است از: افزایش فسفوریلاسیون زنجیره های سبک نظارتی میوزین و افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی. افزایش فعالیت عصبی ممکن است از طریق فراخوانی واحدهای حرکتی بیشتر، هماهنگ سازی بهتر واحدهای حرکتی، کاهش در مهار پیش سیناپسی و یا واردات تکانه های عصبی مرکزی بیشتر رخ دهد (۱۲). مطالعات قبلی نشان داد که القای PAP قبل از مسابقه بیش از گرم کردن سنتی (فقط در حال اجرا کمی و برخی از تمرینات کشش) می تواند به ورزشکاران کمک کند و باعث بهبود عملکردشان در فعالیت های انفجاری، مانند پریدن، پرتاب، و دو سرعت شود (۲۷).

با توجه به یافته های این پژوهش و با استناد به نتایج پژوهش های دیگر، احتمالاً تغییرات درون عضلانی باعث افزایش عملکرد در پدیده PAP می شود. به هر حال، به کارگیری انقباض های پویای بیشینه پیش از عملکردهای توانی و انفجاری با توجه به ویژگی فعالیت متعاقب، کارایی بیشتری نسبت به روش سنتی گرم کردن داشته و در بهبود عملکرد ورزشکاران نقش ایفا می کند.

پویای بیشینه را بر ارتفاع پرش عمودی ارزیابی کرده و افزایش معنی داری را در ارتفاع پرش مشاهده نمودند (۱۸). همچنین روبین هیلی<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۷) اثر نیرومندسازی پس از فعال کردن بر عملکرد سرعتی ورزشکاران نشان دادند که عملکرد اسپرینت (۵-۵۰ متر) می تواند با پروتکل های PAP به شدت افزایش می یابد (۲۲). قهرمانی و همکاران (۱۳۹۳) اثر زودگذر حرکت اسکات را به صورت تک پا و جفت پا بر شاخص های عملکردی و پرش عمودی بررسی کردند. در این تحقیق ۲۰ مرد ورزشکار تمرین کرده (۱۰ نفر والیبالیست و ۱۰ نفر بسکتبالیست) در سه گروه گرم کردن مطلق و گرم کردن به همراه اجرای یک نوبت با سه تکرار نیم اسکات جفت پا و تک پا با شدت ۹۰ درصد 1RM تقسیم شدند. آزمون ورزشی شامل پرش عمودی بود که زمان پرواز در آن با دستگاه فوت اسکن ثبت شد. نتایج آزمون نشان داد که تفاوت معنی داری بین ارتفاع و زمان پرواز پرش بین گروه گرم کردن مطلق با گروه های دیگر مشاهده شد، اما تفاوت معنی داری بین گروهی که حرکت اسکات تک پا و جفت پا انجام دادند مشاهده نشد (۴). این نتایج با مطالعه آریاس<sup>۲</sup> (۲۰۱۶) همسوست. آن ها پیشنهاد کردند که بهبود عملکرد با ۳ تا ۴ دقیقه استراحت بعد از استفاده از یک بار سنگین وزن مورد نیاز است (۶). در این تحقیقات بلند کردن بارهای سنگین تر، یک استراتژی مشترک در تئوری نیرومندسازی پس فعالی است که می تواند برای تازه گرفتن نیروی عصبی استفاده شود (۸). از سوی دیگر یافته های پژوهش حاضر با نتایج مطالعه این<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۰) ناهمسوست، در مطالعه ای که از دوره های مختلف ریکاوری (۱۰ ثانیه و ۱، ۲، ۳ و ۴ دقیقه) استفاده کردند، گزارش دادند که تفاوت معنی داری بین توان و قدرت خروجی وجود ندارد (۱۲). علاوه بر این، اسمیت<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که هفت دقیقه استراحت پس از القا محرک ایزومتریک PAP، تأثیر معنی داری را در عملکرد توانی، قدرتی و یا سرعتی نداشت (۲۴). در تحقیق تیل<sup>۵</sup> و همکاران، (۲۰۰۹) در حالی که با ۱۵ ثانیه استراحت کوتاه انجام شد، اثر قابل توجهی در تغییر دو سرعت و عملکرد پرش عمودی مشاهده نشد (۲۶). ممکن است نتایج متناقض محققان به دلیل منحصر به فرد بودن روش PAP برای هر فرد باشد (۲۴). همچنین وضعیت تمرینی و یا سطح قدرت و جنسیت ممکن است ظرفیت پاسخ PAP را تحت تأثیر گذارد (۱۰). روش پیشنهادی از PAP به عنوان فعالیت های مناسب شامل اسکات و پرس سینه در شدت های مختلف از ۶۰٪-۹۰٪ از یک تکرار بیشینه می باشد (۲۱). در پژوهش همیلتون<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۱۶) اثر زمان استراحت و ریکاوری پس از تمرین فعالسازی نیز نشان داده شد، آن ها نتیجه گرفتند که با توجه به حداکثر رساندن نتایج یک پروتکل PAP زمان استراحت مناسب و ایده آل در ورزشکاران به خوبی تمرین کرده بین ۱۲-۳ دقیقه



## منابع:

- ۱- بومپا، تئودور (۱۳۸۰). اصول و روش شناسی تمرین از کودکی تا قهرمانی. ترجمه: ابراهیم خسرو، هاجر. دشتی دربندی، انتشارات یزدانی، تهران، ۶۳-۶.
- ۲- بومپا، تئودور (۱۳۹۱). نظریه و روش شناسی تمرین. ترجمه: محمدرضا. کردی، محمد. فرامرزی. انتشارات سمت، ۱۷۶-۱۷۳.
- ۳- جک، اچ، ویلمور، ال، کاستیل (۱۳۸۴). فیزیولوژی فعالیت‌های بدنی. جلد اول. ترجمه: ضیاء. معینی، فرهاد. رحمانی نیا، حمید. رجبی، حمید. آقا علی نژاد، فاطمه. اسلامی، انتشارات مبتکران. چاپ چهارم.
- ۴- رضا. قهرمانی، فرزاد. ناظم، (۱۳۹۳). اثر زودگذر اجرای حرکت اسکات به صورت تکپا و جفت‌پا بر شاخص‌های عملکردی و الکترومایوگرافی پرش عمودی مردان ورزشکار. ورزش و علوم زیست حرکتی، سال ششم، شماره ۱.
- ۵- محمدی، فرنود (۱۳۸۸). تأثیر روش‌های مختلف حرکات گرم کردنی (ایستا، پویا و ایستا-پویا) بر میزان انعطاف پذیری، توان انفجاری و زمان عکس العمل پسران ورزشکار. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی تبریز.
- 6- Arias JC, Coburn JW, Brown LE, Galpin AJ (2016). The acute effects of heavy deadlifts on vertical jump performance in men. *Sports*, 4, 22.
- 7- Bacura REP, Monteiro GA, Ugriowitsch C, Aoki MS (2009). Acute effect of a ballistic and a static stretching exercise bout on flexibility and maximal strength cond res, 23(1): 8- 34.
- 8- Baker D, Newton RU (2005). Acute effect on power output of alternating an agonist and antagonist muscle exercise during complex training. *J Strength Cond Res*, 19: 202-205.
- 9- Bompa T (1993). Power training for sport: Plyometrics for maximum power development. Coaching Association of Canada and Mosaic press publishers. P 172.
- 10- Charilaos T, Gregory C, Bogdanis A, Anni Nikolaou, Elias Zacharogiannis (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*, 10: 577-583.
- 11- Chia-Chi W, Ming-Ta Yang, Kang-Hao Lu, Kuei-Hui Chan (2016). The effects of creatine supplementation on explosive performance and optimal individual postactivation potentiation time. *Nutrients*, 8, 143; doi: 10.3390/nu8030143.
- 12- Ebben WP, Jensen RL, Blackard DO (2000). Electromyographic and kinetic analysis of complex training variables. *J Strength Cond Res*, 14: 451-456.
- 13- Gourgoulis V, Aggeloussis N, Kasimatis P, Mavromatis G, 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.
- 14- Hackney KJ, Engels HJ, Gretebeck RJ (2008). Resting energy expenditure and delayed-onset muscle soreness after full-body resistance training with an eccentric concentration. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22: 1602.
- 15- Hage RE, Zakhem E, Moussa E, Jacob C (2011). Acute effects of heavy-load squats on consecutive vertical jump performance. *Science & Sports*, 26(1): 44-47.
- 16- Hamilton CD, Berning JM, Sevene TG, Adams KJ, DeBeliso M (March, 2016). The effects of post activation potentiation on the hang power clean. *Journal of Physical Education Research*, 3(1): 01-09.
- 17- Heller JT, Perice dlouha R, Kohlikova E, Melichna J, novakova H (1988) Physiological profiles of male and female taekwon – do (itf) black belts. *Journal Sports sciences*, 16: 243- 249.
- 18- Hoffman JR, Ratamess NA, Faigenbaum AD, Mangine GT, 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.
- 19- Pinto RS, Botton CE, Kuckartz BT, Lima CS, Moraes AC, Bottaro M (2012). Evaluation of bilateral deficit in isometric contractions of the knee extensors. *Rev Bras CineantropomDesempenho Hum*, 14: 202 -211.
- 20- Radcliffe JC, 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.

- 21- Robert Ah Sue, Kent J, Adams and Mark DeBeliso (2016). Optimal timing for post-activation potentiation in women collegiate volleyball players. *Sports* 2016, 4, doi: 10.3390/sports4020027.
- 22- Robin H, BSc and Thomas M. Comyns, PhD (2017). The Application of Postactivation Potentiation Methods to Improve Sprint Speed. *Strength and conditioning journal*.
- 23- Sale DG (2004). Postactivation potentiation: Role in performance. *Br J Sports Med*, 38: 386–387.
- 24- Smith JC, Fry AC (2007). Effects of a ten-second maximum voluntary contraction on regulatory myosin light-chain phosphorylation and dynamic performance measures. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21, 73-76.
- 25- Sotiropoulos K, Ilias S, Marios C, Karolina B, Angelos S, Helen D, et al (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.
- 26- Till KA, Cooke C (2009). The effects of postactivation potentiation on sprint and jump performance of male academy soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23: 1960-1967.
- 27- Tillin NA, Bishop D (2009). Factors modulating pos-activation potentiation and its effects on performance of subsequent explosive activities. *Sports Med*, 39: 147–166.
- 28- Uchida MC, Nosaka K, Ugrinowitsch, C (2009). Effect of bench press exercise intensity on muscle soreness and inflammatory mediators, *Journal of sports sciences*, 27: 499-507.
- 29- Weber KR, Brown LE, Coburn JW, Zinder SM (2008). Acute effects of heavy load squats on consecutive squat jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3): 726-730.
- 30- Witmer CA, Shala ED, Gavin LM (2010). The acute effects of back squats on vertical jump performance in men and women. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9: 206-213.
- 31- Xenofondos A., Lapidis K., Kyranoudis A., Galazoulas Ch., Bassa E, Kotzamanidis C (2010). Post-activation potentiation: factors affecting it and the effect on performance. *Journal of Physical Education and Sport* Vol 28(3): 1582- 8131.



## The Study of Positive and Negative impact of Post Activation Potentiation (PAP) on male Taekwondo Athletes

Behzad khodaei<sup>1\*</sup>, Vahid sari sarraf<sup>2</sup>, Ramin amirsasan<sup>2</sup>

1- Masters of Exercise Physiology, MSc, University of Tabriz

2- Associate Professor of Exercise Physiology, University of Tabriz

### Abstract

#### Background:

PAP is a method used to increase nerve-muscular activity after a rigorous exercise that leads to boost the contraction force of muscle after a non- automatic maximum contraction. The study aimed to investigate the intense effect of PAPs with different rest period on the performance and muscle soreness of male taekwondo athletes.

#### Methodology:

27 athlete athletes 18 to 28 years old range- were selected in the basis of fat percentage, physical and skill performances and classified in there homogenous group; control group, IRM=70%, 90%. the athlete of every group warmed up for 15-20 minutes. Then experimental groups did half-squats three times. In first stage the athlete did squats with two minute rest intervals, height jumping, performance (Ap-Doloya-Chagi), and muscle soreness were measured after 24 hours.

#### Results:

There were significant difference between groups in height jumping and skill performance. Both PAPs increased athlete's performance ( $p < .05$ ). There was not any significant difference in athletes' muscle soreness.

#### Conclusion:

According to findings of this study, coupling squat jump is recommended to taekwondo athlete due to its effectiveness in increasing their performance. That helps them to improve their power and skill through this method.

#### Keywords:

Doms, PAP, Taekwondo male athletes.

---

\* Corresponding Author: Email: [khodaeibehzad9@gmail.com](mailto:khodaeibehzad9@gmail.com), Tell: +989149276302