Journal of
Biomechanics and technology in sport

Vol. 1, No. 1, Winter 2026

Research Paper

The Effect of PAPE, Dynamic, and General Warm-Up Protocols on Lower Extremity Joint Angular Velocity During Instep Kicking in Female Futsal Players from Kerman

Narges Rastin[1] Mohammadtaghi Amiri Khorasani*[2] Mohammad Reza Amirseyfaddini[2]

1. MSc of Sport Biomechanics, Department Sports Pathology and Biomechanics Department, Faculty of Sport Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
2. Associated Professor, Department Sports Pathology and Biomechanics Department, Faculty of Sport Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

Citation Rastin N, Amiri-Khorasani M, Amirseyfaddini MR. The effect of PAPE warming up method on angular velocity of lower extremity joints during instep kicking on female futsal players of Kerman City (In Persian). Journal of Biomechanics and technology in sport. 2026;1(1). [70-87].

doi: 10.22103/jbts.2025.26227.1002

Keywords

Lower Extremity

Futsal

Instep Kicking

Warm up

PAPE

ABSTRACT

Introduction The aim of this study was to investigate the effect of the PAPE warm up method on lower extremity kinematics during instep kicking in female futsal players in Kerman.

Methods Eighteen female futsal players with a mean age of 21 ± 0.2 years were selected from 240 players as the statistical sample. The kinematic parameters of the lower extremities (angular velocity of the hip, knee, and ankle joints, as well as ball velocity) were measured during the forward movement and impact phases. Data normality was confirmed by the Shapiro-Wilk test, and a one-way ANOVA with a significance level of 0.05 was used for analysis.

Results The results showed that ball velocity and the angular velocity of the hip and knee joints in the PAPE group were higher than in both the dynamic and general warm-up groups. The lowest angular velocity was related to the general warm-up group. Statistical analysis revealed a significant difference in joint angular velocity (hip, knee, and ankle) between the dynamic and general methods, as well as between the PAPE and general methods ($p < 0.05$). However, no significant difference was observed between the dynamic and PAPE groups. Similarly, for ball velocity, no significant difference was found between the PAPE and dynamic groups, but a significant difference existed between the dynamic and general groups and between the PAPE and general groups ($p < 0.05$).

Conclusion According to the results, it is recommended that the two warm-up methods (PAPE and dynamic) be used more than the general method because they increase the angular velocity of the joints and the velocity of the ball.

Received: 2025/11/03

Accepted: 2025/11/28

Available Online:2026/04/05

**Corresponding Author*

Mohammadtaghi Amiri Khorasani, Associated Professor
Address: Department Sports Pathology and Biomechanics Department, Faculty of Sport Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
Email: amirikhorasani@uk.ac.ir

Journal of
Biomechanics and technology in sport

Extended Abstract

Introduction

Futsal is a form of football played between two teams of five players, with more than 1.1 million participants worldwide. It is an intermittent team sport with high physical, technical, and tactical demands. Key physical abilities for successful performance include speed, power for shooting, agility, and repeated sprint ability.

The instep kick is one of the most important skills in futsal, used for short and long passes as well as penalty kicks. Players need a balanced combination of low, moderate, and maximal intensity shots during a match. Understanding sport-specific demands is the first step in training programming. Previous studies have focused on the biomechanics of maximal instep kicks, reporting that high ball speed is associated with high foot speed (16–22 m/s). Success depends on distance to target, kick type, and technique, all of which can be examined biomechanically.

Warm-up is widely recognized as essential for physical and mental readiness and injury prevention. Different sports require specific warm-up methods. Post-activation performance enhancement (PAPE) is a warm-up method where heavy or moderate strength exercises acutely increase subsequent explosive performance. PAPE improves neuromuscular function and muscle power output. Dynamic warm-up involves controlled limb movements through the full range of motion, increasing joint range, body temperature, blood flow, and nerve impulse transmission. Dynamic movements that mimic sport-specific patterns also enhance coordination.

In this study, we examined a variable loading method using elastic bands combined with leg extension exercise during a PAPE warm-up. This technique varies the load across the joint range of motion, unlike constant-load free weights. PAPE is an individualized phenomenon requiring a balance between fatigue and activation, influenced by training history, rest duration, and exercise intensity.

Method

This quasi-experimental and applied study was conducted with 240 female futsal players from Kerman, Iran. From this population, 18 players from the university league were selected through convenience sampling, and each participant served as her own control in a counterbalanced design. After obtaining ethics approval and written informed consent, all participants underwent a one-repetition maximum (1RM) test for the leg extension exercise (quadriceps) one week before the main testing. For the post-activation performance enhancement (PAPE) warm-up, a high-resistance elastic band was calibrated so that the resistance could be set to 80% of each player's individual 1RM. The main testing protocol was spread over three consecutive days. The 18 players were divided into three groups of six, and each group performed all three warm-up conditions in a different order to eliminate order effects. The general warm-up consisted of five minutes of slow running on a treadmill at 8-9 km/h, followed by three minutes of lower-body stretching and five sit-ups. The PAPE warm-up included ten minutes of walking and running, after which each participant performed one set of dynamic leg extension at 80% of her 1RM using a leg extension machine combined with an elastic band; this was followed by two minutes of rest. The dynamic warm-up comprised ten bounding steps, ten reverse bounds, ten single-leg deadlifts, ten direct kicks per leg, and forward high-knee exercises over ten

yards. For kinematic analysis, a skin-based marker motion analysis system was used. Seven reflective markers were placed on specific bony landmarks of the dominant leg, which was determined for each player by a futsal kicking test (all participants were right-footed). Marker placement followed the standard Plug-in-Gait method. Each player then kicked a stationary futsal ball placed three meters from a small goal with maximum power, and the kick that produced the highest ball speed was selected for analysis. Ball speed was calculated from the linear speed of the foot just before impact. One minute of rest was given between three kicks to avoid fatigue. The Shapiro-Wilk test was used to check normality of the data, and a one-way repeated-measures ANOVA followed by Bonferroni post-hoc tests was applied to compare the three warm-up conditions. The significance level was set at ($p < 0.05$).

Result

Descriptive and inferential statistical methods were used. Descriptive statistics (mean, standard deviation) were calculated. The Shapiro-Wilk test assessed normality of the data. A one-way repeated-measures ANOVA compared the three warm-up conditions (general, dynamic, PAPE) followed by Bonferroni post-hoc tests. Levene's test checked homogeneity of variances. Significance was set at $p < 0.05$. Graphs were created with Excel 2016 and statistical computations with SPSS 22.

The participants' demographic characteristics (mean ± SD) were as follows: age 21 ± 0.2 years, height 158.9 ± 0.68 cm, body mass 65 ± 0.5 kg. The Shapiro-Wilk test showed that all dependent variables were normally distributed across the three conditions ($p > 0.05$). Levene's test confirmed homogeneity of variances for all variables ($p > 0.05$).

The one-way repeated-measures ANOVA revealed no significant differences between the dynamic warm-up and the PAPE warm-up for hip, knee, or ankle angular velocities, nor for ball speed ($p > 0.05$). However, both the dynamic and PAPE warm-ups produced significantly higher angular velocities at all three joints and significantly greater ball speed compared to the general warm-up ($p < 0.05$). The general warm-up consistently yielded the lowest mean values for all variables. In summary, both PAPE and dynamic warm-up protocols had comparable positive effects on joint angular velocities and ball speed, and both were superior to the general warm-up. Therefore, these two methods are recommended for warm-up in futsal training.

Discussion

The main finding of this study was that both PAPE and dynamic warm-ups significantly increased joint angular velocities and ball speed compared to a general warm-up, with no significant difference between the two methods. This suggests that both protocols are effective strategies for improving instep kicking performance in female futsal players.

Ball speed is a key biomechanical indicator of successful kicking, influenced by multiple factors. The greater angular velocity of the knee during the eccentric phase before the kick, followed by high concentric velocity, reflects the stretch-shortening cycle phenomenon. Faster eccentric and concentric contractions reduce thermal energy loss and convert more energy into kinetic form. The stored elastic energy in muscle depends on the magnitude and speed of stretch, which likely contributed to the superior performance in the PAPE and dynamic conditions compared to the general warm-up.

Although the precise mechanisms of PAPE are not fully understood, several major mechanisms have been proposed: neuromuscular changes, increased myosin light chain phosphorylation enhancing actin-calcium

sensitivity, and structural factors such as muscle pinnation angle and cross-sectional area. The primary cause appears to be neural adaptation, including recruitment of high-threshold motor units that are often inactive in untrained individuals. Voluntary maximal contractions may also reduce Golgi tendon organ inhibition through autogenic inhibition, allowing greater force production. Previous research has shown that pre-stretch contractions are more effective than static stretching for increasing muscle length and joint range of motion. Both PAPE and dynamic warm-ups likely share common physiological pathways, such as increased muscle temperature, improved nerve conduction, and enhanced coordination through movement-specific rehearsal. This study had several limitations, including a relatively small sample size, focus only on female players, and lack of control for skill level. Future studies with larger samples, male participants, and different skill levels are needed to confirm and extend these findings.

Conclusion: Both PAPE and dynamic warm-ups are effective and comparable methods for acutely improving lower-limb kinematics and ball speed in female futsal players, and both are superior to general warm-ups. Coaches and practitioners can use either method to prepare players for explosive kicking actions during training or competition.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

The study was conducted in full compliance with ethical guidelines and principles governing research involving human participants. Prior to participation, all subjects were thoroughly informed about the study's objectives and procedures and provided their written informed consent voluntarily. Furthermore, the study was designed to ensure the safety and well-being of participants, with no anticipated risks or adverse effects.

Funding

This research did not require external funding and was conducted with institutional support from University of Kerman.

Authors' contributions

All authors contributed equally to the study design, data collection and analysis, interpretation of the results, and drafting of the manuscript.

Conflict of interest

The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

مقاله پژوهشی

تأثیر سه روش گرم کردن PAPE، پویا و عمومی برسرعت زاویه‌ای مفاصل اندام تحتانی در حین شوت روی پای بازیکنان فوتسال دختر شهر کرمان

نرگس راستین[۱]، محمدتقی امیری خراسانی[۲*]، محمدرضا امیرسیف الدینی[۲]

۱.کارشناس ارشد بیومکانیک ورزشی، گروه آسیب‌شناسی و بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

۲.دانشیار بیومکانیک ورزشی، گروه آسیب‌شناسی و بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

Citation Rastin N, Amiri-Khorasani M, Amirseyfaddini MR. The effect of PAPE warming up method on angular velocity of lower extremity joints during instep kicking on female futsal players of Kerman City (In Persian). Journal of Biomechanics and technology in sport. 2026;1(1). [70-87].

doi: 10.22103/jbts.2025.26227.1002

چکیده

مقدمه: هدف این پژوهش، تأثیر سه روش گرم‌کردن PAPE، پویا و عمومی بر سرعت‌زاویه‌ای مفاصل‌اندام‌تحتانی و سرعت‌توپ در حین شوت‌روی‌پای بازیکنان فوتسال دختر می‌باشد.

روش پژوهش: ۱۸ بازیکن دختر فوتسال شهر کرمان با میانگین‌سنی (۰/۲ ± ۲۱) به‌صورت داوطلب از بین ۲۴۰ بازیکن به عنوان نمونه‌آماری انتخاب شدند. سرعت زاویه‌ای مفاصل ران، زانو، مچ‌پا و سرعت‌توپ در لحظه‌ی حرکت روبه‌جلوی پای ضربه اندازه‌گیری شد. برای مقایسه‌ی داده‌ها از آزمون آنالیزواریانس یک‌طرفه با اندازه‌گیری‌مکرر و جهت مقایسه‌ی تفاوت‌های بین‌گروهی ، آزمون-تعقیبی‌بونفرونی استفاده شد($p<۰/۰۵$).

یافته‌ها: یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که سرعت‌توپ و سرعت‌زاویه‌ای مفصل(ران، زانو و مچ پا) در گروه گرم‌کردن PAPE به ترتیب از دو گروه پویا و عمومی بیشتر می‌باشد و کمترین سرعت‌زاویه‌ای مربوط به گروه عمومی می‌باشد؛ همچنین تفاوت‌های بین‌گروهی گویای این است که بین سرعت‌زاویه‌ای مفصل(ران، زانو و مچ پا) در سه گروه(PAPE ،پویا وعمومی)، سطح معناداری بین روش پویا با عمومی، روش PAPE با عمومی و عدم اختلاف معناداری بین گروه پویا وPAPE حاصل شد. و همچنین متغیر دیگر تحقیق، سرعت-توپ در بین گروه PAPE با پویا اختلاف چشمگیری مشاهده نشد ولی بین گروه پویا با عمومی و روش PAPE با عمومی تفاوت معنی‌داری وجود داشت.

نتیجه‌گیری: پیشنهاد می‌شود از دو روش‌گرم‌کردن (PAPE و پویا) نسبت به روش عمومی بیشتر استفاده شود، چون باعث افزایش سرعت زاویه‌ای مفاصل و سرعت‌توپ می‌شود.

کلمات کلیدی:

اندام تحتانی

فوتسال

شوت زدن

گرم کردن

PAPE

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۱۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۱۷

تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۱/۱۶

***نویسنده مسئول:**

محمدتقی امیری‌خراسانی، دانشیار

آدرس: گروه آسیب‌شناسی و بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان،

پست الکترونیکی: amirikhorasani@uk.ac.ir

مقدمه

ورزش فوتسال شکلی از فوتبال می باشد که ما بین دو تیم پنج نفره برگزار میگردد(۲۰) و بیش از ۱/۱ میلیون نفر در سراسر جهان به ورزش فوتسال مشغول می باشند(۱۳). علاوه براین فوتسال یک ورزش تیمی با شدت متناوب است که باعث افزایش نیاز بدنی، تکنیکی و تاکتیکی در بازیکنان میشود(۱۱)؛ همچنین برخی از توانایی‌های جسمانی تعیین‌کننده برای عملکرد موفقیت آمیز در فوتسال شامل سرعت، سطح قدرت جهت شوت، تکل، چرخش، تغییر سرعت و تکرار توانایی با حداکثر سرعت دویدن می باشد(۲۰).

شوت روی پا یکی از محبوب ترین و مهم‌ترین مهارت های فوتبال و فوتسال است. بازیکنان فوتسال از این مهارت در شرایط مختلفی همانند گذر از فاصله‌های کوتاه و طولانی و ضربات پنالتی استفاده می کنند. شدت های مختلف شوت زدن یک عامل مهم است به طوری که بازیکنان نیاز به انجام ترکیبی متعادل از شوت های با شدت کند، متوسط و حداکثر در طول بازی دارند. نخستین گام دربرنامه نویسی تمرین آگاهی از نیازهای هر رشته ورزشی است. طراحی برنامه تمرین برای رفع این نیازها و براساس و ویژگی های هریک از بازیکنان از اهمیت زیادی برخوردار است. ورزشکاران برای رسیدن به اوج اجرای ورزشی مجبور به بالابردن سطح هماهنگی، استقامت، قدرت، توان، چابکی و سرعت می باشند(۱).

بسیاری از مطالعات پیشین برروی بیومکانیک شدت بیشینه شوت روی پا متمرکزشده است. لی و همکاران (۲۰۰۶)، گزارش کردند که سرعت بالای توپ، با سرعت بالای پا در طول یک روش ضربه مرتبط است که در حدود ۲۲-۱۶ متر بر ثانیه مشاهده شده است(۲۸). شوت روی پا در کلیه سطوح مختلف (آماتور-نیمه حرفه ای -حرفه ای و نخبه) مورد استفاده قرار می گیرد(۱۰). موفقیت به عوامل مختلفی چون فاصله تا هدف، نوع شوت و تکنیک اجرای شوت بستگی دارد که همگی به وسیله ی آنالیز بیومکانیکی به خوبی قابل بررسی هستند(۱۹).

امروزه اغلب ورزشکاران گرم کردن را بخشی از رشته ی تخصصی خود دانسته و معتقدند که گرم کردن در تمرین و مسابقه به آنان کمک می کند تا با آمادگی جسمانی و روانی بهتری فعالیت کرده و از آسیب‌دیدگی‌هنگام فعالیت نیزجلوگیری می‌شود(۷،۸). نتایج تحقیقات مختلف نشان می‌دهد که ورزشکاران با توجه به نوع و سطح رشته‌ی ورزشی، شیوه‌ی خاص و متعددی از گرم کردن نیاز دارند. PAPE عملکردی (PAPE)[1]نوعی روش گرم کردن که به دنبال حرکات قدرتی سنگین و متوسط عملکرد فرد را در فعالیت های انفجاری پس از آن افزایش و به عنوان بخشی از گرم کردن پویا شناخته شده که موجب افزایش عملکرد عصبی-عضلانی و متعاقب آن افزایش توان تولیدی عضله می‌شود. تعدادی از مطالعات اخیر اصول PAPE را

[1] Post Activation Performance Enhancement

به عملکرد کوتاه مدت محرک و همچنین استفاده از آن به عنوان پایه و اساسی از آن برای ایجاد تغییرات عصبی–عضلانی دراز مدت از طریق تمرین پیچیده اعمال کرده اند. به عبارتی PAPE همان افزایش حاد در سرعت، توسعه نیرو یا توانایی تولید نیرو در اثر انقباض های ارادی و پیش از اجرا (تمرین های مقاومتی با شدت های مختلف) است و همچنین بیان می کند که انقباضات قبلی یک عضله بر عملکرد مکانیکی انقباضات عضلانی متعاقب آن اثر می گذارند، به طوریکه انقباضات عضلانی خسته کننده موجب اختلال در عملکرد عضله می‌شود، اما انقباضات عضلانی غیر خسته‌کننده در بارهای سنگین کوتاه مدت می تواند عملکرد عضله را افزایش داده(۵) و می‌تواند تنش عضلانی متعاقب آن را افزایش دهد(۳).

گرم کردن پویا نوع دیگری از گرم کردن می باشد که شامل حرکت دادن عضو از موقعیت طبیعی تا انتهای دامنه حرکتی و سپس برگرداندن عضو به موقعیت اصلی خود می‌باشد. این کشش نوعی انقباض کنترل شده است که مدت زمان معینی طول می‌کشد و یا به تعداد معینی تکرار می‌گردد(۲۲). پژوهش های گذشته حاکی از آن است که حرکت های کششی پویا قبل از فعالیت، با افزایش محدوده حرکت مفصل و دمای بدن، عملکرد را بهبود می‌بخشد و جریان خون در عضلات فعال را افزایش داده وبه انتقال ایمپالس عصبی سریع تر منجر می‌شود. حرکت های کششی پویا که الگوی حرکتی استفاده شده در یک فعالیت ورزشی را شبیه سازی می کند، احتمالا با فراهم کردن فرصتی برای تمرین مهارت خاص ورزشی، هماهنگی را افزایش می‌دهد. تمرینات مقاومتی با کش به دلیل انرژی ذخیره شده آن در مرحله رفت، باعث ایجاد سرعت بالاتر و همچنین تولید نیروی بیشتر در مرحله بازگشت میشود که از این جهت نیز نسبت به تمرین‌های سنتی عملکرد بهتری داشته و میتواند منجر به افزایش قدرت و هماهنگی بیشتر عضلانی شود(۱۴،۱۶).

در پژوهش حاضر روش الگوی باردهی متغیر که یکی از روش های جدید انجام تمرینات قدرتی است و در چند سال اخیر جایگاه ویژه ای را در بین ورزشکاران و مربیان باز کرده را می سنجیم، در این روش به جای استفاده از وزنه های آزاد که در کل دامنه حرکتی مفصل و یا مفاصل ثابت است از تکنیک هایی استفاده می شود که بار اعمالی بر عضله در دامنه حرکتی آن متغیر است. این تکنیک ها شامل ساخت تجهیزات بدنسازی مدرن گرفته تا اضافه نمودن زنجیر و باند های الاستیک گسترده شده است. در گرم کردن PAPE از ترکیب کش الاستیک و دستگاه جلو ران استفاده کرده و تأثیر آن را می‌سنجیم؛ و در نهایت به طور کلی می‌توان گفت PAPE پدیده ای فردی و پیچیده ای است و به منظور بهره‌وری بیشتر از آن برعملکرد عضله باید بین خستگی و تمرین فعالسازی تعادل برقرار شود که این تعادل تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله سابقه‌ی تمرینی، مدت زمان استراحت و شدت تمرین فعالسازی است(۱۵).

روش‌شناسی پژوهش

شرکت‌کنندگان

پژوهش حاضر به لحاظ روش از پژوهشهای نیمه تجربی و به لحاظ هدف، کاربردی می‌باشد. جامعه‌ی پژوهش حاضر تعداد ۲۴۰ بازیکنان فوتسال دختر شهر کرمان بودند و به منظور دستیابی به اهداف این پژوهش، تعداد ۱۸ بازیکن از میان ۲۴۰ ورزشکار لیگ دانشجویی انتخاب شدند .نمونه‌گیری به روش در دسترس انجام شد و تعداد نمونه‌ها بر اساس محدودیت تعداد بازیکنان لیگ و امکان‌سنجی اجرای پروتکل اندازه‌گیری تعیین گردید. در پژوهش حاضر عواملی همانند وراثت، تغذیه، و روانی خارج از کنترل محقق بوده و دارای شناسه اخلاق IR.UK VET MED.REC.1398.031 می باشد.

ابزار

قبل از شروع تست‌گیری که در آزمایشگاه بیومکانیک دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی شهید باهنر کرمان صورت گرفت، برای تمامی آزمودنی‌ها روند تحقیق، شرایط، سختی کار، خطرات به طور کامل شرح داده شد، و بعد از آن‌ها درخواست شد با تکمیل پرسش‌نامه اطلاعات سلامت فردی و رضایت نامه و امضای فرم به طور آگاهانه و داوطلبانه در تحقیق حاضر شرکت کنند. یک هفته قبل از تست‌گیری، حداکثر قدرت یک تکرار بیشینه (1RM) در حرکت جلو ران با دستگاه (برای عضلات چهارسر ران) با روش آزمون و خطا گرفته شد. برای گرم کردن PAPEاز یک کش الاستیک با مقاومت بالا استفاده شد که کالیبره آن به این صورت بود: کش از ارتفاع ۳ متری با وزنه‌هایی با نسبت معین آویزان و جابجایی ثبت می‌شد. با ضرب وزن وزنه در شتاب گرانش (۹.۸)، نیروی اعمالی محاسبه و سپس با استفاده از نیرو و جابجایی، کار انجام شده و در نهایت ضریب سختی (K) کش محاسبه می‌گردید (۷). سپس در پروتکل PAPE، مقاومت کش بر اساس ۸۰٪ ۱ RMمحاسبه شده برای حرکت جلو ران با دستگاه برای هر آزمودنی تنظیم شد.

شیب خط نشان دهنده ی ضریب ارتجاعی کش است. با توجه به معادله ی بدست آمده می‌توان میزان نیروی کش برای هر آزمودنی را محاسبه کرد:

$$F=K\Delta X$$

روند اجرای پژوهش

برای سهولت در انجام مراحل تست گیری و از بین بردن عوامل مخل (همانند یادگیری، خستگی و غیره)، ابتدا ۱۸آزمودنی را به سه گروه ۶ نفره‌ی A,B,C تقسیم شدند و مراحل آزمون به روش کانتربالانس در سه روز متوالی انجام شد، بدین صورت

که گروهA در روز اول گرم کردن PAPE در روز دوم گرم کردن پویا و روز سوم گرم کردن عمومی، وگروهB در روز اول گرم کردن عمومی و روز دوم گرم کردن PAPE و روز سوم گرم کردن پویا و گروه C روز اول گرم کردن پویا روز دوم گرم کردن عمومی و روز سوم گرم کردن PAPE را انجام می‌دهند(۷). هرروز ۱۸نفر در قالب ۳ گروه، ۳ روش مختلف گرم کردن را انجام دادندکه روش های گرم کردن و شیوه‌ی آن ها در زیر آورده شده است:

۱-گرم کردن عمومی که شامل ۵ دقیقه نرم دویدن با سرعت ۸ تا ۹ کیلومتر برروی تردمیل و پس از آن ۳ دقیقه انجام حرکات کششی روی عضلات پایین تنه می‌پرداختند (هر حرکت ۴-۶ثانیه). در پایان ۵ حرکت نشست و برخاست را اجرا می‌کنند و بعد آزمون شوت بود(۶).

۲- گرم کردن PAP شامل ۱۰ دقیقه راه رفتن و دویدن و به جای کشش، اجرای یک نوبت یک تکراری حرکت جلوی ران با دستگاه پویا با شدت ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه بود(۹) سپس بعد از ۲ دقیقه استراحت برای رفع خستگی احتمالی ناشی از(۲۴) گرم کردن آزمون شوت روی پا به عمل آمد(۷). این روش از ترکیب دستگاه جلو ران و کش الاستیک تشکیل شده که بیشتر مقاومت را کش الاستیک (Sanct band Active Super Loop Band-Black) ساخت کشور آلمان تشکیل می‌داد.

۳-گرم کردن پویا شامل ۱۰گام جهشی و ۱۰جهش معکوس-۱۰ ددلیفت تک پا -۱۰شوت مستقیم با هرپا و آزمودنی ها در این گروه همچنین زانوبلند روبه جلو را در فاصله ی ۱۰یارد انجام می‌دادند(۱۷).

در واقع تمام ۱۸ نفر آزمودنی هر سه شیوه ی گرم کردن را در پایان پروتکل تست گیری انجام دادند که هر فرد با خود مقایسه می‌شود که این امر باعث همسان سازی افراد خواهد شد.از آنجایی که گرم کردن PAPE دارای اضاف بار مقاومتی است، باید از کشی با مقاوت بالا با حداقل تکرار استفاده کنیم. جهت انجام پروتکل(1RM) یک تکرار بیشینه ازمعادله۱محاسبه می‌شود:

$$1RM=W\times(1+(0.033\times r)) \quad (۱)$$

تعداد تکرارها (تا حداکثر تا ۶ تکرار) است(۱۲). r جرم برحسب کیلوگرم و w که در آن هرآزمودنی ۳ست ۳ تکرار را اجرا کردند. در این روش از یک باند الاستیک استفاده شد.

در این پژوهش قبل از اقدام به تست گیری دوربین ها را کالیبره (ایستا و پویا) و پس از اندازه گیری قد و جرم و گرم کردن، از آن ها خواسته شد که با حداقل لباس (لباس ورزشی، یا تنها با یک لباس زیر) باشند تا نسبت به نصب مارکرها در لندمارک-های مورد نظر اقدام شود. از آنجا که در این پژوهش، از سیستم تحلیل حرکت مبتنی بر مارکرهای پوستی استفاده شد، هفت

مارکر انعکاسی روی نقاط آناتومیکی پای برتر نصب شد. ذکر این نکته ضروری است که روش مارکرگذاری پوستی دارای محدودیت‌های ذاتی از جمله حرکت نسبی پوست روی استخوان است که می‌تواند بر دقت داده‌های کینماتیکی تأثیر بگذارد. در این مطالعه سعی شد با نصب دقیق مارکرها بر روی لندمارک‌های استخوانی شناخته‌شده، این خطا به حداقل برسد. هفت مارکر انعکاسی پسیو روی پنجمین مهره کمری(L5) برای تغیرات مرکز جرم، خارخاصره ای قدامی، برجستگی بزرگ استخوان ران، کندیل خارجی استخوان ران، قسمت میانی خارجی درشت نی، قوزک خارجی و سر انتهایی استخوان کف پایی پنجم ، سمت پای برتر آزمودنی ها که همه راست پا بودند، متصل شد (۲۶). نحوه ی انتخاب پای برتر آزمودنی ها بدین صورت بود که فرد برای تعیین پای برتر از روش شوت کردن توپ فوتسال استفاده شد(۲). در این آزمون توپی در مقابل آزمودنی قرار داده شد و از آزمودنی خواسته شد پس از حرکت به سمت توپ، توپ را با پای خود به دورترین نقطه ممکن شوت کند. پایی که آزمودنی با آن توپ را شوت می‌کرد به عنوان پای برتر و پایی که ترجیح می‌داد برای ضربه روی آن بایستد و از پای ضربه زننده حمایت کند، به منزله پای غیر برتر وی در نظر گرفته شد، همچنین برای اطمینان بهتر از آزمودنی‌ها نیز سوال می‌شد.

در مارکرگذاری از روش پلاگ این گیت (Plug-in-gate) که در آنالیز بالینی راه رفتن مورد استفاده قرار می‌گیرد، استفاده شد. بعد از مارکرگذاری آزمودنی جهت انجام حرکت شوت روی پا در محل تعیین شده قرار گرفت و برای جلوگیری از بروز خستگی و بررسی مارکرها بر روی اندام بین هر ۳ شوت یک دقیقه استراحت در نظر گرفته شد. به منظور کاهش حرکات در صفحه فرونتال آزمودنی ها مستقیم پشت توپ در زاویه ی دورخیز صفر درجه قرارگرفتند و به دنبال آن از آزمودنی خواسته شد که یک توپ فوتسال ساکن را که در فاصله ی ۳متری از دروازه به ابعاد۱*۱ متر را با تمام قدرت شوت کند(۲). از بین شوت ها ،یک شوت (شوتی را که بالاترین سرعت توپ، بعد از ضربه را داشته) برای تجزیه و تحلیل انتخاب شد. قابل ذکر است جهت محاسبه سرعت توپ، از رابطه ی بین سرعت خطی پای ضربه بلافاصله قبل از ضربه به توپ، سرعت اولیه ی توپ از فرمول(۱) استفاده گردید (۲).

$$v_{ball} = 1.23 + 2.72 \cdot v_{foot}$$

ضربه روی پا در تعریف مهارت کامل دارای ۴ مرحله است: ۱) باز شدن پا هنگام نوسان به عقب ۲) چرخش هر دو بخش ران و ساق پا به سمت جلو است که موجی چرخش ران و خم شدن ساق می‌شود. ۳) در این لحظه سرعت حرکت ران کاهش می‌یابد و همزمان با آن شتاب ساق پا افزایش می‌یابد و نتیجه اش تماس پا با توپ است. ۴) ادامه‌ی حرکت است. از نظر عملکرد، دو مرحله‌ی میانی مهمترین مراحل به شمار می‌روند(۱۹).

روش آماری

برای تجزیه و تحلیل داده ها از روش های آماری توصیفی و استنباطی استفاده شد. از آمار توصیفی برای تعیین میانگین، انحراف معیار، رسم نمودارها و جداول استفاده شد. از آمار استنباطی نیز، درابتدا برای نرمال بودن داده ها از طریق آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد. سپس برای مقایسه ی داده های ۳ شرایط مختلف، در صورت نرمال بودن داده ها از آزمون انالیز واریانس یکطرفه با اندازه گیری مکرر استفاده شد. جهت مقایسه‌ی تفاوت های بین گروهی برای هر دو شرایط به صورت جداگانه،آزمون تعقیبی بونفرونی بکار گرفته شد.سطح معناداری همه‌ی این آزمون ها $p<۰/۰۵$ در نظر گرفته شد. همچنین برای رسم نمودار ها از نرم افزار Excel 2016 و برای محاسبات آماری از نرم افزار SPSS 22 استفاده شد.

یافته‌ها

ابتدا ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها نشان داده می‌شود، سپس نرمال بودن متغیرهای وابسته با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک مورد بررسی قرار می گیرد. سپس در انتها نتایج تحقیق با استفاده از آزمون تحلیل واریانس یک طرفه با سطح معنا داری ۰/۰۵ مورد تجزیه وتحلیل قرارگرفته و فرضیه‌های تحقیق مورد بررسی قرار می گیرند. ویژگی‌های آزمودنی‌ها شامل سن، جرم و قد در (جدول۱) نمایش داده‌شده است.

جدول۱. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها

شاخص	میانگین± انحراف معیار
سن (سال)	۲۱ ± ۰/۲
قد (سانتی متر)	۱۵۸/۹ ± ۰/۶۸
جرم بدن (کیلو گرم)	۶۵ ± ۰/۵

باتوجه به داده های جدول دموگرافی آزمودنی ها (جدول۱) میانگین و انحراف معیار سن۰/۲ ± ۲۱ سال، و میانگین و انحراف معیار قد۰/۶۸ ± ۱۵۸سانتی متر و میانگین و انحراف معیار جرم۰/۵ ± ۶۵ کیلو گرم بودند. برای بررسی نرمالیتی متغیرهای مورد تحقیق با توجه به تعداد آزمودنی ها که ۱۸ نفر بودند از آزمون شاپیرو-ویلک استفاده شد که این نتایج در تمامی متغیرها نشان از توازن پراکندگی داده ها به صورت نرمال داشت. مقادیر بزرگ تر نشان دهنده‌ی نرمال بودن توزیع آماره‌های هر متغیر می‌باشد و همچنین واحد اندازه گیری سرعت زاویه ای، درجه بر واحد زمان و مدت زمان بر حسب ثانیه است (جدول۲).

جدول ۲. آماره‌های آزمون شاپیرو-ویلک و کاموگروف اسمیرنف

متغیر ها	روش	شاپیرو-ویلک		کلموگروف-اسمیرنف	
		سطح معناداری	آمار	سطح معناداری	آمار
ران	پویا	۰/۵۳۸	۰/۹۵۷	۰/۲۰۰	۰/۰۹۰
	PAPE	۰/۹۹۲	۰/۹۸۶	۰/۲۰۰	۰/۱۰۴
	عمومی	۰/۲۸۶	۰/۹۴۰	۰/۲۰۰	۰/۱۵۶
زانو	پویا	۰/۴۲۹	/۹۵۰	/۲۰۰	۰/۱۱۳
	PAPE	۰/۲۲۹	۰/۹۳۴	۰/۲۰۰	۰/۱۴۳
	عمومی	۰/۸۳۹	۰/۹۷۲	۰/۲۰۰	/۱۰۱
مچ پا	پویا	۰/۰۸۱	/۹۰۸	۰/۱۴۲	۰/۱۷۷
	PAPE	۰/۱۰۱	۰/۹۱۴	۰/۲۰۰	۰/۱۶۷
	عمومی	۰/۲۰۲	۰/۹۳۱	۰/۱۶۳	۰/۱۷۳
سرعت توپ	پویا	۰/۷۰۶	۰/۹۶۵	۰/۲۰۰	۰/۱۲۲
	PAPE	۰/۳۶۲	۰/۹۶۴	۰/۱۰۶	۰/۱۸۵
	عمومی	۰/۱۳۶	۰/۹۲۱	۰/۰۳۳	/۲۱۱

با توجه به اطلاعات به‌دست‌آمده در جدول۲ مشاهده می‌شود که تمام متغیرها در هر سه گروه ورزشی، دارای توزیع نرمال می‌باشند. لذا از آزمون آماری پارامتریک تحلیل واریانس یک طرفه برای بررسی تفاوت‌های درون گروهی و از آزمون تعقیبی بون فرونی جهت بررسی تفاوت های بین گروهی متغیرهای این تحقیق استفاده شد. و برای نشان دادن همسانی واریانس متغیرهای تحقیق از آزمون لون استفاده شد (جدول۳).

جدول۳. آزمون لون (همسانی واریانس‌ها) (df= درجه آزادی)

مفاصل و سرعت توپ	آمار لیون	df(1)	df(2)	sig
مفصل ران	۰/۴۹۹	۲	۵۱	۰/۶۱۰
مفصل زانو	۲/۱۶۰	۲	۵۱	۰/۱۲۶
مفصل مچ پا	۰/۰۴۱	۲	۵۱	۰/۹۵۹
سرعت توپ	۰/۳۰۷	۲	۵۱	۰/۷۳۷

با توجه به مقادیر آماره آزمون ها و اطلاعات نمودار۱ که به مقایسه ی سرعت زاویه ای سه گروه گرم کردن پرداخته است، نشان می‌دهد که سرعت زاویه ای مفصل ران، زانو، مچ پا و همچنین سرعت توپ تفاوت معناداری بین این دو گروه (پویا با PAPE) مشاهده نشده است اما بین دو گروه (پویا با عمومی) و گروه (PAPE با عمومی) تفاوت معناداری وجود دارد و نتایج نشان می‌دهدکه میانگین سرعت زاویه ای سه مفصل مچ، زانو و ران و همچنین سرعت توپ در گروه گرم کردن عمومی نسبت به دو روش دیگر کمتر بوده و گروه PAPE و پویا دارای میانگین بالاتری می‌باشد. درنهایت باتوجه به اطلاعات بدست آمده می‌توان به این نتیجه رسید که پروتکل گرم کردن PAPE و پویا، دارای تأثیر بیشتری بوده و اثرات مشابهی را در فرد بوجود آورده و بهتر است در تمرینات ورزشی جهت گرم کردن از این نوع روش‌ها استفاده شود.

بحث

یافته اصلی این مطالعه نشان داد که هر دو روش گرم کردن PAPE و پویا، در مقایسه با روش عمومی، به طور معنی‌داری منجر به افزایش سرعت زاویه‌ای مفاصل و سرعت توپ شدند. با این حال، بین اثرات این دو روش (PAPE و پویا) تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. این نتایج حاکی از آن است که هر دو پروتکل می‌توانند به عنوان راهکارهای مؤثری برای بهبود عملکرد شوت در بازیکنان فوتسال زن به کار روند. سرعت توپ، شاخصی بیومکانیکی جهت تعیین ضربات موفق می باشد که به عوامل مختلفی مربوط می گردد. گستردگی عوامل مرتبط می‌تواند تفاوت نتایج مطالعات را در مورد سرعت توپ توجیه نماید، که در این راستا شان و وسترهوف (۲۰۰۵) از رابطه طول-تنش دریافتند که طول زیاد عضلات منجر به حداکثر شوت می‌شود، که به احتمال زیاد در مورد این پژوهش (برای گروه PAPE وپویا) صادق است ویکی از دلایل معنادار شدن نتایج هست و با نتیجه‌ی این تحقیق همسو می‌باشد (۱۸).

با توجه به اینکه بیشترین سرعت زاویه‌ای مفصل زانو در مرحله اکسنتریک قبل از شوت مربوط به تمرین با ۸۵ درصد 1RM

است این نتایج به همراه نتایج مربوط به حداکثر سرعت زاویه‌ای مفصل زانو در مرحله کانستریک شوت نشان دهنده پدیده کشش-انقباض می باشد. طبق این پدیده هر اندازه سرعت انقباض اکسنتریک و کانستریک بیشتر باشد اتلاف انرژی گرمایی کمتری اتفاق می‌افتد و انرژی بیشتری به شکل جنبشی تبدیل می گردد. میزان انرژی ذخیره‌شده در عضله به میزان کشش عضله و سرعت کشش بستگی دارد. هرچه سرعت کشش بیشتر باشد میزان انرژی کشسانی عضله بیشتر می‌شود. طبق قضیه کار-انرژی میزان کار انجام‌شده روی عضله با میزان انرژی مکانیکی ذخیره‌شده در آن متناسب است به‌طوری‌که در فرمول کار با توجه به اینکه متغیر سرعت توانِ ۲ گرفته، نسبت به بقیه متغیرها تأثیر بیشتری در میزان انرژی مکانیکی تولیدی دارد(۸).

هرچند سازوکارهای مسئول در پدیدهٔ PAP به طور دقیق شناخته نشده اما سازوکارهای عمده ای برای این پدیده پیشنهادشده است. تغییرات عصبی- عضلانی و شواهد مربوط به Reflex-H2، فسفردار شدن زنجیرهٔ سبک میوزین ۳ (MLC)[۲] که سبب افزایش حساسیت اکتین به+ Ca۲ میشوند و نیز متغیرهای ساختاری شامل زاویه عضلات پری با خط کشش PANG[۳] و سطح مقطع عرضی (CSA)[۴] ازاین دست هستند. علت اصلی افزایش قدرت تطابق در سیستم عصبی می‌باشد. تطابق سیستم عصبی به طرق زیر سبب افزایش قدرت می‌شود: واحدهای حرکتی تندانقباض و بزرگ فقط در مواقعی که به نیروهای بزرگ احتیاج است وارد عمل می‌شوند(۴،۲۷). همچنین تحقیقات نشان دادند که گرم کردن پویا می تواند به طور واضحی خطر آسیب های ورزشی شدید و همین طور ریسک آسیب ناشی از کار بیش از حد را کاهش دهد و نتیجه گرفتند که تمرینات گرم کردن با توسعه قدرت و آگاهی و کنترل عصبی عضلانی در هر دو وضعیت ایستاده و حرکات پویا می تواند در کاهش ریسک آسیب های ورزشی موثر باشد.پیشنهاد شده است که در حین انقباضات ارادی حداکثر، برخی از این واحدها در افراد تمرین نکرده هرگز فعال نمی‌شوند(۲۹). بنابراین تمرین به عنوان راهی برای تسهیل وارد عمل شدن این واحدهای حرکتی تندانقباض و بزرگ می‌باشد. فرآیند برداشتن مهار خود به خودی: بطور طبیعی سازوکارهای فیدبک درونی (مانند اندام وتری گلژی)، بدن را در تولید تنش های بزرگ مهار می‌سازد؛ اما زمانی که از طریق تمرینات قدرتی، بدن در معرض سطوح بالایی از تنش قرار میگیرد، حساسیت این ارگان ها، ممکن است از طریق فرآیند برداشتن مهار خودبه خودی کاهش یابد و به فرد اجازه دهد تا به ظرفیت تولید نیروی حداکثر مطلق بدن نزدیک شود.بسیاری از پژو هش ها بیان کرده اند که که سازوکار مسئول PAPE درون عضله متمرکز شده اما برخی مطالعات هم عنوان کرده اند که PAPE می‌تواند نوعی سازگاری عصبی کوتاه مدت باشد(۲۳) تحقیقات نشان داده است که انقباض پیش از کشش مؤثرترین شیوه برای افزایش طول عضله و دامنه حرکتی مفصل نسبت به

[2] Myosin Light Chain
[3] Plane of Angle's Gnathological Norm
[4] Cross-Sectional Area

کشش ایستایی است برای مثال انقباض تاندون عضلات پشت ران (همسترینگ) در مقابل مقاومت ناشی از کشش باعث افزایش دامنه حرکتی لگن خواهد شد. یک انقباض پیش از کشش به آرامش اعصاب کمک خواهد نمود و همچنین دمای عضله را افزایش می‌دهد و عضله را قابل انعطاف تر وکشش آن را راحت تر و آسا ن تر می‌سازد (۲۳).توافق نظر در مورد مدت زمان تمرینات مقاومتی در یک جلسه تمرین و ارئه‌ی یک نظر قاطع که چه مدت زمانی می‌تواند بیشترین تأثیر را داشته باشد و اینکه تأثیرات جانبی و عوارضی نداشته باشد، وجود ندارد.

به طور کلی، به نظر می‌رسد مکانیسم‌های فیزیولوژیکی مشترکی در پس بهبود عملکرد ناشی از هر دو روش PAPE و پویا وجود دارد. اگرچه روش پویا عمدتاً از طریق فعال‌سازی پدیده کشش-انقباض و افزایش دمای عضلانی عمل می کند، روش PAPE احتمالاً با ایجاد تغییرات عصبی-عضلانی موقت از قبیل افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی با آستانه بالا و حساسیت بیشتر به یون کلسیم، زمینه را برای تولید توان بیشتر در حین اجرای مهارت فراهم می‌سازد. این اشتراک در مسیرهای نهایی بهبود عملکرد می‌تواند توجیه‌کننده عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین این دو روش در مطالعه حاضر باشد.

دلیل ناهم سو بودن نتیجه تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات دیگر درتمرینات مقاومتی نبودن توافق نظر در مورد یک پروتکل تمرینی خاص با مدت و شدت و تعداد جلسات وجنس آزمودنی های مشخص و این که چه مدت و شدتی بیشترین تأثیر را بر کینماتیک پایین تنه و سرعت توپ داشته باشد، هنوز مشخص نیست. مشاهده گردیده که یک پروتکل تمرینی با شدت و مدت خاص افزایش معناداری را در عملکردهای ورزشی داشته و ازسوی دیگر وقتی همان پروتکل با همان وضعیت در تحقیقی دیگربا اندکی تفاوت استفاده شده، تغییر و افزایش معنی داری مشاهده نشده است. احتمال اینکه نتایج تحقیق با نتایج تحقیقات دیگر همسو یا ناهمسو بوده است به دلیل شباهت یا تفاوت آزمودنی ها و یا حتی زمان ومکان انجام تمرینات با سایر تحقیقات می باشد.احتما لا نیرومندسازی به یک تحریک تمرینی مناسب و یک استراحت کافی وابسته است تا اطمینان حاصل شود که خستگی، سبب اختلال در عملکرد نمی‌شود؛ به گونه ای که علاوه بر ایجاد تحریک مناسب و نیرومندسازی، رابط شدت تمرین و استراحت به گونه‌ای باشد که خستگی ایجاد نگردد(۲۱،۱۸). نیرومندسازی به روش های مختلفی صورت می گیرد که رایج-ترین آن‌ها استفاده از انقباضات ارادی بیشینه است بااین‌حال(۲۱)، PAPE با تلاش‌های زیر بیشینه نیز رواج پیداکرده است. در پژوهشی که توسط ویلسون و همکاران در سال ۲۰۱۲ انجام شد، نشان داده شد که شدت‌های ۶۰ تا ۸۴ درصد یک تکرار بیشینه برای PAPE مناسب هستند که برای افراد باتجربه از نوبت‌های بیشتر و برای افراد کم تجربه از نوبت‌های کمتر استفاده می-شود(۲۵). در تحقیق حاضر از یک تکرار زیر بیشینه برای اجرای پروتکل PAPE استفاده شد، با توجه به این مسئله که ریشه ی اصلی قدرت تغییرات عصبی و فراخوانی بیشتر واحد های حرکتی می باشد می توان گفت احتمالا اجرای یک تکرار زیر

بیشینه می تواند باعث تغییرات موقت در فراخوانی واحد های حرکتی و به طور کلی تغییرات عصبی عضلانی بشود که در نتیجه آن شاهد بهبود سرعت زاویه ای مفاصل و سرعت توپ بودیم.

این مطالعه با محدودیت‌هایی روبرو بود که باید در تعمیم نتایج مورد توجه قرار گیرند. حجم نمونه نسبتاً کم، تمرکز مطالعه تنها بر روی بازیکنان زن و کنترل نکردن سطح مهارت بازیکنان از جمله این محدودیت‌ها به شمار می‌روند. بنابراین، انجام مطالعات آتی با حجم نمونه بزرگ‌تر، شامل آزمودنی‌های مرد و با در نظر گرفتن سطوح مختلف مهارتی، برای تأیید و بسط این یافته‌ها پیشنهاد می‌شود.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که روش گرم کردن PAPE همراه با کش الاستیک و گرم کردن پویا تأثیر بیشتری بر برخی از متغیرهای کینماتیکی شوت روی پا و سرعت توپ می‌گذارد و باعث بهبود و افزایش سرعت زاویه ای مفاصل در مرحله‌ی چرخش رو به جلو مهارت شوت پای ضربه می‌شود که بر اساس اصل هماهنگی بین سگمنت ها و مفاصل و در نهایت منجر به افزایش سرعت توپ می‌شود. بطور کلی و با در نظر گرفتن یافته‌های این پژوهش این گونه به نظر می‌رسد به کارگیری انقباض‌های نزدیک بیشینه پیش از اجراهای انفجاری با در نظر گرفتن ویژگی فعالیت متعاقب دارای کارایی بالاتری نسبت به گرم کردن به تنهایی و نرمال می‌باشد و احتمالا می‌توان نتیجه گرفت که سازوکارهای فیزیولوژیکی گرم کردن PAPE و پویا به هم نزدیک می‌باشند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاقی

این مطالعه مطابق با دستورالعمل‌ها و اصول اخلاقی مربوط به پژوهش‌های انسانی انجام شد. شرکت‌کنندگان پیش از آغاز مطالعه به‌طور کامل درباره اهداف و روند تحقیق آگاه شدند و با آگاهی کامل فرم رضایت‌نامه را امضا کردند. همچنین تمامی مراحل تحقیق با رضایت داوطلبانه افراد انجام گرفت.

حامی مالی

نویسندگان از حمایت دانشگاه باهنرکرمان در تسهیل انجام این پژوهش قدردانی می‌کنند. گرچه هیچ بودجه مالی‌ای جهت انجام این مطالعه موردنیاز نبود.

مشارکت نویسندگان

تمامی نویسندگان به‌طور برابر در طراحی مطالعه، گردآوری و تحلیل داده‌ها، تفسیر نتایج و تدوین پیش‌نویس مقاله مشارکت داشته‌اند.

تعارض منافع

نویسنده اظهار می‌دارد که این پژوهش بدون هرگونه رابطه تجاری یا مالی که بتواند به‌عنوان تعارض منابع احتمالی تلقی شود، انجام شده است.

منابع

1. Agha Alinejad H. Timing of Strength Training in Football. 1st ed. Tehran: Donyaye-e-Harekat Publications; 2003. (In Persian)

2. Naseri Rouhani MA. Comparison of the Effect of Stable and Unstable Support Foot on the Kinematics of the Kicking Leg During Soccer Instep Kick in Soccer Players of Shahid Bahonar University of Kerman [master's thesis]. Kerman: Shahid Bahonar University of Kerman; 2015 Jun. Supervisor: Amiri Khorasani MT, Advisor: Amir Seyfaddini MR. (In Persian)

3. Seyedi F, Abdolmaleki A, Anbarian M, Ghahramani R. The Effect of Intensity of a Session of Dynamic Half-Squat on Performance and Electromyographic Activity During Vertical Jump in Adolescent Male Athletes. Journal of Sport Biosciences. 2015;7(3):407-17. (In Persian)

4. Khodabakhshi M. The Effect of 8 Weeks of Resistance Training with Thera-Band on Dynamic Balance of Young Soccer Players. Journal of Sport Biomechanics. 2016 Sep;2(2):43-53. (In Persian)

5. Jafari Moghaddam S, Aminaei M, Marefati H. Comparing the Acute Effect of Voluntary Contractions at Different Intensities and Durations on Explosive Power, Speed and Agility of Soccer Players. Journal of Sport Biosciences. 2016;8(1):35-49. (In Persian)

6. Samani AV, et al. The Effects of Two Methods of Traditional Warm-up and Post-Activation Potentiation on Ground Reaction Forces During Jump Squat Movement. Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences. 2018 Apr-May;23(92):84-92. (In Persian)

7. Rezaei Lori F. The Acute Effect of Post-Activation Potentiation After a Plyometric and a Heavy Resistance Stimulus with Bands on the Kinematic Characteristics of Countermovement Jump in Male Physical Education Students of Shahid Bahonar University of Kerman [master's thesis]. Kerman: Shahid Bahonar University of Kerman; 2018. p. 42-54. Supervisor: Amiri Khorasani MT, Advisor: Amir Seyfaddini MR. (In Persian)

8. Molaee Fard MA. Comparison of 65% and 85% Intensities of PAP Warm-up on Jump Height and Angular Velocity of the Knee Joint in 16-18 Year-Old Male Students of Kerman During Countermovement Jump [master's thesis]. Kerman: Shahid Bahonar University of Kerman; 2018. p. 45-75. Supervisor: Amiri Khorasani MT, Advisor: Amir Seyfaddini MR. (In Persian)

9. Seyedi F, Abdolmaleki A, Anbarian M, Ghahramani R. The Effect of Intensity of a Session of Dynamic Half-Squat on Performance and Electromyographic Activity During Vertical Jump in Adolescent Male Athletes. Journal of Sport Biosciences. 2015;7(3):407-17. (In Persian)

10. Asami, T. and V. Nolte, Analysis of powerful ball kicking , in Biomechanics VIII-B, H. matsui and K. Kobayashi, Editors .1983, champaign , IL:Human kinetics p. 695-700.

11. barbero-Alvarez Jc, soto Vm, Barbero-Alvarez v, Geranela-vera J.match analysis and hert rate of futsal players during competition .J sport Sci. 2008;26:63-73(pub med).

12. Baechle, T.R., Earle, R.W. and Wathen, D. Resistance training. In: BAECHLE, T.R. and EARLE, R.W., eds. Essentials of Strength Training and Conditioning. 2nd edition, Champaign, IL: Human Kinetics, 395-425, 2000.

13. federation international of football Association (FIFA) fifa big count 2006;270 million peaple Active in football. Zurich, switzerland: FIFA communications Divisin information servicess 2007.

14. Ghigiarelli J, Nagle E, Gross F, Robertson R, Irrgang J, Myslinski T. The effects of a 7-week heavy elastic band and weight chain program on upper-body strength and upper-body power in a sample of division 1-A football players .Strength & Conditioning Research. 2009; 23 (3): 756-64.

15. Hage El. R., Zakhem, E. E, Moussa, E. E., & Jacob, C. C. (2011). “Acute effects of heavy load squats on consecutive vertical jump performance”. Science & Sports,26(1), 44-47.

16. Han K, Ricard MD, Fellingham GW. Effects of a 4-week exercise program on balance using elastic tubing as a perturbation force for individuals with a history of ankle sprains. Journal of orthopedic & sports physical therapy.2009; 39(4), 246-255.

17. Holt BW, Lambourne K. The impact of different warm-up protocols on vertical jump performance in male collegiate athletes. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2008 Jan 1;22(1):226-9.

18. Jo E. Influence of recovery duration after a potentiating stimulus on muscular power in recreationally trained individuals. J Strength Cond Res. 2010; 24(2): 343-347.

19. Lees,A., Biomechanics opplied to soccer skills , in science and soccer , T.Reilly , Editor.2002 London :E& FN spon.P.123-134.

20. makaje N, Ruangthai R, Arkarapanthu A, Yoopar P. physiological demonds and activity profiles during futsal match play according to competitive level. J sport med phys fit .2010;52:366-374 pub med.

21. Mitchell CJ. Enhancement of jump performance after a 5-RM squat is associated with post activation potentiation. Eur J Appl Physiol. 2011; 111(8): 1957-1963.

22. o'sullivan, k, murray ,E,Sainsbury,D.(2009). The effect of warm-up, static stretching and dynamic stretching on hamstring flexibility in previously injured subjects. BMS musculoskeletal disorders,10(1).

23. Page P, Ellenbecker T. Strength band training. Human Kinetics 2005.

24. PAULO, C., et al. (2016). "The Vo 2 Kinetics of Maximal and Supramaximal Running Exercises in Sprinters and Middle-Distance Runners".

25. Reardon D. Do changes in muscle architecture affect post-activation potentiation? J Sports Sci Med. 2014; 13(3): 483-492.

26. Winter, D. A. (2009). Biomechanics and Motor Control of Human Movement. John Wiley & Sons.

27. Wikstrom EA, Powers ME, Tillman MD. Dynamic stabilization time after isokinetic and functional fatigue. Journal of Athletic Training 2004;39(3):247.

28. Zernick and Roberts 1978; Li, Nunome et al,2006; Li, 2012.

29. Magalhães, T., Ribeiro, F., Pinheiro, A., and Oliveira, J. (2010). Warming-up before sporting activity improves knee position sense. Physical Therapy in Sport, 11, 86-90.