

Research Paper

## Effects of Various Stretching Protocols on Kinematics Performance Indices of Speed, Agility, and Horizontal Jump in Football Players

Mohammadhossein Noori<sup>1\*</sup> , Sadegh Nejadbagherei<sup>2</sup> , Alireza Gholinejad<sup>3</sup> 

1. Phd of Sport biomechanics, Department of Sports Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.

2. Master of Science in Sports Physiology, Department of Sports Physiology Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Islamic Azad University, Kerman, Iran.

3. Master of Science in Sports Physiology, Department of Sports Physiology Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Islamic Azad University, Kerman, Iran.



**Citation:** Noori M, Nejadbagherei S, Gholinejad A. Effects of Various Stretching Protocols on Kinematic Performance Indices of Speed, Agility, and Horizontal Jump in Football Players (In Persian). *Journal of Biomechanics and technology in sport*. 2026;1(1):[56-69].

 doi: [10.22103/jbts.2025.26337.1007](https://doi.org/10.22103/jbts.2025.26337.1007)

### Keywords

*Ballistic Stretching*  
*Static Stretching*  
*Kinematic Performance*  
*Warm-up*

### ABSTRACT

**Introduction:** The purpose of this study was to analyze the effects of different stretching protocols on kinematic performance indices related to speed, agility, and horizontal jump in male collegiate football players.

**Methods:** Twenty-eight male collegiate football players (mean age:  $21 \pm 0.4$  years) participated in this study. Three protocols were implemented, each following a 5-minute general warm-up jog: 1) Ballistic stretching followed by static stretching (BS-SS); 2) Static stretching followed by ballistic stretching (SS-BS); 3) 10 minutes of soccer passing drills without any specific stretching (SPD). The dependent variables included horizontal jump distance, agility test time, and 30-meter sprint time. Additionally, indices of speed, acceleration, and step frequency were analyzed.

**Results:** The results indicated that in the horizontal jump test, the SS-BS protocol resulted in a significantly greater distance ( $2.247 \pm 0.096$  m) compared to the BS-SS and SPD protocols ( $p < 0.01$ ). Similarly, in the 30-meter sprint test, the SS-BS protocol led to significantly faster times ( $3.544 \pm 0.247$  s) than the other two protocols. Conversely, in the agility test, the SPD protocol was completed in a significantly shorter time compared to the SS-BS and BS-SS protocols ( $p < 0.01$ ).

**Conclusion:** In conclusion, for male collegiate football players, performing static stretching following ballistic stretching (SS-BS) appears to be a more effective warm-up strategy for enhancing performance in high-intensity activities like sprinting and horizontal jumping. However, for activities requiring agility, sport-specific dynamic drills (SPD) may be more beneficial. These findings highlight the importance of tailoring warm-up protocols to the specific demands of the subsequent task.

Received: 2025/11/19

Accepted: 2025/11/30

Available Online: 2026/03/08

*\*Corresponding Author*

Mohammadhossein Noori

Address: Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran;

Email: [mh.noori835@gmail.com](mailto:mh.noori835@gmail.com).

## Extended Abstract

### Introduction

**W**arm-up is an essential component of athletic preparation and plays a critical role in optimizing performance and reducing injury risk. Stretching exercises are among the most commonly used warm-up strategies; however, considerable controversy remains regarding the most effective stretching modality and the optimal sequence of stretching activities before high-intensity exercise. Traditionally, static stretching has been incorporated into warm-up routines because of its potential benefits for flexibility enhancement and injury prevention. More recently, dynamic and ballistic stretching techniques have received increased attention due to their possible positive effects on neuromuscular activation, power production, and athletic performance.

Previous studies have reported inconsistent findings concerning the acute effects of stretching on performance-related variables such as sprinting speed, agility, and jumping ability. While some investigations have demonstrated detrimental effects of static stretching on explosive performance, others have found no significant impairment. Conversely, dynamic and ballistic stretching have frequently been associated with improvements in power output, sprint performance, and agility. Nevertheless, limited research has examined whether the sequence in which static and ballistic stretching are performed influences subsequent athletic performance.

Football is a sport characterized by repeated sprinting, jumping, rapid accelerations, decelerations, and frequent changes of direction. Therefore, identifying the most effective warm-up strategy is of considerable practical importance for coaches and athletes. The present study aimed to compare the effects of three different warm-up protocols on selected kinematic performance indices related to speed, agility, and horizontal jump performance in collegiate male football players. Specifically, the study investigated whether performing static stretching before ballistic stretching or ballistic stretching before static stretching would result in different performance outcomes. In addition, a soccer-specific passing drill protocol was evaluated as a practical alternative warm-up strategy.

### Methods

This study employed a quasi-experimental repeated-measures design. Twenty-eight male collegiate football players voluntarily participated in the investigation. Participants had a mean age of  $21 \pm 0.4$  years, a mean height of  $176.5 \pm 5.2$  cm, a mean body mass of  $72.3 \pm 6.8$  kg, and an average sports participation history of  $8.1 \pm 2.5$  years. All participants were healthy, physically active, and familiar with the testing procedures.

Three warm-up protocols were examined. Each protocol was preceded by a standardized five-minute general warm-up consisting of light jogging and dynamic body movements designed to increase body temperature and prepare participants for exercise.

The first protocol involved static stretching followed by ballistic stretching (SS–BS). The second protocol consisted of ballistic stretching followed by static stretching (BS–SS). The third protocol comprised ten minutes of soccer-specific passing drills (SPD) without any dedicated stretching exercises.

Static stretching exercises were performed for approximately fifteen seconds per movement until participants reached a mild stretching sensation without pain. Ballistic stretching exercises included rhythmic and oscillatory movements intended to progressively increase joint range of motion. The soccer passing drill

protocol involved controlled football-specific passing and movement activities that simulated common game situations.

Following completion of each warm-up condition and a two-minute recovery period, participants performed three performance tests in a fixed order: standing horizontal jump, Illinois agility test, and 30-meter flying sprint test. Each test was completed twice, and the best performance was retained for statistical analysis

Performance data were collected using high-speed video cameras operating at 120 frames per second. Kinematic variables were extracted and analyzed using Kinovea software (Version 23.8). The primary dependent variables included horizontal jump distance, agility time, sprint time, running velocity, acceleration, step frequency, flight angle, and flight time.

Statistical analyses were conducted using repeated-measures analysis of variance (ANOVA) to compare the effects of the three warm-up protocols. Pairwise comparisons were performed using the Least Significant Difference (LSD) post hoc test. Statistical significance was established at  $p < 0.05$  and  $p < 0.01$ .

## Results

The findings revealed significant differences among the warm-up protocols across several performance variables.

In the horizontal jump test, the BS–SS protocol produced the greatest jump distance, with a mean value of  $2.247 \pm 0.10$  m. This performance was significantly superior to both the SS–BS protocol ( $2.165 \pm 0.12$  m) and the SPD protocol ( $2.197 \pm 0.11$  m) ( $p < 0.01$ ). Furthermore, participants demonstrated a greater flight angle following the BS–SS condition, indicating more favorable takeoff mechanics during jumping performance.

Sprint performance was also significantly influenced by warm-up protocol. The BS–SS condition resulted in the fastest 30-meter sprint time ( $3.544 \pm 0.247$  s), outperforming both SS–BS and SPD conditions ( $p < 0.01$ ). Similarly, the highest running velocity ( $8.50 \pm 0.59$  m·s<sup>-1</sup>) and acceleration values ( $2.42 \pm 0.34$  m·s<sup>-2</sup>) were observed under the BS–SS protocol. Additionally, participants required fewer steps during the first ten meters of sprinting following BS–SS, suggesting greater stride efficiency and improved force application during acceleration.

In contrast, the soccer-specific passing drill protocol demonstrated superior performance in the agility test. Participants completed the Illinois agility test significantly faster following the SPD warm-up compared with both stretching protocols ( $p < 0.01$ ). This finding indicates that sport-specific dynamic activities may be particularly effective for preparing athletes for rapid directional changes and agility-related tasks.

The SS–BS protocol generally produced intermediate outcomes. Although performance under this condition was better than some SPD outcomes in explosive tasks, it remained inferior to the BS–SS protocol in sprinting, acceleration, and horizontal jump performance.

Overall, the results suggest that the sequence of stretching exercises significantly influences acute performance responses and that different warm-up strategies may be optimal for different athletic tasks.

## Discussion

The findings of this study indicate that warm-up protocol selection can significantly influence performance outcomes in collegiate football players. The superior performance observed following the BS–SS protocol suggests that ballistic stretching performed before static stretching may enhance neuromuscular readiness

and improve explosive activities such as sprinting and jumping. These results are consistent with previous research highlighting the positive effects of ballistic stretching on acceleration, running velocity, stride efficiency, and jump performance. In contrast, the SPD protocol produced the greatest improvement in agility, likely due to its sport-specific and multidirectional movement characteristics. The lower performance observed in the SS–BS condition may reflect the temporary reduction in neuromuscular responsiveness associated with static stretching performed before explosive movements. Overall, the results suggest that the BS–SS protocol is most effective for improving explosive performance, whereas soccer-specific passing drills are more beneficial for agility development. Therefore, warm-up strategies should be selected according to the specific performance demands of training and competition.

## **Ethical Considerations**

### **Compliance with ethical guidelines**

The study was carried out in strict accordance with ethical standards and regulations for human subject research. All participants provided written informed consent after receiving comprehensive information regarding the study's objectives and procedures. The research protocol was designed to prioritize participant safety, with no potential risks or adverse consequences anticipated.

### **Funding**

This research was supported institutionally by Shahid Bahonar University of Kerman and received no external funding.

### **Authors' contributions**

All authors made equal contributions to the study's design, data acquisition and analysis, interpretation of findings, and the drafting of the manuscript.

### **Conflict of Interest**

The authors declare no commercial or financial relationships that could be interpreted as a potential conflict of interest.

## مقاله پژوهشی

## تأثیر شاخص‌های کینماتیکی عملکرد سرعت، چابکی و پرش افقی پس از اعمال پروتکل‌های کششی مختلف در بازیکنان فوتبال

محمدحسین نوری<sup>۱\*</sup>، صادق نژادباقری<sup>۲</sup>، علیرضا قلی نژاد<sup>۳</sup>

۱. دکتری بیومکانیک ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
۲. کارشناس ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمان، ایران.
۳. کارشناس ارشد، گروه مدیریت ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمان، ایران.



**Citation:** Noori M, Nejadbagherei S, Gholinejad A. Effects of Various Stretching Protocols on Kinematic Performance Indices of Speed, Agility, and Horizontal Jump in Football Players (In Persian). *Journal of Biomechanics and technology in sport*. 2026;1(1):[56-69].

DOI doi: [10.22103/jbts.2025.26337.1007](https://doi.org/10.22103/jbts.2025.26337.1007)

## چکیده

**هدف:** هدف از این پژوهش، تجزیه و تحلیل شاخص‌های کینماتیکی عملکرد سرعت، چابکی و پرش افقی پس از اعمال پروتکل‌های کششی مختلف در بازیکنان فوتبال بود.

**روش‌شناسی:** بیست و هشت بازیکن فوتبال دانشجوی مرد (با میانگین سنی  $21 \pm 0.4$  سال) در این مطالعه شرکت کردند. سه پروتکل اجرا شد که هر کدام پس از ۵ دقیقه دویدن عمومی برای گرم کردن انجام می‌شدند: (۱) کشش بالستیک به دنبال کشش ایستا (BS-SS)؛ (۲) کشش ایستا به دنبال کشش بالستیک (SS-BS)؛ (۳) ۱۰ دقیقه تمرینات پاس فوتبال بدون هیچ‌گونه کششی (SPD). متغیرهای وابسته شامل مسافت پرش افقی، زمان آزمون چابکی و زمان دو سرعت ۳۰ متر بود. علاوه بر این، سرعت، شتاب و فراوانی گام‌ها نیز تحلیل شدند. این پژوهش بر شاخص‌های کلیدی کینماتیکی عملکردی مانند زمان، سرعت، شتاب و فرکانس گام تمرکز دارد و تحلیل زوایای مفصلی و سیکل گام در آن مدنظر نبوده است.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که در آزمون پرش افقی، پروتکل SS-BS به طور معناداری منجر به مسافت بیشتری ( $2/247 \pm 0/096$  متر) در مقایسه با پروتکل‌های BS-SS و SPD شد ( $p < 0/01$ ). به طور مشابه، در آزمون دو سرعت ۳۰ متر، پروتکل SS-BS زمان‌های به طور معناداری سریع‌تری ( $3/544 \pm 0/247$  ثانیه) را نسبت به دو پروتکل دیگر به ثبت رساند. در مقابل، در آزمون چابکی، پروتکل SPD در زمانی به طور معناداری کوتاه‌تری نسبت به پروتکل‌های SS-BS و BS-SS تکمیل شد ( $p < 0/01$ ).

**نتیجه‌گیری:** بر اساس یافته‌های این مطالعه و تحقیقات پیشین، پیشنهاد می‌شود که برای ورزشکاران مرد دانشگاهی در رشته فوتبال، انجام کشش ایستا پس از کشش بالستیک (SS-BS) و پس از دویدن با شدت متوسط، یک روش آمادگی مؤثر برای فعالیت‌های با شدت بالا است.

## کلمات کلیدی:

کشش بالستیک  
کشش ایستا  
عملکرد کینماتیکی  
گرم کردن

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۲۸  
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۰۹  
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۲/۱۷

## \*نویسنده مسئول:

محمدحسین نوری، دکتری بیومکانیک ورزشی  
آدرس: گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.  
پست الکترونیکی: [mh.noori835@gmail.com](mailto:mh.noori835@gmail.com)

## مقدمه

کشش، انعطاف پذیری و گرم کردن همگی با یکدیگر مرتبط‌اند، اما دیدگاه‌های علمی درباره‌ی روابط، کاربردهای صحیح و آثار آن‌ها متفاوت است. پروتکل‌های کششی پیش از تمرین، با وجود نبود شواهد علمی کافی در تأیید برتری یک روش بر دیگری، به‌طور گسترده توسط ورزشکاران استفاده می‌شوند. از همین رو، پروتکل‌های گرم کردن با توجه به ماهیت فعالیت‌های ورزشی گوناگون و تجربه‌ی مربیان و ورزشکاران، متنوع هستند (۱). به‌طور سنتی، گنجانیدن حرکات کششی ایستا در برنامه‌ی گرم کردن بخش جدایی‌ناپذیری از بسیاری از رشته‌های ورزشی محسوب می‌شود. این باور وجود داشته است که کشش ایستا می‌تواند باعث بهبود عملکرد و کاهش خطر آسیب شود (۲-۶). برخی پژوهش‌ها گزارش کرده‌اند که کشش ایستای کوتاه‌مدت (کمتر از ۳۰ ثانیه) ممکن است عملکرد سرعتی را بهبود بخشد، در حالی که کشش ایستای با مدت متوسط تأثیر منفی بر سرعت و چابکی ندارد. این موضوع بیشتر به مدت زمان هر تمرین کششی وابسته است تا تعداد تکرارها (۷). با این حال، اگرچه مفصل از نظر ساختاری قابلیت حرکت پیوسته دارد، دامنه‌ی حرکتی آن ممکن است توسط مقاومت بافت‌های اطراف محدود شود. برای افزایش این دامنه‌ی حرکتی، لازم است بافت‌ها تا حد نهایی خود کشیده شوند؛ این عمل می‌تواند به‌صورت غیرفعال (با نیروی خارجی) یا فعال (با حرکت بدن یا اندام) انجام گیرد. وقتی اندامی به‌صورت بالستیک، سریع و با نیروی زیاد حرکت کند، دامنه‌ی حرکتی حاصل می‌تواند از مقدار به‌دست‌آمده در حرکات کند یا متوسط فراتر رود. تمرین‌هایی که از انقباض‌های متحدالمرکز سریع عضلات مخالف برای ایجاد حرکت استفاده می‌کنند، در دسته‌ی کشش پویا (Dynamic Stretching – DS) قرار می‌گیرند. سرعت اجرای این نوع کشش از حالت آهسته (تکانه‌ی پایین) تا کشش بالستیک (Ballistic Stretching – BS) با تکانه‌ی بالا متغیر است (۸). کشش‌های بالستیک شامل نوسانات سریع و مکرر اندام‌ها بدون مکث در هیچ مرحله‌ای از حرکت است که عضله را وادار به کشیده‌شدن می‌کند (۹). اگرچه این حرکات سریع باعث افزایش طول عضله می‌شوند، اما هم‌زمان رفلکس کششی را نیز فعال می‌کنند و به همین دلیل، در بسیاری از منابع آموزشی توصیه می‌شود که از کشش بالستیک خودداری شود، زیرا ممکن است خطر آسیب دیدگی عضلانی را افزایش دهد (۹). مارکوس و همکاران گزارش کردند که انجام کشش‌های ایستا و بالستیک پیش از تمرینات مقاومتی توصیه نمی‌شود، زیرا باعث کاهش عملکرد تمرینات قدرتی بعدی می‌گردد (۱۰). کشش پویا و بالستیک هر دو از حرکات سریع بدن برای کشش عضله استفاده می‌کنند، اما در کشش پویا، حرکت‌ها بدون جهش یا تکان‌های ناگهانی انجام می‌شود. همچنین، در کشش پویا معمولاً از حرکات خاص رشته‌ی ورزشی با شدت پایین‌تر بهره گرفته می‌شود (۱۱). در حالی که برخی مطالعات از تأثیر منفی کشش ایستا بر عملکرد سخن گفته‌اند، تحقیقات دیگر هیچ اختلالی را در اقتصاد دویدن (۱۲)، زمان دو سرعت (۱۳) یا عملکرد پرش (۱۴، ۱۵) گزارش نکرده‌اند. با این وجود، مشخص شده است که کشش پویا یا بالستیک می‌تواند باعث افزایش توان عضلانی (۱، ۱۶، ۱۷)، چابکی (۱، ۶)، زمان دو سرعت (۱۴، ۱۸) و عملکرد پرش عمودی شود (۱۹). پژوهش‌های جدید در زمینه‌ی کشش، به بررسی تأثیر تکنیک‌های مختلف بر واحد عضله-تاندون (MTU) به‌ویژه در عضله‌ی دوقلوی داخلی ساق پا (Gastrocnemius Medialis) پرداخته‌اند. یافته‌ها نشان می‌دهد که کشش بالستیک عضلات ساق پا موجب افزایش دامنه‌ی

حرکتی دورسی فلکشن (Dorsiflexion ROM) می‌شود، اما تأثیر قابل توجهی بر بافت عضله و تاندون ندارد. افزایش دامنه‌ی حرکتی در اثر کشش بالستیک از ۳۳/۸ تا ۳۷/۸ درجه ( $p=0/0001$ ) بوده است که از افزایش حاصل از کشش ایستا (۳۰/۹ تا ۳۶/۳ درجه،  $p=0/0001$ ) بیشتر بوده است (۲۰، ۲۱). مطالعه‌ی N.T. Kruse و همکاران توصیه می‌کند که ورزشکاران در گرم کردن پیش از مسابقات از کشش پویا به جای کشش ایستا استفاده کنند، به ویژه زمانی که عملکردهایی مانند پرش سریع و حداکثری مورد نیاز است. بر اساس نتایج آن‌ها، کشش پویا به طور معنی داری موجب بهبود متغیرهای سینتیکی مانند نرخ توسعه‌ی نیرو، نیروی اوج و زمان تا-پرش نسبت به کشش ایستا شد (۲۲). از این رو، هدف از پژوهش حاضر عبارت است از: الف) مقایسه‌ی اثرات ترکیب کشش ایستا تا نقطه‌ی کشش (POT) و کشش بالستیک؛ ب) بررسی تأثیر تغییر ترتیب کشش ایستا و بالستیک بر عملکرد سینماتیکی پرش، چابکی و سرعت؛ ج) آزمودن تأثیر تمرینات پاس فوتبال (SPD) که شامل حرکات کششی پویا هستند بر عملکردهای با شدت بالا. در پژوهش حاضر، هدف اصلی بررسی تأثیر پروتکل‌های مختلف گرم کردن بر شاخص‌های عملکردی کینماتیکی است. تحلیل بیومکانیکی عمیق بر اساس زوایای مفصلی، نیازمند سیستم‌های تحلیل حرکت سه بعدی است که می‌تواند موضوعی برای پژوهش‌های آتی باشد.

## روش‌شناسی پژوهش

### شرکت‌کنندگان

این مطالعه از نوع پژوهش‌های نیمه‌تجربی با طرح اندازه‌گیری‌های مکرر بود که با هدف بررسی تأثیر سه پروتکل متفاوت گرم کردن بر شاخص‌های عملکرد ورزشی اجرا شد. متغیرهای وابسته شامل عملکرد در پرش افقی، چابکی، و سرعت دویدن پروازی در مسافت ۳۰ متر بودند. جامعه آماری پژوهش را دانشجویان مرد ورزشکار دانشگاهی تشکیل دادند. نمونه‌گیری به روش در دسترس و با در نظر گرفتن معیارهای ورود و خروج انجام شد. در مجموع، ۲۸ نفر به عنوان نمونه پژوهش انتخاب شدند که مشخصات دموگرافیک آنان در جدول شماره ۱ ارائه شده است. تمامی شرکت‌کنندگان به صورت داوطلبانه در مطالعه حضور یافتند. انتخاب افراد بر اساس معیارهایی نظیر سابقه منظم فعالیت ورزشی، آشنایی با تمرینات کششی، و تجربه قبلی در آزمون‌های عملکردی صورت گرفت. برخورداری از این پیش‌زمینه‌ها از اهمیت بالایی برخوردار بود، زیرا آزمون‌های مورد استفاده در این پژوهش معمولاً در ارزیابی‌های دوره‌ای آمادگی جسمانی این ورزشکاران به کار گرفته می‌شوند. بنابراین، آشنایی قبلی شرکت‌کنندگان با آزمون‌ها موجب کاهش خطاهای احتمالی ناشی از ناآشنایی با روند اجرای آزمون‌ها شد و اعتبار نتایج حاصل را افزایش داد (۲۳).

جدول ۱. مشخصات دموگرافیک شرکت‌کنندگان

متغیر	انحراف معیار $\pm$ میانگین
سن (سال)	$21 \pm 0.4$
قد (سانتی‌متر)	$176.5 \pm 5.2$
وزن (کیلوگرم)	$72.3 \pm 6.8$
سابقه ورزشی (سال)	$5.2 \pm 1.8$

### ابزار

پس از اجرای هر پروتکل گرم کردن و یک دوره استراحت دو دقیقه‌ای، آزمون‌های عملکردی به ترتیب مشخصی اجرا می‌شدند (۲۴). این ترتیب شامل آزمون پرش افقی، آزمون چابکی، و در نهایت آزمون دو سرعت پروازی در مسافت ۳۰ متر بود (۲۵، ۲۶). هر یک از آزمون‌ها دو بار توسط هر آزمودنی انجام می‌شد. به منظور ارزیابی حداکثر توان عملکردی آزمودنی‌ها تحت هر یک از پروتکل‌ها، از بهترین نتیجه (Best Trial) ثبت شده در دو تکرار هر آزمون استفاده گردید. این رویکرد در پژوهش‌های مرتبط با عملکرد ورزشی برای ارزیابی پتانسیل اوج (Peak Performance) رایج است و تأثیر خطاهای تصادفی در یکی از تکرارها را کاهش می‌دهد. به منظور افزایش دقت در اندازه‌گیری‌ها، تمامی مراحل اجرای آزمون‌ها با استفاده از دوربین‌های ویدئویی پیشرفته با قابلیت ضبط ۱۲۰ فریم در ثانیه فیلم‌برداری می‌شد (۲۷). داده‌های تصویری حاصل با بهره‌گیری از نرم‌افزار تخصصی Kinovea نسخه ۸/۲۳ مورد تحلیل کمی قرار گرفتند تا شاخص‌های عملکردی با بالاترین دقت استخراج شوند.

### روند اجرای پژوهش

پروتکل‌های گرم کردن مورد استفاده در این پژوهش به گونه‌ای طراحی شدند که بتوانند به پرسش اصلی تحقیق در خصوص تأثیر ترتیب اجرای حرکات کششی بر شاخص‌های عملکرد ورزشی پاسخ دهند. در پروتکل نخست، شرکت کنندگان ابتدا حرکات کششی ایستا و سپس حرکات کششی بالستیک را اجرا کردند. در پروتکل دوم، ترتیب اجرای حرکات معکوس بود؛ به طوری که ابتدا حرکات کششی بالستیک و سپس حرکات کششی ایستا انجام شد. پروتکل سوم به عنوان گروه کنترل در نظر گرفته شد و صرفاً شامل تمرینات پاس فوتبال بدون انجام هیچ گونه حرکات کششی بود. تمامی پروتکل‌ها پس از یک مرحله گرم کردن عمومی به مدت پنج دقیقه اجرا شدند. این مرحله شامل فعالیت‌هایی نظیر دویدن آهسته و حرکات پویای اندام‌های تحتانی و فوقانی بود که با هدف افزایش دمای بدن و ارتقاء آمادگی عمومی شرکت کنندگان طراحی شده بود. برنامه دقیق مداخلات در قالب سه پروتکل مجزا تنظیم گردید که جزئیات آن در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. مشخصات پروتکل‌های گرم کردن

پروتکل	ساختار اجرایی	مدت اجرا	شدت تمرین
پروتکل ۱ (BS→SS)	۱۰ حرکت کشش بالستیک + ۱۰ حرکت کشش ایستا	۱۵ ثانیه برای هر حرکت ایستا	تا نقطه کشش (POT)
پروتکل ۲ (SS→BS)	۱۰ حرکت کشش ایستا + ۱۰ حرکت کشش بالستیک	۱۵ ثانیه برای هر حرکت ایستا	تا نقطه کشش (POT)
پروتکل ۳ (SPD)	تمرینات پاس فوتبال	۱۰ دقیقه	شدت کنترل شده

اجرای پروتکل‌های مداخله با دقت و تحت نظارت کامل پژوهشگران انجام شد تا از صحت و یکنواختی مراحل اجرا اطمینان حاصل شود. در بخش حرکات کششی ایستا، از شرکت کنندگان خواسته می‌شد هر حرکت را به مدت ۱۵ ثانیه و تا حدی که احساس کشش ملایم ایجاد شود، بدون ورود به محدوده درد، حفظ کنند. در بخش حرکات کششی بالستیک، آزمودنی‌ها موظف بودند با انجام حرکات تاب‌دار و جهشی، دامنه حرکتی خود را به تدریج افزایش دهند. پروتکل مربوط به تمرینات پاس

فوتبال نیز شامل تمرینات ترکیبی پاس کاری و دویدن با توپ بود که با شدت کنترل شده و در شرایط استاندارد اجرا می شد. شرح دقیق تمرینات مورد استفاده در هر پروتکل در جدول شماره ۳ ارائه شده است.

جدول شماره ۳. توصیف تمرینات کششی

توصیف حرکات	نوع تمرین کششی
۱. تاب دادن پا به جلو (Forward Leg Swing)	کشش بالستیک (Ballistic Stretching)
۲. تاب دادن پا به کنار (Sideways Leg Swing)	
۳. زانو بلند سریع (High Knee Kick)	
۴. چرخش تنه به حالت خمیده (Bent-over Torso Twist)	
۵. لانج جانبی (Side Lunges)	
۶. لانج روبه جلو (Forward Lunges)	
۷. تاب دادن بازوها (Arm Swings)	
۸. حرکت پارویی بالا (High Row)	
۹. تاب دادن بازو در سطح قفسه سینه و شانه ها (Chest-Shoulder Arm Swings)	
۱. کشش عضله چهارسر ران در حالت ایستاده (Standing Quad Stretch)	کشش ایستا (Static Stretching)
۲. کشش عضلات کشاله ران (Groin Stretch)	
۳. کشش مانع رو (برای چهارسر) (Hurdler's Stretch - Quadriceps)	
۴. کشش مانع رو (برای همسترینگ)	
۵. کشش لانج زانو زده (Kneeling Lunge Stretch)	
۶. کشش جانبی بالاتنه (Overhead Trunk Side Stretch)	
۷. کشش لانج جانبی ایستا (Side Lunge Static)	
۸. کشش لانج روبه جلو ایستا (Forward Lunge Static)	
۹. کشش اداکتور بلند (Long Adductor Stretch)	
۱۰. کشش سه سر بازویی (Triceps Stretch)	
شامل تمرینات ترکیبی پاس و دویدن با و بدون توپ، با تغییر جهت های مختلف.	تمرینات پاس فوتبال (Soccer Passing Drills)

## روش آماری

در بخش تحلیل آماری، داده های جمع آوری شده با استفاده از روش های پیشرفته آماری مورد بررسی قرار گرفت. به منظور مقایسه اثر سه پروتکل مختلف گرم کردن از تحلیل واریانس با اندازه گیری های مکرر (Repeated-Measures ANOVA) استفاده شد. جهت بررسی تفاوت های زوجی میان و برای مشخص کردن تفاوت های بین گروهی از آزمون تعقیبی LSD بهره گرفته شد. سطح معنی داری در این پژوهش ۰/۰۵ و ۰/۰۱ در نظر گرفته شد. (۲۸).

## یافته ها

نتایج تحلیل های آماری نشان داد که بین پروتکل های مختلف گرم کردن تفاوت های معناداری وجود دارد ( $p < 0/01$ ). در آزمون پرش افقی، پروتکل BS-SS با میانگین  $2/247 \pm 0/10$  متر بیشترین فاصله را ثبت کرد. پس از آن، پروتکل های SPD با میانگین  $2/197 \pm 0/11$  متر و BS-SS با میانگین  $2/165 \pm 0/12$  متر در رتبه های بعدی قرار گرفتند (جدول ۴).

جدول ۴. نتایج آزمون پرش افقی

پارامتر	پروتکل SS-BS	پروتکل BS-SS	پروتکل SPD	سطح معنی داری
فاصله پرش (متر)	۲/۲۴۷ ± ۰/۱۰	۲/۱۶۵ ± ۰/۱۲	۲/۱۹۷ ± ۰/۱۱	p < ۰/۰۱
زاویه پرواز (درجه)	۱۷ ± ۰/۸	۱۶ ± ۰/۹	۱۴ ± ۰/۷	p < ۰/۰۱
زمان پرواز (ثانیه)	۰/۶۵ ± ۰/۰۳	۰/۶۴ ± ۰/۰۴	۰/۶۳ ± ۰/۰۳	p > ۰/۰۵

در آزمون چابکی، پروتکل SPD با میانگین ۱۱/۱۳ ثانیه بهترین عملکرد را ثبت کرد، در حالی که پروتکل‌های SS-BS (۱۱/۵۳۳ ثانیه) و BS-SS (۱۱/۶۷۶ ثانیه) نتایج ضعیف‌تری نشان دادند. در آزمون دو سرعت ۳۰ متری پروازی، پروتکل SS-BS با میانگین ۳/۵۴۴ ± ۰/۲۴۷ ثانیه برترین عملکرد را داشت و در شاخص سرعت نیز با میانگین ۸/۵۰۳ ± ۰/۵۹ متر بر ثانیه از سایر پروتکل‌ها پیشی گرفت. در شاخص شتاب، پروتکل SS-BS با ۲/۴۲ ± ۰/۳۴ متر بر ثانیه<sup>۲</sup> به طور معناداری برتر از دو پروتکل دیگر بود. همچنین در شاخص تعداد گام‌ها در ۱۰ متر نخست، پروتکل SS-BS با میانگین ۵/۳ گام کمترین تعداد را ثبت کرد. از نظر زاویه پرواز نیز پروتکل SS-BS با میانگین ۱۷ درجه عملکرد بهتری نسبت به پروتکل‌های BS-SS (۱۶ درجه) و SPD (۱۴ درجه) داشت (p < ۰/۰۱). هر چند بیشترین فاصله پرواز در پروتکل SPD تفاوت معناداری نشان داد (p < ۰/۰۵)، اما زمان پرواز میان سه پروتکل تفاوت آماری معناداری نداشت (p > ۰/۰۵).

جدول ۵. شاخص‌های سرعت و شتاب

شاخص	پروتکل SS-BS	پروتکل BS-SS	پروتکل SPD	سطح معنی داری
زمان دویدن (ثانیه)	۳/۵۴۴ ± ۰/۲۴۷	۳/۸۵۸ ± ۰/۲۸۸	۴/۰۵۰ ± ۰/۱۹۳	p < ۰/۰۱
سرعت (متر/ثانیه)	۸/۵۰ ± ۰/۵۹	۷/۸۲ ± ۰/۵۲	۰/۴۸ ± ۰/۴۲	p < ۰/۰۱
شتاب (متر/ثانیه <sup>۲</sup> )	۲/۴۲ ± ۰/۳۴	۲/۰۶ ± ۰/۳۹	۱/۸۴ ± ۰/۱۸	p < ۰/۰۱
تعداد گام (در ۱۰ متر)	۵/۳ ± ۰/۰۴	۵/۷ ± ۰/۰۵	۶/۰ ± ۰/۰۳	p < ۰/۰۱

اگرچه تفاوت آماری معناداری در زاویه پاس بین پروتکل‌ها مشاهده نشد، اما پروتکل SS-BS میانگین بالاتری را نسبت به سایر پروتکل‌ها نشان داد (جدول ۵).

به طور خلاصه، یافته‌ها نشان داد که پروتکل کشش ایستا به دنبال کشش بالستیک (SS-BS) در بهبود شاخص‌هایی نظیر سرعت، شتاب، فرکانس گام و پرش افقی برتری داشت. از سوی دیگر، پروتکل تمرینات پاس فوتبال (SPD) به عنوان مؤثرترین روش برای افزایش چابکی شناخته شد، در حالی که پروتکل کشش بالستیک به دنبال کشش ایستا (BS-SS) در تمام متغیرهای مورد سنجش، عملکردی متوسط و مابین دو پروتکل دیگر از خود نشان داد. برای سنجش چابکی از آزمون چابکی ایلیون (Illinois Agility Test) استفاده شد. این آزمون شامل دویدن با تغییر جهت سریع در یک مسیر مشخص به طول ۱۰ متر و عرض ۵ متر بود. آزمودنی از حالت خوابیده روی صورت، بلند شده و مسیر را در سریع‌ترین زمان ممکن طی می‌کرد. زمان‌بندی با استفاده از کرونومتر ورزشی پلار (مدل Polar Grit X Series؛ ساخت کشور فنلاندی) و با دقت ۰/۰۱ ثانیه انجام

شد. هر آزمودنی دو تکرار انجام داد و بهترین زمان ثبت گردید. خطاهای اجرایی، مانند لمس کردن خطوط یا پا گذاشتن روی مخروط‌ها، توسط پژوهشگر کنترل و در صورت بروز، تکرار باطل اعلام می‌شد.

## بحث

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که خستگی القاشده توسط پروتکل شبیه‌ساز مسابقه بسکتبال تأثیر معناداری بر الگوی هماهنگی بین مفصلی اندام تحتانی طی مانور برشی سریع دارد. افزایش میانگین زاویه فاز نسبی (CRP) در هر دو جفت مفصل میچ-زانو و زانو-لگن نشان‌دهنده کاهش هم‌فازی مفصل‌ها و تغییر الگوی هماهنگی به سمت وضعیت Out-of-Phase بود. این یافته‌ها تأیید می‌کنند که خستگی ناشی از فعالیت‌های اختصاصی بسکتبال، فراتر از کاهش توان تولید نیروی عضلانی، موجب اختلال در سازمان‌دهی عصبی-عضلانی و هماهنگی بین مفصل‌ها می‌شود [۳۱، ۳۲].

یافته‌های پژوهش حاضر نشان دادند که اجرای پروتکل کشش ایستا به دنبال کشش بالستیک (SS-BS) تأثیر مثبت و معنی‌داری بر عملکرد پرش افقی و دو سرعت ۳۰ متری پروازی داشت. این نتیجه اهمیت ترتیب اجرای کشش‌ها را برجسته می‌کند؛ زیرا ترکیب کشش ایستا در آغاز و کشش بالستیک در ادامه شرایطی بهینه برای آماده‌سازی عضلات و سیستم عصبی-عضلانی فراهم می‌آورد. کشش ایستا با افزایش طول عضله و کاهش مقاومت بافتی، زمینه‌ی انعطاف‌پذیری و کاهش خطر آسیب را ایجاد می‌کند، در حالی که حرکات بالستیک پس از آن با تحریک سریع واحدهای حرکتی و افزایش دامنه‌ی حرکتی مفاصل، توان انفجاری و سرعت واکنش را ارتقا می‌دهند (۱۶، ۱۷). این ترکیب به‌ویژه در فعالیت‌های با شدت بالا مانند دو سرعت و پرش افقی، که نیازمند هماهنگی دقیق و تولید سریع نیرو هستند، مؤثرتر عمل می‌کند. یافته‌های ما نشان دادند که این پروتکل توانست زاویه‌ی بدنی بهینه در مرحله‌ی برخاست و پرواز پرش افقی را ایجاد کند و همچنین طول گام را افزایش و تعداد گام‌ها در ۱۰ متر نخست دو سرعت را کاهش دهد؛ عواملی که همگی به بهبود عملکرد کلی منجر می‌شوند.

از سوی دیگر، پروتکل تمرینات پاس فوتبال (SPD) بیشترین تأثیر را بر عملکرد چابکی نشان داد. این یافته با ماهیت پویای تمرینات پاس فوتبال هم‌خوانی دارد؛ تمریناتی که شامل تغییرات سریع جهت، حرکات انفجاری کوتاه‌مدت و الگوهای مشابه با نیازهای واقعی مسابقه هستند. چنین تمریناتی نه تنها عضلات را گرم می‌کنند، بلکه سیستم عصبی-عضلانی را برای شرایط رقابتی آماده می‌سازند. در عمل، کشش پویا (Dynamic Stretching) به‌عنوان بخشی از گرم کردن اختصاصی هر رشته ورزشی توصیه می‌شود، به‌ویژه پیش از فعالیت‌هایی که نیازمند هماهنگی سریع و تغییر جهت‌های مکرر هستند (مانند فوتبال، بسکتبال و هندبال) (۱، ۶). یافته‌های حاضر با نتایج Williams و Little هم‌خوانی دارد که گزارش کردند کشش پویا احتمالاً بهترین نوع گرم کردن برای فعالیت‌های سرعتی در رشته‌هایی مانند فوتبال است. آن‌ها تأکید کردند که کشش پویا، به‌ویژه زمانی که با حرکات خاص رشته ترکیب شود، فرایندی فعال است و مزایای عملکردی آن احتمالاً از بهبود کنترل حرکتی و تکرار مؤثر الگوهای حرکتی اختصاصی ناشی می‌شود.

در مقابل، پروتکل کشش بالستیک به دنبال کشش ایستا (BS-SS) گرچه عملکرد را کاهش نداد، اما نسبت به پروتکل

(SS-BS) ضعیف تر بود. به نظر می‌رسد اجرای کشش بالستیک پیش از ایستا باعث می‌شود عضله در ابتدا فراتر از دامنه‌ی حرکتی طبیعی خود کشیده شود و سپس در حالت ایستا به مدت ۱۵ ثانیه نگه داشته شود. این ترتیب گرچه به افزایش انعطاف‌پذیری کمک می‌کند، اما ممکن است فعال‌سازی عصبی لازم برای اجرای سریع حرکات را کاهش دهد. در نتیجه، توان انفجاری و سرعت واکنش در این پروتکل کمتر از (SS-BS) بود. این یافته با برخی مطالعات دیگر در تضاد است؛ برای مثال، تحقیقات نشان داده‌اند که ترتیب کشش پویا و ایستا تأثیر معنی‌داری بر عملکرد ندارد (۲۳، ۱۲). با این حال، نتایج حاضر نشان دادند که ترتیب اجرای کشش‌ها (ابتدا ایستا سپس بالستیک) تأثیر مثبت تری بر متغیرهای عملکردی دارد و می‌تواند به‌عنوان رویکردی کاربردی در طراحی برنامه‌های گرم کردن برای ورزشکاران توصیه شود.

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که انجام کشش ایستا به دنبال کشش بالستیک (SS-BS) در مرحله‌ی گرم کردن، در مقایسه با دو روش دیگر (یعنی عدم کشش یا اجرای کشش بالستیک سپس ایستا)، مؤثرترین روش برای آماده‌سازی بدن جهت انجام فعالیت‌های با شدت بالا مانند دو سرعت و پرش در ورزشکاران آموزش دیده است. گنجاندن حرکات کشش پویا و ایستای فعال در روال گرم کردن می‌تواند به بهبود هم‌زمان انعطاف‌پذیری و توان عضلانی کمک کند. همچنین بر اساس مرور مطالعات پیشین، توصیه می‌شود کشش ایستا در پایان تمرین انجام شود، زیرا در این مرحله باعث آرام‌سازی عضلات و کاهش تنش‌های عصبی-عضلانی خواهد شد. در نتیجه، برای فعالیت‌هایی مانند فوتبال که مستلزم حرکات انفجاری، پرش‌ها و تغییر جهت‌های سریع است، استفاده از ترکیب کشش ایستا و بالستیک در مرحله‌ی گرم کردن و اجرای کشش‌های ایستا در پایان تمرین پیشنهاد می‌شود (۱۹). یکی از محدودیت‌های این پژوهش، دشواری در استانداردسازی دقیق بار تمرینی (میزان خستگی و تحریک عصبی-عضلانی) بین پروتکل‌های مختلف است. در حالی که تلاش شد تا زمان کلی هر پروتکل یکسان باشد، ماهیت حرکات در پروتکل SPD (تمرینات پاس فوتبال) با پروتکل‌های کششی متفاوت است. اثرات مشاهده‌شده ممکن است ترکیبی از ترتیب کشش و ماهیت خود فعالیت گرم‌کننده باشد. با این حال، هدف اصلی این پژوهش، شبیه‌سازی شرایط عملی و مقایسه رویکردهای رایج گرم کردن در فوتبال بود. علاوه بر این، یکی دیگر از محدودیت‌های این مطالعه، شرکت آزمودنی‌های مرد جوان و دانشجویی است. بنابراین، تعمیم‌پذیری نتایج به گروه‌های دیگر مانند ورزشکاران حرفه‌ای، زنان ورزشکار یا گروه‌های سنی مختلف با احتیاط باید انجام شود. پژوهش‌های آینده می‌تواند تأثیر این پروتکل‌ها را بر روی جمعیت‌های گوناگون بررسی کند.

### نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، نتایج این پژوهش نشان داد که اجرای کشش ایستا به دنبال کشش بالستیک (SS-BS) و همچنین انجام کشش‌های پویا که در مهارت‌های خاص فوتبال گنجانده شده‌اند، پیش از فعالیت‌های با شدت بالا مانند دو سرعت و پرش، می‌تواند موجب بهبود معنی‌دار عملکرد حرکتی ورزشکاران شود. این یافته‌ها اهمیت ویژه‌ی انتخاب صحیح نوع و ترتیب کشش‌ها در فرآیند گرم کردن را برجسته می‌سازد و نشان می‌دهد که ترکیب مناسب روش‌های کششی قادر است هم‌زمان انعطاف‌پذیری، توان عضلانی و هماهنگی عصبی-عضلانی را ارتقا دهد.

بر اساس شواهد به دست آمده، توصیه می‌شود در گرم کردن‌های پیش از مسابقه یا تمرین‌های شدید از ترکیب کشش ایستا و بالستیک (SS-BS) استفاده شود؛ در تمریناتی که نیازمند چابکی و هماهنگی بالا هستند، تمرین‌های پویا و پاس فوتبال (SPD) به کار گرفته شوند؛ و کشش ایستا در پایان تمرین برای کمک به آرامش عضلانی و بازگشت به حالت اولیه اجرا گردد. پژوهش‌های آینده می‌توانند تأثیر انواع مختلف کشش‌ها با مدت‌زمان‌های گوناگون، گروه‌های سنی متفاوت و سطوح تمرینی مختلف را بر عملکرد سینماتیکی و ساختار عضله در اندام‌های فوقانی و تحتانی بررسی کنند. چنین مطالعاتی می‌تواند به درک جامع‌تر از نقش ترتیب و نوع کشش‌ها در بهبود عملکرد ورزشی و پیشگیری از آسیب‌دیدگی کمک کند. با توجه به محدودیت‌های پژوهش، این توصیه‌ها بیشتر برای ورزشکاران مرد دانشگاهی در رشته فوتبال کاربرد دارد و تعمیم آن به سایر جمعیت‌ها نیازمند تحقیقات بیشتری است.

## 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 به طور 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 آزاد واحد کرمان در تسهیل انجام این پژوهش قدردانی می‌کنند. گرچه هیچ بودجه مالی‌ای جهت انجام این مطالعه مورد نیاز نبود.

### مشارکت نویسندگان

تمامی نویسندگان به طور 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 به عنوان تعارض منافع احتمالی تلقی شود، انجام شده است.

### منابع

1. McMillian DJ, Moore JH, Hatler BS, Taylor DC. Dynamic vs. static-stretching warm up: the effect on power and agility performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2006;20(3):492-9.
2. Behm DG, Kibele A. Effects of differing intensities of static stretching on jump performance. *European journal of applied physiology*. 2007;101(5):587-94.
3. Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Kjaer M. Biomechanical responses to repeated stretches in human hamstring muscle in vivo. *The American journal of sports medicine*. 1996;24(5):622-8.

4. Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Dyhre-Poulsen P, McHugh MP, Kjaer M. Mechanical and physiological responses to stretching with and without preisometric contraction in human skeletal muscle. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 1996;77(4):373-8.
5. Behm DG, Alizadeh S, Daneshjoo A, Anvar SH, Graham A, Zahiri A, et al. Acute effects of various stretching techniques on range of motion: A systematic review with meta-analysis. *Sports medicine-open*. 2023;9(1):107.
6. Behm DG, Blazevich AJ, Kay AD, McHugh M. Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*. 2016;41(1):1-11.
7. Avloniti A, Chatzinikolaou A, Fatouros IG, Protopapa M, Athanailidis I, Avloniti C, et al. The effects of static stretching on speed and agility: One or multiple repetition protocols? *European journal of sport science*. 2016;16(4):402-8.
8. Holt LE, Pelham TE, Holt J. *Flexibility: A concise guide: to conditioning, performance enhancement, injury prevention, and rehabilitation*: Springer Science & Business Media; 2008.
9. Nelson AG, Kokkonen J. *Stretching anatomy*: Human Kinetics Publishers; 2021.
10. Malek NFA, Nadzalan AM, Tan K, Nor Azmi AM, Krishnan Vasanthi R, Pavlović R, et al. The acute effect of dynamic vs. proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on sprint and jump performance. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*. 2024;9(1):42.
11. Appleton B. *Stretching and Flexibility Everything you never wanted to know*. World. 1998;68.
12. Hayes P, Walker A. Pre-exercise stretching does not impact upon running economy. *The Journal of Strength & Conditioning ...* 2007.
13. Patti A, Giustino V, Cataldi S, Stoppa V, Ferrando F, Marvulli R, et al. Effects of 5-Week of FIFA 11+ Warm-Up Program on Explosive Strength, Speed, and Perception of Physical Exertion in Elite Female Futsal Athletes. *Sports*. 2022;10(7):100.
14. Gesel FJ, Morenz Ek Fau - Cleary CJ, Cleary Cj Fau - LaRoche DP, LaRoche DP. Acute Effects of Static and Ballistic Stretching on Muscle-Tendon Unit Stiffness, Work Absorption, Strength, Power, and Vertical Jump Performance. (1533-4287 (Electronic)).
15. Young W, Elias G, Power J. Effects of static stretching volume and intensity on plantar flexor explosive force production and range of motion: National Institutes of Health; 2006. 403-11 p.
16. Jung HC, Lee NH, Ok G, Jeon S, Lee S. Acute Effects of Different Stretching Protocols Combined with Potentiating Exercise on Flexibility, Power, and Muscle Performance: Western Kentucky University; 2016. 98- p.
17. Daneshjoo A, Hosseini E, Heshmati S, Sahebozamani M, Behm DG. Effects of slow dynamic, fast dynamic, and static stretching on recovery of performance, range of motion, balance, and joint position sense in healthy adults. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*. 2024;16(1):167.
18. Li FY, Guo CG, Li HS, Xu HR, Sun P. A systematic review and net meta-analysis of the effects of different warm-up methods on the acute effects of lower limb explosive strength. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*. 2023;15(1):106.
19. Akbari H, Sahebozamani M, Daneshjoo A, Amiri Khorasani MT. Which One of the Controlled Drop Vertical Jump or the Soccer-Specific Tasks Is More Appropriate to Identify Soccer Players at Risk for ACL Injury? *Studies in Sport Medicine*. 2018;10(23):101-16.
20. Takeuchi K, Nakamura M, Fukaya T, Konrad A, Mizuno T. Acute and Long-Term Effects of Static Stretching on Muscle-Tendon Unit Stiffness: A Systematic Review and Meta-Analysis. (1303-2968 (Electronic)).
21. Magris R, Monte A, Nardello F, Trinchi M, Vigolo N, Negri C, et al. Effects of minute oscillation stretching training on muscle and tendon stiffness and walking capability in people with type 2 diabetes. *European Journal of Applied Physiology*. 2025;125(1):183-95.
22. Thattarauthodiyil U, Shenoy KB, Mantargi MJS. Study on the effects of lower body plyometrics and dynamic stretching on vertical jump in female collegiate volleyball players. *Saudi Journal of Sports Medicine*. 2019;19(2):51-5.
23. Su H, Chang N-J, Wu W-L, Guo L-Y, Chu I-H. Acute effects of foam rolling, static stretching, and dynamic stretching during warm-ups on muscular flexibility and strength in young adults. *Journal of sport rehabilitation*. 2017;26(6):469-77.
24. Khan F, Ahmed AS, Jabeen M, Ashfaq M, Ahmed MA. Dynamic Stretching Warm-Up Protocols and Performance Outcomes in Horizontal Jump Athletes: Dynamic Stretching Warm-Up Protocols and Performance Outcomes in Horizontal Jump Athletes. *Dialogue Social Science Review (DSSR)*. 2025;3(5):66-92.
25. Chaouachi A, Castagna C, Chtara M, Brughelli M, Turki O, Galy O, et al. Effect of warm-ups involving static or dynamic stretching on agility, sprinting, and jumping performance in trained individuals. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010;24(8):2001-11.
26. Tomlinson KA, Hansen K, Helzer D, Lewis ZH, Leyva WD, McCauley M, et al. The effects of loaded plyometric exercise during warm-up on subsequent sprint performance in collegiate track athletes: a randomized trial. *Sports*. 2020;8(7):101.
27. Jiménez-Olmedo JM, Penichet-Tomás A, Villalón-Gasch L, Pueo B. Validity and reliability of smartphone high-speed camera and Kinovea for velocity-based training measurement. 2021.
28. Jeon J. Immediate Effects of Warm-Up Protocols, Including Dynamic Stretching on Explosive Strength of Knee Extensors. *The Journal of Korean Physical Therapy*. 2024;36(5):177-83.