Sport and Health Sciences Reviews
Vol. 1, No. 2, Spring & Summer 2026, 230-252
Jshsr.atu.ac.ir
DOI: 10.22054/jshsr.2026.93373.1064

ATU PRESS

Review Article
Received: 07/06/2026
Revised: 28/10/2026
Accepted: 24/10/2026
ISSN: 3116-1758
eISSN: 3115-9400

Systematic Review of Effective Training Methods for Achieving 180-Degree Hip Range of Motion (Split): Evidence, Mechanisms, and Evidence-Based Protocols

Alireza Rostami *
Ph.D. Student in Sport Injury and Corrective Exercises, Alborz Campus, University of Tehran, Tehran, Iran

Seyed Majid Tabatabaei-Nejad
Assistant Professor, Department of Physical Education and Sports Sciences, Raja University, Qazvin, Iran

Hadi Miri
Associate Professor, Department of Sports and Wellness Sciences, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran

Zahra Banaei
M.Sc. in Sports Injury and Corrective Exercises, Raja University, Qazvin, Iran

Abstract
The split, as one of the most complex movement patterns in artistic and combat sports, requires exceptional hip range of motion and precise coordination of multiple muscle groups. This systematic review aimed to identify and synthesize existing evidence on effective stretching methods for improving split-related range of motion. A literature search following PRISMA 2020 guidelines was conducted across four databases from 2010 to 2026, and 23 studies were selected from 167 identified articles. Findings suggest that the more likely mechanism for short-term range of motion gains is a change in stretch tolerance, although current evidence cannot rule out a contribution from structural tissue alteration. Static stretching with defined parameters (30–60 seconds, intensity 7–8 out of 10, at least three sessions per week) may provide a probably safe and effective foundation (based mainly on indirect evidence; exact dosing reflects expert opinion; safety was not directly evaluated in the included studies). PNF stretching may show slightly superior results in some short-term outcomes, but both methods demonstrate similar long-term effectiveness. A periodized combined approach with specific warm-up and pelvic tilt control represents a proposed framework, based on combined direct (two studies) and indirect evidence, for achieving a 180-degree split; this framework has not yet been tested as a whole on the 180-degree split, and its safety has not been directly evaluated.

Introduction
The front and side splits are fundamental movement patterns in artistic and combat sports, including taekwondo, gymnastics, classical ballet, and yoga. Performing them requires exceptional hip range of motion (ROM) and precise coordination of several muscle groups: the hamstrings, adductors, hip flexors, and hip external rotators. In practice, a variety of methods are used to achieve a 180-degree split. Some of these, such as ballistic stretching, forced end-range pressure, or applying external body weight to the athlete, raise safety concerns. By contrast, the scientific evidence supporting these methods is sparse and heterogeneous.

Several challenges made this review necessary. First, most international studies assess flexibility using the straight leg raise (SLR) test or hip flexion, rather than the split itself, and the generalizability of these findings to the 180-degree split is unclear. Second, the mechanism underlying ROM gains, namely altered

* Corresponding Author: Alireza1875482@gmail.com
How to Cite: Rostami, A., Tabatabaei-Nejad, S.M., Miri, H. & Banaei, Z. (2026). Systematic Review of Effective Training Methods for Achieving 180-Degree Hip Range of Motion (Split): Evidence, Mechanisms, and Evidence-Based Protocols. *Sport and Health Sciences Reviews*, *1*(2), 230-252

stretch tolerance versus structural tissue changes, remains debated. Third, comparative evidence among static stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretching, and neurodynamic techniques is heterogeneous. Fourth, issues such as sex differences, the gap between active and passive ROM, the role of pelvic tilt, and safety considerations have received little attention in the literature. Consequently, coaches face an evidence gap when designing a practical and safe program.

The primary aim of this review was to answer the following question: in athletes and active individuals, which stretching method (static, PNF, or neurodynamic techniques), compared with one another or with no intervention, is most effective for improving ROM related to the 180-degree split? The specific objectives were to critically appraise the comparative evidence, explain the underlying mechanisms, examine safety and the durability of gains after training cessation, and integrate the evidence into a practical, periodized framework.

Methodology

This study is a systematic review conducted in accordance with the PRISMA 2020 guidelines. Its protocol was registered in PROSPERO before the review was conducted. The search was performed on May 15, 2026, in four databases (PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar), covering the period 2010 to 2026. The search strategy combined three groups of keywords using the OR and AND operators: stretching (including stretching, PNF, and neurodynamic), range of motion/flexibility, and the hip joint and related muscles (hamstrings, adductors, hip flexors, and split). Medical Subject Headings (MeSH) were also used in PubMed. Hand searching of the reference lists of key articles supplemented the database search.

The inclusion criteria were human studies (randomized controlled trials, quasi-experimental studies, systematic reviews, meta-analyses, or valid cohort studies); investigation of the effect of at least one stretching method on hip ROM or related muscles; interventions lasting at least two weeks; and publication in English or Persian in peer-reviewed sources. Animal studies, case reports with fewer than ten participants, conference abstracts without full text, populations with active musculoskeletal disorders, and studies whose full text was unavailable were excluded. Screening and study selection were performed independently by two researchers, and disagreements were resolved through discussion and consensus.

Methodological quality was assessed using the RoB 2 tool for randomized trials, ROBINS-I for the quasi-experimental study, and AMSTAR-2 for systematic reviews. A formal assessment of the certainty of evidence using the GRADE system was not performed. The findings were synthesized in a narrative, critical manner across six themes.

Results and Findings

Of 167 records, 101 were excluded at title and abstract screening and 43 at full-text review, leaving 23 studies in the review. These comprised two trials in Iranian taekwondo athletes, one mechanistic trial, one clinical study, and 19 reviews or meta-analyses. Only those two trials directly measured the 180-degree split angle as the primary outcome. The remaining studies assessed surrogate outcomes such as SLR and hamstring flexibility. Most reviews were of moderate to high quality, whereas the primary studies overall showed "some concerns".

The key findings are summarized across six themes:

1. **Mechanism:** The evidence more strongly supports altered stretch tolerance as the more likely short-term mechanism. In a six-week trial, ROM increased without measurable changes in muscle and tendon stiffness. However, a contribution from structural changes cannot be ruled out, and viscoelastic changes have mainly been reported in interventions longer than eight weeks.
2. **PNF versus static stretching:** In the long term, the two methods are similarly effective. In the short term, a slight advantage of PNF for hamstring flexibility has been reported, but heterogeneity was high ($I^2 = 67\%$). Of five comparative trials on hip flexion ROM, only one showed a significant advantage of PNF. In a sample of taekwondo athletes, PNF was significantly superior to static stretching for 180-degree flexibility ($p < 0.001$) and was accompanied by improved balance. In another study, both PNF protocols were effective compared with the control, and no significant difference was observed between them ($p = 0.061$); however, the small sample ($n = 45$) does not permit conclusions about equivalence.
3. **Neurodynamic techniques:** A slight short-term advantage was reported (mean difference of about 3.48 degrees in SLR), but the 95% prediction interval is wide and long-term evidence is limited.

4. **Acute effects of stretching:** All types of stretching increase ROM, with a smaller effect on the adductors. Acute static stretching is associated with a temporary reduction in strength.
5. **Sex differences:** Women have greater baseline ROM. Evidence for a better response to chronic stretching in women is preliminary, as it derives from a subgroup analysis of a single meta-analysis.
6. **Safety and detraining:** The relationship between stretching and injury prevention is unclear and depends on the type of sport. None of the included studies directly examined injuries resulting from split stretching. After training cessation, ROM declines gradually.

The most important gap is the discrepancy between the outcome measured in the international literature (SLR) and the target outcome (the actual split). Direct evidence is limited to two small studies with short follow-up. Other gaps include the inconsistency regarding the short-term superiority of PNF, the absence of direct evidence on safety, and the lack of data on active ROM and transfer exercises. Based on a synthesis of direct and indirect evidence and expert opinion, the following periodized framework was proposed; this framework has not been tested.

Table 1. Proposed periodized framework (untested)

Phase	Duration	Primary method	Frequency
Foundation	Weeks 1–6	Static stretching (30–60 s, intensity 7–8 out of 10)	3–4 sessions/week
Advanced	Weeks 7–12	PNF + static stretching	2 + 2 sessions/week
Consolidation	Weeks 13–24	PNF + end-range strengthening	2 + 2 sessions/week
Maintenance	After week 24	Low-volume static stretching	1–2 sessions/week

Source: Research Finding

Discussion and Conclusion

No single stretching method has absolute superiority under all conditions. Static stretching is an accessible and probably safe option for the foundation phase. Based on two direct studies with small samples, PNF shows a possible short-term advantage but is similar to static stretching in the long term. Neurodynamic techniques are promising based on indirect evidence and are best used as a complement to, rather than a replacement for, standard methods. From a practical standpoint, a combined periodized approach appears reasonable, incorporating a specific warm-up, pelvic tilt control, transfer exercises to bridge the gap between active and passive ROM, and a maintenance phase. Severe pain does not appear to be necessary for progress, and persistent groin pain requires medical evaluation.

The main limitations are reliance on indirect outcomes, small sample sizes and short follow-up in the direct studies, high heterogeneity, and the absence of a GRADE assessment and of an evaluation of publication bias. Multicenter randomized controlled trials that use the actual split angle as the primary outcome, include long-term follow-up, report safety, and stratify by sex are recommended to test this framework as an integrated whole.

Keywords: Split, flexibility, static stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF), hip range of motion

دو فصلنامه مطالعات مروری علوم ورزشی و تندرستی
سال اول، شماره دوم، بهار و تابستان ۱۴۰۵، ۲۳۰-۲۵۲
Jshsr.atu.ac.ir
DOI: 10.22054/jshsr.2026.93373.1064

مقاله مروری
تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۳/۱۷
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۸/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۸/۰۲
ISSN: 3116-1758
eISSN: 3115-9400

مرور نظام‌مند روش‌های تمرینی مؤثر در دستیابی به دامنه حرکتی ۱۸۰ درجه مفصل ران (حرکت پاباز): شواهد، مکانیسم‌ها و پروتکل‌های مبتنی بر شواهد

علیرضا رستمی * — دانشجوی دکتری آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، پردیس البرز دانشگاه تهران، تهران، ایران

سیدمجید طباطبایی‌نژاد — استادیار گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه رجا، قزوین، ایران

هادی میری — دانشیار گروه علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران

زهرا بنایی — کارشناس ارشد آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشگاه رجا، قزوین، ایران

چکیده

زمینه و هدف: پاباز جلو و پهلو از الگوهای حرکتی بنیادین در ورزش‌های هنری و رزمی ازجمله تکواندو، ژیمناستیک، باله کلاسیک و یوگا است. اجرای آن به دامنه حرکتی استثنایی مفصل ران و هماهنگی دقیق چند گروه عضلانی نیاز دارد: همسترینگ، ادداکتورها، خم‌کننده‌های لگن و چرخاننده‌های خارجی ران. در تمرین عملی، روش‌های متنوعی برای رسیدن به پاباز ۱۸۰ درجه به‌کار می‌رود. بخشی از آن‌ها، مانند کشش بالستیک، فشار اجباری در دامنه انتهایی یا اعمال وزن بر ورزشکار، از نظر ایمنی محل نگرانی است. در مقابل، پشتوانه علمی این روش‌ها پراکنده و ناهمگون است. چند چالش انجام این مرور را ضروری کرد. نخست، بیشتر مطالعات بین‌المللی انعطاف‌پذیری را با آزمون بالا آوردن مستقیم پا (SLR) یا خمش لگن می‌سنجند، نه با خود حرکت پاباز، و تعمیم این یافته‌ها به پاباز ۱۸۰ درجه روشن نیست. دوم، مکانیسم افزایش دامنه حرکتی، یعنی تغییر تحمل کششی در برابر تغییرات ساختاری بافت، همچنان محل بحث است. سوم، شواهد مقایسه‌ای میان کشش ایستا، کشش تسهیل عصبی-عضلانی حس عمقی (PNF) و فنون عصبی-جنبشی ناهمگون است. چهارم، مواردی مانند تفاوت‌های جنسیتی، شکاف میان دامنه حرکتی فعال و غیرفعال، نقش کجی لگن و ملاحظات ایمنی در ادبیات کمتر مورد توجه بوده‌اند. در نتیجه، مربیان برای طراحی برنامه‌ای کاربردی و ایمن با خلأ شواهد روبه‌رو هستند. هدف اصلی این مرور پاسخ به این پرسش بود: در ورزشکاران و افراد فعال، کدام روش کششی (ایستا، PNF یا فنون عصبی-جنبشی)، در مقایسه با یکدیگر یا با عدم مداخله، بیشترین اثربخشی را بر دامنه حرکتی مرتبط با پاباز ۱۸۰ درجه دارد؟ اهداف اختصاصی عبارت بودند از ارزیابی انتقادی شواهد مقایسه‌ای، تبیین مکانیسم‌های زیربنایی، بررسی ایمنی و پایداری دستاوردها پس از توقف تمرین و یکپارچه‌سازی شواهد در قالب یک چارچوب دوره‌بندی‌شده کاربردی.

روش پژوهش: این پژوهش یک مرور نظام‌مند است که مطابق دستورالعمل PRISMA 2020 انجام شد. پروتکل آن پیش از اجرا در پایگاه PROSPERO ثبت شد. جستجو در تاریخ ۱۵ مه ۲۰۲۶ و در چهار پایگاه PubMed، Scopus، Web of Science و Google Scholar برای بازه ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۶ انجام شد. راهبرد جستجو ترکیبی از سه گروه کلیدواژه با عملگرهای OR و AND بود: کشش (شامل PNF و neurodynamic، stretching) دامنه حرکتی/ انعطاف‌پذیری و مفصل ران و عضلات مرتبط

* نویسنده مسئول: Alireza1875482@gmail.com

همسترینگ، ادداکتورها، خم‌کننده‌های لگن و .split در PubMed از سرعنوان‌های موضوعی MeSH نیز استفاده شد. جستجوی دستی در فهرست منابع مقالات کلیدی تکمیل‌کننده جستجوی پایگاه‌ها بود. معیارهای ورود عبارت بودند از مطالعات انسانی (کارآزمایی تصادفی‌کنترل‌شده، نیمه‌تجربی، مرور نظام‌مند، فراتحلیل یا مطالعه همگروهی معتبر)، بررسی اثر دست‌کم یک روش کششی بر دامنه حرکتی ران یا عضلات مرتبط، مداخله‌های دست‌کم دو هفته‌ای و انتشار به زبان انگلیسی یا فارسی در منابع دارای فرآیند داوری. مطالعات حیوانی، گزارش‌های موردی با کمتر از ده شرکت‌کننده، چکیده‌های کنفرانسی بدون متن کامل، جمعیت‌های دارای اختلال اسکلتی–عضلانی فعال، و مطالعاتی که متن کامل آن‌ها در دسترس نبود کنار گذاشته شدند. غربالگری و انتخاب مطالعات به‌صورت مستقل توسط دو پژوهشگر انجام شد و اختلاف‌نظرها با بحث و اجماع حل گردید. کیفیت روش‌شناختی با ابزار RoB 2 برای کارآزمایی‌های تصادفی، ROBINS-I برای مطالعه نیمه‌تجربی و AMSTAR-2 برای مرورهای نظام‌مند ارزیابی شد. ارزیابی رسمی قطعیت شواهد با سیستم GRADE انجام نشد. سنتز یافته‌ها به‌صورت روایی–انتقادی و در شش محور انجام گرفت.

یافته‌ها: از ۱۶۷ رکورد، ۱۰۱ مورد در غربالگری عنوان و چکیده و ۴۳ مورد در بررسی متن کامل حذف شدند و ۲۳ مطالعه وارد مرور شد. این مطالعات شامل دو کارآزمایی بر تکواندوکاران ایرانی، یک کارآزمایی مکانیستی، یک مطالعه بالینی و ۱۹ مرور یا فراتحلیل بودند. تنها همان دو کارآزمایی زاویه پاباز ۱۸۰ درجه را مستقیماً به‌عنوان پیامد اصلی اندازه‌گیری کرده بودند. سایر مطالعات پیامدهای جایگزین مانند SLR و انعطاف‌پذیری همسترینگ را سنجیده بودند. بیشتر مرورها کیفیت متوسط تا بالا داشتند اما مطالعات اولیه در مجموع «برخی نگرانی‌ها» را نشان دادند. یافته‌های کلیدی در شش محور خلاصه می‌شوند:

۱) مکانیسم: شواهد بیشتر از تغییر تحمل کششی به‌عنوان مکانیسم محتمل‌تر در کوتاه‌مدت حمایت می‌کنند. در یک کارآزمایی شش‌هفته‌ای، دامنه حرکتی بدون تغییر قابل‌اندازه‌گیری در سفتی عضله و تاندون افزایش یافت. بااین‌حال، سهم تغییرات ساختاری قابل رد نیست و تغییرات ویسکوالاستیک عمدتاً در مداخله‌های بلندتر از هشت هفته گزارش شده‌اند.

۲) مقایسه PNF و ایستا: در بلندمدت اثربخشی دو روش مشابه است. در کوتاه‌مدت، برتری اندک PNF بر انعطاف‌پذیری همسترینگ گزارش شده، اما ناهمگونی بالا بوده است (I^2 = ٪۶۷). از پنج کارآزمایی مقایسه‌ای در دامنه خمش لگن، تنها یکی برتری معنادار PNF را نشان داد. در نمونه تکواندوکاران، PNF بر کشش ایستا در انعطاف‌پذیری ۱۸۰ درجه برتری معنادار داشت (p<۰/۰۰۱) و با بهبود تعادل همراه بود. در مطالعه دیگر، هر دو پروتکل PNF نسبت به کنترل مؤثر بودند و تفاوت معناداری بین آن‌ها دیده نشد (p=۰/۰۶۱)، اما نمونه کوچک (۴۵ نفر) امکان نتیجه‌گیری درباره هم‌ارزی را نمی‌دهد.

۳) فنون عصبی–جنبشی: برتری کوتاه‌مدت اندک (تفاوت میانگین حدود ۳/۴۸ درجه در SLR) گزارش شده اما فاصله پیش‌بینی ٪۹۵ گسترده است و شواهد بلندمدت محدود است.

۴) اثر حاد کشش: همه انواع کشش دامنه حرکتی را افزایش می‌دهند، با اثر کمتر بر ادداکتورها. کشش ایستای حاد با کاهش موقت قدرت همراه است.

۵) تفاوت‌های جنسیتی: زنان دامنه حرکتی پایه بیشتری دارند. شواهد پاسخ بهتر آنان به کشش مزمن مقدماتی است زیرا از تحلیل زیرگروهی یک فراتحلیل به‌دست آمده است.

۶) ایمنی و دترینینگ: رابطه کشش با پیشگیری از آسیب نامشخص و وابسته به نوع ورزش است. هیچ‌یک از مطالعات واردشده آسیب ناشی از کشش پاباز را مستقیماً بررسی نکرده‌اند. پس از توقف تمرین، دامنه حرکتی به‌تدریج کاهش می‌یابد.

شکاف‌ها و تناقضات: مهم‌ترین شکاف، فاصله میان پیامد سنجیده‌شده در ادبیات بین‌المللی (SLR) و پیامد هدف (پاباز واقعی) است. شواهد مستقیم تنها به دو مطالعه با نمونه کوچک و پیگیری کوتاه محدود است. تناقض در برتری PNF در کوتاه‌مدت، نبود شواهد مستقیم درباره ایمنی، و فقدان داده درباره دامنه فعال و تمرینات انتقالی از دیگر شکاف‌هاست. بر پایه ترکیب شواهد مستقیم و غیرمستقیم و نظر کارشناسی، چارچوب دوره‌بندی‌شده زیر پیشنهاد شد؛ این چارچوب آزموده‌نشده است.

چارچوب دوره‌بندی‌شده پیشنهادی (آزموده‌نشده)

فاز	مدت	روش اصلی	تناوب
پایه	هفته ۱ تا ٦	کشش ایستا (۳۰ تا ٦۰ ثانیه، شدت ۷ تا ۸ از ۱۰)	۳ تا ٤ جلسه در هفته
پیشرفته	هفته ۷ تا ۱۲	PNF + کشش ایستا	۲ + ۲ جلسه در هفته
تثبیت	هفته ۱۳ تا ۲٤	PNF + تقویت در دامنه انتهایی	۲ + ۲ جلسه در هفته
نگهداری	پس از هفته ۲٤	کشش ایستای کم‌حجم	۱ تا ۲ جلسه در هفته

بحث و نتیجه‌گیری: هیچ روش کششی واحدی در همه شرایط برتری مطلق ندارد. کشش ایستا گزینه‌ای در دسترس و محتملاً ایمن برای فاز پایه است PNF .بر پایه دو مطالعه مستقیم با نمونه کوچک در کوتاه‌مدت مزیت احتمالی نشان می‌دهد اما در بلندمدت با کشش ایستا مشابه است. فنون عصبی–جنبشی بر پایه شواهد غیرمستقیم امیدبخش‌اند و بهتر است مکمل روش‌های استاندارد باشند، نه جایگزین آن‌ها. از نظر کاربردی، یک رویکرد دوره‌بندی‌شده ترکیبی همراه با گرم‌کردن اختصاصی، کنترل کجی لگن، تمرینات انتقالی برای پر کردن شکاف دامنه فعال و غیرفعال و فاز نگهداری معقول به نظر می‌رسد. درد شدید ظاهراً برای پیشرفت ضروری نیست و درد مداوم کشاله ران نیازمند ارزیابی پزشکی است. محدودیت‌های اصلی عبارتند از تکیه بر پیامدهای غیرمستقیم، حجم نمونه کوچک و پیگیری کوتاه در مطالعات مستقیم، ناهمگونی بالا، و نبود ارزیابی GRADE و سوگیری انتشار. پیشنهاد می‌شود کارآزمایی‌های تصادفی‌کنترل‌شده چندمرکزی با زاویه پاباز واقعی به‌عنوان پیامد اصلی، پیگیری بلندمدت، گزارش ایمنی و تفکیک جنسیتی، این چارچوب را به‌صورت یکپارچه بیازمایند.

واژگان کلیدی: پاباز، انعطاف‌پذیری، کشش ایستا، تسهیل عصبی–عضلانی حس عمقی (PNF)، دامنه حرکتی لگن

۱. مقدمه

حرکت پاباز در دو شکل اصلی «پاباز جلو» و «پاباز پهلو»، به‌ویژه در هنرهای رزمی و ازجمله تکواندو، یک پیش‌نیاز عملکردی مستقیم محسوب می‌شود. شواهدی که در جمعیت تکواندوکاران ایرانی گردآوری شده، ارتباط این حرکت با انعطاف‌پذیری عملکردی و تعادل ورزشکار را نشان می‌دهد؛ هرچند این شواهد محدود به تعداد اندکی مطالعه با حجم نمونه کوچک است (۱، ۲، ۳). در ورزش‌هایی مانند ژیمناستیک، باله کلاسیک و یوگا نیز پاباز به‌طور گسترده به‌عنوان یک عنصر زیبایی‌شناختی و فنی مطرح است؛ هرچند شواهد اختصاصی درباره ارتباط مستقیم آن با عملکرد در این رشته‌ها در ادبیات فعلی محدودتر است (۴). دستیابی به زاویه ۱۸۰ درجه بین دو اندام تحتانی مستلزم دامنه حرکتی استثنایی در مفصل ران است که بدون برنامه‌ریزی مناسب ممکن است دشوار باشد و در صورت اجرای نامناسب (مانند فشار اجباری یا گرم‌کردن ناکافی) با ملاحظات ایمنی همراه شود. بااین‌حال، شواهد مستقیم درباره آسیب‌های مرتبط با تمرین پاباز محدود است (بخش ۴).

از دیدگاه بیومکانیکی، پاباز جلو بر سه گروه عضلانی اتکا دارد: همسترینگ پای جلو، خم‌کننده‌های لگن (ایلیوپسواس) پای عقب و عضلات چرخاننده خارجی ران. پاباز پهلو به کشش اداکتورها و چرخش خارجی ران نیاز دارد. دامنه طبیعی خمش فعال مفصل ران حدود ۱۳۰ درجه، بازشدگی غیرفعال حدود ۳۰ درجه و ابداکشن غیرفعال حدود ۴۵ درجه گزارش شده است (۴). گفتنی است این مقادیر میانگین‌های جمعیتی‌اند و تفاوت‌های فردی و جنسیتی قابل‌توجهی دارند؛ همان‌طور که در بخش یافته‌ها نشان داده خواهد شد، زنان به‌طور میانگین دامنه حرکتی بیشتری در خمش، اداکشن و چرخش داخلی لگن دارند و پاسخ متفاوتی نیز به تمرین کششی مزمن نشان می‌دهند (۵، ۶، ۷). بنابراین این اعداد باید به‌عنوان نقطه مرجع تفسیر شوند، نه هنجاری یکسان و قابل‌تعمیم به همه افراد. این پیچیدگی چندمفصلی و تنوع فردی توضیح می‌دهد که چرا برنامه‌های کششی اختصاصی برای یک گروه عضلانی یا یک الگوی ثابت برای همه ورزشکاران به‌تنهایی کافی نیستند.

در محیط‌های تمرینی ممکن است رویکردهایی مانند کشش بالیستیک، فشار اجباری در دامنه انتهایی یا اعمال وزن بدن بر روی ورزشکار در حین کشش به‌کار رود که از نظر ایمنی محل نگرانی هستند. بااین‌حال، در جستجوی این مرور، داده‌ای درباره شیوع این روش‌ها در محیط‌های تمرینی ایران یافت نشد. شواهد موجود درباره رابطه کشش با آسیب ناهمگون و ناکافی است (۸، ۹، ۱۰، ۱۱) و مطالعات واردشده آسیب‌های خاصی مانند کشیدگی همسترینگ یا التهاب تاندون ایلیوپسواس را به‌طور مستقیم به کشش پاباز یا کشش بالیستیک نسبت نداده‌اند. ازاین‌رو ملاحظات ایمنی این مرور بیشتر محتاطانه و مبتنی بر اصول کلی است. در کودکان و نوجوانان نیز آسیب‌های صفحه رشد در ورزش‌های جوانان گزارش شده است (۱۲) اما شواهد مستقیمی که این آسیب‌ها را به کشش پاباز نسبت دهد یافت نشد. پژوهش‌های انجام‌شده در جمعیت ورزشکاران رزمی ایرانی گزارش کرده‌اند که کشش تسهیل عصبی-عضلانی در نمونه‌های بررسی‌شده تأثیر مثبتی بر انعطاف‌پذیری ورزشکاران داشته و پروتکل‌های مختلف این روش ممکن است در دستیابی به انعطاف‌پذیری ۱۸۰ درجه مؤثر باشند. این نتایج مبتنی بر تعداد اندکی مطالعه با حجم نمونه کوچک است (۱، ۲، ۳).

باوجود گسترش ادبیات علمی، یک چالش اساسی همچنان پابرجاست: اغلب مطالعات بین‌المللی بر آزمون بالا آوردن مستقیم پا یا امتداد دادن زانو تمرکز دارند و نه بر خود حرکت پاباز. این شکاف بین آنچه در آزمایشگاه اندازه‌گیری می‌شود و آنچه در تمرین عملی اتفاق می‌افتد، تفسیر شواهد را برای مربیان پیچیده می‌کند. همچنین شکاف بین دامنه حرکتی غیرفعال و فعال اغلب نادیده گرفته می‌شود. دستیابی به پاباز غیرفعال ۱۸۰ درجه با کمک شریک به معنای توانایی اجرای پاباز فعال مستقل نیست و برای پر کردن این شکاف، تمرینات انتقالی مانند اسکات پاباز، لانج عمیق و تمرینات تقویتی در موقعیت باز لگن ممکن است مفید باشند (بر پایه نظر کارشناسی؛ شواهد مستقیم در مطالعات واردشده یافت نشد). نقش کجی لگن نیز اغلب نادیده گرفته می‌شود؛ کجی قدامی بیش از حد لگن در حین پاباز جلو، با افزایش اکستنشن ستون فقرات کمری همراه است.؛ بارهای مکرر اکستنشن کمری در ورزشکاران جوان با شیوع بیشتر اسپوندیلولیز مرتبط دانسته شده است (۱۳)؛ هرچند شواهد مستقیمی که این آسیب را به‌طور اختصاصی به پاباز نسبت دهد یافت نشد.

هدف اصلی این مرور نظام‌مند، پاسخ به این سؤال پژوهشی است: در ورزشکاران و افراد فعال، کدام روش‌های کششی (کشش ایستا، تسهیل عصبی-عضلانی، یا فنون عصبی-جنبشی) در مقایسه با یکدیگر یا با عدم مداخله، بیشترین اثربخشی را در افزایش دامنه حرکتی مرتبط با پاباز ۱۸۰ درجه (به‌عنوان پیامد اصلی) و انعطاف‌پذیری همسترینگ، ادداکتورها و خم‌کننده‌های لگن (به‌عنوان پیامدهای جایگزین) دارند؟ پیامدهای ثانویه مورد بررسی شامل مکانیسم زیربنایی تغییرات دامنه حرکتی، ایمنی مداخلات و پایداری دستاوردها پس از توقف تمرین بودند. بر این اساس، اهداف اختصاصی مطالعه عبارت بودند از: شناسایی و ارزیابی انتقادی شواهد موجود درباره اثربخشی مقایسه‌ای این روش‌ها، تبیین مکانیسم‌های زیربنایی افزایش دامنه حرکتی و یکپارچه‌سازی این شواهد در قالب یک پروتکل کاربردی و دوره‌بندی‌شده برای دستیابی ایمن به پاباز ۱۸۰ درجه.

۲. روش پژوهش

این مطالعه یک مرور نظام‌مند است که مطابق با دستورالعمل‌های PRISMA 2020 انجام شده است (۱۴). پروتکل این مرور پیش از اجرا در پایگاه PROSPERO ثبت شده است و چک‌لیست تکمیل‌شده PRISMA 2020 در پیوست ۱ ارائه شده است. فرآیند انجام پژوهش شامل جستجوی جامع در پایگاه‌های داده معتبر، غربالگری مقالات براساس معیارهای از پیش تعریف‌شده، استخراج داده‌ها، ارزیابی کیفیت روش‌شناختی و سنتز انتقادی یافته‌ها بود. فرآیند انتخاب و ارزیابی مطالعات به‌صورت مستقل توسط دو پژوهشگر انجام و موارد اختلاف از طریق بحث و اجماع حل شد.

۲-۱. منابع داده‌ای و استراتژی جستجو

جستجوی مقالات در چهار پایگاه اطلاعاتی PubMed، Scopus، Web of Science و Google Scholar در تاریخ ۱۵ مه ۲۰۲۶ انجام شد. محدوده زمانی جستجو به سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۶ محدود گردید. راهبرد جستجو از ترکیب سه گروه کلیدواژه (کشش، دامنه حرکتی/ انعطاف‌پذیری و مفصل ران و عضلات مرتبط) با عملگرهای

OR و AND ساخته شد و در PubMed از سرعنوان‌های موضوعی MeSH شامل Muscle Stretching Exercises، Range of Motion Articular، Hip Joint و Hamstring Muscles نیز استفاده شد.[۱] جستجوی دستی در فهرست منابع مقالات کلیدی نیز انجام گرفت. تعداد مقالات یافت‌شده در هر پایگاه به شرح زیر بود: PubMed (۴۸ مقاله)، Scopus (۴۳ مقاله)، Web of Science (۳۵ مقاله)، Google Scholar (۲۹ مقاله). پس از حذف ۴۵ مقاله تکراری، ۱۱۰ مقاله منحصربه‌فرد باقی ماند. در جستجوی دستی ۵۷ مقاله اضافی یافت شد و مجموع مقالات به ۱۶۷ مورد رسید.

۲-۲. معیارهای انتخاب و حذف مقالات

معیارهای ورود شامل موارد زیر بود: مطالعات انسانی با طراحی کارآزمایی تصادفی کنترل‌شده، کارآزمایی نیمه‌تجربی، مرور نظام‌مند، فراتحلیل، مطالعه هم‌گروهی معتبر؛ بررسی اثر حداقل یک روش کششی بر دامنه حرکتی مفصل ران، عضلات همسترینگ، ادداکتورها یا خم‌کننده‌های لگن؛ مداخلات کششی با مدت حداقل دو هفته و انتشار به زبان انگلیسی یا فارسی در مجلات یا مجموعه‌های دارای فرآیند داوری. کتاب‌ها و راهنماهای کاربردی به‌عنوان مطالعه وارد مرور نشدند. مرورهای نظام‌مند و فراتحلیل‌ها به‌عنوان شواهد پشتیبان و جدا از مطالعات اولیه تفسیر شدند.

معیارهای خروج شامل مطالعات حیوانی، گزارش‌های موردی با کمتر از ۱۰ شرکت‌کننده، مقالاتی که تنها در قالب چکیده کنفرانس بدون متن کامل موجود بودند، مطالعاتی با جمعیت دارای اختلالات اسکلتی-عضلانی فعال و مطالعاتی که متن کامل آن‌ها در دسترس نبود.

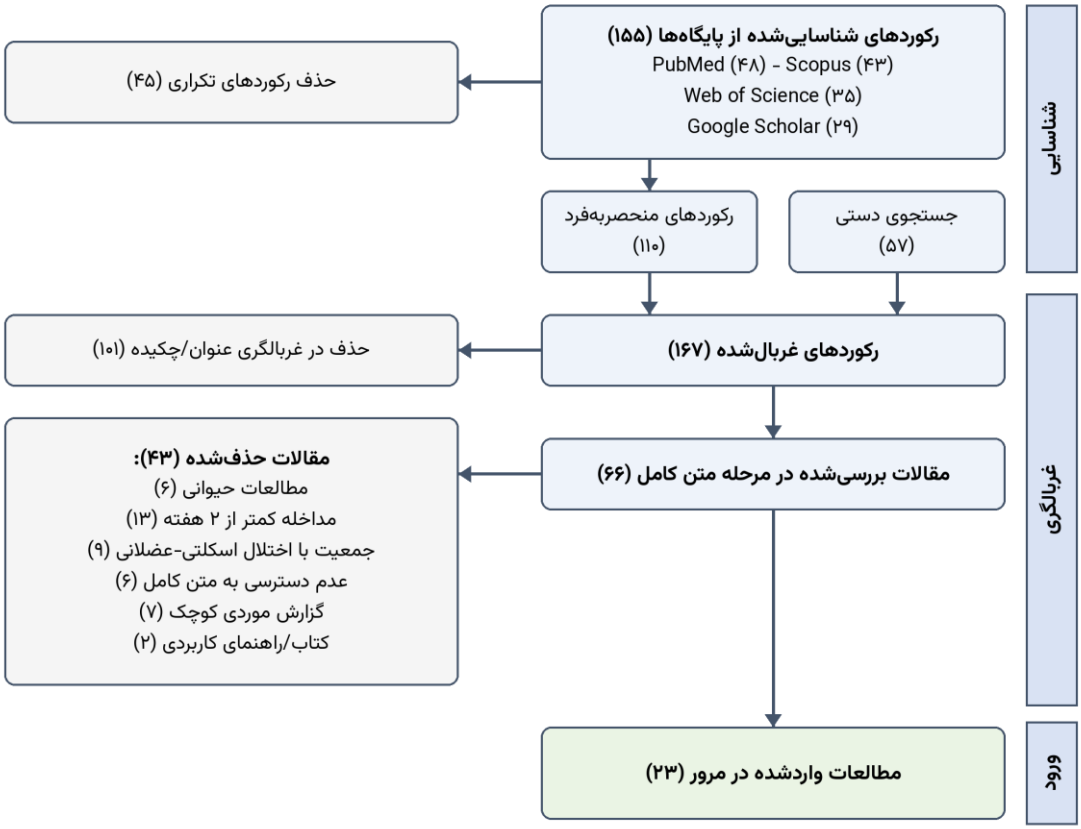
۲-۳. فرآیند غربالگری

فرآیند غربالگری در سه مرحله انجام شد. در مرحله اول، عناوین و چکیده‌های ۱۶۷ مقاله بررسی و ۱۰۱ مقاله به‌دلیل عدم ارتباط حذف شدند. در مرحله دوم، متن کامل ۶۶ مقاله مطالعه و ۴۳ مقاله حذف شدند: مطالعات حیوانی (۶ مورد)، مداخلات کمتر از دو هفته (۱۳ مورد)، جمعیت با اختلالات اسکلتی-عضلانی فعال (۹ مورد)، عدم دسترسی به متن کامل (۶ مورد)، گزارش‌های موردی کوچک (۷ مورد)، کتاب یا راهنمای کاربردی (۲ مورد) و در مرحله سوم، ۲۳ مطالعه نهایی انتخاب شدند (شکل ۱).

---

۱. رشته کامل جستجو در هر پایگاه در پیوست ۲ آمده است.

شکل ۱. فلوچارت PRISMA فرآیند انتخاب مقالات



مأخذ: یافته‌های پژوهش

شکل ۲. نمایش اجرای پاباز ۱۸۰ درجه توسط نویسنده اول



مأخذ: یافته‌های پژوهش

شکل ۳. نمایش اجرای پاباز ۱۸۰ درجه توسط نویسنده اول از نمای دیگر



مأخذ: یافته‌های پژوهش

۳. نتایج

۳-۱. ویژگی‌های پژوهش‌ها

۲۳ مطالعه نهایی از نظر طراحی، جمعیت و پیامد اندازه‌گیری‌شده تنوع قابل‌توجهی داشتند (جدول ۱). طیف طراحی‌ها از فراتحلیل‌های بزرگ‌مقیاس با ۷۷ مطالعه اولیه (۷) تا کارآزمایی‌های تصادفی‌کنترل‌شده تک‌مرکزی با حجم نمونه محدود (۱، ۱۵) را دربرمی‌گرفت. اکثر مطالعات بین‌المللی همسترینگ را با آزمون بالا آوردن مستقیم پا یا خمش لگن اندازه‌گیری کرده‌اند، نه خود حرکت پاباز. در این میان، از مجموعه پژوهش‌های رستمی و همکاران در جمعیت تکواندوکاران ایرانی، تنها دو مطالعه (۱، ۳) از معدود مطالعاتی هستند که انعطاف‌پذیری ۱۸۰ درجه را به‌طور مستقیم به‌عنوان پیامد اصلی اندازه‌گیری کرده‌اند: یک کارآزمایی تصادفی سه‌گروهه با ۳۷ تکواندوکار که اثر هشت هفته PNF و کشش ایستا را بر انعطاف‌پذیری ۱۸۰ درجه و تعادل مقایسه کرد (۱)، یک کارآزمایی نیمه‌تجربی با ۴۵ تکواندوکار پسر که دو پروتکل PNF را با گروه کنترل مقایسه کرد (۳)؛ مقاله سوم این مجموعه یک مرور روایی است و پاباز را اندازه‌گیری نکرده است (۲). سایر مطالعات شامل کارآزمایی‌های مکانیستی با استفاده از اولتراسوند برشی (۱۵)، مرورهای نظام‌مند و فراتحلیل‌های مقایسه‌ای بین روش‌های کششی (۷، ۱۶ تا ۲۴) و مطالعاتی درباره تفاوت‌های جنسیتی، ایمنی و دترینینگ (۵، ۶، ۹، ۱۳، ۲۵ تا ۲۸) بودند. مشخصات کامل هر مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های مطالعات شناسایی‌شده

ردیف	نویسنده (سال)	طراحی	جمعیت	مداخله	پیامد اصلی	یافته کلیدی
۱	رستمی و همکاران (a۲۰۲۵)	RCT سه‌گروهه	۳۷ تکواندوکار	PNF در برابر کشش ایستا، ۸	انعطاف‌پذیری ۱۸۰ درجه	PNF برتری معنادار (p<۰/۰۰۱)

ردیف	نویسنده (سال)	طراحی	جمعیت	مداخله	پیامد اصلی	یافته کلیدی
				هفته		
۲	رستمی (b۲۰۲۵)	مقاله مروری	ورزشکاران	کشش PNF	انعطاف‌پذیری	تأثیر مثبت PNF
۳	رستمی و همکاران (c۲۰۲۵)	کارآزمایی نیمه‌تجربی	۴۵ تکواندوکار پسر	مقایسه دو پروتکل PNF، ۸ هفته	انعطاف‌پذیری ۱۸۰ درجه	هر دو پروتکل مؤثر؛ p=۰/۰۶۱
٤	کنراد و تیلپ (۲۰۱٤)	RCT متقاطع	۱۵ فرد سالم	کشش ایستا ٦ هفته	سفتی بافت، ROM	افزایش ROM بدون تغییر مکانیکی
۵	فریتاس و همکاران (۲۰۱۸)	مرور نظام‌مند	—	کشش مزمن	خواص عضله–تاندون	تغییر مکانیکی تنها در <۸ هفته
٦	وپلر و مگنوسون (۲۰۱۰)	مرور مکانیستی	—	کشش ایستا	مکانیسم ROM	تغییر تحمل کششی
۷	اینگرام و همکاران (۲۰۲۵)	فراتحلیل	—	کشش ایستا	مکانیسم ROM	همسو با نقش مکانیسم‌های حسی
۸	بورخس و همکاران (۲۰۱۸)	فراتحلیل (۱۲ RCT)	—	PNF در برابر ایستا	انعطاف‌پذیری همسترینگ	برتری اندک PNF؛ I^2=٦۷٪
۹	کنراد و همکاران (۲۰۲٤)	فراتحلیل (۷۷ مطالعه)	—	انواع کشش مزمن	ROM	PNF≈ایستا در بلندمدت
۱۰	لمپکه و همکاران (۲۰۱۸)	مرور (۵ RCT)	—	PNF در برابر ایستا	دامنه خمش لگن	٤ از ۵ مطالعه: بدون تفاوت
۱۱	شارمن و همکاران (۲۰۰٦)	مرور مکانیستی	—	PNF	مکانیسم + ROM	تبیین بازداری خودزا و متقابل
۱۲	هیندل و همکاران (۲۰۱۲)	مرور	—	سه تکنیک PNF	ROM + عملکرد	تفاوت کاربردی تکنیک‌ها
۱۳	نونز دو آرناس–آروئو (۲۰۲۵)	فراتحلیل (۱۳ RCT)	—	فنون عصبی–جنبشی	انعطاف‌پذیری همسترینگ	برتری کوتاه‌مدت MD=٤٨°/۳
۱٤	اپلرت و بابالت (۲۰۱۸)	فراتحلیل (۵۵ مطالعه)	—	کشش ایستا حاد	ROM، عملکرد عصبی–عضلانی	افزایش ROM + کاهش موقت قدرت
۱۵	بهم و همکاران (۲۰۲۳)	فراتحلیل + GRADE	—	انواع کشش حاد	ROM	همه انواع مؤثر؛ اثر کمتر روی ادداکتورها
۱٦	آپوستولوپولوس (۲۰۱۵)	مرور نظام‌مند	—	کشش با شدت‌های مختلف	ROM	شدت خفیف احتمالاً به اندازه شدت بالا مؤثر
۱۷	بهم و چائوآچی (۲۰۱۱)	مرور جامع	—	کشش ایستا و پویا	ROM + عملکرد	کشش پویا برای گرم‌کردن؛ ایستا برای ROM
۱۸	بیشاپ و همکاران (۲۰۲۲)	فراتحلیل (٤۲ مطالعه)	۳۲۳٤ نفر	—	ROM شش حرکت لگن	زنان ٦/٤ درجه خمش بیشتر
۱۹	فرایبرگر و همکاران (۲۰۲٤)	فراتحلیل (۳۸ مطالعه)	—	—	ROM لگن ایستا و پویا	برتری ROM زنان در هر دو وضعیت

ردیف	نویسنده (سال)	طراحی	جمعیت	مداخله	پیامد اصلی	یافته کلیدی
۲۰	ویتروو و همکاران (۲۰۰٤)	مرور	—	انواع کشش	پیشگیری از آسیب	رابطه کشش و پیشگیری از آسیب نامشخص؛ وابسته به نوع ورزش
۲۱	میچلی و وود (۱۹۹۵)	مطالعه کلینیکی	۱۰۰ ورزشکار نوجوان دچار کمردرد (و ۱۰۰ بزرگسال)	—	آسیب اسکلتی	اسپوندیلولیز شایع‌ترین علت کمردرد در نوجوانان (٤۷٪ در برابر ۵٪ در بزرگسالان)
۲۲	کنراد و همکاران (۲۰۲۵)	فراتحلیل	—	توقف کشش مزمن	ROM پس از دتریننگ	از دست دادن تدریجی ROM
۲۳	مک‌هیو و کاسگریو (۲۰۱۰)	مرور	—	انواع کشش	پیشگیری از آسیب + عملکرد	تمایز اثرات کوتاه‌مدت و بلندمدت

مأخذ: یافته‌های پژوهش

۳-۲. رویه ارزیابی کیفیت مطالعات

برای کارآزمایی‌های تصادفی از ابزار RoB2 کاکرین، برای کارآزمایی نیمه‌تجربی از ابزار ROBINS-I و برای مرورهای نظام‌مند از چک‌لیست AMSTAR-۲ استفاده شد و نتایج به تفکیک حوزه در جدول ۲ ارائه شده است. رستمی و همکاران (a۲۰۲۵) یک کارآزمایی تصادفی سه‌گروهه با تصادفی‌سازی براساس سن، جنس و نمایه توده بدنی طراحی کردند. نقطه قوت کلیدی این مطالعه، اندازه‌گیری مستقیم انعطاف‌پذیری ۱۸۰ درجه به‌عنوان پیامد اصلی است. محدودیت اصلی، کوتاه بودن مداخله (۸ هفته) و عدم پیگیری بلندمدت است (۱). کنراد و تیلپ (۲۰۱۴) از اولتراسوند برشی به‌عنوان روشی غیرتهاجمی برای برآورد سفتی بافت استفاده کردند اما حجم نمونه کوچک (۱۵ نفر) تعمیم‌پذیری را محدود می‌کند (۱۵). کنراد و همکاران (۲۰۲۴) یک فراتحلیل با حجم گسترده و آنالیز زیرگروه‌های متعدد انجام دادند؛ تمرکز عمده بر آزمون‌های همسترینگ نه خود پاباز از محدودیت‌های اصلی است (۷). نونز دو آرناس-آروئو و همکاران (۲۰۲۵) از ابزار Cochrane RoB۲ برای ارزیابی خطر سوگیری استفاده کردند که اعتبار نتایج را تقویت می‌کند اما تمرکز انحصاری بر اثرات کوتاه‌مدت محدودیت اصلی آن است (۲۲). بورخس و همکاران (۲۰۱۸) یک فراتحلیل با جستجوی جامع در پنج پایگاه داده انجام دادند اما عدم ارزیابی رسمی خطر سوگیری در مطالعات اولیه و ناهمگونی بالا از محدودیت‌های اصلی است (۱۹).

جدول ۲. نتایج ارزیابی خطر سوگیری مطالعات اولیه (الف) و کیفیت روش‌شناختی مرورهای نظام‌مند با AMSTAR-2 (ب)

الف) مطالعات اولیه (کم/ برخی نگرانی‌ها/ بالا)

مطالعه	ابزار	تخصیص/ مخدوش‌کننده‌ها	انحراف از مداخله	داده‌های گمشده	اندازه‌گیری پیامد	گزارش گزینشی	داوری کلی
رستمی و همکاران (a۲۰۲۵) (۱)	RoB 2	کم	کم	کم	کم	برخی نگرانی‌ها	برخی نگرانی‌ها

مطالعه	ابزار	تخصیص/ مخدوش‌کننده‌ها	انحراف از مداخله	داده‌های گمشده	اندازه‌گیری پیامد	گزارش گزینشی	داوری کلی
رستمی و همکاران (c۲۰۲۵) (۳)	ROBINS-I	کم	کم	کم	کم	برخی نگرانی‌ها	برخی نگرانی‌ها
کنراد و تیلپ (۲۰۱٤) (۱۵)	RoB 2	برخی نگرانی‌ها	کم	کم	کم	برخی نگرانی‌ها	برخی نگرانی‌ها
میچلی و وود (۱۹۹۵) (۱۳)	ROBINS-I	برخی نگرانی‌ها	برخی نگرانی‌ها	کم	کم	برخی نگرانی‌ها	برخی نگرانی‌ها

مأخذ: یافته‌های پژوهش

ب) مرورهای نظام‌مند و فراتحلیل‌ها (بله/ بله جزئی/ خیر؛ اعداد داخل پرانتز شماره آیتم‌های بحرانی AMSTAR-2)

مرور	پروتکل ثبت‌شده (۲)	جستجوی جامع (٤)	ارزیابی خطر سوگیری (۹)	روش فراتحلیل (۱۱)	لحاظ سوگیری در تفسیر (۱۳)	سوگیری انتشار (۱۵)	اطمینان کلی
فریتاس و همکاران (۱٦)	خیر	بله	خیر	بله جزئی	خیر	خیر	کیفیت متوسط
اینگرام و همکاران (۱۸)	بله	بله	بله	بله	بله	بله	کیفیت بالا
بورخس و همکاران (۱۹)	خیر	بله	خیر	بله	خیر	خیر	کیفیت متوسط
کنراد و همکاران ۲۰۲٤ (۷)	بله	بله	بله	بله	بله	بله	کیفیت بالا
نونز دو آرناس-آروئو و همکاران (۲۲)	بله	بله	بله	بله	بله	بله	کیفیت بالا
اپلرت و بابالت (۲۳)	بله	بله	بله	بله	بله	بله	کیفیت بالا
بهم و همکاران ۲۰۲۳ (۲٤)	بله	بله	بله	بله	بله	بله	کیفیت بالا
آپوستولوپولوس و همکاران (۲۵)	خیر	بله	خیر	خیر	خیر	خیر	کیفیت متوسط
بیشاپ و همکاران (۵)	بله	بله	بله	بله	بله	بله	کیفیت بالا
فرایبرگر و همکاران (٦)	بله	بله	بله	بله	بله	بله	کیفیت بالا
کنراد و همکاران ۲۰۲۵ (۲۸)	بله	بله	بله	بله	بله	بله	کیفیت بالا
شارمن و همکاران (۲۱)	خیر	بله	خیر	خیر	خیر	خیر	کیفیت متوسط
هیندل و همکاران (۲۷)	خیر	بله	خیر	خیر	خیر	خیر	کیفیت متوسط
ویتروو و همکاران (۹)	خیر	بله	خیر	خیر	خیر	خیر	کیفیت متوسط
مک‌هیو و کاسگریو (۸)	خیر	بله	خیر	خیر	خیر	خیر	کیفیت متوسط
وپلر و مگنوسون (۱۷)	خیر	بله	خیر	خیر	خیر	خیر	کیفیت متوسط
رستمی (b۲۰۲۵) (۲)	خیر	بله	خیر	خیر	خیر	خیر	کیفیت متوسط

مأخذ: یافته‌های پژوهش

۳-۳. یافته‌های اصلی

یافته‌های مطالعات منتخب را می‌توان در شش محور اصلی دسته‌بندی کرد. گفتنی است که بخش قابل‌توجهی از این شواهد بر پایه پیامدهای جایگزین مانند تست بالا آوردن مستقیم پا (SLR) یا انعطاف‌پذیری همسترینگ

به‌دست آمده‌اند و تعمیم مستقیم آن‌ها به پاباز ۱۸۰ درجه باید با احتیاط صورت گیرد. تنها دو مطالعه رستمی و همکاران (۱، ۳) این پیامد را به‌طور مستقیم اندازه‌گیری کرده‌اند.

در محور نخست، کنراد و تیلپ (۲۰۱۴) نشان دادند شش هفته کشش ایستا دامنه حرکتی را افزایش می‌دهد بدون تغییر قابل‌اندازه‌گیری در سفتی عضله یا تاندون (۱۵)، و وپلر و مگنوسون (۲۰۱۰) و اینگرام و همکاران (۲۰۲۵) یافته‌هایی همسو با مدل «تغییر تحمل کششی» گزارش کردند (۱۷، ۱۸). بااین‌حال، با توجه به حجم نمونه محدود این مطالعات، عبارت «مکانیسم اصلی» را باید به «مکانیسم محتمل‌تر» تعدیل کرد؛ شواهد فعلی امکان رد قطعی سهم تغییرات مکانیکی را نمی‌دهند، فقط نشان می‌دهند سهم تحمل حسی در کوتاه‌مدت غالب‌تر است. فریتاس و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند مداخلات بیش از هشت هفته می‌توانند تغییراتی در خواص ویسکوالاستیک عضله-تاندون ایجاد کنند (۱۶)؛ هرچند این مرور همیشه بین عضله و تاندون که رفتار مکانیکی متفاوتی دارند، تفکیک قائل نشده است.

در محور دوم، کنراد و همکاران (۲۰۲۴) نشان دادند PNF و کشش ایستا در بلندمدت اثربخشی مشابهی دارند (۷) و بورخس و همکاران (۲۰۱۸) برتری اندک PNF را در کوتاه‌مدت روی انعطاف‌پذیری همسترینگ (نه پاباز) گزارش کردند، با ناهمگونی بالا (I^2=۶۷٪) که تعمیم آن را محدود می‌کند (۱۹). لمپکه و همکاران (۲۰۱۸) نیز از پنج مطالعه، تنها در یک مورد برتری معنادار PNF را یافتند (۲۰). مجموعه پژوهش‌های رستمی و همکاران که مستقیماً پاباز ۱۸۰ درجه را در تکواندوکاران ایرانی سنجیده‌اند، نشان می‌دهند PNF بهبود آماری معناداری در انعطاف‌پذیری ($p<$۰/۰۰۱) و تعادل ایجاد می‌کند (۱) و هر دو پروتکل PNF نسبت به کنترل مؤثرند بدون تفاوت معنادار بین‌شان ($p=$۰/۰۶۱). بااین‌حال، اندازه اثر بالینی این تفاوت‌ها -یعنی اینکه آیا این میزان بهبود از نظر عملکردی در اجرای واقعی پاباز رقابتی محسوس است- در این مطالعات به‌طور مجزا گزارش یا بحث نشده است.

در محور سوم، نونز دو آرناس-آروئو و همکاران (۲۰۲۵) برتری کوتاه‌مدت فنون عصبی-جنبشی نسبت به کشش ایستا را روی همسترینگ نشان دادند (MD=۳/۴۸ درجه در SLR)، اما فاصله پیش‌بینی ۹۵٪ گسترده نشان می‌دهد این برتری در همه سناریوها ثابت نیست و مجدداً این یافته بر پایه SLR است، نه پاباز (۲۲).

در محور چهارم، بهم و همکاران (۲۰۲۳) نشان دادند همه انواع کشش در افزایش حاد دامنه حرکتی مؤثرند، با تأثیر کمتر روی ادداکتورها (۲۴) و شارمن و همکاران (۲۰۰۶) پروتکل بهینه PNF را معرفی کردند (۲۱).

در محور پنجم، بیشاپ و همکاران (۲۰۲۲) و فرایبرگر و همکاران (۲۰۲۴) تفاوت‌های جنسیتی در ROM ایستا و پویا را گزارش کردند (۵، ۶). کنراد و همکاران (۲۰۲۴) نشان دادند زنان پس از کشش مزمن پیشرفت بیشتری نشان می‌دهند (۷). این یافته‌ها باید با احتیاط تفسیر شوند. مطالعات موجود همیشه مشخص نمی‌کنند که آیا این تفاوت جنسیتی در میزان پیشرفت، مستقل از تفاوت پایه (baseline) در ROM است یا تا حدی ناشی از آن؛ همچنین یافته «پاسخ بهتر زنان» عمدتاً از تحلیل زیرگروهی یک فراتحلیل به‌دست آمده، نه یک کارآزمایی طراحی‌شده برای این مقایسه با کنترل مستقیم عوامل مداخله‌گر. بنابراین باید به‌عنوان یافته مقدماتی تلقی شود.

در محور ششم، ویتروو و همکاران (۲۰۰۴) در مروری روایی نتیجه گرفتند که رابطه کشش با پیشگیری از آسیب نامشخص است و به نوع ورزش (میزان تقاضای چرخه کشش-کوتاه‌شدن) بستگی دارد (۹). ثاکر و

همکاران (۲۰۰۴) و بهم و همکاران (۲۰۱۶) نیز شواهد کافی برای تأیید یا رد نقش کشش در کاهش آسیب نیافتند (۱۰، ۱۱). هیچ‌یک از این مرورها آسیب‌های ناشی از کشش پاباز را به‌طور اختصاصی بررسی نکرده‌اند. میچلی و وود (۱۹۹۵) در مطالعه‌ای بر ۱۰۰ ورزشکار نوجوان دچار کمردرد، الگوی متفاوت علل کمردرد را نسبت به بزرگسالان گزارش کردند (اسپوندیلولیز در ۴۷٪ نوجوانان در برابر ۵٪ بزرگسالان) (۱۳). این مطالعه کشش یا پاباز را بررسی نکرده است. کاین و همکاران (۲۰۰۶) نیز آسیب‌های صفحه رشد را در ورزش‌های کودکان و نوجوانان گزارش کرده‌اند (۱۲)؛ ارتباط آن با کشش پاباز در این مرور بر پایه استنتاج است، نه شواهد مستقیم. در نهایت، کنراد و همکاران (۲۰۲۵) کاهش تدریجی ROM پس از توقف برنامه کشش مزمن را نشان دادند (۲۸)؛ ناهمگونی این فراتحلیل از نظر مدت توقف تمرین و پروتکل کششی اولیه در منبع اصلی به‌طور کامل گزارش نشده و این امر تعمیم دقیق سرعت و میزان افت ROM را محدود می‌کند.

۳-٤. مقایسه پژوهش‌ها

مطالعات منتخب از نظر روش‌شناختی طیف گسترده‌ای دارند. در یک سر طیف، فراتحلیل‌های بزرگ‌مقیاس مانند کنراد و همکاران (۲۰۲۴) با ۷۷ مطالعه قرار دارند (۷) و در سر دیگر، مطالعات RCT تک‌مرکزی مانند رستمی و همکاران (a۲۰۲۵) با ۳۷ شرکت‌کننده اما با پیامد بسیار مرتبط‌تر یعنی پاباز ۱۸۰ درجه واقعی هستند (۱). تفاوت مهمی بین مطالعاتی که همسترینگ را با آزمون SLR اندازه می‌گیرند و مجموعه پژوهش‌های رستمی و همکاران که مستقیماً پاباز ۱۸۰ درجه را ارزیابی کرده‌اند وجود دارد (۱، ۳). این تطابق بین جمعیت مطالعه و جمعیت هدف ممکن است کاربردپذیری این مطالعات را برای مربیان ورزش‌های رزمی ایرانی افزایش دهد؛ بااین‌حال، حجم نمونه کوچک، کوتاه‌بودن مداخله (۸ هفته)، محدودبودن یکی از نمونه‌ها به پسران تکواندوکار (۳) و نبود پیگیری بلندمدت، تعمیم‌پذیری را محدود می‌کند.

جدول ۳. پروتکل دوره‌بندی‌شده پیشنهادی (آزموده‌نشده؛ مبتنی بر ترکیب شواهد غیرمستقیم و نظر کارشناسی)

فاز	مدت	روش اصلی	تناوب	پارامترهای کلیدی	پایه شواهد
پایه	هفته ۱ تا ٦	کشش ایستا	۳ تا ٤ جلسه/ هفته	۳۰ تا ٦۰ ثانیه، شدت ۷ تا ۸ از ۱۰، ۳ تا ۵ ست	(۷، ۲۵)؛ دوز دقیق: نظر کارشناسی
پیشرفته	هفته ۷ تا ۱۲	PNF + کشش ایستا	۲ + ۲ جلسه/ هفته	انقباض ۱۰ ثانیه، آرامش ۳ ثانیه، کشش ۲۰ تا ۳۰ ثانیه، ۳ تا ٤ تکرار	(۲۱، ۲۷)؛ کاربرد در پاباز: (۱، ۳)
تثبیت	هفته ۱۳ تا ۲٤	PNF + تقویت در دامنه انتهایی	۲ + ۲ جلسه/ هفته	اضافه کردن اسکات پاباز و لانج عمیق	نظر کارشناسی (فاقد شواهد مستقیم)
نگهداری	پس از هفته ۲٤	کشش ایستا با حجم کم	۱ تا ۲ جلسه/ هفته	۳۰ تا ٤۵ ثانیه، شدت ٦ تا ۷ از ۱۰	ضرورت نگهداری: (۲۸)؛ دوز: نظر کارشناسی

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۳ با هدف ترجمه شواهد به زبانی کاربردی برای مربیان ارائه شده و یافته آزموده‌شده این مرور نیست. پارامترهای آن از ترکیب منابع ذکرشده در ستون «پایه شواهد» و نظر کارشناسی نویسندگان استخراج شده و این

پروتکل تاکنون به‌صورت یکپارچه روی پیامد پاباز ۱۸۰ درجه آزموده نشده است. از مطالعات واردشده، تنها دو مطالعه (۱، ۳) زاویه پاباز ۱۸۰ درجه را به‌طور مستقیم اندازه‌گیری کرده‌اند.

٤. بحث

مرور نظام‌مند شواهد موجود، تصویری پیچیده اما هدایت‌کننده از روش‌های کششی مرتبط با پاباز ارائه می‌دهد. یکی از نکات مهم علمی این مرور، تأکید بر نقش محتمل تحمل کششی در افزایش دامنه حرکتی است؛ این مرور درک جدیدی ایجاد نمی‌کند بلکه شواهد موجود را گردآوری و با احتیاط تفسیر می‌کند. شواهد موجود که عمدتاً از مطالعات با حجم نمونه محدود به‌دست آمده‌اند، نشان می‌دهند که مکانیسم محتمل‌تر در بازه‌های کوتاه تا میانی تمرین، تغییر در تحمل کششی است نه کاهش سفتی مکانیکی بافت (۱۵، ۱۷، ۱۸). این نکته پیامدهای مستقیم عملی دارد: براساس شواهد محدود، به‌نظر نمی‌رسد درد شدید در تمرین کشش ضروری باشد (۲۵) و ممکن است با فعال شدن رفلکس‌های حفاظتی، پیشرفت را کُند کند (فرضیه‌ای که در مطالعات واردشده مستقیماً آزموده نشده است). از سوی دیگر، دستاوردهای دامنه حرکتی پس از توقف تمرین به‌تدریج کاهش می‌یابند (۲۸)؛ برگشت‌پذیری سریع‌تر تغییرات حسی نسبت به تغییرات مکانیکی می‌تواند توضیحی احتمالی باشد اما این تبیین در مطالعات واردشده مستقیماً آزموده نشده است. براساس مرور فریتاس و همکاران، تغییرات در خواص ویسکوالاستیک عضله-تاندون عمدتاً در مداخلات بلندتر از هشت هفته گزارش شده‌اند (۱۶)؛ این یافته با ادعاهای برنامه‌های «پاباز سریع» همخوان نیست؛ هرچند به‌دلیل ناهمگونی مطالعات نمی‌توان آن را قطعی دانست.

در مقایسه روش‌های کششی، شواهد ناهمگون و عمدتاً غیرمستقیم هستند و باید با احتیاط تفسیر شوند. در بلندمدت اثربخشی PNF و کشش ایستا مشابه گزارش شده و هر دو در یک فراتحلیل نسبت به کشش بالیستیک/پویا دامنه حرکتی بیشتری ایجاد کرده‌اند (۷). در کوتاه‌مدت، برتری اندک PNF گزارش شده اما ناهمگونی بالای مطالعات (I^2=۶۷٪) نشان می‌دهد این برتری در همه شرایط صادق نیست (۱۹). از پنج کارآزمایی مستقیم مقایسه‌کننده در دامنه خمش لگن، تنها یک مطالعه برتری معنادار PNF را یافت (۲۰).

در این زمینه، مجموعه پژوهش‌های رستمی و همکاران اهمیت ویژه‌ای دارند. دو مطالعه این مجموعه (۱، ۳) که از معدود پژوهش‌هایی هستند که پاباز ۱۸۰ درجه را مستقیماً اندازه‌گیری کرده‌اند، نشان می‌دهند که PNF در نمونه مورد بررسی برتری آماری معناداری در انعطاف‌پذیری ۱۸۰ درجه تکواندوکاران نشان داده است (۱) و در یک مقاله مروری نیز تأثیر مثبت این روش بر انعطاف‌پذیری ورزشکاران گزارش شده است (۲). یافته مهم کارآزمایی نیمه‌تجربی رستمی و همکاران (c۲۰۲۵) نشان داد که هر دو پروتکل PNF نسبت به گروه کنترل بهبود معنادار ایجاد کردند ($p<0.001$) اما تفاوت معناداری بین دو پروتکل وجود نداشت ($p=0/061$) که با نتایج برخی فراتحلیل‌ها همسو است. بااین‌حال، نبود تفاوت معنادار به‌معنای هم‌ارزی دو پروتکل نیست و ممکن است به توان آماری محدود نمونه (۴۵ نفر) مربوط باشد؛ بنابراین نمی‌توان نتیجه گرفت که نوع پروتکل بی‌اهمیت است (۳). بهبود همزمان انعطاف‌پذیری و تعادل عملکردی (۱) ممکن است نشان‌دهنده فوایدی فراتر از افزایش صرف دامنه حرکتی باشد؛ اهمیت آن برای عملکرد رقابتی در تکواندو در این مطالعات مستقیماً بررسی نشده است.

فنون عصبی–جنبشی در کوتاه‌مدت برتری اندکی نسبت به کشش ایستا نشان می‌دهند اما گستردگی فاصله پیش‌بینی ٪۹۵ نشان می‌دهد که این برتری در همه سناریوها ثابت نیست (۲۲). گمان می‌رود مکانیسم عمل این فنون که احتمالاً از طریق کاهش حساسیت مکانیکی عصب سیاتیک اثر می‌گذارد، با مکانیسم کشش ایستا متفاوت باشد و ممکن است در ورزشکارانی که مؤلفه عصبی در محدودیت دامنه حرکتی آن‌ها نقش دارد مفیدتر باشد. به‌دلیل محدودیت شواهد بلندمدت، توصیه به استفاده از این روش به‌عنوان مکمل نه جایگزین روش‌های استاندارد معقول‌تر است.

در حوزه تفاوت‌های جنسیتی، فراتحلیل‌ها در گزارش دامنه حرکتی پایه بیشتر در زنان همسو هستند (۵، ۶)؛ اما شواهد مربوط به پاسخ بهتر زنان به تمرین کشش مزمن از تحلیل زیرگروهی یک فراتحلیل (۷) به‌دست آمده و مقدماتی است. بر این اساس، برنامه‌ریزی یکسان برای زنان و مردان ممکن است برای همه افراد بهینه نباشد و انتظار از پیشرفت می‌تواند متفاوت باشد؛ بااین‌حال، شواهد فعلی برای ارائه توصیه‌های قطعی و متفاوت برای هر جنس کافی نیست.

از منظر ایمنی، شواهد درباره رابطه کشش با پیشگیری یا بروز آسیب ناهمگون است و به نوع ورزش و شرایط اجرا بستگی دارد (۹، ۱۰، ۱۱)؛ مطالعات واردشده آسیب‌های ناشی از کشش پاباز را به‌طور مستقیم بررسی نکرده‌اند، بنابراین توصیه‌های ایمنی این مرور جنبه احتیاطی دارد و نباید به‌عنوان رابطه علّی تعمیم یابد. آسیب‌های صفحه رشد در ورزش‌های کودکان و نوجوانان گزارش شده است (۱۲) و ملاحظات سنی در تمرین‌های کششی شدید برای این گروه منطقی است؛ هرچند شواهد مستقیمی درباره کشش پاباز در این گروه سنی یافت نشد. درد مداوم در ناحیه کشاله ران که با استراحت بهبود نمی‌یابد باید جدی گرفته و توسط پزشک ارزیابی شود زیرا درد کشاله ران در ورزشکاران علل متعددی دارد (ازجمله علل مرتبط با ران، عضلات نزدیک‌کننده و ایلیوپسواس) (۲۹) و ممکن است ناشی از اختلالات داخل‌مفصلی ران، ازجمله پینچمنت فمورواستابولار یا آسیب لابروم استابولوم، باشد (۳۰، ۳۱). در بالرین‌های حرفه‌ای که به‌طور مکرر در دامنه‌های شدید حرکتی ران، ازجمله پاباز، فعالیت می‌کنند، ضایعات لابروم بیش از گروه کنترل گزارش شده است (۳۲). این یافته مقطعی و محدود به بالرین‌های زن حرفه‌ای است و رابطه علّی میان کشش یا پاباز و آسیب لابروم را اثبات نمی‌کند و نباید به ورزشکاران دیگر تعمیم یابد.

یک نکته عملی مهم، شکاف بین دامنه حرکتی غیرفعال و فعال است. دستیابی به پاباز غیرفعال ۱۸۰ درجه توانایی اجرای پاباز فعال مستقل را تضمین نمی‌کند و تمرینات انتقالی ممکن است برای پر کردن این شکاف مفید باشند (نظر کارشناسی). همچنین فاز نگهداری پس از دستیابی به هدف اصلی احتمالاً مفید است زیرا پس از توقف برنامه کشش، دامنه حرکتی به‌تدریج کاهش می‌یابد (۲۸).

این مرور با یک محدودیت اساسی مواجه است: اکثر مطالعات بین‌المللی همسترینگ را با آزمون‌های غیرمستقیم اندازه می‌گیرند نه خود پاباز. پاباز ۱۸۰ درجه یک حرکت چندمفصلی است که همسترینگ، خم‌کننده‌های لگن، ادداکتورها و چرخاننده‌های خارجی ران را همزمان درگیر می‌کند. تا زمانی که مطالعات بیشتری زاویه پاباز واقعی را به‌عنوان پیامد اصلی اندازه‌گیری نکنند (۱، ۳)، تعمیم یافته‌های مبتنی بر همسترینگ به

پاباز همواره با تردید همراه خواهد بود. ارزیابی رسمی قطعیت شواهد با سیستم GRADE در این مرور انجام نشد. بااین‌حال، به‌دلیل ناهمگونی بالای مطالعات و این شکاف در پیامد اندازه‌گیری‌شده، اطمینان به شواهد محدود به نظر می‌رسد.

۵. نتیجه‌گیری

این مرور نظام‌مند نشان داد که هیچ روش کششی واحدی برتری مطلق در همه شرایط ندارد. کشش ایستا، بر پایه شواهد عمدتاً غیرمستقیم و با ناهمگونی متغیر مبتنی بر ROM مفصل ران و همسترینگ، گزینه‌ای در دسترس و محتملاً ایمن برای فاز پایه به‌نظر می‌رسد؛ ایمنی آن در مطالعات واردشده مستقیماً ارزیابی نشده است. PNF در کوتاه‌مدت، به‌ویژه براساس شواهد مستقیم به‌دست‌آمده در جمعیت ورزشکاران رزمی ایرانی که پاباز ۱۸۰ درجه را مستقیماً سنجیده‌اند، ممکن است مزیتی نشان دهد (مبتنی بر دو مطالعه با حجم نمونه کوچک)، هرچند در بلندمدت و بر پایه شواهد غیرمستقیم بین‌المللی، اثربخشی مشابهی با کشش ایستا دارد. فنون عصبی–جنبشی در کوتاه‌مدت و صرفاً بر پایه شواهد غیرمستقیم (انعطاف‌پذیری همسترینگ) امیدبخش‌اند اما شواهد بلندمدت آن‌ها محدود است. با ترکیب این خطوط شواهد مستقیم و غیرمستقیم رویکرد دوره‌بندی‌شده ترکیبی، یک پروتکل محتمل و قابل‌آزمون برای دستیابی به پاباز ۱۸۰ درجه به نظر می‌رسد. بااین‌حال، تا انجام کارآزمایی‌هایی که این پروتکل را به‌صورت یکپارچه و مستقیماً روی پیامد پاباز ۱۸۰ درجه بیازمایند، این نتیجه‌گیری باید به‌عنوان یک توصیه مبتنی بر بهترین شواهد ترکیبی موجود، نه یک یافته آزمایش‌شده مستقیم، تلقی شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از همکاری دانشگاه رجاء، دانشگاه صنعتی امیرکبیر و تمامی تکواندوکارانی که در پژوهش‌های پیشین شرکت کردند، صمیمانه سپاسگزارند.

حامی مالی

این مطالعه هیچ کمک مالی خارجی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

علیرضا رستمی: طراحی مطالعه، جستجو و غربالگری منابع، تحلیل داده‌ها، نگارش پیش‌نویس اولیه و نهایی.
دکتر سیدمجید طباطبایی‌نژاد: نظارت بر طراحی مطالعه، تأیید غربالگری، ویرایش نهایی، تأیید محتوای علمی.
دکتر هادی میری: مشاوره علمی، بازبینی انتقادی محتوا، تأیید نسخه نهایی ارسالی.
زهرا بنایی: همکاری در جمع‌آوری و غربالگری منابع.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

منابع

1. Rostami A, Tabatabaeinejad SM, Soltani M, Mirmoezzi M. Comparative effects of static stretching and PNF techniques on functional flexibility and postural balance in competitive taekwondo athletes. Journal of Sport Biomechanics. 2025a;11(2):94-112. (In Persian)
2. Rostami A. PNF Stretching and Its Effect on Athletes' Flexibility. Proceedings of the First International Conference on Philosophy, Education and Sports Sciences; 2025b. (In Persian)
3. Rostami A, Tabatabaeinejad SM, Soltani M. Comparison of Two Types of PNF Stretching Protocols on 180-Degree Middle Split Flexibility in Male Taekwondo Athletes. Proceedings of the Second International Conference on Educational Sciences, Psychology, Sports Sciences and Physical Education; 2025c. (In Persian)
4. Alter MJ. Science of Flexibility. 3rd ed. Champaign: Human Kinetics; 2004.
5. Bishop C, Read P, Chavda S, Turner A. Sex differences in hip range of motion: a systematic review and meta-analysis. J Sports Sci. 2022;40(12):1350-1361.
6. Freiberger E, Sieber C, Kob R. Hip range of motion during passive and 1-leg exercises is greater in women: a meta-analysis and systematic review. Arthroscopy. 2024;40(4):1123-1135.
7. Konrad A, Alizadeh S, Daneshjoo A, Hadjizadeh Anvar S, Graham A, Zahiri A, et al. Chronic effects of stretching on range of motion with consideration of potential moderating variables: a systematic review with meta-analysis. J Sport Health Sci. 2024;13(2):186-194.
8. McHugh MP, Cosgrave CH. To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. Scand J Med Sci Sports. 2010;20(2):169-81.
9. Witvrouw E, Mahieu N, Danneels L, McNair P. Stretching and injury prevention: an obscure relationship. Sports Med. 2004;34(7):443-9.
10. Thacker SB, Gilchrist J, Stroup DF, Kimsey CD Jr. The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. Med Sci Sports Exerc. 2004;36(3):371-8.
11. 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. Appl Physiol Nutr Metab. 2016;41(1):1-11.
12. Caine D, DiFiori J, Maffulli N. Physeal injuries in children's and youth sports: reasons for concern? Br J Sports Med. 2006;40(9):749-60.
13. Micheli LJ, Wood R. Back pain in young athletes: significant differences from adults in causes and patterns. Arch Pediatr Adolesc Med. 1995;149(1):15-18.
14. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ. 2021;372:n71.
15. Konrad A, Tilp M. Increased range of motion after static stretching is not due to changes in muscle and tendon structures. Clin Biomech. 2014;29(6):636-42.
16. Freitas SR, Mendes B, Le Sant G, Andrade RJ, Nordez A, Milanovic Z. Can chronic stretching change the muscle-tendon mechanical properties? A review. Scand J Med Sci Sports. 2018;28(3):794-806.
17. Weppler CH, Magnusson SP. Increasing muscle extensibility: a matter of increasing length or modifying sensation? Phys Ther. 2010;90(3):438-49.
18. Ingram LA, Tomkinson GR, d'Unienville NMA, Gower B, Gleadhill S, Boyle T, Bennett H. Mechanisms underlying range of motion improvements following acute and chronic static stretching: a systematic review, meta-analysis and multivariate meta-regression. Sports Med. 2025;55(4):891-915.

19. Borges MO, Medeiros DM, Minotto BB, Lima CS. Comparison between static stretching and proprioceptive neuromuscular facilitation on hamstring flexibility: systematic review and meta-analysis. Eur J Physiother. 2018;20(1):12-19.
20. Lempke L, Wilkinson R, Murray C, Stanek J. The effectiveness of PNF versus static stretching on increasing hip-flexion range of motion. J Sport Rehabil. 2018;27(3):289-294.
21. Sharman MJ, Cresswell AG, Riek S. Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching: mechanisms and clinical implications. Sports Med. 2006;36(11):929-39.
22. Núñez de Arenas-Arroyo S, Martínez-Vizcaíno V, Torres-Costoso A, Reina-Gutiérrez S, Bizzozero-Peroni B, Cavero-Redondo I. Immediate and short-term effects of neurodynamic techniques on hamstring flexibility: a systematic review with meta-analysis. PLoS ONE. 2025;20(2):e0318671.
23. Opplert J, Babault N. Acute effects of static stretching on muscle-tendon mechanics and neuromuscular function: a systematic review and meta-analysis of the literature. Sports Med. 2018;48(2):299-325.
24. Behm DG, Alizadeh S, Daneshjoo A, Hadjizadeh Anvar S, Graham A, Zahiri A, et al. Acute effects of various stretching techniques on range of motion: a systematic review with meta-analysis. Sports Med Open. 2023;9(1):58.
25. Apostolopoulos N, Metsios GS, Flouris AD, Koutedakis Y, Wyon MA. The relevance of stretch intensity and position: a systematic review. Front Psychol. 2015;6:1128.
26. Behm DG, Chaouachi A. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. Eur J Appl Physiol. 2011;111(11):2633-51.
27. Hindle KB, Whitcomb TJ, Briggs WO, Hong J. Proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF): its mechanisms and effects on range of motion and muscular function. J Hum Kinet. 2012;31:105-13.
28. Konrad A, Warneke K, Donti O, Panidi I, Gaspari V, Nakamura M, et al. Detraining effects following chronic stretching training on range of motion: a systematic review and meta-analysis. Sports Med Open. 2025;11(1):35.
29. Weir A, Brukner P, Delahunt E, Ekstrand J, Griffin D, Khan KM, et al. Doha agreement meeting on terminology and definitions in groin pain in athletes. Br J Sports Med. 2015;49(12):768-74.
30. Groh MM, Herrera J. A comprehensive review of hip labral tears. Curr Rev Musculoskelet Med. 2009;2(2):105-17.
31. Griffin DR, Dickenson EJ, O'Donnell J, Agricola R, Awan T, Beck M, et al. The Warwick Agreement on femoroacetabular impingement syndrome (FAI syndrome): an international consensus statement. Br J Sports Med. 2016;50(19):1169-76.
32. Kolo FC, Charbonnier C, Pfirrmann CW, et al. Extreme hip motion in professional ballet dancers: dynamic and morphological evaluation based on magnetic resonance imaging. Skeletal Radiol. 2013;42(5):689-98.

پیوست ۱. چک‌لیست PRISMA 2020

بخش	آیتم	شماره صفحه/ بخش	توضیح
عنوان	۱	صفحه ۱	عنوان به‌صورت مرور نظام‌مند گزارش شده است.
چکیده	۲	صفحه ۱	چکیده شامل هدف، روش، یافته‌ها و نتیجه‌گیری.
مقدمه	۳	بخش ۱	منطق مطالعه و سؤال پژوهشی ارائه شده است.
مقدمه	٤	بخش ۱	اهداف صریح بیان شده‌اند.
روش	٥	بخش ۲-۲	معیارهای ورود و خروج ذکر شده‌اند.
روش	٦	بخش ۱-۲	منابع داده‌ای (PubMed، Scopus، Web of Science، Google Scholar) مشخص شده‌اند.
روش	۷	بخش ۱-۲ و پیوست ۲	استراتژی جستجو برای همه پایگاه‌ها ارائه شده است.
روش	۸	بخش ۳-۲	فرآیند انتخاب مطالعات گزارش شده است.
روش	۹	بخش ۲ و جدول ۱	فرآیند استخراج داده‌ها.
روش	۱۰	بخش ۱ و جدول ۱	متغیرهای پیامد.
روش	۱۱	بخش ۲-۳	ارزیابی خطر سوگیری با RoB2، ROBINS-I و AMSTAR-2
روش	۱۲	بخش ۳-۳	روش سنتز داده‌ها.
روش	۱۳	—	ارزیابی سوگیری انتشار گزارش نشده است.
روش	۱٤	بخش ٤	ارزیابی رسمی GRADE انجام نشد.
نتایج	۱٥	شکل ۱	فرآیند انتخاب مطالعات با فلوچارت PRISMA
نتایج	۱٦	جدول ۱	ویژگی‌های مطالعات واردشده.
نتایج	۱۷	جدول ۲	خطر سوگیری هر مطالعه.
نتایج	۱۸	بخش ۳-۳	نتایج هر مطالعه.
نتایج	۱۹	بخش ۳-۳	نتایج سنتز.
نتایج	۲۰	—	سوگیری انتشار گزارش نشده است.
نتایج	۲۱	بخش ٤	ارزیابی رسمی GRADE انجام نشد.
بحث	۲۲	بخش ٤	تفسیر کلی نتایج.
بحث	۲۳	بخش ٤	محدودیت‌های شواهد.
بحث	۲٤	بخش ٤	محدودیت‌های مرور.
بحث	۲٥	بخش ٤	پیامدهای عملی.
بحث	۲٦	بخش ٥	پیشنهادات برای پژوهش آینده.
سایر	۲۷	بخش ۲	پروتکل در PROSPERO با شناسه [CRDXXXXXXXXX] ثبت شده است.
سایر	۲۸	حامی مالی	حمایت مالی ذکر شده است.
سایر	۲۹	تعارض منافع	تعارض منافع ذکر شده است.
سایر	۳۰	—	دسترسی به داده‌ها گزارش نشده است.

مأخذ: یافته‌های پژوهش

پیوست ۲. رشته کامل جستجو در هر پایگاه داده

پایگاه	رشته جستجو	تعداد رکورد	تاریخ اجرا
PubMed	("Muscle Stretching Exercises"[MeSH] OR stretch*[tiab] OR "proprioceptive neuromuscular facilitation"[tiab] OR PNF[tiab] OR neurodynamic*[tiab]) AND ("Range of Motion, Articular"[MeSH] OR "range of motion"[tiab] OR flexibility[tiab]) AND ("Hip Joint"[MeSH] OR "Hamstring Muscles"[MeSH] OR hip[tiab] OR hamstring*[tiab] OR adductor*[tiab] OR "hip flexor*"[tiab] OR split*[tiab]) AND ("2010/01/01"[dp] : "2026/05/15"[dp])	٤٨	۲۵ اردیبهشت ۱٤۰۵
Scopus	TITLE-ABS-KEY((stretch* OR "proprioceptive neuromuscular facilitation" OR pnf OR neurodynamic*) AND ("range of motion" OR flexibility) AND (hip OR hamstring* OR adductor* OR "hip flexor*" OR split*)) AND PUBYEAR > 2009 AND PUBYEAR < 2027 AND (LANGUAGE(english) OR LANGUAGE(persian))	٤٣	۲۵ اردیبهشت ۱٤۰۵
Web of Science	TS=((stretch* OR "proprioceptive neuromuscular facilitation" OR PNF OR neurodynamic*) AND ("range of motion" OR flexibility) AND (hip OR hamstring* OR adductor* OR "hip flexor*" OR split*)) AND PY=2010-2026 AND (LA=(English OR Persian))	۳۵	۲۵ اردیبهشت ۱٤۰۵
Google Scholar	stretching AND "range of motion" AND (hip OR hamstring OR split); custom range: 2010-2026	۲۹	۲۵ اردیبهشت ۱٤۰۵
مجموع	—	۱۵۵	—
پس از حذف موارد تکراری	—	۱۱۰	—
جستجوی دستی	—	۵۷	—
مجموع نهایی	—	١٦٧	—

مأخذ: یافته‌های پژوهش

استناد به این مقاله: رستمی، علیرضا، طباطبایی‌نژاد، سیدمجید، میری، هادی و بنایی، زهرا. (۱۴۰۵). مرور نظام‌مند روش‌های تمرینی مؤثر در دستیابی به دامنه حرکتی ۱۸۰ درجه مفصل ران (حرکت پاباز): شواهد، مکانیسم‌ها و پروتکل‌های مبتنی بر شواهد. *دوفصلنامه مطالعات مروری علوم ورزشی و تندرستی*، ۱(۲)، ۲۳۰-۲۵۲

DOI: 10.22054/jshsr.2026.93373.1064

Biannual Journal of *Sport and Heaith Sciences Reviews* is Licensed Under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License