DOI: 10.48305/jrrs.2023.42112.1067 Published by Vesnu Publications

تغییرات دامنه حرکتی مفصل ران حین اجرای ضربه پا به دنبال تمرینات ترکیبی در تکواندوکاران مرد نخبه ایرانی: مطالعه نیمه تجربی

ندا بروشک[۱]، حسین راشدی[۲]، محمدرضا باتوانی[۳]، حسن آشنا[۴]

مقاله پژوهشی

چکیده

مقدمه: تکواندو یکی از مشهورترین هنرهای رزمی جهان می‌باشد و طبق قوانین، ضربات پا در این ورزش دارای امتیاز کامل است. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف بررسی و مقایسه اثر تمرینات قدرتی، کششی با روش تسهیل عصبی- عضلانی گیرنده‌های عمقی (Proprioceptive neuromuscular facilitation یا PNF) و ترکیبی بر دامنه حرکتی ضربه پا به عنوان عامل مرتبط با آسیب‌های ورزشی در تکواندوکاران مرد نخبه ایرانی انجام شد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه از نوع نیمه تجربی و نمونه آماری شامل ۲۴ نفر از تکواندوکاران مرد نخبه ایرانی بود که به صورت داوطلبانه و در دسترس و با تکمیل فرم رضایت آگاهانه وارد تحقیق شدند. به منظور مقایسه تأثیر سه شیوه تمرینات قدرتی، کششی با روش PNF و ترکیبی بر دامنه حرکتی فعال، غیر فعال و دامنه حرکتی حین اجرای حرکت پا، آزمودنی‌ها در سه گروه ۸ نفره قرار گرفتند و به مدت هشت هفته و سه جلسه ۴۵ دقیقه‌ای در هر هفته، در سالن ورزشی تمرین نمودند. داده‌ها با استفاده از آزمون‌های توصیفی و استنباطی Shapiro-Wilk، ANOVA، Paired t، MANCOVA و مقایسه‌های زوجی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. $P < ۰/۰۵$ به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: هر سه نوع تمرین منجر به افزایش معنی‌دار دامنه حرکتی فعال و اجرای ضربه پا گردید. همچنین، به جزء تمرینات قدرتی، دو تمرین دیگر تأثیر معنی‌داری را بر دامنه حرکتی غیر فعال نشان دادند.

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد ترکیب تمرینات قدرتی و کششی با روش PNF، بیش از هر یک از این تمرینات به تنهایی بتواند دامنه حرکتی ضربه پا را در تکواندوکاران نخبه ارتقا دهد.

کلید واژه‌ها: تمرینات قدرتی؛ کشش PNF؛ دامنه حرکتی

ارجاع: بروشک ندا، راشدی حسین، باتوانی محمدرضا، آشنا حسن. **تغییرات دامنه حرکتی مفصل ران حین اجرای ضربه پا به دنبال تمرینات ترکیبی در تکواندوکاران مرد نخبه ایرانی: مطالعه نیمه تجربی.** پژوهش در علوم توانبخشی ۱۴۰۲؛ ۱۹: ۱۹-۱۲.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۲/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۳/۱۲ تاریخ چاپ: ۱۴۰۲/۴/۱۵

مقدمه

انعطاف‌پذیری (Flexebility) توانایی فرد برای انجام حرکات با وسیع‌ترین دامنه حرکتی ممکن در مفاصل است که به عواملی مانند شکل مفاصل (Articular geometry) و خاصیت ارتجاعی عضلات و رباط‌ها (Liagaments) وابسته است. انعطاف‌پذیری مناسب و حرکات کششی، از کوفتگی با تأخیر عضله (Delay onset muscle soreness) بعد از یک ورزش سخت (Vigorous exercise) جلوگیری می‌کند (۱). بنابراین، انعطاف‌پذیری مؤلفه حرکتی مهمی است که باید به ویژه برای ورزشکاران جوان آموزش داده شود و بهبود یابد (۲). انعطاف‌پذیری عامل مهمی در توان‌بخشی، پیشگیری از آسیب و بهبود عملکرد در ورزشکاران محسوب می‌شود؛ به طوری که بهبود انعطاف‌پذیری، منجر به تسریع روند بهبود و توان‌بخشی ورزشکاران در دوران آسیب‌دیدگی می‌شود (۲).

تمرینات کششی، تمریناتی هستند که باعث بهبود انعطاف‌پذیری بافت‌های مختلف می‌شوند. روش‌های مختلفی برای انجام تمرینات کششی وجود دارد. طی ۱۵ سال گذشته، تمرین کششی با روش تسهیل عصبی- عضلانی گیرنده‌های عمقی (Proprioceptive neuromuscular facilitation یا PNF)

۱- استادیار، گروه بیومکانیک ورزشی، پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران، ایران
۲- دانشجوی دکتری تخصصی، گروه تربیت بدنی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی همدان، همدان، ایران
۳- استادیار، مرکز تربیت بدنی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
۴- کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد لامرد، دانشگاه آزاد اسلامی، لامرد، ایران
نویسنده مسؤول: محمدرضا باتوانی؛ استادیار، مرکز تربیت بدنی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
Email: batavani@iut.ac.ir

به طور گسترده به ویژه در جامعه ورزشکاران عمومیت یافته است. کشش با استفاده از تمرینات PNF، تکنیک ورزش درمانی بسیار مؤثر و پیچیده‌ای است که در آن از یک انقباض ایزومتریک قبل از انجام کشش، برای دست یافتن به فواید بیشتر نسبت به کشش تنها استفاده می‌شود (۳).

ضعف عضلانی و کاهش توانایی در تولید انقباضات سریع عضلانی، باعث اختلال در بلند شدن از حالت نشسته و شروع حرکاتی که پایین تنه را درگیر می‌کند، می‌شود (۲)؛ در حالی که شرکت در تمرینات مقاومتی، هم‌زمان بر شاخص انعطاف‌پذیری نیز مؤثر است (۴) و به نظر می‌رسد با افزایش قدرت کشش تاندون‌ها و لیگامنت‌ها، توده عضلانی و قدرت انقباضی باعث افزایش انعطاف‌پذیری فرد نیز شده باشد (۶-۴). تأثیر مثبت ترکیبی از تمرینات قدرتی و تعادلی بر انعطاف‌پذیری در افراد مبتلا به پارکینسون نیز گزارش شده است (۷).

تکواندو یکی از محبوب‌ترین هنرهای رزمی و ترکیبی از صحیح‌ترین، علمی‌ترین، قوی‌ترین و سریع‌ترین تکنیک‌ها است (۸). ضربه با پشت پا (Dit Chagi)، ضربه با پهلوی پا (Yop Chagi) و ضربه با سینه پا (Ap Chagi) سه حرکت اساسی و مادر در هنرهای رزمی و به ویژه تکواندو و اجرای صحیح آن‌ها، نشانه میزان مهارت فرد بر هنر رزمی تکواندو می‌باشد (۹). در اجرای ضربات سینه پا و روی پا (Dolyo Chagi)، علاوه بر مهارت و تعادل، به انعطاف‌پذیری بالایی نیاز است.

در مبارزات تکواندو ضربات به طور سریع و انفجاری انجام می‌شود و انجام توأمان تمرینات کششی و قدرتی، می‌تواند به تکواندوکاران اجازه دامنه حرکتی بالاتری را در حین اجرای ضربه پا بدهد. به عنوان یک پیامد مثبت، برخورداری از قدرت عضلانی بالاتر برای ورزشکاران به ویژه ورزشکاران رشته‌های ورزشی با این نیاز فیزیولوژیکی، مفید واقع شده و خطر ابتلا به آسیب‌های ورزشی عضلانی را نیز در آن‌ها کاهش می‌دهد (۱۰).

به طورکلی، انعطاف‌پذیری عضلات برای بهینه‌سازی استفاده از قدرت و سرعت بالای پا در تکواندوکاران ضروری می‌باشد (۸) و یکی از مؤلفه‌های مهم در بالا آوردن سریع پا برای رسیدن به سر حریف و کسب امتیاز به شمار می‌رود و در صورت عدم وجود آن، علاوه بر اجرای ناموفق تکنیک، می‌تواند منجر به آسیب‌دیدگی شود (۱۱). در همین راستا، شیوع آسیب‌ها در تکواندوکاران کانادایی شرکت‌کننده در مسابقات ملی، ۱۶۶/۷ آسیب در هر ۱۰۰۰ ورزشکار در معرض آسیب، شایع‌ترین محل آسیب، اندام تحتانی (۴۶/۵ درصد) و بیشترین نوع آسیب نیز استرین گزارش شد (۱۲). این آمار در تکواندوکاران مرد نخبه ایرانی، ۱۴۸/۴ آسیب در هر ۱۰۰۰ ورزشکار در معرض آسیب، شایع‌ترین محل آسیب، اندام تحتانی (۶۸/۴ درصد) و بیشترین نوع آسیب نیز استرین عضلانی (۱۲/۷۸ درصد) و مفصلی (۸/۲۷ درصد) عنوان شده است (۱۳).

نقش انعطاف‌پذیری در اجرای بهتر حرکات در مبارزه یا کیوروگی (Kiu Rogi) به خوبی مشخص گردیده است (۹). به عبارت دیگر، بهبود انعطاف‌پذیری، امکان حرکت به شکل بهتر و کامل‌تری را برای بدن در نمایش ضربات پیشرفته فراهم می‌کند (۱۲). انعطاف‌پذیری نه تنها در اجرای مهارت‌های ویژه حرکتی تکواندو اهمیت دارد، بلکه پیشرفت‌های اخیر طب ورزشی تأییدکننده این نکته است که انعطاف‌پذیری در تأمین تندرستی و سلامت عمومی و بهبود و ارتقای آمادگی جسمانی نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۱۴، ۵). تمرینات کششی در جلوگیری از پوکی استخوان در تکواندوکاران نقش مهمی ایفا می‌کند (۱۰)، این امر با کاهش صدمات و آسیب‌های وارد آمده به عضلات و مفصل ران، سبب می‌شود تکواندوکاران طول عمر بیشتری را در دوره قهرمانی تجربه نمایند (۱۵).

با توجه به شیوع بالای آسیب در ورزش تکواندو، بهبود عملکرد و پیشگیری مؤثرتر از آسیب‌ها در این ورزش، از اهداف مهم فدراسیون و مربیان این ورزش می‌باشد. در این راستا، آموزش تمرینات مناسب کششی همچون کشش با روش PNF و یا بهره‌گیری از تمرینات قدرتی در جهت بهبود انعطاف‌پذیری تکواندوکاران ضروری به نظر می‌رسد. تحقیقات محدودی به بررسی تأثیر تمرینات کششی با روش PNF بر انعطاف‌پذیری عضلات و مفاصل تکواندوکاران حرفه‌ای و مقایسه و ترکیب آن با تمرینات قدرتی پرداخته‌اند (۱۶). از این‌رو، پژوهش حاضر با هدف تعیین و مقایسه اثر تمرینات قدرتی، تمرینات کششی به روش PNF و ترکیبی از این دو گروه تمرینات بر دامنه حرکتی ضربه پا و انعطاف‌پذیری بافت‌های انقباضی و غیر انقباضی در تکواندوکاران مرد نخبه ایرانی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع نیمه تجربی بود که به صورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون بدون گروه شاهد انجام شد. جامعه آماری را تکواندوکاران مردی تشکیل دادند که در سطح حرفه‌ای فعالیت داشتند و حایز مقام‌های اول تا سوم در انتخابی تیم ملی کشور در سال ۱۳۹۹ بودند و تعداد آن‌ها طی اعلام رسمی نتایج مسابقات کشوری، ۲۵ نفر بود. از این تعداد، ۲۴ نفر مطابق با جدول Morgan به عنوان حجم نمونه به صورت داوطلبانه و در دسترس و با تکمیل فرم رضایت آگاهانه وارد تحقیق شدند. علاوه بر کسب مدال در مسابقات ذکر شده، معیار ورود تکواندوکاران شامل برخورداری از سلامت جسمانی بود؛ به طوری که کلیه آزمودنی‌ها قبل از اجرای پروتکل پژوهشی ارزیابی شدند. ابتلا به هرگونه مشکلات پاسچری و اسکلتی- عضلانی و بدشکلی‌های پایین تنه همچون زانوی پرانتزی (Genu varum) و ضربدری (Genu valgum)، صافی و گودی کف پا، پیچش درشت نئی (Tibial torsion)، پیچ‌خوردگی مزمن مچ پا، شکستگی، دررفتگی، شکستگی استرسی، استئوآرتریت، شین‌اسپلینت، دردهای ساق و پا به عنوان متغیرهای خروج در نظر گرفته شد.

ملاحظات اخلاقی: کلیه مراحل پژوهش توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی گیلان مورد تأیید قرار گرفت. تمام شرکت‌کنندگان در صورت احراز شرایط همکاری در مطالعه، فرصت داشتند تا موافقت خود برای این همکاری را اعلام نمایند. جزییات تحقیق شامل هدف و نحوه صحیح اجرای آزمون به داوطلبان توضیح داده شد و از افراد علاقمند به همکاری، رضایت‌نامه آگاهانه کتبی اخذ گردید.

روش اجرای آزمون: از آن‌جایی که در اجرای ضربه پا در تکواندو، علاوه بر انعطاف‌پذیری عوامل دیگری همچون کسب مهارت نیز می‌تواند مؤثر باشد، در جهت تعدیل اثر متغیرهای مخدوشگر، دامنه حرکتی مفصل ران در حالت‌های غیر فعال و فعال بررسی و با دامنه حین اجرای ضربه پا مقایسه گردید. همچنین، به منظور مقایسه اثر تمرینات قدرتی، کششی با روش PNF و ترکیبی، آزمودنی‌ها به صورت تصادفی به سه گروه ۸ نفره قرار تقسیم شدند. با توجه به محدود بودن تکواندوکاران حرفه‌ای، امکان افزایش حجم نمونه نبود. تمرینات کشش به روش PNF، قدرتی پرس پا و ترکیبی، به مدت هشت هفته، سه جلسه در هر هفته و هر جلسه ۴۵ دقیقه در سالن ورزشی دانشگاه گیلان اجرا شد.

پروتکل تمرینات در ادامه آمده است.

گرم کردن: ۷ دقیقه دوی نرم همراه با حرکات کششی مربوط به اندام تحتانی

۱۱ دقیقه تمرینات اصلی: در گروه تمرینات کششی با روش PNF، هر کشش از سه مرحله تشکیل شد. مرحله اول شامل یک انقباض ایزومتریک حداکثر در عضلات همسترینگ (آنتاگونیست) بود و این انقباض در مقابل مقاومتی که از طرف یار کمکی وارد می‌شد، صورت می‌گرفت. مرحله دوم که طی آن یار کمکی پا را به آرامی به سمت کشش بیشتر در عضلات همسترینگ هدایت می‌نمود. در مرحله سوم آزمودنی ران خود را به طور فعال به فلکشن می‌برد و یار کمکی با احتیاط به او کمک می‌کرد. تعداد دفعات تکرار ۴ مرتبه و زمان استراحت بین هر مرحله از تمرین نیز ۲ دقیقه بود (۱۷).

در گروه تمرینات قدرتی به شیوه هرمی (افزایش تدریجی بار و کاهش تعداد تکرار تا رسیدن به قدرت بیشینه در دوره آخر) در قالب پنج دوره با ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه (1RM) (۱۰ تکرار، برای گرم کردن)، دور دوم با ۸۵ درصد 1RM (معادل ۶ تکرار)، دور سوم با ۹۰ درصد 1RM (معادل ۴-۳ تکرار)، دور چهارم با ۹۵ درصد 1RM (معادل ۳-۲ تکرار) و دور پنجم با ۱۰۰ درصد 1RM (معادل یک تکرار)، تمرینات مربوط به گروه خود را با استراحت حدود ۳ دقیقه بین هر ست اجرا نمودند (۱۸).

در گروه سوم (گروه تمرینات ترکیبی)، مدت زمان انقباض و استراحت و تمام مراحل تمرینات کششی PNF مشابه گروه اول و همچنین، تمرینات قدرتی این گروه نیز کاملاً مشابه تمرینات گروه دوم بود.

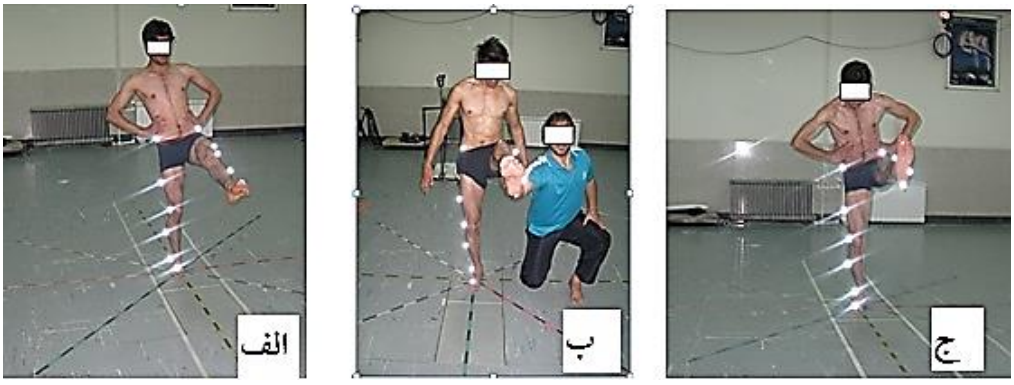
سرد کردن: در پایان، ۵ دقیقه تمرینات بازگشت به حالت اولیه انجام شد که بیشتر شامل حرکات آرام و ریلکسیشن بود.

در هر دو آزمون (پیش‌آزمون یک روز قبل از شروع تمرینات و پس‌آزمون یک روز بعد از اتمام تمرینات انجام شد) برای برآورد دامنه حرکتی فعال و غیر فعال، پای غالب آزمودنی بدون خم شدن زانو به سمت بالا آورده شد. جهت اندازه‌گیری دامنه حرکتی فعال، آزمودنی صاف و کشیده در محل کالیبره شده دوربین ایستاد و در حالی که دست‌هایش به کمر بود، پای غالب خود را با سرعت زیاد و بدون خم شدن زانو بالا می‌آورد و دامنه حرکتی آن به وسیله دوربین پرسرعت (Vicon، انگلستان) با فرکانس نمونه‌برداری ۲۰۰ هرتز ضبط می‌شد (شکل ۱، قسمت الف). به منظور اندازه‌گیری دامنه حرکتی غیر فعال فلکشن ران، آزمودنی صاف و کشیده در محل کالیبره شده دوربین ایستاد و در حالی که دست‌ها نزدیک کمر بود، پای غالب خود را آزاد و شل نگه می‌داشت و در همین حال فرد کمک‌کننده که در کنار آزمودنی ایستاده بود، پای او را به نرمی و با آرامش تا سر حد امکان (تا جایی که تعادل آزمودنی به هم نخورد) بدون خم شدن زانو به سمت بالا می‌آورد و دامنه حرکتی آن به وسیله دوربین پرسرعت ضبط گردید (شکل ۱، قسمت ب). برای اندازه‌گیری دامنه حرکتی در ضربه پا، آزمودنی صاف و کشیده در محل کالیبره شده دوربین می‌ایستاد و در حالی که دست‌ها به کمر بود، پای غالب خود را با سرعت زیاد و بدون خم شدن زانو سه بار پشت سر هم بالا می‌آورد و دامنه حرکتی آن به وسیله دوربین پرسرعت ضبط می‌شد (شکل ۱، قسمت ج).

داده‌های دوربین با استفاده از نرم‌افزار Vicon Nexus ابتدا در حالت استاتیک ذخیره گردید (شکل ۲، قسمت الف) تا امکان انجام سایر مراحل وجود داشته باشد. سپس مرحله پاپلاین نمودن و سایر فرایند تحلیل داده‌ها انجام گرفت. جهت به دست آوردن دامنه حرکتی‌های مختلف به وسیله نرم‌افزار، زاویه بین ران‌های پا از حالت استاتیک تا بیشترین زاویه باز شدن ران اندازه‌گیری گردید (شکل ۲، قسمت ب).

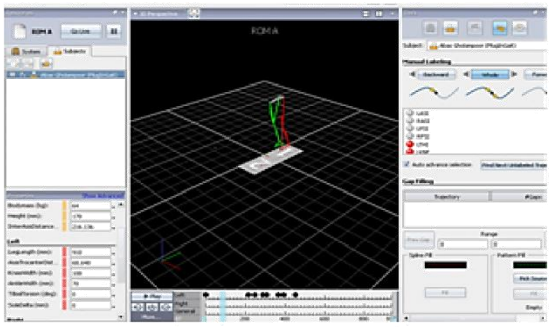
مکان قرارگیری نشانگرها: در تمام مواردی که داده‌های کینماتیکی ثبت می‌شد، ۱۶ نشانگر بر روی دو پای فرد و طبق پروتکل Plug-in Gait قرار گرفت. نشانگرها بر روی هر دو پا بر روی ابتدای استخوان کف پایی دوم، قوزک خارجی پا، بخش میانی خارجی ساق، اپی‌کندیل خارجی ران، بخش خارجی- میانی ران، خار خاصره قدامی فوقانی و خار خاصره خلفی فوقانی (۱۶) قرار داده شد.

ابزارهای اندازه‌گیری: از قدسنج دیواری Frolic (چین) با دقت ۱ میلی‌متر تا مقیاس ۲۰۰ سانتی‌متر جهت اندازه‌گیری قد، کولیس (مدل۲۰۰-۱۱۰۸، چین) به منظور اندازه‌گیری عرض زواید استخوانی زانو و مچ پا، متر نواری (چین) با دقت ۱ میلی‌متر تا مقیاس ۱۵۰ سانتی‌متر برای اندازه‌گیری طول پا [از بالای تاج خاصره (Pelvis) تا قوزک داخلی مچ پا]، ترازوی دیجیتالی جهت برآورد وزن، از چهار دوربین Vicon (انگلستان) با نرخ نمونه‌برداری ۲۰۰ هرتز و ۱۶ نشانگر منعکس‌کننده نور به منظور سنجش دامنه حرکتی فعال و غیر فعال و حرکت جرک، از کرونومتر (شرکت Q&Q، ژاپن) با دقت اندازه‌گیری ۰/۰۱ ثانیه برای نگهداری مدت زمان انقباض و استراحت آزمودنی‌ها و چسب دورو برای چسباندن نشانگر به پوست بدن استفاده گردید.

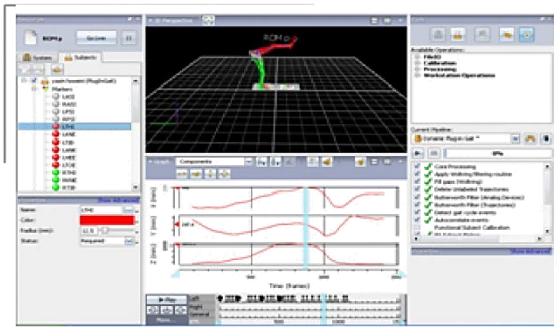


شکل ۱. ثبت دامنه حرکتی فعال (الف)، غیر فعال (ب) و در طی ضربه پا (ج)

http://jrrs.mui.ac.ir



الف



ب

شکل ۲. حالت استاتیک برای انجام حرکت دامنه حرکتی فعال ران (الف)، حالت استاتیک برای انجام حرکت دامنه حرکتی فعال ران (ب)

در بخش توصیفی از میانگین و انحراف معیار به منظور توصیف نمونه‌های آماری استفاده شد. در بخش استنباطی نیز جهت بررسی توزیع نرمال داده‌ها، از آزمون Shapiro-Wilk، برای مقایسه مقادیر پیش‌آزمون گروه‌ها از آزمون ANOVA، به منظور بررسی اختلاف درون‌گروهی از آزمون Paired t و جهت مقایسه مقادیر پس‌آزمون بین گروهی از آزمون ANCOVA با کنترل اثر پیش‌آزمون استفاده گردید. در نهایت، داده‌ها در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ (version 21, IBM Corporation, Armonk, NY) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. $P < ۰/۰۵$ به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

اطلاعات دموگرافیک ۲۴ تکواندوکار در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول ۱. مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها

متغیر	مقدار (میانگین ± انحراف معیار)
سن (سال)	۲۷/۷۷ ± ۱/۰۴
قد (سانتی‌متر)	۱۸۲/۱۱ ± ۵/۰۵
وزن (کیلوگرم)	۷۷//۰۰ ± ۶/۲۷
شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۳/۲۲ ± ۱/۱۶
مدت فعالیت در رشته تکواندو (سال)	۷/۴۰ ± ۱/۳۴
مدت فعالیت رسمی در سطح ملی (سال)	۲/۵۰ ± ۱/۱۴

بر اساس نتایج آزمون Shapiro-Wilk، داده‌های مورد بررسی از توزیع نرمال پیروی کرد ($P > ۰/۰۵$). بنابراین، از آزمون‌های پارامتریک جهت بررسی داده‌ها استفاده گردید. دامنه حرکتی فعال، غیر فعال و دامنه طی اجرای ضربه پا در مفصل ران در سه گروه در جدول ۲ ارایه شده است. نتایج آزمون ANOVA نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین مقادیر پیش‌آزمون در دامنه حرکتی فعال ($F = ۲/۶۴$ ،$P = ۰/۰۵۷$)، دامنه حرکتی غیر فعال ($F = ۲/۳۱$ ،$P = ۰/۰۶۲$) و ضربه پا ($F = ۲/۰۹$ ،$P = ۰/۰۵۱$) میان سه گروه وجود نداشت. مقایسه مراحل پس‌آزمون و پیش‌آزمون گروه تمرینات کششی با روش PNF حاکی از آن بود که اختلاف معنی‌داری در دامنه حرکتی فعال ($t = ۱/۳۵$ ،$P = ۰/۰۲۲$)، دامنه حرکتی غیر فعال ($t = ۳/۴۳$ ،$P = ۰/۰۱۷$) و ضربه پا ($t = ۲/۱۴$ ،$P = ۰/۰۰۵$) وجود داشت.

در گروه تمرینات مقاومتی، در دامنه حرکتی غیر فعال هیچ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($t = ۱/۴۲$ ،$P = ۰/۰۵۷$)، اما در دامنه حرکتی فعال ($t = ۱/۹۲$ ،$P = ۰/۰۰۶$) و همچنین، در اجرای ضربه پا ($t = ۱/۳۲$ ،$P = ۰/۰۱۴$) اختلاف معنی‌داری وجود داشت. در گروه ترکیبی، در دامنه حرکتی فعال ($t = ۱/۱۹$ ،$P = ۰/۰۲۳$)، غیر فعال ($t = ۱/۱۷$ ،$P = ۰/۰۲۱$) و طی اجرای ضربه پا ($t = ۸/۳۰$ ،$P = ۰/۰۳۰$) اختلاف معنی‌داری وجود داشت.

به منظور بررسی مقادیر پس‌آزمون شاخص‌های مورد بررسی در گروه‌های تجربی، ابتدا جهت بررسی برابری واریانس‌ها از آزمون Levene استفاده شد. نتایج نشان داد که گروه‌ها از واریانس‌های برابری برخوردار هستند و سطح معنی‌داری برای هر یک از گروه‌های مورد بررسی بیشتر از ۰/۰۵ بود. بنابراین، به منظور حذف اثر مقادیر پیش‌آزمون گروه‌ها، از آزمون MANCOVA جهت مقایسه مقادیر پس‌آزمون گروه‌ها استفاده گردید.

آزمون ANCOVA با حذف اثر پیش‌آزمون مقایسه تغییرات، دامنه حرکتی فعال، غیر فعال و طی اجرای ضربه پا را در بین هر سه گروه در پس‌آزمون بررسی نمود که نتایج معنی‌دار بود [$P < ۰/۰۵$، Eta = ۹ (فعال)، Eta = ۱۲ (غیر فعال) و Eta = ۱۶ (ضربه پا)]. بررسی همه مقایسه‌های زوجی (Pairwise Comparisons) ممکن بین گروه‌های متغیر مستقل نشان داد که گروه تمرینات ترکیبی در حرکت فعال ۹ درصد، حرکت غیر فعال ۱۲ درصد و طی ضربه پا ۱۶ درصد تغییرات دامنه حرکتی می‌تواند به احتمال ناشی از اجرای تمرینات ترکیبی (قدرتی- کششی) باشد (شکل ۳).

بحث

پژوهش حاضر با هدف بررسی و مقایسه اثر تمرینات قدرتی، کششی به روش PNF و ترکیبی بر دامنه حرکتی فعال، غیر فعال و دامنه حرکتی ضربه پا در مفصل ران تکواندوکاران مرد نخبه ایران انجام گردید. نتایج نشان داد که هر سه نوع تمرین منجر به افزایش معنی‌دار دامنه حرکتی فعال و اجرای ضربه پا شد. همچنین، به جزء تمرینات قدرتی، دو تمرین دیگر تأثیر معنی‌داری بر دامنه حرکتی غیر فعال نداشت.

در جستجوی صورت گرفته، مطالعه‌ای که بر تأثیر سه نوع تمرین قدرتی، کشش به روش PNF و ترکیب آن‌ها در تکواندو بپردازد، یافت نشد؛ هرچند مشخص شده است که تمرینات کششی با روش PNF، سبب افزایش دامنه حرکتی مفصل زانو و همچنین، افزایش پرش عمودی در تکواندوکاران می‌شود (۱۹).

جدول ۲. مقایسه دامنه حرکتی فعال، غیر فعال و ضربه پا در سه گروه تمرینات قدرتی، کششی Proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) و ترکیبی طی مراحل پیش‌آزمون و پس‌آزمون

گروه	دامنه حرکتی	دامنه حرکتی مفصل ران (درجه)				آماره t	مقدار P (مقایسه با پیش‌آزمون)
		پیش‌آزمون (میانگین± انحراف معیار)	مقایسه مقادیر پیش‌آزمون فعال بین گروه‌ها	مقایسه مقادیر پیش‌آزمون غیر فعال بین گروه‌ها	مقایسه مقادیر پیش‌آزمون ضربه پا بین گروه‌ها	پس‌آزمون (میانگین± انحراف معیار)	
قدرتی	فعال	۸۲/۴ ± ۳/۳	P = ۰/۰۵۷، F = ۲/۶۴	P = ۰/۰۶۲، F = ۲/۳۱	P = ۰/۰۵۱، F = ۲/۰۹	۹۴/۳ ± ۲/۲	۱/۹۲	*۰/۰۰۶
	غیر فعال	۸۶/۶ ± ۴/۵				۹۲/۳ ± ۶/۱	۱/۴۲	۰/۰۵۷
	ضربه پا	۹۱/۹ ± ۳/۲				۹۸/۸ ± ۱/۲	۱/۳۲	*۰/۰۱۴
کشش به	فعال	۸۶/۴ ± ۴/۹۵				۹۵/۵ ± ۲/۳	۱/۳۵	*۰/۰۲۲
روش PNF	غیر فعال	۸۵/۲ ± ۲/۱				۹۷/۵ ± ۳/۲	۳/۴۳	*۰/۰۱۷
	ضربه پا	۹۰/۱ ± ۵/۲				۱۰۱/۶ ± ۴/۶	۲/۱۴	*۰/۰۰۵
ترکیبی	فعال	۸۶/۸ ± ۷/۲				۹۷/۳ ± ۶/۴	۱/۱۹	*۰/۰۲۳
	غیر فعال	۸۹/۹ ± ۳/۲				۱۰۲/۳ ± ۱/۲	۱/۱۷	*۰/۰۲۱
	ضربه پا	۹۱/۱ ± ۶/۸				۱۰۳/۶ ± ۷/۸	۸/۳۰	*۰/۰۳۰

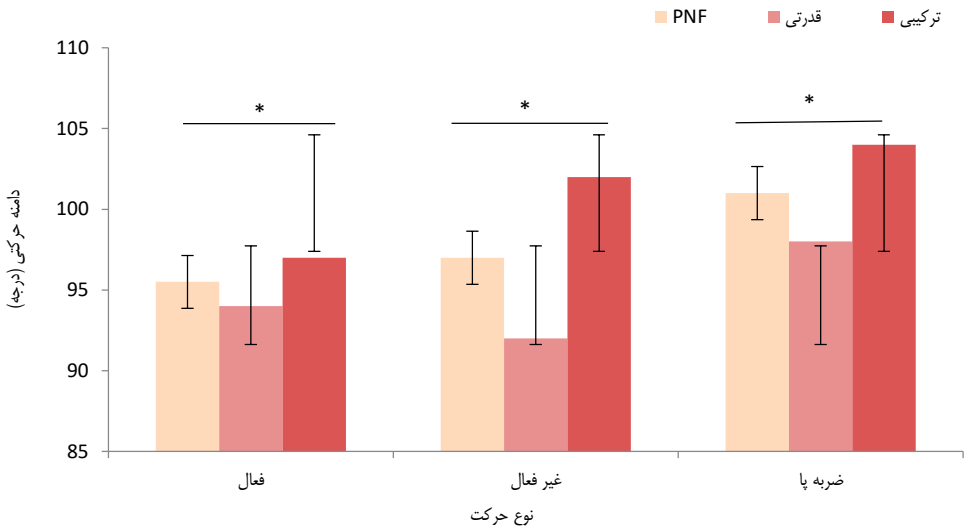
PNF: Proprioceptive neuromuscular facilitation

*P < ۰/۰۵

یکی از ویژگی‌های تمرینات کششی به روش PNF، وجود یک بخش انقباض ایزومتریک در این تمرینات است. هدف اصلی این تمرینات، افزایش دامنه حرکتی از طریق تسهیل گیرنده‌های حس عمقی می‌باشد و در مرحله حفظ انقباض، انجام انقباض ایزومتریک ممکن است نیرو را در دامنه‌های حرکتی افزایش دهد.

یکی از علل این افزایش قدرت، شاید افزایش سریع‌تر قدرت نسبت به محیط عضله طی مراحل اولیه تمرین قدرتی است که می‌تواند نشانه فراخوانی عوامل غیر مورفولوژیک (عصبی) در این تمرینات باشد (۲۰).

گفته می‌شود جزء قدرتی در تمرینات هرچند کوتاه مدت مانند فاز حفظ انقباض ایزومتریک در تمرینات کششی به روش PNF، می‌تواند تنش ویژه عضله (Special muscle tension)، محتوای بافت پیوندی، زاویه آرایش پری شکل عضله (Pennate muscle angle of arrangement) و رابطه گشتاور-طول عضله را تحت تأثیر قرار دهد (۱۹). این شاخص‌ها به تنهایی و یا درکنار یکدیگر، می‌تواند تمایز آشکاری را بین قدرت بیشنه افزوده عضله ایجاد نماید (۲۱). اگر فردی به حالت طاق‌باز دراز کشیده باشد، بلند کردن ناگهانی پای وی به حالت کشیده به سمت بالا توسط یک فرد دیگر (به صورت غیر فعال)، منجر به مقاومت رفلکسی پا خواهد شد؛ چرا که حرکت سریع و غیر فعال پا سبب کشش عضلات اکستنسور ران و فعال شدن رفلکس کششی بر اثر مخابره پیام در آوران‌های اولیه (Iα) دوک عضلانی می‌شود و نتیجه، انقباض عضله همسترینگ برای جلوگیری از تغییر طول این عضله خواهد بود (۲۲).



شکل ۳. مقایسه مقادیر پس‌آزمون دامنه حرکتی فعال، غیر فعال و حین ضربه پای تکواندو در گروه‌های مورد بررسی

*وجود تفاوت معنی‌دار در سطح P < ۰/۰۵

http://jrrs.mui.ac.ir

تمرینات کششی PNF با تعدیل فعالیت دوک عضلانی و سازگاری‌های چسبندگی- ارتجاعی کلاژن و الاستین درون واحد عضله، تاندون و رباط، می‌تواند موجب افزایش انعطاف‌پذیری عضله شود (۲۳).

اعتقاد بر این است که فعالیت‌های بدنی مانند تمرینات قدرتی سنگین که تنش‌های عضلانی زیادی به وجود می‌آورند، می‌توانند منجر به افزایش نیروی انقباضی بیشینه (Maximal contraction force) در عضله شوند (۲۳). تمرینات بدنی می‌تواند هم سازگاری عصبی و هم عضلانی را تحریک کند که این امر باعث افزایش نیروی عضلانی می‌شود (۲۴). از این‌رو، افزایش نیروی انقباضی بیشینه تنها به دلیل افزایش سطح مقطع عضله یا حجم عضله اتفاق نمی‌افتد، بلکه افزایش اتصال عصبی- عضلانی نیز در افزایش حداکثر نیروی انقباضی حاصل از تمرین مشارکت می‌کند (۲۴). توسعه قدرت بیشینه از طریق افزایش در سائق عصبی شکل می‌گیرد و می‌تواند بدون افزایش اندازه عضله نیز به وجود آید. بدین ترتیب، نه تنها اندازه عضله و شکل ظاهری آن، بلکه عصب‌گیری یا ایجاد سازگاری در ساختارهای عصبی نیز از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده حداکثر قدرت انقباضی عضله به شمار می‌رود (۲۳). یکی از گیرنده‌های عمقی، دوک عضلانی (Muscle spindle) می‌باشد که در بطن عضله قرار دارد و اطلاعات مربوط به مقدار و سرعت تغییر طول عضله را به دستگاه عصبی ارسال می‌کند. گیرنده‌های حسی دوک عضلانی از دو طریق «طویل شدن کل عضله و انقباض قسمت‌های انتهایی فیبرهای داخل دوک» تحریک می‌شوند و هر دو سبب کشیدگی قسمت میانی دوک و تحریک گیرنده می‌شود (۲۲).

ضربات پا در تکواندو به تولید انفجاری نیرو نیاز دارد. در این ضربات، پا به صورت ناگهانی به سمت بالا کشیده می‌شود و این امر موجب کشش عضله همسترینگ و در نتیجه، تحریک گیرنده‌های حسی دوک عضلانی می‌شود. انجام تمرینات قدرتی در عضلات چهار سر و همسترینگ در تکواندوکاران، می‌تواند علاوه بر افزایش کارایی عضله در برابر حرکات ناگهانی، سبب انقباض قسمت‌های انتهایی فیبرهای داخل دوک عضلانی و در نتیجه، کشیدگی قسمت میانی دوک و تحریک گیرنده شود. زمانی که دوک عضلانی سالم باشد، به دلیل همکاری وابران‌های آلفا و گاما در زمان انقباض، عضله می‌تواند نیروی خود را در سطح مورد نظر حفظ نماید و در صورتی که دوک عضلانی آسیب دیده باشد، به دلیل عدم همکاری آلفا و گاما، سطح نیرو کاهش پیدا می‌کند (۲۵). در تمرینات قدرتی، دوک‌های عضلات پای تکواندوکاران به دلیل همکاری نورون‌های حرکتی آلفا و گاما برای حفظ نیروی پا آموزش داده می‌شوند. از این‌رو، علاوه بر تمرینات کششی به روش PNF، تمرینات قدرتی نیز احتمالاً می‌تواند سبب تسهیل عصبی- عضلانی شود. ترکیب این دو تمرین با یکدیگر سبب افزایش تسهیل عصبی- عضلانی و در نتیجه، افزایش معنی‌دار دامنه‌های حرکتی نسبت به دو تمرین دیگر شده است.

محدودیت‌ها

در پژوهش حاضر فقط مردان نخبه تکواندوکار شرکت نمودند و با توجه به این که هدف مطالعه، ارزیابی عملکرد قهرمانان این رشته بود، تعداد آزمودنی‌ها محدود بود.

پیشنهادها

پیشنهاد می‌شود تأثیر تمرینات مورد نظر در بهبود دامنه حرکتی سایر مفاصل، انواع سطوح ورزشی و نیز در سنین مختلف و دو جنس بررسی و اندازه‌گیری گردد.

نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد ترکیب تمرینات قدرتی با تمرینات کششی به روش PNF بیش از هر یک از این تمرینات به صورت منفرد، بتواند دامنه حرکتی ضربه پا را در تکواندوکاران نخبه ارتقا دهد.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر با شماره ثبت ۳/۱۳۲/۳۹۳۶ و کد اخلاق IR.GUMS.REC.1396.284، می‌باشد. بدین وسیله از همه تکواندوکاران شرکت‌کننده در تحقیق تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

نقش نویسندگان

طراحی و ایده‌پردازی پروژه: ندا بروشک، حسین راشدی، محمدرضا باتوانی
جذب منابع مالی برای انجام پروژه: ندا بروشک، حسن آشنا، محمدرضا باتوانی
خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی پروژه: حسین راشدی، محمدرضا باتوانی، ندا بروشک، حسن آشنا
فراهم کردن تجهیزات و نمونه‌های مطالعه: حسین راشدی، محمدرضا باتوانی
جمع‌آوری داده‌ها: حسین راشدی، محمدرضا باتوانی
تحلیل و تفسیر نتایج: ندا بروشک، محمدرضا باتوانی، حسین راشدی
خدمات تخصصی آمار: ندا بروشک، محمدرضا باتوانی
تنظیم دست‌نوشته: ندا بروشک، محمدرضا باتوانی
ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی: حسین راشدی، محمدرضا باتوانی، ندا بروشک، حسن آشنا
تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله: حسین راشدی، محمدرضا باتوانی، ندا بروشک، حسن آشنا
مسؤولیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخگویی به نظرات داوران: حسین راشدی، محمدرضا باتوانی، ندا بروشک، حسن آشنا

منابع مالی

مطالعه حاضر یک پروژه مستقل است که با همکاری همه نویسندگان با شماره ثبت ۳/۱۳۲/۳۹۳۶ و کد اخلاق IR.GUMS.REC.1396.284، بدون حمایت مالی انجام گردید.

تعارض منافع

نویسندگان دارای تعارض منافع نمی‌باشند.

References

1. Siff MC. Training routines: Flexibility in sport. South African Journal of Sports Medicine 2007; 19(1): 2-6.
2. Cejudo A. Lower Extremity Flexibility Profile in Basketball Players: Gender Differences and Injury Risk

Identification. Int J Environ Res Public Health 2021; 18(22).
3. Kok SQ. Effect of PNF and dynamic stretching on kicking techniques among taekwondo beginners. [BSc Thesis]. Kuala Lumpur, Malaysia: Tunku Abdul Rahman University College; 2018
4. Alizadeh S, Daneshjoo A, Zahiri A, Anvar SH, Goudini R, Hicks JP, et al. Resistance training induces improvements in range of motion: A systematic review and meta-analysis. Sports Med 2023; 53(3): 707-22.
5. Morton SK, Whitehead JR, Brinkert RH, Caine DJ. Resistance training vs. static stretching: Effects on flexibility and strength. J Strength Cond Res 2011; 25(12): 3391-8.
6. Elsangedy HM, Oliveira GTA, Machado DGDS, Tavares MPM, Araujo AO, Krinski K, et al. Effects of self-selected resistance training on physical fitness and psychophysiological responses in physically inactive older women: A randomized controlled study. Percept Mot Skills 2021; 128(1): 467-91.
7. Bambaeichi E, Rahnama N, Mahmoudi F. The effect of combined training (balance and resistance) on balance, flexibility and motor function in patients with Parkinson. Studies in Sport Medicine 2014; 5(14): 45-58. [In Persian].
8. Boroushak N, Eslami M, Kazemi M, Daneshmandy H, Johnson JA. The dynamic response of the taekwondo roundhouse kick to head using computer simulation. Ido Movement for Culture 2018; 18: 54-60.
9. Kashefi T, Daneshjoo A, Mousavi Sadati SK. The effect of a course of up-cholugi and yup-chagi exercises on the kinematic indices of the knee and the incidence of bow-leggedness (Genu varum) in professional taekwondo practitioners. J Sport Biomech 2021; 6(4): 214-25. [In Persian].
10. Mailapalli D, Benton J, Woodward TW. Biomechanics of the taekwondo axe kick: A review. J Hum Sport Exerc 2015; 10(1): 141-9.
11. Kazemi M, Shearer H, Su Choung Y. Pre-competition habits and injuries in Taekwondo athletes. BMC Musculoskelet Disord 2005; 6(1): 26.
12. Rahnama N, Nazarian A, Batavani MR, Batavani M. Incidence and mechanism of acute injuries in Iranian professional men taekwondo competitors in 2008 super league. Research on Biosciences and Physical Actiuity 2015; 2(3): 55-62. [In Persian].
13. Sindic M, Macak D, Todorovic N, Purda B, Batez M. Effect of Integrated Neuromuscular Exercise in Physical Education Class on Health-Related Fitness in Female Children. Healthcare (Basel) 2021; 9(3).
14. Iwamoto J. A role of exercise and sports in the prevention of osteoporosis. Clin Calcium 2017; 27(1): 17-23. [In Japanese].
15. Alter MJ. Science of Flexibility. Champaign, IL: Human Kinetics; 1996.
16. Choi GJ. The effcts of static and pnf stretching on range of motion and jump performance in the taekwondo player. The Journal of the Korea institute of electronic communication sciences 2013; 8(11): 1771-6.
17. Burgess T, Vadachalam T, Buchholtz K, Jelsma J. The effect of the contract-relax-agonist-contract (CRAC) stretch of hamstrings on range of motion, sprint and agility performance in moderately active males: A randomised control trial. S Afr J Sports Med 2019; 31(1): v31i1a6091.
18. Sayyah A, Asghari E, Arazi H. The effects of two loading patterns of resistance training (skewed pyramid & reverse step) on some physical and physiological capabilities of non-athlete men. Turkish Journal of Kinesiology 2021; 7(4): 123-31.
19. Gardiner PF. Neuromuscular Aspects of Physical Activity. 1st ed. Trans. Gharakhanlou R, Azad A. Nor-e Giti Publications; 2017; p. 275. [In Persian].
20. Leonard CT. The neuroscience of human movement. 1st ed.Tehran, Iran: Imam Hossein University Publications; 2005. p. 26-7. [In Persian].
21. Marek SM, Cramer JT, Fincher AL, Massey LL, Dangelmaier SM, Purkayastha S, et al. Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. J Athl Train 2005; 40(2): 94-103.
22. Aagaard P, Simonsen EB, Andersen JL, Magnusson P, Dyhre-Poulsen P. Neural adaptation to resistance training: changes in evoked V-wave and H-reflex responses. J Appl Physiol (1985) 2002; 92(6): 2309-18.
23. Hammett JB, Hey WT. Neuromuscular adaptation to short-term (4 weeks) ballistic training in trained high school athletes. J Strength Cond Res 2003; 17(3): 556-60.
24. Boroushak N, Rashedi H, Anbarian M. Physiology of nerve and muscle. 1st ed. Tehran, Iran: Avay-e Zahoor Publications; 2015. [In Persian].
25. Batavani MR, Dehghani F, Zolaktaf V. The comparison and association of incidence and severity of exercise-induced injuries among various genotypes of ACTN3 in Iranian male elite weightlifters. Med J Mashad Univ Med Sci 2022; 65(4): 1400-13. [In Persian].

DOI: 10.48305/jrrs.2023.42112.1067 Published by Vesnu Publications

Modulation of the Hip Range of Motion for Kick Following Combination Exercise in Iranian Elite Male Taekwondo Players: Quasi-Experimental Study

Neda Boroushak[1], Hosein Rashedi[2], Mohammadreza Batavani[3], Hassan Ashena[4]

Original Article

Abstract

Introduction: aekwondo is one of the most famous martial arts in the world; according to its rules, kicks have full points. The purpose of this research was to investigate and compare the effect of strength and stretching with the method of proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) and their combined exercises on the range of motion (ROM) of kicks as a factor related to sports injuries in Iranian elite male taekwondo players.

Materials and Methods: The current research was semi-experimental. The statistical sample of the study was 24 Iranian elite male taekwondo players who entered the study voluntarily, were available, and completed the informed consent form. To compare the effect of three methods of strength training, stretching with PNF method, and combined on hip joint active, passive, and kick ROM, the subjects were divided into three groups of 8 people. The subjects underwent an 8-week training program consisting of three 45-minute gym sessions per week. Statistical analysis was performed using Shapiro-Wilk descriptive and inferential methods, correlated t, multivariate analysis of covariance (ANCOVA), and pairwise comparisons. Moreover, the level of significance in the present study was considered 0.0505.

Results: All three types of exercises significantly increased the hip joint active and kick ROM. Besides, two other exercises significantly affected the passive ROM except for strength exercises.

Conclusion: It seems that the combination of strength exercises with stretching exercises (PNF) can improve the ROM of the kick in elite taekwondo players more than each of these exercises alone.

Keywords: Strength training; PNF stretching; Range of motion; Taekwondo

Citation: Boroushak N, Rashedi H, Batavani M, Ashena H. **Modulation of the Hip Range of Motion for Kick Following Combination Exercise in Iranian Elite Male Taekwondo Players: Quasi-Experimental Study.** J Res Rehabil Sci 2023; 19: 12-9.

Received date: 30.04.2023 Accept date: 02.06.2023 Published: 06.07.2023

1- Assistant Professor, Department of Sports Biomechanics, Sport Sciences Research Institute, Tehran, Iran
2- Lecturer, Department of Physical Education, School of Medicine, Hamedan University of Medical Sciences, Hamedan, Iran
3- Assistant Professor, Center of Physical Education, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
4- Lecturer, Department of Exercise Physiology, School of Physical Education and Sports Sciences, Islamic Azad University, Lamerd Branch, Fars, Iran
Corresponding Author: Mohammadreza Batavani; Assistant Professor, Center of Physical Education, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran; Email: batavani@iut.ac.ir