Journal of
Sport Biomechanics

Winter 2026. Vol 11. Issue 4

Research Paper

The Effect of Post-Activation Performance Enhancement Using Ballistic Movements, Heavy Resistance, and Dynamic Stretching on Barbell Balance During the Bench Press

*Yousef Hedayati[1], Mohammad Reza Amirseyfaddini[1], Mohammadtaghi Amiri-Khorasani[1]

1. Department of Sports Biomechanics, Faculty of physical education and sports Science, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation: Hedayati Y, Amirseyfaddini MR, Amiri-Khorasani M. The Effect of Post-Activation Performance Enhancement Using Ballistic Movements, Heavy Resistance, and Dynamic Stretching on Barbell Balance During the Bench Press. Journal of Sport Biomechanics.2025;11(4):360-376. https://doi.org/10.61882/JSportBiomech.11.4.360

https://doi.org/10.61882/JSportBiomech.11.4.360

Article Info:

Received: 27 June 2025

Accepted: 9 Sep. 2025

Available Online: 11 Sep. 2025

Keywords:

Warm-up; PAPE; Bench press; Ballistic exercises; Heavy-resistance exercises

ABSTRACT

Objective Warm-up aimed at inducing the physiological phenomenon of post-activation performance enhancement (PAPE) is considered one of the most important factors in improving athletic performance. Moreover, barbell balance at the end of the concentric phase of the bench press is regarded as a key factor in powerlifting competitions. This study aimed to compare the effects of ballistic, heavy-resistance, and dynamic stretching warm-up protocols on barbell balance at the end of the concentric phase of the bench press in male students.

Methods Eighteen male students (mean age: 23.8 ± 1.3 years; height: 174.4 ± 3.36 cm; body mass: 74.4 ± 3.8 kg) with at least one year of training experience participated in this study. After determining the one-repetition maximum (1RM) for each subject, participants were randomly assigned to three groups (A, B, and C) and tested on three separate days with 72 hours of rest between sessions. A 3D motion analysis system was used, and each subject performed a 1RM bench press following the designated warm-up protocol. Barbell balance at the end of the concentric phase of the bench press was assessed. Statistical analyses were conducted using one-way ANOVA and Bonferroni post hoc tests, with the significance level set at $p < 0.05$.

Results Significant differences were observed between the ballistic warm-up protocol and both the heavy-resistance and dynamic stretching protocols ($F = 20.2$, $p = 0.001$, $\eta^2 = 0.44$), with ballistic warm-up demonstrating superior barbell balance at the end of the concentric phase.

Conclusion The findings suggest that warming up with ballistic exercises, compared to heavy resistance or dynamic stretching, has a positive effect on barbell balance at the end of the concentric phase of the bench press.

*** *Corresponding Author:***
Yousef Hedayati
Address: Department of Sports Biomechanics, Faculty of physical education and sports Science, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
E-mail: you.heda1364@gmail.com

Extended Abstract

1. Introduction

Rashedi et al. (2015) introduced the bench press as one of the most common exercises for developing the pectoralis major muscle and noted that performance in this movement is often used to represent maximal upper-extremity strength among athletes (1). In powerlifting competitions, a successful lift is recorded when the barbell reaches its highest point at the end of the concentric phase, with the elbows fully extended and the wrists aligned in a straight line, showing minimal positional deviation (3). Post-activation performance enhancement (PAPE) is defined as a physiological phenomenon that occurs following a conditioning contraction stimulus (CC) (7, 8). Ballistic or throwing exercises are characterized by explosively projecting the resistance load into the air (7). According to the criteria set by the World Powerlifting Federation, barbell balance at the end of the concentric phase of the bench press is a critical factor. If the athlete completes the lift with substantial wrist misalignment, the attempt may be rejected by the judges (3). Therefore, identifying new training methods that can improve an athlete's ability to maintain barbell balance at the end of the concentric phase is of considerable importance. The present study was designed to address the following question: What is the effect of ballistic, heavy-resistance, and dynamic stretching warm-up protocols on barbell balance at the end of the concentric phase of the bench press in male students?

2. Methods

Eighteen male students (mean age: 23.8 ± 1.3 years; height: 174.4 ± 3.36 cm; body mass: 74.4 ± 3.8 kg), each with at least one year of training experience, participated in the study. Following the 1RM assessment session, participants were randomly assigned to three groups (A, B, and C) according to the protocol proposed by Amiri Khorasani and Gulik (2015) (17). Testing was conducted on three separate days, with at least 48 hours of recovery from heavy activity between sessions. Each evaluation included a general warm-up followed by one of the specific warm-up protocols: ballistic, heavy-resistance, or dynamic stretching of the primary muscles. After completing the assigned warm-up protocol, participants rested for 8 minutes. Subsequently, eight passive reflective markers were attached to anatomical landmarks (lateral tip of the acromion, lateral epicondyle of the elbow, and styloid process of the ulna). In addition, two markers were placed on the barbell, 0.2 m apart (2). Participants then performed a 1RM bench press within the calibrated volume of the 3D motion analysis system. Elbow joint angles and wrist positions were recorded. Barbell balance assessment was conducted as follows. The maximum elbow extension angle at the end of the concentric phase of the bench press was identified. At this angle, the vertical (Z-axis) position of both wrists was determined. The absolute difference between the vertical coordinates of the right and left wrists was calculated and defined as the barbell balance.

3. Results

The angular velocity of elbow extension was also affected across the different events. A significant effect was observed at Vmax1, Vmin, and Vmax2 ($F = 8.9$, $p = 0.013$, $\eta^2 = 0.32$). Post hoc comparisons revealed that angular velocity was higher following the ballistic warm-up protocol compared with the dynamic stretching protocol at all events (Fig. 1). In addition, after the ballistic warm-up protocol, a significant improvement in barbell balance was observed compared with the other two protocols ($F = 20.2$, $p = 0.001$, $\eta^2 = 0.44$). Specifically, participants demonstrated better balance maintenance and the lowest difference in wrist positions following the ballistic protocol. Although the heavy-resistance warm-up protocol produced better barbell balance compared with the dynamic stretching protocol, the difference was not statistically significant ($F = 1.21$, $p = 0.85$, $\eta^2 = 0.11$) (Fig. 2).

4. Discussion

The aim of this study was to compare the effects of different warm-up protocols—ballistic, heavy-resistance, and dynamic stretching—on barbell balance at the end of the concentric phase of the bench press. The main findings were that elbow extension velocity was higher at Vmax1, Vmin, and Vmax2 following the ballistic warm-up compared with the other two protocols. Furthermore, barbell balance at the end of the concentric phase was significantly better after the ballistic protocol than after either heavy-resistance or dynamic stretching. This enhancement in performance is most likely attributed to post-activation performance enhancement (PAPE) (2), which, as suggested by Blazevich and Babault (2019), becomes substantive only after several minutes (21). Several mechanisms may explain the observed improvements in bench press performance following ballistic warm-up. The rapid downward and upward phases of the ballistic bench press may stimulate the stretch-shortening cycle with minimal amortization time between eccentric and concentric actions, thereby maximizing the use of stored elastic energy (22). Additionally, ballistic warm-up may enhance potentiation of contractile elements and increase activation of the pectoral and deltoid muscles, the prime movers in the bench press (4). Another possible mechanism is that during ballistic contractions, the threshold for motor unit recruitment is lower than during slower, ramped contractions (22, 23). These findings provide coaches and athletes, particularly in powerlifting, with a practical and accessible strategy to optimize 1RM bench press performance. Practitioners may consider prescribing ballistic warm-up protocols before maximal bench press attempts.

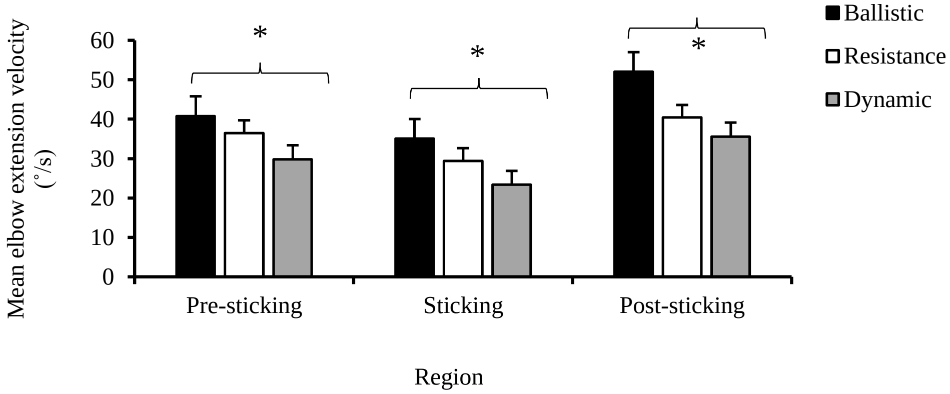


Fig. 1. Mean (±SD) angular elbow extension at the different events after the three warm-up protocols.
* indicates a signficant difference in velocity between these two protocols for this event (p<0.05)

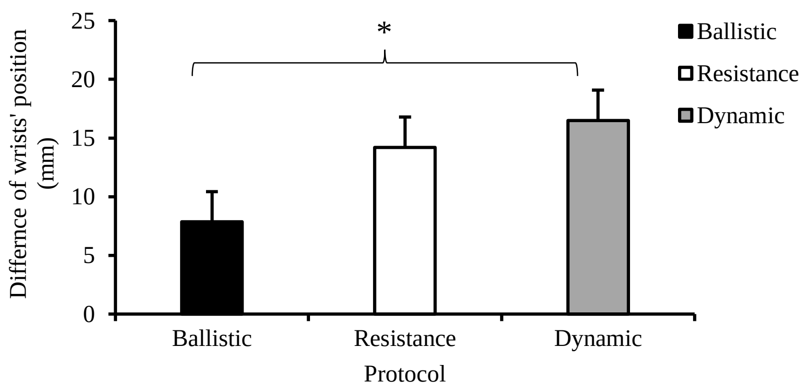


Fig. 2. Mean (±SD) difference of wrists' position after the three warm-up protocol
* indicates a signficant difference in barbell balance between three warm-up protocols (p<0.05)

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the Ethics Committee of the Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran (IR.UT.SPORT.REC.1402.136).

Funding

This research did not receive any financial support from the government, private, or non-profit organizations.

Authors' contributions

All authors contributed equally to preparing the article.

Conflicts of interest

The authors declare that there are no conflicts of interest associated with this article.

مقاله پژوهشی

اثر افزایش عملکرد پس فعالی با استفاده از حرکت‌های بالستیک، مقاومتی سنگین و کشش پویا بر تعادل هالتر در حرکت پرس سینه

*یوسف هدایتی[۱]، محمدرضا امیرسیف‌الدینی[۱]، محمدتقی امیری خراسانی[۱]

۱. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

Use your device to scan and read the article online

Citation: Hedayati Y, Amirseyfaddini MR, Amiri-Khorasani M. The Effect of Post-Activation Performance Enhancement Using Ballistic Movements, Heavy Resistance, and Dynamic Stretching on Barbell Balance During the Bench Press. Journal of Sport Biomechanics.2025;11(4):360-376. https://doi.org/10.61882/JSportBiomech.11.4.360

https://doi.org/10.61882/JSportBiomech.11.4.360

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۶ تیر ۱۴۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۸ شهریور ۱۴۰۴
تاریخ انتشار: ۲۰ شهریور ۱۴۰۴

کلید واژه‌ها:
گرم کردن، افزایش عملکرد پس فعالی، پرس سینه، حرکت‌های بالستیک، حرکت‌های مقاومتی سنگین

چکیده

هدف گرم کردن بدن باهدف القای پدیده فیزیولوژیکی افزایش عملکرد پس‌فعالی از مهم‌ترین فاکتورهای بهبود عملکرد ورزشی است. همچنین، تعادل هالتر در انتهای بخش درون‌گرای حرکت پرس سینه به‌عنوان فاکتوری مهم در مسابقات پاورلیفتینگ موردتوجه است. این پژوهش باهدف مقایسه افزایش عملکرد پس فعالی با استفاده از حرکت‌های بالستیک، مقاومتی سنگین و کشش پویا بر تعادل هالتر در انتهای بخش درون‌گرای حرکت پرس سینه در دانشجویان پسر، انجام شد.

روش‌ها در این مطالعه، ۱۸ دانشجوی پسر با میانگین سن (۱/۳ ± ۲۳/۸ سال)، قد (۳/۳۶ ± ۱۷۴/۴ سانتی-متر) و جرم بدن (۳/۸ ± ۷۴/۴ کیلوگرم) با سابقه حداقل یک سال فعالیت ورزشی انتخاب شدند. پس از تعیین مقدار یک تکرار بیشینه حرکت برای هر آزمودنی، آزمودنی‌ها به سه گروه A، B و C تقسیم شدند و در سه روز متفاوت با ۷۲ ساعت استراحت مورد ارزیابی قرار گرفتند. تست گیری با استفاده از سیستم آنالیز حرکتی انجام پذیرفت و آزمودنی‌ها با پروتکل‌های یادشده به اجرای یک تکرار بیشینه حرکت پرداختند و تعادل هالتر در انتهای بخش درون‌گرای حرکت پرس سینه، مورد ارزیابی قرار گرفت. آنالیز آماری با استفاده از آزمون‌های آنالیز واریانس یک‌طرفه و تعقیبی بونفرونی با $P < ۰/۰۵$ انجام شد.

یافته‌ها داده‌های آماری، تفاوت معناداری میان گرم کردن با استفاده از حرکت‌های بالستیک در مقایسه با حرکت‌های مقاومتی سنگین و کشش پویا را با ($F = ۲۰/۲$، $p = ۰/۰۰۱$، $\eta 2 = ۰/۴۴$) بر تعادل هالتر در انتهای بخش درون‌گرای حرکت پرس سینه نشان دادند.

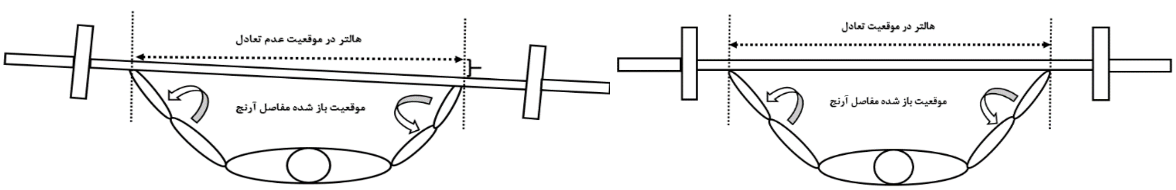
نتیجه‌گیری نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که گرم کردن با استفاده از حرکت‌های بالستیک در مقایسه با مقاومتی سنگین و کششی پویا تأثیر مثبتی بر تعادل هالتر در انتهای بخش درون‌گرای حرکت پرس سینه دارد.

*نویسنده مسئول:
یوسف هدایتی
آدرس: گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.
ایمیل: you.heda1364@gmail.com

مقدمه

راشدی و همکاران (۲۰۱۵)، حرکت پرس سینه را به‌عنوان یکی از رایج‌ترین حرکت‌های مورداستفاده جهت توسعه عضله سینه‌ای بزرگ معرفی کرده و اجرای این حرکت در بین ورزشکاران را نمایانگر نهایت قدرت اندام فوقانی در نظر گرفته‌اند (۱). همچنین، این حرکت، یکی از حرکت‌های سه‌گانه وزنه‌برداری قدرتی (پاورلیفتینگ) را نیز شامل می‌شود (۲). اجرای این حرکت زمانی به‌عنوان یک عملکرد موفق در مسابقات پاورلیفتینگ مورد تأیید داوران قرار می‌گیرد که آرنج‌ها به‌صورت یکنواخت، کاملاً باز شده و هالتر به بالاترین موقعیت مکانی خود در انتهای بخش درون‌گرای حرکت برسد و با قرارگیری مچ دستان در یک امتداد، تعادل هالتر حفظ شود (۳) (شکل ۱). ون دن تیلار[1] و اتما[2](۲۰۰۹) نشان دادند که در بارهای بیش از ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه (1-RM) در حرکت پرس سینه، در بازه‌ای از ناحیه درون‌گرای حرکت که ناحیه چسبندگی[3]نامیده شد، نیروی اعمال شونده به هالتر از نیروی گرانش زمین کمتر شده و در نتیجه این کاهش نیرو، سرعت هالتر کاهش یافت. ون دن تیلار و اتما (۲۰۰۹) این بازه را به سه ناحیه پیش چسبندگی، چسبندگی و پس چسبندگی تقسیم نمودند. در ناحیه پیش چسبندگی، سرعت هالتر از پایین‌ترین نقطه قرارگیری هالتر بر سطح عضله سینه‌ای بزرگ با مقدار صفر (V_0) تا اولین موقعیتی که دارای بیشینه سرعت (V_{max1}) بود، افزایش یافت و پس‌ازاین ناحیه در ناحیه چسبندگی، سرعت هالتر کاهش یافت تا به کمترین سرعت (V_{min}) در بخش درون‌گرای حرکت رسید. در ناحیه پس چسبندگی، سرعت هالتر دوباره افزایش یافت و به دومین بیشینه مقدار خود (V_{max2}) در بخش درون‌گرای حرکت رسید (۴).

مویر[4]و همکاران (۲۰۱۷) و دفریتاس[5]و همکاران (۲۰۱۸) پیشنهاد دادند که در بارهای بیش از ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه حرکت پرس سینه، سرعت زاویه‌ای بیشتر در باز شدن مفصل‌های آرنج راست و چپ در بخش درون‌گرای حرکت بر هماهنگی باز شدن کامل آرنج‌ها در انتهای حرکت و تعادل بهینه هالتر، اثر مثبتی دارد (۵, ۶). پدیده نیرومندسازی پس‌فعالی (PAP)[6]پدیده‌ای فیزیولوژیکی است که پس از یک انقباض ارادی باعث افزایش تولید نیرو در عضله می‌شود و می‌تواند در هنگام گرم کردن بدن به‌صورت پویا و به‌ویژه در هنگام اجرای فعالیت‌های ورزشی با شدت بالا و بازه زمانی کوتاه به‌صورت انفجاری برانگیخته گردد (۷, ۸). باتوجه‌به این‌که PAP تمایل به ماندگاری در بیشینه مقدار خود به مدت کمتر از یک دقیقه را دارد (حدود ۲۸ ثانیه)، برای اولین بار در پژوهش زِنی[7]و همکاران (۲۰۱۱)، پدیده افزایش عملکرد پس‌فعالی (PAPE)[8]با توجه به مدت عملکرد ۶ تا ۱۰ دقیقه‌ای پس از اجرای فعالیت‌های انقباضی نزدیک به بیشینه مطرح شد (۹).



شکل ۱. مقایسه تعادل و عدم‌تعادل هالتر در انتهای بخش درون‌گرای حرکت پرس سینه

1. Van den Tillar
2. Ettema
3. Sticking Region
4. Moir
5. De Freitas
6. Post-Activation Potentiation
7. Xeni
8. Post-Activation Performance Enhancement

در گرم کردن‌های سنتی پیش از رقابت‌های پاورلیفتینگ استفاده از وزنه‌هایی بین ۲۰ تا بیش از ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه به‌عنوان محرک انقباضی آماده‌ساز با عنوان حرکت‌های مقاومتی سنگین و با هدف برانگیختگی PAPE و رسیدن به بیشینه قدرت عضلانی پیشنهاد شده است (۱۰). الماسی و شهبازبگیان (۲۰۲۵) بیان کردند در زمانی که ورزشکار به سطحی فراتر از حد فیزیولوژیک خود قدم می‌گذارد با خطر خستگی روبرو می‌شود که در نهایت عملکرد سیستم‌های متابولیکی و عصبی– عضلانی برای استمرار فعالیت کاهش یافته و انقباض عضلانی نمی‌تواند برای مدت طولانی حفظ گردد که کاهش کارایی ورزشکار را به دنبال خواهد داشت (۱۱). ژانگ[1]و همکاران (۲۰۲۴) پیشنهاد دادند که در انقباضات درون‌گرا و به‌ویژه در سرعت‌های بالا، منحنی فرکانس _ نیرو به سمت راست جابه‌جا می‌شود که نشان‌دهنده نیاز به فرکانس‌های بالا جهت به‌کارگیری درصد بیشتری از قدرت بیشینه می‌باشد. این جابه‌جایی، نشان‌دهنده گسترش بیشتر PAPE در فرکانس‌های بالاتر می‌باشد (۱۲).

حرکت‌های پرتابی (بالستیک) گونه‌ای از حرکت‌ها هستند که بار مقاومتی که می‌تواند بدن ورزشکار یا وزنه باشد به‌صورت انفجاری به هوا پرتاب می‌گردد. هدف از اجرای این‌گونه حرکت‌ها، افزایش توان انفجاری ورزشکار در اجرای مهارت موردنظر می‌باشد (۷). لِیک[2]و همکاران (۲۰۱۲) بیان داشتند که در حرکت‌های مقاومتی غیر پرتابی که بار تمرینی در انتهای بخش درون‌گرای حرکت به سکون و در نتیجه، گشتاور به صفر می‌رسد، پرتاب هالتر در انتهای این بخش به‌عنوان یکی از مؤثرترین شیوه‌های تمرین جهت دستیابی به توان خروجی بهینه، در اندام فوقانی می‌باشد (۱۳). ماسهاند[3]و کراس هانگ[4](۲۰۲۳) افزایش بازوی گشتاور مفاصل شانه و آرنج به‌علت تلاش برای شتاب‌دهی به هالتر در انتهای بخش درون‌گرای حرکت و پرتاب هالتر به هوا را عامل افزایش توان خروجی در اندام فوقانی معرفی نموده‌اند (۱۴). همچنین، کشش پویای عضلات اصلی درگیر در حرکت پرس سینه که شامل عضلات سینه‌ای بزرگ، دلتوئید و سه‌سربازو می‌باشد، به‌عنوان یکی از روش‌های گرم‌کردن در تمرینات قدرتی استفاده می‌شود (۶).

تا کنون اثر گرم‌کردن PAPE با استفاده از روش‌های مختلف بر توان و قدرت عضلانی، موردتوجه پژوهشگران علم تمرین و بیومکانیک بوده است، اما اثر القای این پدیده با استفاده از حرکت‌های بالستیک بر تعادل هالتر در انتهای بخش درون‌گرای حرکت پرس سینه به میزان قابل‌توجهی از زاویه دید پژوهشگران پنهان مانده است؛ بنابراین پژوهش حاضر با طرح این فرضیه انجام پذیرفت که بین اجرای حرکت‌های بالستیک، مقاومتی سنگین و کشش پویا باهدف گرم‌کردن بدن و برانگیختگی PAPE بر تعادل هالتر در انتهای بخش درون‌گرای حرکت پرس سینه در دانشجویان پسر تفاوت معناداری وجود ندارد.

روش شناسی

آزمودنی‌ها

پژوهش حاضر از دیدگاه زمانی آینده‌نگر، بر اساس روش و استراتژی از نوع نیمه‌تجربی و ازنقطه‌نظر موضوع و هدف کاربردی می‌باشد. جامعه آماری پژوهش حاضر ۱۷۵ نفر از دانشجویان پسر دانشگاه شهید باهنر کرمان بودند که مشخصات آن‌ها از طریق اداره کل تربیت‌بدنی دانشگاه شهید باهنر کرمان استخراج گردید. آزمودنی‌ها با میانگین سن (۱/۳ ± ۲۳/۸ سال)، قد (۳/۳۶ ± ۱۷۴/۴

1. Zhang
2. Lake
3. Mausehund
4. Krosshaug

سانتیمتر) و جرم بدن (۳/۸ ± ۷۴/۴ کیلوگرم) و با حداقل یک سال سابقه تمرینات مقاومتی به روش نمونه‌گیری تصادفی ساده در پژوهش حضور یافتند. با توجه به پژوهش اولریچ[1]و پارستورفر[2](۲۰۱۸) حجم نمونه آماری پژوهش حاضر با استفاده از نرم‌افزار G*Power 3.1.9.4 و مبتنی بر آزمون آماری اف تست با اندازه اثر ۰/۶، سطح معناداری ۰/۰۵ و توان آماری ۰/۷، ۱۸ آزمودنی پسر باسابقه حداقل یک‌سال تمرینات بدن‌سازی، بدون آسیب‌دیدگی در اندام فوقانی و دارای مهارت در اجرای حرکت پرس سینه تعیین گردید (۱۵). معیارهای ورود به تحقیق شامل دامنه سنی ۱۸ تا ۲۵ سال، داشتن حداقل یک‌سال فعالیت در تمرینات مقاومتی و تداوم تمرین به میزان حداقل ۳ جلسه ۴۵ تا ۹۰ دقیقه‌ای در هفته و آشنایی کامل با اجرای صحیح حرکت پرس سینه در نظر گرفته شد. هم‌چنین، عدم همکاری در اجرای صحیح و دقیق پروتکل‌های پژوهش و به‌وجودآمدن مشکل خاص مانند نداشتن آمادگی مناسب جسمی و روحی در روزهای تست‌گیری معیارهای خروج از تحقیق را شامل شدند. پیش از شروع، مراحل مختلف پژوهش برای آزمودنی‌ها توضیح داده شد و پس از دریافت گواهی پزشک مبنی بر سلامت آزمودنی‌ها، از آن‌ها رضایت‌نامه کتبی دریافت گردید. هم‌چنین، به آزمودنی‌ها اطمینان داده شد که در صورت بروز هرگونه مشکل یا رخداد ناگهانی می‌توانند با اختیار کامل از ادامه حضور در پژوهش خودداری نمایند. طرح پژوهش، پس از بررسی و تأیید کمیته اخلاق در پژوهش دانشکده علوم ورزشی و تندرستی تهران با شناسه IR.UT.SPORT.REC.1402.136 به‌تصویب رسید.

آزمون تعیین *1-RM*

برای تعیین 1-RM در حرکت پرس سینه، با استفاده از پروتکل پیشنهادشده توسط کرزیستوفیک و همکاران (۲۰۲۰)، آزمودنی‌ها به ترتیب با مقادیر ۲۰،۴۰ و ۶۰ درصد 1-RM تخمینی، تکرارهای ۱۵، ۱۰ و ۵ حرکت را اجرا نمودند و در نوبت بعدی با ۸۰ درصد 1-RM تخمینی، حرکت اجرا گردید. در نوبت‌های بعد، افزایش بار به میزان ۲/۵ تا ۱۰ کیلوگرم تا رسیدن به ناتوانی در اجرای حرکت و تعیین مقدار یک تکرار بیشینه، ادامه یافت (۱۶).

پروتکل‌های گرم‌کردن و فرایند تست‌گیری

پس از تعیین 1-RM برای هر آزمودنی، آزمودنی‌ها با استفاده از پروتکل پیشنهادی امیری خراسانی و گالیک[3](۲۰۱۵)، به سه گروه ۶ نفره A،B و C به‌صورت تصادفی تقسیم شدند (۱۷) و در سه روز جداگانه، پس از ۴۸ ساعت عدم فعالیت سنگین، با اجرای فرایندهای پژوهش، شامل گرم‌کردن عمومی بدن، اجرای پروتکل‌های گرم‌کردن بالستیک با استفاده از کش الاستیک (CX mega fitness MF107) با باری تقریباً معادل ۳۰ کیلوگرم در انتهای بخش درون‌گرای حرکت، مقاومتی سنگین (با استفاده از میز پرس سینه، هالتر و صفحات وزنه آزاد) و کشش پویای عضلات اصلی درگیر در حرکت مورد ارزیابی قرار گرفتند. جدول ۱ زمان‌بندی پروتکل‌های گرم‌کردن و جدول ۲ اجزای تمرینی پروتکل‌های گرم‌کردن را برای سه گروه آزمودنی نشان می‌دهند. مدت‌زمان استراحت بین گرم‌کردن و حرکت اصلی با توجه به پژوهش اولریچ و پارستورفر (۲۰۱۸)، ۸ دقیقه در نظر گرفته شد (۱۵). آزمودنی‌ها پس از اجرای پروتکل گرم‌کردن و ۸ دقیقه استراحت، بر پایه پژوهش ون دن تیلار و ساترباکن (۲۰۱۲)، با استفاده از ۶ مارکر پسیو انعکاسی با قطر ۱۹ میلی‌متر که بر روی نقاط آناتومیکی دست راست و چپ، شامل رأس خارجی زائده آخرومی کتف، اِپی کندیل خارجی استخوان بازو و زائده نیزه‌ای استخوان زند زیرین قرار گرفت، مارکر گذاری شدند. هم‌چنین، ۲ مارکر باهدف اندازه‌گیری

1. Ulrich
2. Parstorfer
3. Gulick

سرعت خطی هالتر به فاصله ۲۰ سانتیمتر از وسط هالتر نصب گردیدند (۲). سپس، آزمودنی‌ها یک تکرار بیشینه خود در حرکت پرس سینه در فضای کالیبره شده سیستم تصویربرداری سه‌بعدی کینماتیک را اجرا نمودند. زاویه داخلی مفاصل آرنج، موقعیت مکانی مچ دستان آزمودنی‌ها و هالتر در فضای سه‌بعدی در هنگام اجرای 1-RM حرکت پرس سینه به‌وسیله سیستم آنالیز سه‌بعدی حرکت، ساخت کشور آمریکا با مدل Raptor-H Digital Real Time System با شش دوربین اپتوالکترونیک مادون‌قرمز ثبت گردید و داده‌ها توسط نرم‌افزار متلب نسخه R2022a مورد پردازش قرار گرفت. پس از تعیین سرعت خطی هالتر در بخش درون‌گرای حرکت، با استفاده از پروتکل ون دن تیلار و اتما (۲۰۰۹) ناحیه‌های پیش چسبندگی، چسبندگی و پس چسبندگی تعیین گردید (۴). سپس، سرعت زاویه‌ای مفصل آرنج در بخش درون‌گرای حرکت، محاسبه شد. جهت به دست آوردن متغیر تعادل هالتر ابتدا بیشترین زاویه باز شدن آرنج‌ها در بخش درون‌گرای حرکت با استفاده از نرم‌افزار متلب تعیین شد و در این زاویه، اختلاف موقعیت عمودی مچ دستان در راستای محور مختصات عمودی (Z) به‌عنوان شاخص تعادل هالتر در انتهای بخش درون‌گرای حرکت تعیین شد. در پایان پردازش، داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۵ مورد تجزیه‌وتحلیل آماری قرار گرفتند.

تجزیه و تحلیل آماری

در تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها ابتدا ویژگی‌های دموگرافیک آزمودنی‌ها شامل سن، جرم بدن و قد به همراه انحراف معیار آن‌ها تعیین شد. سپس، طبیعی بودن توزیع متغیرهای تحقیق به‌وسیله آزمون شاپیرو – ویلک موردبررسی قرار گرفت. همچنین، برای تجزیه‌وتحلیل واریانس داده‌ها و بررسی تأثیر پروتکل گرم‌کردن و القای PAPE با استفاده از پروتکل‌های گرم‌کردن، ابتدا یکنواختی واریانس داده‌ها با استفاده از آزمون لوین موردبررسی قرار گرفت و سپس از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه با اندازه‌گیری مکرر و آزمون تعقیبی بونفرونی با سطح معناداری $P < ۰/۰۵$ استفاده شد.

جدول ۱. زمان‌بندی پروتکل‌های گرم کردن

جلسه تست‌گیری	۱	۲	۳
گروه A	کشش دینامیک	حرکت‌های مقاومتی سنگین	حرکت‌های بالستیک
گروه B	حرکت‌های مقاومتی سنگین	حرکت‌های بالستیک	کشش دینامیک
گروه C	حرکت‌های بالستیک	کشش دینامیک	حرکت‌های مقاومتی سنگین

جدول ۲. اجزای تمرینی پروتکل‌های گرم کردن

نام پروتکل	اجزای تمرین	تکرار/مدت	شدت	استراحت بین ست‌ها
گرم‌کردن پویا	۱. کشش پویای عضله سینه‌ای بزرگ	۵ دقیقه	متوسط	۱ دقیقه
	۲. کشش پویای عضله دلتوئید قدامی	۵ دقیقه		۱ دقیقه
	۳. کشش پویای عضله سه سر بازو	۵ دقیقه		
گرم‌کردن با استفاده از حرکت‌های مقاومتی سنگین	حرکت پرس سینه با وزنه آزاد	۱۰ تکرار	۲۰ درصد 1-RM	۱ دقیقه
		۶ تکرار	۴۰ درصد 1-RM	۲ دقیقه
		۶ تکرار	۶۰ درصد 1-RM	۳ دقیقه
		۳ تکرار	۷۵ درصد 1-RM	۵ دقیقه
		۲ تکرار	۸۵ درصد 1-RM	
ترکیب تمرینات مقاومتی و کش	۱. حرکت پرس سینه با وزنه آزاد	۱۰ تکرار	۲۰ درصد 1-RM	۲ دقیقه
		۶ تکرار	۴۰ درصد 1-RM	۱ دقیقه
	۲. حرکت پرس سینه با کش الاستیک	۶ تکرار	متوسط	۱ دقیقه

نتایج

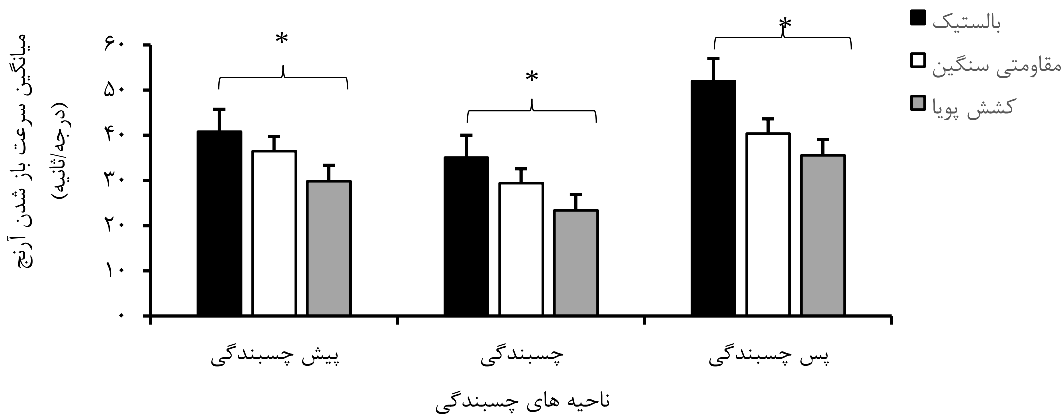
برای بررسی نرمال بودن داده‌های پژوهش، با توجه به تعداد آزمودنی‌ها از آزمون شاپیرو – ویلک استفاده شد و نتایج این آزمون، نشان از توازن پراکندگی داده‌ها به‌صورت نرمال داشت. از این‌رو، تحلیل داده‌ها با استفاده از روش‌های پارامتریک انجام شد. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها شامل سن، قد، جرم بدن، نمایه توده بدنی و سابقه فعالیت ورزشی در سه گروه A، B و C در جدول ۳ ارائه شده است. هم‌چنین، میانگین و انحراف معیار اختلاف موقعیت مچ دستان در انتهای بخش درون‌گرای حرکت به‌عنوان نمایه تعادل هالتر و متغیر وابسته پژوهش برای گروه‌های A، B و C در جدول ۴ به تفکیک ارائه شده است. پس از بررسی نتایج، افزایش معناداری در سرعت زاویه‌ای باز شدن مفصل آرنج مشاهده شد. این متغیر که تعیین‌کننده متغیر اصلی پژوهش حاضر یعنی تعادل هالتر بود، در موقعیت‌های V_{max1}، V_{min} و V_{max2} پس از گرم‌کردن بالستیک در مقایسه با گرم‌کردن مقاومتی سنگین بهبود معناداری را نشان داد ($F = ۸/۹$، $p = ۰/۰۱۳$، $\eta2 = ۰/۳۲$ ، شکل ۲).

جدول ۳. ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها (میانگین ± انحراف معیار)

ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها	گروه A ۶ آزمودنی	گروه B ۶ آزمودنی	گروه C ۶ آزمودنی
سن (سال)	۲۳/۱۶ ± ۱/۱۷	۲۴/۳۳ ± ۱/۲۱	۲۴ ± ۱/۴۱
قد (سانتیمتر)	۱۷۲/۸۳ ± ۲/۸	۱۷۷/۵ ± ۲/۶۶	۱۷۳ ± ۲/۶
جرم بدن (کیلوگرم)	۷۶/۸ ± ۳/۸۴	۷۳/۵۵ ± ۳/۶	۷۳ ± ۳/۵۱
نمایه توده بدنی (کیلوگرم / متر ۲)	۲۵/۷ ± ۱/۱۲	۲۳/۳۶ ± ۱/۳۴	۲۴/۴۳ ± ۱/۸۵
سابقه فعالیت (سال)	۲/۳۳ ± ۱/۰۳	۱/۶ ± ۲/۸۳	۱/۶۶ ± ۰/۸۱

جدول ۴. میانگین ± انحراف معیار اختلاف موقعیت مچ دستان در انتهای بخش درون‌گرای حرکت (میلی‌متر)

متغیرهای وابسته فرعی و اصلی پژوهش	گروه A	گروه B	گروه C
اختلاف مچ دستان پس از پروتکل بالستیک (میلی‌متر)	۱۱/۷۵ ± ۵/۰۶	۲/۸۷ ± ۱/۶	۸/۹۴ ± ۲/۳۲
اختلاف مچ دستان پس از پروتکل مقاومتی (میلی‌متر)	۱۸/۹۱ ± ۵/۱۴	۸/۶۲ ± ۱/۴۶	۱۵/۴ ± ۲/۲۸
اختلاف مچ دستان پس از پروتکل کشش پویا (میلی‌متر)	۲۰/۵ ± ۴/۵۱	۱۱/۴۵ ± ۲/۰۶	۱۷/۵۵ ± ۱/۹۱



شکل ۲. میانگین (± انحراف استاندارد) سرعت زاویه‌ای مفصل آرنج در بخش درون‌گرای حرکت پس از پروتکل‌های مختلف گرم کردن
* نشانه وجود تفاوت معنادار در سرعت زاویه‌ای مفصل آرنج بین پروتکل‌های گرم‌کردن در سطح $P < ۰/۰۵$

شکل ۳. میانگین (± انحراف استاندارد) تعادل هالتر در انتهای بخش درون‌گرای حرکت پس از پروتکل‌های مختلف گرم کردن
* نشانه وجود تفاوت معنادار در تعادل هالتر بین پروتکل‌های گرم‌کردن در سطح P <۰/۰۵

هم‌چنین، نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که سرعت زاویه‌ای باز شدن مفصل آرنج در موقعیت‌های V_{max1}، V_{min} و V_{max2}، پس از پروتکل گرم‌کردن بالستیک در مقایسه با گرم‌کردن کشش پویا دارای مقادیر بالاتری بود. هم‌چنین، تعادل هالتر پس از اجرای گرم‌کردن بالستیک، با مقادیر (F = ۲۰/۲، p = ۰/۰۰۱، $\eta2$ = ۰/۴۴ ، شکل ۳) اختلاف معناداری را در مقایسه با سایر پروتکل‌ها نشان داد و حفظ بهتر تعادل و کمترین اختلاف موقعیت مچ دستان پس از اجرای این پروتکل در مقایسه با دو پروتکل دیگر حاصل گردید. همچنین، پس از اجرای پروتکل مقاومتی سنگین باوجود ایجاد بهتر تعادل در مقایسه با پروتکل کششی پویا، اختلاف معناداری مشاهده نشد (F = ۱/۲۱، p = ۰/۸۵، $\eta2$ = ۰/۱۱ ، شکل ۳).

بحث

در حرکت پرس سینه به‌عنوان یکی از حرکت‌های سه‌گانه رشته رقابتی پاورلیفتینگ، حفظ تعادل هالتر با کم‌ترین اختلاف موقعیت دست‌ها در انتهای بخش درون‌گرای حرکت، یکی از فاکتورهای مهم در پذیرفتن حرکت صحیح در نظر گرفته شده است (۳). همچنین، گرم کردن بدن با استفاده از بارهای بین ۲۰ تا ۸۰ درصد یک تکرار بیشینه پیش از رقابت‌های این رشته به‌عنوان گرم کردن سنتی و رایج، با هدف آماده‌سازی فیزیولوژیکی و بیومکانیکی و برانگیختگی PAPE افزایش عملکرد ورزشکاران در اجرای رکوردهای مورد نظر را بهبود می‌بخشد. درحالی‌که گرم کردن با استفاده از حرکت‌های بالستیک با وزنه‌ای معادل ۲۰ تا ۳۰ درصد 1-RM به‌صورت انفجاری پیش‌ازاین رقابت‌ها کمتر مورد توجه پژوهش‌گران قرار گرفته و نیاز به بررسی بیشتری دارد.

در این پژوهش با توجه به استفاده از باری معادل یک تکرار بیشینه، سرعت خطی هالتر باهدف تعیین ناحیه‌های پیش چسبندگی، چسبندگی و پس چسبندگی و سرعت زاویه‌ای باز شدن مفصل آرنج در ناحیه‌های یادشده مورد ارزیابی قرار گرفتند و با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، تعادل هالتر در انتهای حرکت بررسی شد. نتایج پژوهش نشان داد که پس از اجرای پروتکل گرم‌کردن بالستیک، افزایش معناداری در سرعت زاویه‌ای باز شدن مفصل آرنج در موقعیت‌های V_{max1}، V_{min} و V_{max2}، در مقایسه با دو پروتکل دیگر مشاهده شد (شکل ۲). هم‌چنین، با وجود عدم اختلاف معنادار، سرعت باز شدن مفصل آرنج پس از پروتکل مقاومتی سنگین در مقایسه با کشش پویا دارای مقدار بالاتری در موقعیت‌های V_{max1}، V_{min} و V_{max2} بود (شکل ۲). هم‌چنین، میانگین اختلاف موقعیت مچ دستان که بیان‌گر تعادل هالتر در بیشترین زاویه باز شدن مفصل آرنج در انتهای حرکت بود، کاهش معناداری را پس از گرم کردن بالستیک در مقایسه با پروتکل‌های مقاومتی سنگین و کشش پویا نشان داد که نشان‌دهنده حفظ تعادل مطلوب هالتر بود (شکل ۳).

نتایج ارائه‌شده، فرضیه پژوهش که عدم تفاوت معنادار اثر پروتکل‌های گرم کردن بر تعادل هالتر در انتهای بخش درون‌گرای حرکت بود را رد نمود.

این نتایج نشان می‌دهد که گرم‌کردن با استفاده از حرکت‌های بالستیک اثر مثبت بیشتری بر عملکرد آزمودنی‌ها در اجرای یک تکرار بیشینه حرکت پرس سینه داشت؛ زیرا پس از گرم‌کردن بالستیک سرعت باز شدن مفصل آرنج در سراسر بخش درون‌گرای حرکت و ناحیه چسبندگی بالاتر از سایر پروتکل‌ها بود. این افزایش سرعت باز شدن مفصل آرنج، احتمالاً نتیجه حرکت‌های سریع‌تر مفصل‌های شانه و آرنج بود که به‌صورت سرعت بالاتر باز شدن در مفصل آرنج آشکار گردید (شکل ۲). اجرای موفق یک تکرار بیشینه حرکت پرس سینه، پس از گذر هالتر از ناحیه پس چسبندگی که افزایش دوباره سرعت هالتر را به دنبال دارد، حاصل می‌شود. بالاتر بودن سرعت زاویه‌ای مفصل آرنج به باز شدن کامل و سریع‌تر آرنج منجر شده که تعادل بهتر هالتر در انتهای حرکت را باعث می‌شود (۵).

یافته‌های پژوهش حاضر را می‌توان با نتایج پژوهش ساکاموتو[1] و همکاران (۲۰۱۸) که افزایش سرعت هالتر و سرعت زاویه‌ای مفصل آرنج در اجرای یک تکرار بیشینه حرکت پرس سینه را پس از گرم‌کردن بالستیک گزارش کردند، همسو دانست (۱۸). تنها پژوهش بادن[2] و همکاران (۲۰۱۹) نشان داد که بین اثر گرم‌کردن بالستیک و غیر بالستیک بر اجرای حرکت بعدی تفاوت معناداری وجود ندارد (۱۹). احتمالاً تفاوت نتایج پژوهش حاضر با پژوهش یادشده، می‌تواند در پروتکل‌های گرم‌کردن پژوهش‌ها باشد. بادن و همکاران (۲۰۱۹)، ۱۳ تکرار بین ۳۰ تا ۹۰ درصد یک تکرار بیشینه را به‌عنوان محرک انقباضی آماده‌ساز اجرا نمودند و آزمودنی‌ها تنها با یک دقیقه استراحت پس از گرم‌کردن، حرکت بعدی که شنا پلایومتریک بود را اجرا کردند. اگرچه حرکت‌های شنا و پرس سینه با هالتر دارای الگوی حرکتی یکسان هستند (۱۵)، اجرای شنا پلایومتریک تنها یک دقیقه پس از گرم‌کردن، تحت تأثیر خستگی بیشتری در مقایسه با اجرای یک تکرار بیشینه حرکت پرس سینه پس از هشت دقیقه گرم‌کردن بالستیک که در پژوهش حاضر انجام شد، اجرا گردید. افزایش عملکرد آزمودنی‌ها در اجرای یک تکرار بیشینه حرکت پرس سینه، پس از گرم‌کردن بالستیک، احتمالاً به‌وسیله افزایش (PAPE) که توسط گاربیسو هوآلد[3] و همکاران (۲۰۲۳) پیشنهاد شد (۲۰)، ایجاد گردید. این افزایش PAPE توسط بلازویچ[4] و بابلت[5] (۲۰۱۹) نیز پیشنهاد شد که افزایش آن را پس از چند دقیقه فعالیت انقباضی آماده‌ساز پیشنهاد دادند (۲۱).

مکانیسم‌های مختلفی برانگیختگی PAPE و افزایش عملکرد آزمونی در اجرای حرکت پرس سینه پس از گرم‌کردن بالستیک را توضیح داده‌اند. گالای[6] و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که گرم‌کردن بالستیک، شامل حرکت‌های سریع هالتر در بخش‌های برون‌گرا و درون‌گرای حرکت می‌باشد که می‌تواند چرخه کشش انقباض را با کوتاه‌ترین بخش ایستا که انتقال‌دهنده بخش برون‌گرا به درون‌گرای حرکت می‌باشد، تحریک نماید و در نتیجه، انرژی کشسانی ذخیره شده به‌صورت مؤثری مورداستفاده قرار می‌گیرد (۲۲). همچنین، گرم‌کردن بالستیک احتمالاً باعث افزایش تقویت عناصر انقباضی و فعال‌سازی عضلات سینه‌ای بزرگ، دلتوئید و سه سر بازو به‌عنوان عضلات اصلی درگیر در پرس سینه، می‌شود (۴).

1. Sakamoto
2. Bodden
3. Garbisu-Hualde
4. Blazevich
5. Babult
6. Galay

مکانیسم احتمالی دیگر این است که در هنگام انقباض‌های ایجاد شده به‌وسیله گرم‌کردن بالستیک، آستانه فراخوانی واحدهای حرکتی در مقایسه با حرکت‌های غیر بالستیک کاهش می‌یابد (۲۳, ۲۴). دوکاتی[1] و هاینات[2](۲۰۰۳) گزارش کردند که این کاهش آستانه تحریک، احتمالاً مهم‌ترین علت برای افزایش مطلوب برانگیختگی PAPE می‌باشد، به‌گونه‌ای که در نتیجه تحریک قدرتمند پس از انقباض‌های حاصل شده از حرکت‌های بالستیک، فعال‌سازی استخر نورون‌های حرکتی را در کسری از ثانیه ایجاد می‌نماید (۲۵). به‌علاوه، یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که پس از اجرای حرکت‌های مقاومتی سنگین، سرعت مفصل آرنج در موقعیت‌های V_{max1}، V_{min} و V_{max2} در مقایسه با گرم کردن کششی پویا بیشتر بود اما در مقایسه با گرم کردن بالستیک کمتر بود. لینامو[3]و همکاران (۱۹۹۷) این کاهش سرعت پس از گرم کردن با وزنه‌های سبک در مقایسه با وزنه‌های سنگین را با خستگی بیشتر دستگاه عصبی مرکزی و محیطی که باعث کاهش فعالیت الکتریکی عضلات و تجمع لاکتات خون می‌شود، توضیح دادند (۲۶). همچنین، استفاده از وزنه‌های سبک احتمالاً ریز آسیب‌های عضلانی ایجاد شده به‌وسیله تمرین را کاهش می‌دهد (۲۷). بر اساس این نتایج، استفاده از حرکت‌های بالستیک به‌عنوان یک شیوه گرم‌کردن مناسب باهدف کاهش عواملی که عملکرد عصبی عضلانی حرکت اصلی را با مشکل روبرو می‌کنند، پیشنهاد می‌شوند. اگرچه پژوهش‌های متعددی (فلچر[4](۲۰۱۰)، جاج[5]و همکاران (۲۰۲۰)، کوراک[6] و همکاران (۲۰۲۴)) پیشنهاد داده‌اند که کشش پویا به‌عنوان یک تکنیک بهینه باعث برانگیختگی مطلوب PAPE می‌شود (۲۸-۳۰) و امیری خراسانی و گالیک (۲۰۱۵) افزایش دامنه حرکتی، دمای بدن و جریان خون در عضلات فعال را به‌عنوان مکانیسم‌های این برانگیختگی معرفی کرده‌اند (۱۷)، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که کشش پویا در هنگام گرم‌کردن در مقایسه با حرکت‌های بالستیک و مقاومتی سنگین اثر کمتری بر عملکرد آزمودنی‌ها در حرکت اصلی به دنبال داشت. این نتایج می‌تواند به علت رعایت نشدن اصل ویژگی تمرین و به‌اندازه کافی اختصاصی نبودن کشش پویای عضلات درگیر در حرکت، با الگوی حرکتی پرس سینه با هالتر بوده باشد (۸)؛ بنابراین؛ در پژوهش حاضر پروتکل گرم‌کردن کشش پویا در مقایسه با دو پروتکل دیگر، نتوانست الگوهای عصبی عضلانی و آمادگی واحدهای عضلانی - تاندونی را به‌اندازه کافی و به‌صورت بهینه افزایش دهد (۲۱, ۳۱).

این پژوهش دارای محدودیت‌هایی نیز بود. در این پژوهش تنها سرعت‌های هالتر و آرنج و موقعیت مچ دستان مورد ارزیابی قرار گرفت و فعالیت عضلانی با استفاده از دستگاه الکترومایوگرافی اندازه‌گیری نشد. همچنین، گرم‌کردن بالستیک با استفاده از کش الاستیک انجام شد. پژوهش‌های آتی می‌توانند پرس سینه پرتابی با هالتر را مورداستفاده قرار دهند. به‌علاوه، آزمودنی‌های پژوهش حاضر افراد مبتدی بودند. استفاده از پاورلیفترهای حرفه‌ای در پژوهش‌های بعدی می‌توانند نتایج این پژوهش را در گروه نام‌برده مورد تأیید قرار دهند.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که حرکت‌های پرتابی یا بالستیک باهدف گرم‌کردن بدن پیش از اجرای یک تکرار بیشینه حرکت پرس سینه می‌تواند بر عملکرد ورزشکار در بخش درون‌گرای حرکت تأثیر مثبتی داشته باشد. با افزایش سرعت باز شدن مفصل آرنج

1. Duchateau
2. Hainaut
3. Linnamo
4. Fletcher
5. Judge
6. Kurak

پس از حرکت‌های بالستیک در مقایسه با گرم‌کردن به‌صورت سنتی و با استفاده از حرکت‌های مقاومتی سنگین و کشش پویا، تعادل هالتر در انتهای بخش درون‌گرای حرکت به‌صورت بهینه‌ای ایجاد گردید. استفاده از حرکت‌های بالستیک پیش از رقابت‌های پاورلیفتینگ به دلیل سادگی تجهیزات و اجرا می‌تواند به ورزشکاران فعال در این رشته کمک قابل‌توجهی نماید.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از اساتید گروه بیومکانیک ورزشی دانشگاه شهید باهنر کرمان و دانشجویان کارشناسی این دانشکده که در انجام این پژوهش ما را یاری نمودند تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مطالعه با رعایت موازین اخلاق پژوهشی انجام گرفته و پروتکل این مطالعه توسط کمیته اخلاق دانشگاه با شناسه (IR.BASU.REC.1399.003) تأیید شده است. طبق این موازین، از تمام شرکت‌کنندگان و والدین آنها رضایت‌نامه کتبی اخذ گردیده است.

حامی مالی

نویسندگان هیچ نوع حمایت مالی از هیچ سازمان یا موسسه دولتی یا خصوصی دریافت نکرده‌اند.

مشارکت نویسندگان

نویسنده اول: طراحی و نظارت پژوهش، متدولوژی، آنالیز داده‌ها، تفسیر نتایج و تهیه اولین ویرایش مقاله و نهایی کردن مقاله؛ نویسنده دوم: بازخوانی و ادیت مقاله، جمع آوری داده‌ها و آنالیز و پردازش داده‌ها و نویسنده سوم: متدولوژی پردازش داده‌ها و تفسیر نتایج. همه نویسندگان مقاله نهایی را مطالعه و تأیید کردند.

تعارض

هیچ نوع تعارض منافعی در این مطالعه وجود ندارد.

Reference

1. Rashedi H, Jafarnezhadgero AA, Farokhroo N. The Effect of Ratio of Contraction to Relaxation Durations in PNF Exercises on the Muscle Strength and Range of Motion of Hip Joint. Journal of Sport Biomechanics. 2015;1(1):45-51.

2. Van Den Tillaar R, Sæterbakken A. The sticking region in three chest-press exercises with increasing degrees of freedom. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2012;26(11):2962-9. [DOI:10.1519/JSC.0b013e3182443430] [PMID]

3. Federation MP. The International Powerlifting Federation. Cell. 1903;90:532-60.

4. Van Den Tillaar R, Ettema G. A comparison of successful and unsuccessful attempts in maximal bench pressing. Medicine and science in sports and exercise. 2009;41(11):2056-63. [DOI:10.1249/MSS.0b013e3181a8c360] [PMID]

5. Moir GL, Munford SN, Moroski LL, Davis SE. The effects of ballistic and nonballistic bench press on mechanical variables. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2018;32(12):3333-9. [DOI:10.1519/JSC.0000000000001835] [PMID]

6. De Freitas MC, Rossi FE, Colognesi LA, De Oliveira JVN, Zanchi NE, Lira FS, et al. Postactivation potentiation improves acute resistance exercise performance and muscular force in trained men. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2021;35(5):1357-63. [DOI:10.1519/JSC.0000000000002897] [PMID]

7. Tillin NA, Bishop D. Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. Sports medicine. 2009;39:147-66. [DOI:10.2165/00007256-200939020-00004] [PMID]

8. Hodgson M, Docherty D, Robbins D. Post-activation potentiation: underlying physiology and implications for motor performance. Sports medicine. 2005;35:585-95. [DOI:10.2165/00007256-200535070-00004] [PMID]

9. Xeni J, Gittings WB, Caterini D, Huang J, Houston ME, Grange RW, Vandenboom R. Myosin light-chain phosphorylation and potentiation of dynamic function in mouse fast muscle. Pflügers Archiv-European Journal of Physiology. 2011;462:349-58. [DOI:10.1007/s00424-011-0965-y] [PMID]

10. McGowan CJ, Pyne DB, Thompson KG, Rattray B. Warm-up strategies for sport and exercise: mechanisms and applications. Sports medicine. 2015;45:1523-46. [DOI:10.1007/s40279-015-0376-x] [PMID]

11. Almasi J, Shabazbigian MM. The Effect of Six Weeks of High-Intensity Interval Training with and without Coenzyme Q10 Supplementation on Bench Press and Squat Strength in Competitive Male Bodybuilders. Journal of Sport Biomechanics. 2025;11(1):80-92. [DOI:10.61186/JSportBiomech.11.1.80]

12. Zhang Q, Gassier R, Eymard N, Pommel F, Berthier P, Rahmani A, Hautier CA. Predicting Throwing Performance with Force-Velocity Mechanical Properties of the Upper Limb in Experienced Handball Players. J Hum Kinet. 2024;95:43-53. [DOI:10.5114/jhk/190224]

13. Lake J, Lauder M, Smith N, Shorter K. A comparison of ballistic and nonballistic lower-body resistance exercise and the methods used to identify their positive lifting phases. Journal of applied biomechanics. 2012;28(4):431-7. [DOI:10.1123/jab.28.4.431] [PMID]

14. Mausehund L, Krosshaug T. Understanding Bench Press Biomechanics-Training Expertise and Sex Affect Lifting Technique and Net Joint Moments. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2023;37(1):9-17. [DOI:10.1519/JSC.0000000000004191] [PMID]

15. Ulrich G, Parstorfer M. Effects of plyometric versus concentric and eccentric conditioning contractions on upper-body postactivation potentiation. International journal of sports physiology and performance. 2017;12(6):736-41. [DOI:10.1123/ijspp.2016-0278] [PMID]

16. Krzysztofik M, Wilk M, Filip A, Zmijewski P, Zajac A, Tufano JJ. Can post-activation performance enhancement (PAPE) improve resistance training volume during the bench press exercise? International journal of environmental research and public health. 2020;17(7):2554. [DOI:10.3390/ijerph17072554] [PMID]

17. Amiri-Khorasani M, Gulick DT. Acute effects of different stretching methods on static and dynamic balance in female football players. International journal of therapy and rehabilitation. 2015;22(2):68-73. [DOI:10.12968/ijtr.2015.22.2.68]

18. Sakamoto A, Kuroda A, Sinclair PJ, Naito H, Sakuma K. The effectiveness of bench press training with or without throws on strength and shot put distance of competitive university athletes. European journal of applied physiology. 2018;118:1821-30. [DOI:10.1007/s00421-018-3917-9] [PMID]

19. Bodden D, Suchomel TJ, Lates A, Anagnost N, Moran MF, Taber CB. Acute effects of ballistic and non-ballistic bench press on plyometric push-up performance. Sports. 2019;7(2):47. [DOI:10.3390/sports7020047] [PMID]

20. Garbisu-Hualde A, Gutierrez L, Santos-Concejero J. Post-activation performance enhancement as a strategy to improve bench press performance to volitional failure. Journal of Human Kinetics. 2023;88:199. [DOI:10.5114/jhk/162958] [PMID]

21. Blazevich AJ, Babault N. Post-activation potentiation versus post-activation performance enhancement in humans: historical perspective, underlying mechanisms, and current issues. Frontiers in physiology. 2019;10:1359. [DOI:10.3389/fphys.2019.01359] [PMID]

22. Galay V, Poonia R, Singh M. Understanding the significance of plyometric training in enhancement of sports performance: a systematic review. Vidyabharati International Interdisciplinary Research Journal. 2021;11(2):141-8.

23. Van Cutsem M, Duchateau J, Hainaut K. Changes in single motor unit behaviour contribute to the increase in contraction speed after dynamic training in humans. The Journal of physiology. 1998;513(1):295-305. [DOI:10.1111/j.1469-7793.1998.295by.x] [PMID]

24. Ivanova T, Garland S, Miller K. Motor unit recruitment and discharge behavior in movements and isometric contractions. Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine. 1997;20(7):867-74. [DOI:10.1002/(SICI)1097-4598(199707)20:73.0.CO;2-P]

25. Duchateau J, Hainaut K. Mechanisms of muscle and motor unit adaptation to explosive power training. Strength and power in sport. 2003:316-30. [DOI:10.1002/9780470757215.ch16] [PMID]

26. Linnamo V, Häkkinen K, Komi P. Neuromuscular fatigue and recovery in maximal compared to explosive strength loading. European journal of applied physiology and occupational physiology. 1997;77:176-81. [DOI:10.1007/s004210050317] [PMID]

27. Raastad T, Hallén J. Recovery of skeletal muscle contractility after high-and moderate-intensity strength exercise. European journal of applied physiology. 2000;82:206-14. [DOI:10.1007/s004210050661] [PMID]

28. Fletcher IM. The effect of different dynamic stretch velocities on jump performance. European journal of applied physiology. 2010;109:491-8. [DOI:10.1007/s00421-010-1386-x] [PMID]

29. Kurak K, İlbak İ, Stojanović S, Bayer R, Purenović-Ivanović T, Pałka T, et al. The Effects of Different Stretching Techniques Used in Warm-Up on the Triggering of Post-Activation Performance Enhancement in Soccer Players. Applied Sciences. 2024;14(11):4347. [DOI:10.3390/app14114347]

30. Judge LW, Avedesian JM, Bellar DM, Hoover DL, Craig BW, Langley J, et al. Pre-and post-activity stretching practices of collegiate soccer coaches in the United State. International journal of exercise science. 2020;13(6):260. [DOI:10.70252/PDCB3344]

31. Gil MH, Neiva HP, Sousa AC, Marques MC, Marinho DA. Current approaches on warming up for sports performance: A critical review. Strength & Conditioning Journal. 2019;41(4):70-9. [DOI:10.1519/SSC.0000000000000454]