Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

May & June 2026. Volume 15. Num 2

Review Paper

Association Between Hip Internal and External Rotation Range of Motion and Non-contact Anterior Cruciate Ligament Injury: A Systematic Review and Meta-analysis

Fatemeh Kheiroddin[1], ***Hooman Minoonejad**[1], **Mohammad Hossein Alizadeh**[1]

1. Department of Sports Injury and Biomechanics, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Kheiroddin F, Minoonejad H, Alizadeh MH. [Association Between Hip Internal and External Rotation Range of Motion and Non-contact Anterior Cruciate Ligament Injury: A Systematic Review and Meta-analysis (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2026; 15(2):166-183. https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.15.2.3431

https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.15.2.3431

ABSTRACT

Background and Aims Non-contact anterior cruciate ligament (ACL) injuries are severe and common in sports. Hip rotation range of motion (ROM) is crucial for limb control and may affect ACL injury risk, but existing evidence remains contradictory. This systematic review and meta-analysis aimed to investigate whether hip internal rotation and external rotation ROM differ between individuals with non-contact ACL injury and healthy subjects.

Methods This study followed PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) 2020 guidelines. Comprehensive search was conducted in PubMed, Scopus, Web of Science, ProQuest, ScienceDirect, Scientific Information Database (SID) and, Magiran. Data extraction and quality assessment were performed independently by two reviewers using the modified Downs and Black checklist. Standardized mean differences (SMD) were pooled using a random-effects model. Heterogeneity was assessed using I^2 and Cochran's Q. Publication bias was evaluated through funnel plots and Egger's regression tests. Sensitivity analysis was performed using the leave-one-out method.

Results A total of 14 studies (1437 participants) were eligible for the internal rotation analysis and 13 studies (1113 participants) for the external rotation analysis. Meta-analysis showed no significant differences between the ACL-injured and control groups for hip internal rotation (SMD=–0.60; 95% CI, –1.40 to 0.20; P=0.14; I^2=0%) or hip external rotation (SMD=–0.45; 95% CI, –1.23 to 0.33; P=0.26; I^2=0%). Sensitivity analyses confirmed the stability of the findings. Egger's test detected no publication bias for either variable (internal rotation: P=0.69; external rotation: P=0.95).

Conclusion It seems that hip internal rotation and external rotation ROM alone are not independent predictors of non-contact ACL injury. However, combined rotational imbalance, particularly increased internal rotation with limited external rotation, may contribute to altered knee loading patterns in high-risk individuals. Multidimensional biomechanical assessment, rather than reliance on isolated hip ROM measures, is recommended for ACL injury screening and prevention.

Keywords Anterior cruciate ligament injuries, Hip joint, Rotation, Range of motion, Meta-analysis, Biomechanics

Received: 28 Nov 2025
Accepted: 23 Dec 2025
Available Online: 22 May 2026

Corresponding Author:
Hooman Minoonejad, Assistant Professor.
Address: Department of Sports Injury and Biomechanics, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran.
Tel: +98 (21) 61118928
E-Mail: h.minoonejad@ut.ac.ir

Copyright © 2026 The Author(s);
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-By-NC 4-0: https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

Extended Abstract

Introduction

Non-contact anterior cruciate ligament (ACL) injuries represent one of the most prevalent and functionally limiting musculoskeletal injuries in physically active populations. The mechanism of non-contact ACL injury typically involves a combination of excessive knee valgus, internal tibia rotation, and reduced neuromuscular control during high-demand movements such as landing, pivoting, or sudden deceleration. Given the substantial physical, psychological and financial burden associated with ACL injuries, including prolonged rehabilitation, reduced performance levels, increased risk of osteoarthritis, and potential long-term disability, identifying modifiable intrinsic risk factors remains a priority within sports injury and Biomechanics researches.

Hip biomechanics play a central role in controlling lower-extremity alignment during dynamic tasks. The hip joint serves as a proximal stabilizer of the kinetic chain, influencing knee valgus, rotational loading, and tibiofemoral mechanics. Range of motion (ROM), particularly internal rotation (IR) and external rotation (ER) are considered a critical factor in the capacity of the hip to accommodate multiplanar forces. Altered hip rotation ROM has been proposed as a potential risk factor for ACL injury, as limited IR may restrict pelvic and femoral dissipation of torque, increasing the rotational load transmitted to the knee. Conversely, excessive IR or insufficient ER may facilitate dynamic valgus collapse, especially in populations with increased femoral anteversion or neuromuscular deficits. Despite these biomechanical justifications, previous studies have reported conflicting findings, with some showing a relationship between hip rotational ROM and ACL injury, while others found no significant association. A systematic synthesis of these findings is therefore essential to clarify the role of hip rotation ROM in ACL injury risk. This study aimed to conduct a comprehensive systematic review and meta-analysis to determine whether hip IR and ER ROM differ between individuals with non-contact ACL injuries and healthy subjects.

Methods

This systematic review and meta-analysis adhered to the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses) 2020 guidelines. A comprehensive literature search was performed in PubMed, Scopus, Web of Science, ProQuest, ScienceDirect, Scientific Information Database (SID), and Magiran from database inception to November 2025. Search terms included combinations of "ACL injury," "anterior cruciate ligament," "hip internal rotation," "hip external rotation," "hip rotation," and "range of motion," using Boolean operators. No restrictions were applied regarding publication year, language, or population.

Eligible studies should have met the following criteria: (1) observational design (cross-sectional, case-control, or cohort), (2) participants with confirmed non-contact ACL injury verified by MRI or arthroscopy, (3) assessment of hip IR and or ER ROM using static clinical methods such as goniometry, (4) inclusion of a healthy control group, and (5) provision of quantitative data (means and standard deviations) sufficient for effect size calculation. Exclusion criteria included studies involving contact-related injuries, dynamic or laboratory-based kinematic assessments, cadaveric or animal studies, conference abstracts, case reports, and articles without extractable data.

Two reviewers independently screened titles, abstracts, and full texts. Inter-rater agreement between the two reviewers was assessed, and disagreements were resolved through discussion or consultation with a third reviewer. A standardized data extraction form was used to record study characteristics, participant demographics, methods of hip ROM measurement, and outcomes. Methodological quality was assessed using the modified Downs and Black checklist, focusing on reporting, internal validity, external validity, and statistical power. Studies scoring below eight were excluded from the meta-analysis.

A random-effects model was used to pool standardized mean differences (SMD) with 95% confidence intervals. Effect sizes were calculated as Cohen's d based on group means and standard deviations, and treated as SMD values for meta-analytic pooling. Heterogeneity was assessed using Cochran's Q and the I^2 statistic, with thresholds of 0%–40% indicating minimal heterogeneity. Publication bias was evaluated through funnel plot inspection and Egger's regression tests. Sensitivity analyses were performed by sequential leave-one-out procedures to assess the robustness of findings. Statistical analyses were conducted using STATA 17.0, and significance was set at $P \leq 0.05$.

Results

The search yielded a total of 14 studies (1437 participants) for hip IR and 13 studies (1113 participants) for hip ER. The included studies comprised athletes and non-athletes, with diverse age ranges and sports disciplines. Measurement techniques were predominantly static clinical goniometry in prone or supine positions.

Based on meta-analysis, hip internal rotation ROM did not significantly differ between individuals with non-contact ACL injury and healthy controls (SMD=–0.60; 95% CI, –1.40 to 0.20; P=0.14). Heterogeneity was negligible (I^2=0%), indicating consistency among included studies. Similarly, hip external rotation ROM showed no significant group differences (SMD=–0.45; 95% CI, –1.23 to 0.33; P=0.26), with I^2=0%. Sensitivity analyses indicated that no single study disproportionately influenced pooled outcomes, as effect sizes remained stable across leave-one-out iterations for both IR and ER. Funnel plots demonstrated symmetrical distribution of study effects, and Egger's tests confirmed the absence of publication bias for both variables (P=0.69 for IR; P=0.95 for ER).

Overall, findings suggest a lack of evidence supporting hip rotational ROM deficits as isolated intrinsic risk factors for ACL injury. Although some individual studies reported significant reductions in hip rotation particularly in female athletes or adolescents with increased femoral anteversion. These patterns were not strong enough to produce significant pooled effects.

Conclusion

This systematic review and meta-analysis found no significant differences in hip internal or external rotation ROM between individuals with non-contact ACL injuries and healthy controls. These findings indicate that isolated hip ROM measures may not serve as reliable independent predictors of ACL injury risk. However, rotational imbalance specifically the combination of increased IR and reduced ER may contribute to dynamic valgus alignment and increased knee joint loading in high-risk populations. Therefore, clinicians should avoid relying solely on static hip ROM assessments for ACL injury risk screening. Instead, a comprehensive, multifactorial approach incorporating hip strength, neuromuscular control, dynamic stability, and sport-specific biomechanics is recommended. Future prospective cohort studies using standardized hip ROM assessment protocols and incorporating structural variables such as femoral anteversion may better elucidate the complex role of hip mechanics in ACL injury risk. The ratio between ER and IR is also recommended to be study as a risk factor.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles were considered in this study. This is a systematic review study. No experiments were conducted on human or animal samples. Accordingly, there was no need for an ethical code.

Funding

This study was extracted from PhD thesis of Fatemeh Kheiroddin in Department of Sports injury and Biomechanics, Faculty of Sport Sciences and Health, University of Tehran, Tehran, Iran. This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Authors' contributions

All authors contributed equally to the conception and design of the study, data collection and analysis, interpretation of the results, and drafting of the manuscript. Each author approved the final version of the manuscript for submission.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

مقاله مروری

ارتباط دامنه‌های حرکتی چرخش داخلی و خارجی مفصل ران با آسیب غیربرخوردی لیگامان صلیبی قدامی: یک مرور نظام‌مند و فراتحلیل

فاطمه خیرالدین[۱]، *هومن مینونژاد[۱]، محمدحسین علیزاده[۱]

۱. گروه آسیب شناسی ورزشی و بیومکانیک، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

Use your device to scan and read the article online

Citation Kheiroddin F, Minoonejad H, Alizadeh MH. [Association Between Hip Internal and External Rotation Range of Motion and Non-contact Anterior Cruciate Ligament Injury: A Systematic Review and Meta-analysis (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2026; 15(2):166-183. https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.15.2.3431

https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.15.2.3431

چکیده

مقدمه و اهداف آسیب رباط صلیبی قدامی از شایع‌ترین آسیب‌های مفصل زانو است. عوامل بیومکانیکی اندام تحتانی، ازجمله دامنه‌های حرکتی ران می‌توانند بر خطر بروز آن تأثیر بگذارند. بااین‌حال نتایج مطالعات موجود ناهمگون و گاه متناقض است. هدف از این مطالعه، بررسی نظام‌مند و تحلیل کمی نقش دامنه‌های حرکتی چرخش داخلی و خارجی مفصل ران در بروز آسیب رباط صلیبی قدامی در افراد ورزشکار و غیرورزشکار بود.

مواد و روش‌ها این پژوهش براساس دستورالعمل پریزما ۲۰۲۰ انجام شد. جست‌وجوی نظام‌مند در پایگاه‌های ساینس دایرکت، اسکوپوس، پروکوئست، وب‌آوساینس، پابمد و پایگاه مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی و مگیران از ابتدا تا نوامبر سال ۲۰۲۵ انجام گرفت. داده‌ها به‌صورت استاندارد استخراج و کیفیت مطالعات با استفاده از چک‌لیست داونز و بلک ارزیابی شد. فراتحلیل با مدل اثرات تصادفی انجام شد. ناهمگنی با شاخص I^2، سوگیری انتشار با نمودار قیفی و آزمون ایگر ارزیابی شد.

یافته‌ها ۱۴ مطالعه با ۱۴۳۷ شرکت‌کننده برای چرخش داخلی و ۱۳ مطالعه با ۱۱۱۳ شرکت‌کننده برای چرخش خارجی وارد فراتحلیل شدند. نتایج نشان داد چرخش داخلی بین گروه آسیب‌دیده و سالم تفاوت معناداری ندارد. SMD=-۰/۶۰ (فاصله اطمینان ۹۵ درصد: ۱/۴۰- تا ۰/۲۰) P=۰/۱۴ و ناهمگنی صفر درصد $=I^2$. برای چرخش خارجی نیز اختلاف مشاهده‌شده معنادار نبود SMD=-۰/۴۵ (فاصله اطمینان ۹۵ درصد: ۱/۲۳- تا ۰/۳۳)، P=۰/۲۶ و ناهمگنی صفر درصد $=I^2$. تحلیل حساسیت پایداری نتایج را تأیید کرد. آزمون ایگر وجود سوگیری انتشار را رد کرد (P=۰/۶۹ برای چرخش داخلی و P=۰/۹۵ برای چرخش خارجی)

نتیجه‌گیری یافته‌های این فراتحلیل نشان می‌دهد دامنه‌های حرکتی چرخش داخلی و خارجی مفصل ران، احتمالاً شاخص قابل‌اتکایی برای پیش‌بینی خطر آسیب رباط صلیبی قدامی نیستند و شواهد موجود از به‌کارگیری انحصاری آن‌ها در غربالگری حمایت نمی‌کند. بااین‌حال ارزیابی دامنه حرکتی ران می‌تواند در کنار سایر عوامل خطر و در چارچوب یک رویکرد چندعاملی در برنامه‌های پیشگیری از آسیب رباط صلیبی قدامی مدنظر قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها آسیب رباط صلیبی قدامی، مفصل ران، چرخش، دامنه حرکتی مفصل ران، بیومکانیک، فراتحلیل

تاریخ دریافت: ۰۷ آذر ۱۴۰۴

تاریخ پذیرش: ۰۲ دی ۱۴۰۴

تاریخ انتشار: ۰۱ خرداد ۱۴۰۵

* **نویسنده مسئول:**

دکتر هومن مینونژاد

نشانی: تهران، دانشگاه تهران، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه آسیب شناسی ورزشی و بیومکانیک.

تلفن: ۶۱۱۱۸۹۲۸ (۲۱) ۹۸+

رایانامه: h.minoonejad@ut.ac.ir

Copyright © 2026 The Author(s);

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-By-NC 4-0: https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

مقدمه و اهداف

آسیب رباط صلیبی قدامی[1] (ACL) یکی از شایع‌ترین صدمات زانو در فعالیت‌های ورزشی و حرکات ناگهانی است و سالانه میلیون‌ها نفر از ورزشکاران و افراد فعال را در سراسر جهان تحت تأثیر قرار می‌دهد [۱، ۲]. این آسیب غالباً در طی فعالیت‌هایی شامل تغییر جهت ناگهانی، فرود پس از پرش یا چرخش سریع اندام تحتانی رخ می‌دهد و پیامدهایی همچون کاهش عملکرد ورزشی، افزایش احتمال آسیب مجدد، و بروز آرتروز زودرس را در پی دارد [۳-۵]. همچنین بازگشت به سطح عملکرد پیش از آسیب در بسیاری از ورزشکاران، به‌ویژه در سطوح حرفه‌ای، با چالش همراه است و ممکن است چندین سال به طول انجامد [۶، ۷].

باتوجه‌به هزینه‌های جسمی، روان‌شناختی و اقتصادی قابل‌توجه این آسیب، شناسایی عوامل خطر قابل‌اصلاح اهمیت بسیاری دارد [۳، ۸-۱۲]. در این میان، ویژگی‌های بیومکانیکی و آناتومیکی اندام تحتانی به دلیل قابلیت تأثیرپذیری از تمرینات اصلاحی و توانبخشی، مورد توجه ویژه قرار گرفته‌اند [۱۳-۱۵]. مفصل ران به‌عنوان ساختار محوری زنجیره حرکتی اندام تحتانی، نقش عمده‌ای در هم‌راستاسازی زانو و مچ پا و تنظیم نیروهای وارده بر مفصل زانو در فعالیت‌هایی، مانند دویدن، پریدن و تغییر جهت دارد [۱۶، ۱۷].

در سال‌های اخیر، اختلال یا عدم تعادل در دامنه‌های حرکتی چرخش داخلی و چرخش خارجی مفصل ران به‌عنوان یکی از عوامل احتمالی خطر برای آسیب رباط صلیبی قدامی معرفی شده است [۱۶، ۱۷]. مطالعات نشان داده‌اند کاهش چرخش داخلی ران می‌تواند منجر به افزایش چرخش داخلی درشت‌نی، تشدید والگوس دینامیک زانو و درنهایت افزایش بارهای پیچشی وارده بر رباط صلیبی قدامی شود [۴، ۱۸]. از سوی دیگر، محدودیت چرخش خارجی ران یا افزایش بیش ازحد آن ممکن است سبب ناپایداری جانبی یا الگوهای حرکتی جبرانی شود که می‌توانند خطر آسیب رباط صلیبی قدامی را افزایش دهند [۱۶، ۱۷].

این ارتباط بیومکانیکی به‌ویژه در افراد جوان، زنان ورزشکار و ورزش‌های پرفشار گزارش شده است، جایی که عدم تعادل چرخشی مفصل ران می‌تواند موجب افزایش نیروهای مخرب در زانو شود [۱۳، ۱۹، ۲۰]. بااین‌حال، نتایج پژوهش‌ها همسو نیستند؛ برخی مطالعات کاهش دامنه حرکتی ران، به‌ویژه چرخش داخلی و یا مجموع دامنه‌های چرخشی، را به عنوان عامل خطر احتمالی برای آسیب غیربرخوردی رباط صلیبی قدامی گزارش کرده‌اند [۲۱-۲۵]، درحالی‌که برخی دیگر هیچ ارتباط معناداری بین دامنه حرکتی ران و آسیب رباط صلیبی قدامی گزارش نکرده‌اند [۱۵، ۲۶، ۲۷]. دلایل احتمالی این ناهمخوانی‌ها می‌تواند شامل تفاوت در روش‌های اندازه‌گیری (استاتیک یا دینامیک)، ویژگی‌های نمونه (ورزشکار/غیرورزشکار)، اختلاف در ساختارهای آناتومیک (مانند آنتی‌ورژن فمور یا وضعیت لگن)، و تنوع در ابزارهای کلینیکی باشد.

باتوجه‌به این شواهد متناقض، خلأ پژوهشی قابل‌توجهی در این حوزه وجود دارد. اگرچه برخی مرورهای نظام‌مند و مطالعات مشاهده‌ای به بررسی نقش عوامل آناتومیکی و بیومکانیکی اندام تحتانی در آسیب رباط صلیبی قدامی پرداخته‌اند، تمرکز آن‌ها عمدتاً بر متغیرهایی نظیر آنتی‌ورژن فمور، والگوس دینامیک زانو یا الگوهای حرکتی عملکردی بوده است و دامنه‌های چرخش داخلی و خارجی مفصل ران را اغلب به‌صورت غیرمستقیم یا در قالب اندازه‌گیری‌های دینامیک بررسی کرده‌اند [۱۷، ۲۸، ۲۹]. علاوه‌براین، تاکنون جمع‌بندی جامعی که داده‌های موجود را به‌صورت کمی (فراتحلیل) یکپارچه‌سازی کرده و اختلاف میان افراد آسیب‌دیده و سالم را با استفاده از شاخص‌های استاندارد مقایسه کند، انجام نشده است. این کمبود شواهد منسجم موجب شده است نقش واقعی دامنه حرکتی مفصل ران در آسیب غیربرخوردی رباط صلیبی قدامی همچنان نامشخص باقی بماند. بنابراین مطالعه حاضر با هدف پاسخ‌گویی به این شکاف پژوهشی و به‌طور مشخص بررسی این مسئله انجام شد که آیا دامنه‌های حرکتی چرخش داخلی و خارجی مفصل ران که با آزمون‌های استاتیک کلینیکی اندازه‌گیری شده‌اند، در افراد دچار آسیب غیربرخوردی رباط صلیبی قدامی نسبت به افراد سالم تفاوت معناداری دارند یا خیر.

مواد و روش‌ها

طراحی مطالعه

این پژوهش یک مرور نظام‌مند و فراتحلیل است که مطابق دستورالعمل‌های گزارش‌دهی مرورهای نظام‌مند و فراتحلیل پریزما ۲۰۲۰ انجام شد [۲۸]. پروتکل این مرور نظام‌مند پیش از آغاز اجرای مطالعه در پایگاه بین‌المللی پراسپروثبت شده است. کد ثبت این مطالعه در پایگاه مذکور CRD42022300008 است. جست‌وجوی نظام‌مند مقالات از آغاز تا نوامبر ۲۰۲۵ در پایگاه‌های اطلاعاتی انجام شد. هدف مطالعه، بررسی ارتباط دامنه حرکتی چرخش داخلی و خارجی مفصل ران با بروز آسیب غیربرخوردی رباط صلیبی قدامی در ورزشکاران و افراد غیرورزشکار بود.

معیارهای ورود و خروج

مطالعات زمانی واجد شرایط ورود به تحلیل بودند که بر روی نمونه‌های انسانی انجام شده باشند، دامنه چرخش داخلی یا خارجی مفصل ران را در افراد دارای آسیب غیربرخوردی رباط صلیبی قدامی و گروه کنترل سالم گزارش کرده باشند، داده‌های

1. Anterior Cruciate Ligament (ACL)

کمی (میانگین و انحراف‌معیار) برای محاسبه اندازه اثر ارائه کرده باشند و دامنه حرکتی مفصل ران را با گونیامتر دستی به‌عنوان ابزار استاتیک کلینیکی اندازه‌گیری کرده باشند [۳۰، ۳۱]. همچنین نوع آزمون می‌بایست به‌صورت فعال یا غیرفعال، وضعیت بدن هنگام اندازه‌گیری به‌صورت طاق‌باز، دمر یا نشسته باشد. طراحی مطالعه نیز می‌بایست از نوع مشاهده‌ای (موردشاهدی، مقطعی یا کوهورت) بوده و آسیب رباط صلیبی قدامی با MRI یا آرتروسکوپی تأیید شده باشد [۴]. شرکت‌کنندگان نیز شامل ورزشکاران حرفه‌ای، رقابتی، تفریحی یا افراد فعال غیرورزشکار بوده باشند. در مقابل پژوهش‌هایی که از مدل‌سازی بیومکانیکی، آزمون‌های دینامیکی یا مداخلات درمانی استفاده کرده بودند، همچنین مرورها، گزارش‌های موردی، پایان‌نامه‌ها، چکیده‌های همایش و نامه به سردبیر و نیز مطالعات فاقد داده کمی کافی یا پژوهش‌هایی که نویسندگان آن‌ها در پاسخ به درخواست اطلاعات تکمیلی همکاری نکردند، از مرور حذف شدند.

راهبرد جست‌وجو

جست‌وجو در پایگاه‌های وب‌آوساینس[2]، پابمد[3]، ساینس‌دایرکت[4]، پروکوئست[5]، پایگاه مرکز علمی اطلاعات جهاد دانشگاهی[6]، اسکوپوس[7] و نارایگه[8] انجام شد. واژگان جست‌وجو براساس سه محور اصلی طراحی شدند: آسیب رباط صلیبی قدامی، مفصل ران و دامنه حرکتی چرخش داخلی و خارجی. عبارات کلیدی شامل "anterior cruciate ligament"، "ACL injury"، "hip external rotation"، "hip internal rotation"، "hip ROM" و "range of motion" بودند و هیچ محدودیتی از نظر زبان یا سال انتشار اعمال نشد [۳۰] (راهبرد کامل جست‌وجو در فایل ضمیمه ارائه شده است).

فرایند انتخاب مطالعات

۲ پژوهشگر عناوین و چکیده‌ها را به‌صورت مستقل غربالگری کردند. سپس متن کامل مطالعات انتخاب‌شده بررسی شد و در صورت انطباق با معیارهای ورود، وارد تحلیل شدند. اختلاف‌نظرها با مشورت پژوهشگر سوم حل شد [۳۰]. مطالعات تکراری به‌صورت دستی حذف شدند.

استخراج داده‌ها

برای این مطالعه، فرم استاندارد استخراج داده‌ها طراحی شد و ابتدا در ۴ مقاله به‌صورت آزمایشی به کار گرفته و براساس نتایج اولیه اصلاح شد. استخراج داده‌ها توسط ۲ پژوهشگر به‌صورت مستقل انجام شد. اطلاعات استخراج‌شده شامل مشخصات انتشار (نویسنده، سال، کشور، زبان، نوع مطالعه)، ویژگی‌های نمونه (تعداد، جنسیت، سن، قد، وزن و شاخص توده بدنی)، اطلاعات آسیب (روش تأیید آسیب و مدت‌زمان پس از آسیب یا جراحی)، ویژگی‌های ورزشی (رشته و سطح فعالیت)، روش اندازه‌گیری دامنه حرکتی (ابزار، وضعیت بدن، سمت اندازه‌گیری و نوع آزمون فعال / غیرفعال) و داده‌های آماری (میانگین، انحراف‌معیار، اندازه اثر و نتایج اصلی) بود [۲۹]. در صورت وجود اختلاف بین ۲ پژوهشگر، ابتدا با بحث و بازبینی مجدد متن مطالعه تلاش شد به توافق حاصل شود و در موارد عدم توافق، پژوهشگر سوم نظر نهایی را اعلام می‌کرد. در صورت وجود داده‌های ناقص یا مبهم، با نویسندگان مکاتبه شد تا اطلاعات تکمیلی دریافت شود.

ارزیابی کیفیت مطالعات

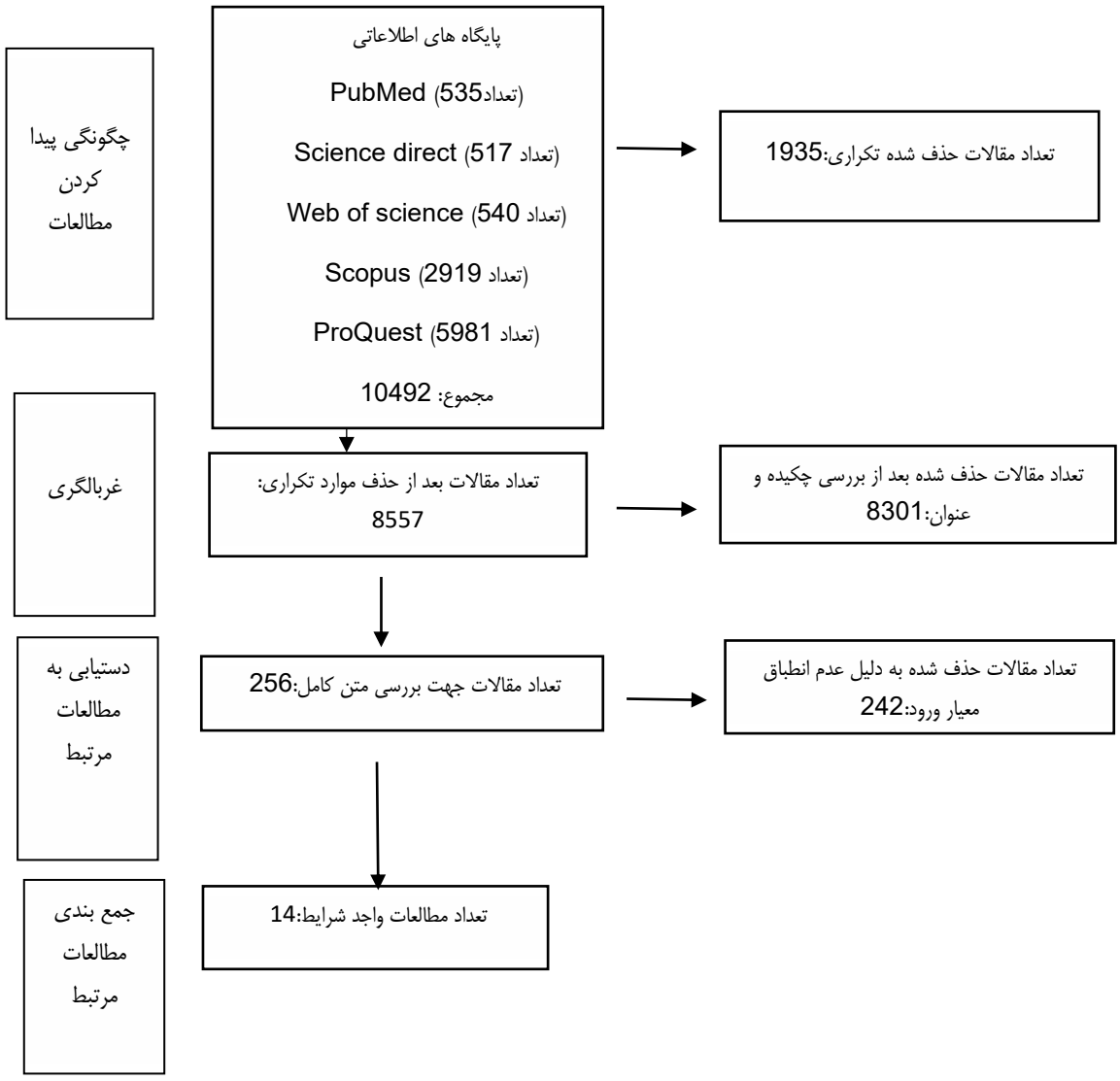
کیفیت روش‌شناسی مطالعات با نسخه اصلاح‌شده ۱۴ آیتمی چک‌لیست داونز و بلک ارزیابی شد [۳۲]. این نسخه که پیش‌تر در مطالعات مشابه با موضوع حاضر به‌کار رفته است، شامل آیتم‌های مرتبط با کیفیت گزارش، اعتبار درونی، اعتبار بیرونی و توان آزمون است و آیتم‌های اختصاصی مداخلات تصادفی‌شده (مانند تصادفی‌سازی و کورسازی) از آن حذف شده‌اند. ۲ ارزیاب مستقل این چک‌لیست را برای هر مطالعه تکمیل کردند و در صورت اختلاف، پژوهشگر سوم نظر نهایی را اعلام می‌کرد. مطالعات با امتیاز کمتر از ۸ برای کاهش سوگیری از فراتحلیل حذف شدند [۱۷].

ترکیب داده‌ها و تحلیل آماری

برای هر مطالعه، اندازه اثر استاندارد و فاصله اطمینان ۹۵ درصد محاسبه شد [۳۳]. اندازه اثر بین گروه‌ها با استفاده از شاخص d کوهن محاسبه شد. در مواردی که اندازه اثر گزارش نشده بود، d کوهن براساس اختلاف میانگین ۲ گروه و انحراف‌معیار تلفیقی (pooled SD) محاسبه شد و مقادیر به‌دست‌آمده به‌عنوان اندازه اثر استاندارد وارد فراتحلیل شدند. مطابق معیارهای پیشنهادی کوهن، قدر مطلق مقادیر اندازه اثر تجمیعی (SMD) در حدود ۰/۲۰، ۰/۵۰ و ۰/۸۰ به‌ترتیب به‌عنوان اندازه اثر کوچک، متوسط و بزرگ در نظر گرفته شد. همان‌گونه که در چکیده نیز اشاره شده است، مقادیر منفی SMD نشان‌دهنده دامنه حرکتی کمتر در گروه دارای آسیب رباط صلیبی قدامی نسبت به گروه کنترل هستند [۳۳].

در صورت وجود بیش از ۵ مطالعه با کیفیت مناسب، مدل اثرات تصادفی استفاده شد [۳۴]. ناهمگنی با شاخص‌های I^2 و Q کوکران ارزیابی شد: صفر تا ۴۰ درصد ناهمگنی ناچیز، ۳۰ تا ۶۰ درصد ناهمگنی متوسط، ۷۵ درصد به بالا ناهمگنی زیاد. سوگیری

2. Web of Science
3. PubMed
4. ScienceDirect
5. ProQuest
6. SID
7. Scopus
8. Magiran



طب توانبخشی

تصویر ۱. نمودار پریزما

انتشار با نمودار قیفی و آزمون ایگر ارزیابی شد [۳۴]. تمام تحلیل‌ها در نرم‌افزار استتا نسخه ۱۷ انجام شد. سطح معناداری $P\leq ۰/۰۵$ در نظر گرفته شد. براساس داده‌های استخراج‌شده از ۱۴ مطالعه، فراتحلیل با مدل اثرات تصادفی انجام شد.

یافته‌ها

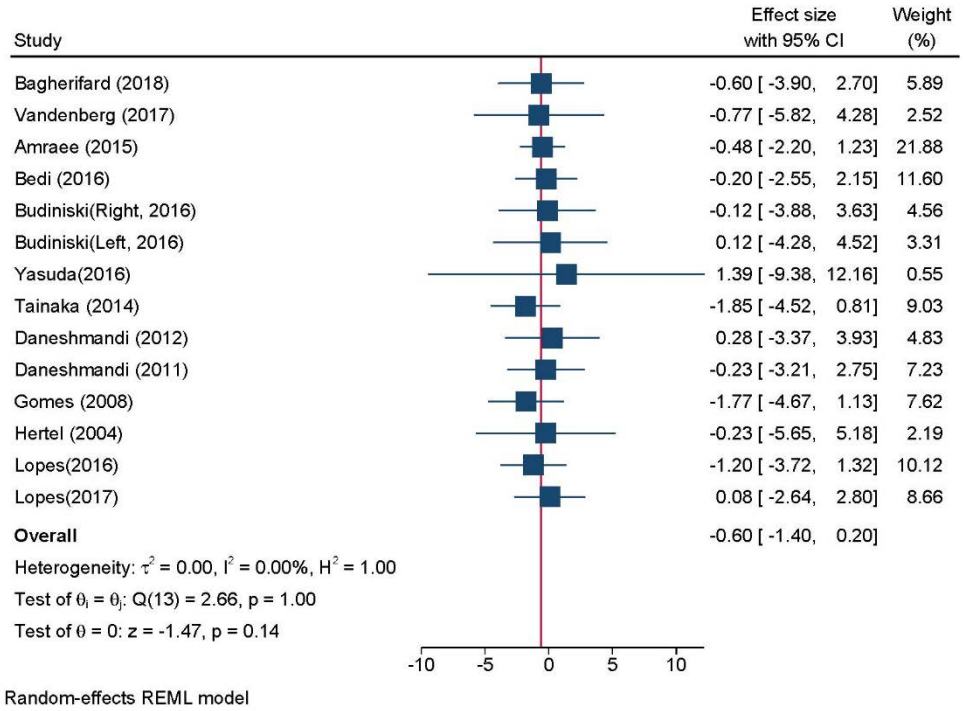
روند شناسایی، غربالگری و انتخاب مطالعات براساس استاندارد پریزما و در قالب نمودار در **تصویر شماره ۱** ارائه شده است.

ویژگی مطالعات واردشده

مشخصات کلی و کیفیت روش‌شناسی ۱۴ مطالعه واردشده در **جدول‌های شماره ۱** و **۲** ارائه شده است. از مجموع این ۱۴ مطالعه، همه آن‌ها دامنه چرخش داخلی ران را گزارش کرده‌اند و ۱۳ مطالعه نیز داده‌های مربوط به چرخش خارجی ران را ارائه کرده‌اند. در مطالعه بودینیسکی [۳۶]، اندازه‌گیری دامنه حرکتی برای پای راست و چپ به‌طور جداگانه گزارش شده بود؛ و به‌صورت ۲ مقایسه مستقل استفاده شد.

درمجموع، داده‌های استخراج‌شده از ۱۴۳۷ شرکت‌کننده در تحلیل چرخش داخلی و ۱۱۱۳ شرکت‌کننده در تحلیل چرخش خارجی استفاده شد که از این میان، ۸۳۰ نفر دارای آسیب غیربرخوردی رباط صلیبی قدامی و ۶۰۷ نفر افراد سالم (کنترل) بودند. ازنظر توزیع جنسیت، ۱۹۶ زن و ۱۲۴۱ مرد در مطالعات حضور داشتند.

از نظر جنسیت ۷ مطالعه مردان [۲۲، ۲۴-۲۶، ۳۳-۳۵]، ۲ مطالعه زنان [۲۷، ۳۶] و ۴ مطالعه روی هر دو جنس (زن و مرد) [۱۵، ۲۱، ۲۳، ۳۷] انجام شد.



تصویر ۲. نمودار جنگل ارتباط دامنه حرکتی چرخش داخلی با آسیب رباط صلیبی قدامی

طب توانبخشی

مطالعات در ۵ کشور انجام شده بود، شامل ایران (۴ مطالعه) [۲۱، ۲۵، ۲۷، ۳۵]، ایالات متحده (۳ مطالعه) [۱۵، ۳۳، ۳۷]، برزیل (۳ مطالعه) [۲۲، ۲۴، ۲۶] و ژاپن (۲ مطالعه) [۲۳، ۳۶]. ۱ مطالعه از صربستان (بودینیسکی، ۲۰۱۶) داده‌های پای راست و چپ را جداگانه گزارش کرده بود [۳۴]. اکثر پژوهش‌ها طراحی گذشته‌نگر داشتند (۱۲ مطالعه) و ۱ مطالعه با طراحی آینده‌نگر [۳۷] بود.

از نظر زمان جمع‌آوری داده‌ها، ۱ مطالعه پیش از آسیب [۳۷]، ۴ مطالعه کمتر از ۶ ماه پس از آسیب [۲۳، ۲۵، ۲۶، ۳۴]، ۲ مطالعه بین ۶ تا ۲۴ ماه پس از آسیب [۲۷، ۳۵] و ۱ مطالعه بیش از ۲ سال پس از آسیب ارزیابی‌ها را انجام داده بودند [۱۵]. همچنین ۵ مطالعه زمان دقیق آسیب را گزارش نکرده بودند [۲۱، ۲۲، ۲۴، ۳۳، ۳۶].

در مطالعات بررسی‌شده، از نظر سطح فعالیت ورزشی ۳ مطالعه در سطح رقابتی [۲۲، ۲۵، ۳۶]، ۳ مطالعه در سطح تفریحی [۲۱، ۲۷، ۳۵] ۱ مطالعه در سطح حرفه‌ای [۳۳]، ۴ مطالعه سطح فعالیت مشخص نشده بود [۱۵، ۲۳، ۳۴، ۳۷] و ۲ مطالعه شرکت‌کنندگان غیرورزشکار داشتند [۲۴، ۲۶]. فعالیت‌های ورزشی شامل فوتبال، هندبال، بسکتبال، والیبال و کشتی بود و در برخی مطالعات نوع ورزش مشخص نشده بود.

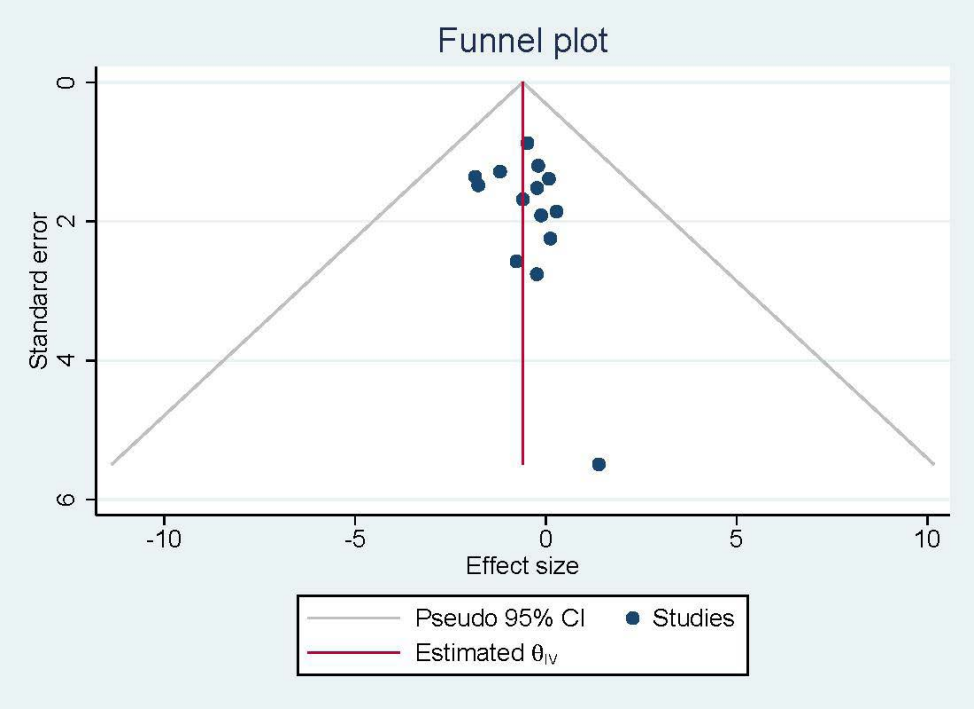
در تمام مطالعات، دامنه حرکتی چرخش داخلی و خارجی مفصل ران با استفاده از گونیامتر دستی اندازه‌گیری شده بود، اما وضعیت آزمون بین مطالعات متفاوت بود ۸ مطالعه در حالت طاق‌باز [۲۱-۲۴، ۲۶، ۳۳، ۳۴، ۳۷]، ۳ مطالعه در حالت دمر [۱۵، ۲۷، ۳۵] ۱ مطالعه در حالت نشسته [۲۵] و ۱ مطالعه وضعیت ارزیابی را گزارش نکرده بود [۳۶].

در مطالعاتی که شاخص توده بدنی را گزارش کرده بودند، میانگین در هر دو گروه در محدوده ۲۳ تا ۲۴ کیلوگرم بر متر مربع قرار داشت و تفاوت قابل‌توجهی بین گروه‌ها مشاهده نشد.

براساس نسخه اصلاح‌شده چک‌لیست داونز و بلک امتیاز روش‌شناسی مطالعات بین ۸ تا ۱۳ متغیر بود (**جدول شماره ۱**) در این مطالعه، امتیازهای ۸ تا ۹ به‌عنوان کیفیت متوسط و امتیازهای ۱۰ تا ۱۴ به‌عنوان کیفیت خوب دسته‌بندی شدند. میانگین نمره کیفیت روش‌شناسی مطالعات برابر ۱/۴۸±۹/۲۱ بود که نشان‌دهنده کیفیت روش‌شناسی متوسط تا خوب در اکثر پژوهش‌ها بود.

فراتحلیل ارتباط دامنه حرکتی چرخش داخلی با آسیب لیگامان صلیبی قدامی

متاآنالیز ۱۴ مطالعه (شامل ۱۴۳۷ شرکت‌کننده) نشان داد اندازه اثر تجمیعی (SMD) دامنه حرکتی چرخش داخلی ران بین گروه مبتلا به آسیب رباط صلیبی قدامی و گروه کنترل، ازنظر آماری معنادار نبود.



تصویر ۳. نمودار قیفی ارتباط بین دامنه حرکتی چرخش داخلی ران و آسیب رباط صلیبی قدامی

طب توانبخشی

SMD=-۰/۶۰ (فاصله اطمینان ۹۵ درصد: ۱/۴۰- تا ۰/۲۰) P=۰/۱۴ و ناهمگنی صفر درصد =I^2. شاخص ناهمگنی صفر درصد =I^2 نشان می‌دهد نتایج مطالعات همگن بوده و اختلاف معناداری بین آن‌ها وجود ندارد. آزمون ایگر وجود هرگونه سوگیری انتشار را رد کرد (P=۰/۶۹).

نمودار جنگل ارتباط دامنه حرکتی چرخش داخلی با آسیب لیگامان صلیبی قدامی در **تصویر شماره ۲** ارائه شده است.

نمودار قیفی مربوط به چرخش داخلی ران **(تصویر شماره ۳)** توزیع نسبتاً متقارنی از مطالعات را حول اندازه اثر کلی نشان می‌دهد.این الگو، در کنار عدم معنی‌داری آزمون ایگر (P=۰/۶۹)، حاکی از آن است که احتمال سوگیری انتشار دررابطه‌با متغیر چرخش داخلی ران پایین است.

برای ارزیابی پایداری نتایج، تحلیل حساسیت به روش حذف تک‌تک مطالعات **(تصویر شماره ۴)** انجام شد. حذف هیچ‌یک از مطالعات موجب تغییر معنی‌دار در اندازه‌اثر تجمیعی نشد و علامت و بزرگی اثر در تمامی تکرارها تقریباً ثابت باقی ماند؛ بنابراین نتایج چرخش داخلی ازنظر آماری پایدار و قابل‌اتکا هستند.

فراتحلیل ارتباط بین دامنه حرکتی چرخش خارجی ران با آسیب لیگامان صلیبی قدامی

متاآنالیز ۱۳ مطالعه (شامل ۱۱۱۳ شرکت‌کننده) نیز نشان داد که اندازه اثر تجمیعی دامنه حرکتی چرخش خارجی ران بین ۲ گروه از نظر آماری معنادار نیست.

SMD=-۰/۴۵ (فاصله اطمینان ۹۵ درصد: ۱/۲۳- تا ۰/۳۳)، P=۰/۲۶ و ناهمگنی صفر درصد = I^2. تحلیل حساسیت با روش حذف تک‌تک مطالعات، پایداری کامل نتایج را تأیید کرد. آزمون ایگر وجود هرگونه سوگیری انتشار را رد کرد (P=۰/۹۵).

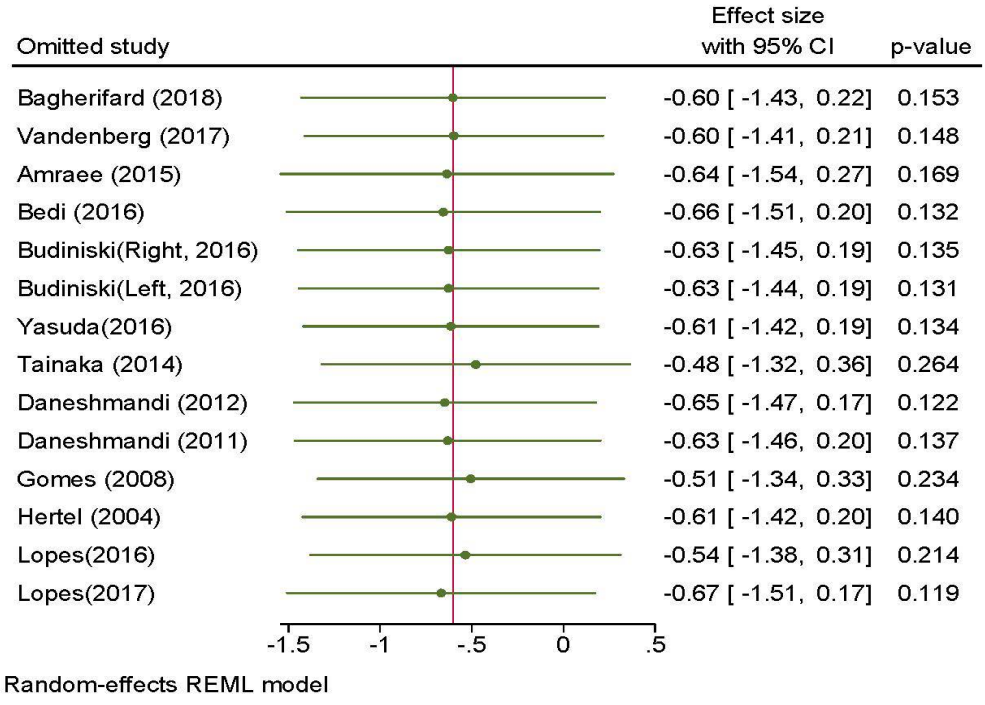
نمودار جنگل چرخش خارجی مفصل ران در **تصویر شماره ۵** نشان داده شده است. در اغلب مطالعات، میانگین چرخش خارجی در گروه دارای آسیب رباط صلیبی قدامی اندکی کمتر از گروه کنترل است، اما فاصله‌های اطمینان گسترده و هم‌پوشان هستند و اندازه اثر تجمیعی از نظر آماری معنادار نیست

نمودار قیفی چرخش خارجی ران **(تصویر شماره ۶)** نیز توزیع نسبتاً منظم و متقارنی از مطالعات را به دور اندازه اثر کلی نشان می‌دهد. این یافته با نتایج آزمون ایگر (P=۰/۹۵) هم‌راستا است.

همان‌طور که در **تصویر شماره ۷** مشخص است، (تحلیل حساسیت به روش حذف تک‌تک مطالعات، تأثیر معنی‌داری بر اندازه اثر تجمیعی چرخش خارجی ران ندارد و جهت و بزرگی اثر در تمامی تحلیل‌های تکراری پایدار باقی می‌ماند. این موضوع نشان می‌دهد نتیجه کلی متاآنالیز چرخش خارجی ران نیز به مطالعه خاصی وابسته نیست.

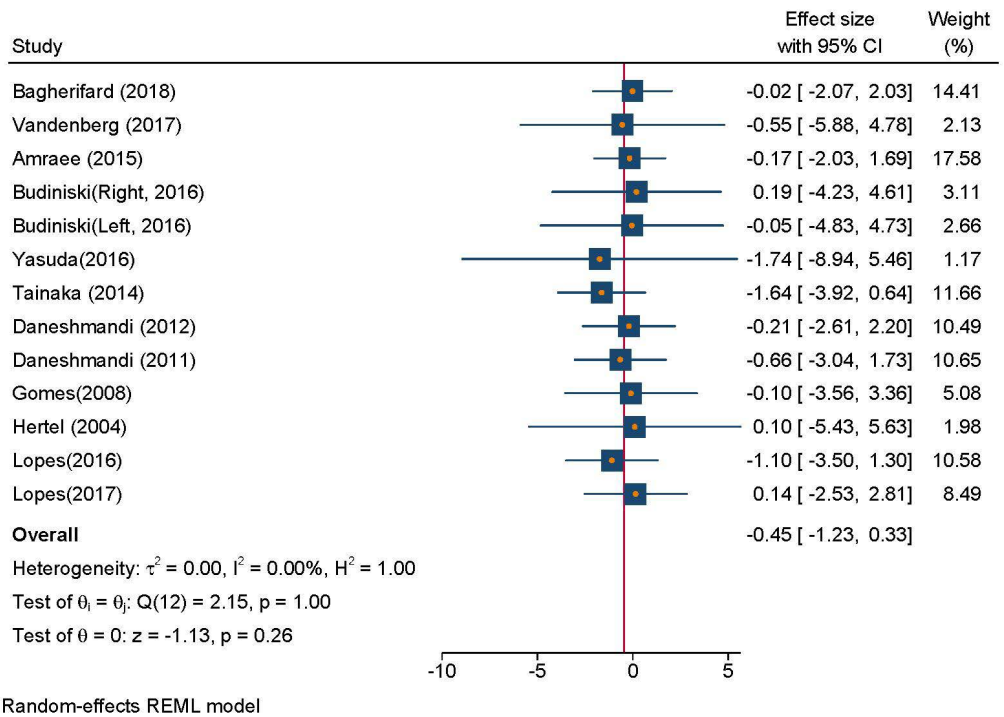
بحث

هدف این پژوهش، بررسی نظام‌مند و فراتحلیل ارتباط دامنه‌های حرکتی چرخش داخلی و خارجی مفصل ران با آسیب غیربرخوردی رباط صلیبی قدامی در ورزشکاران و غیرورزشکاران

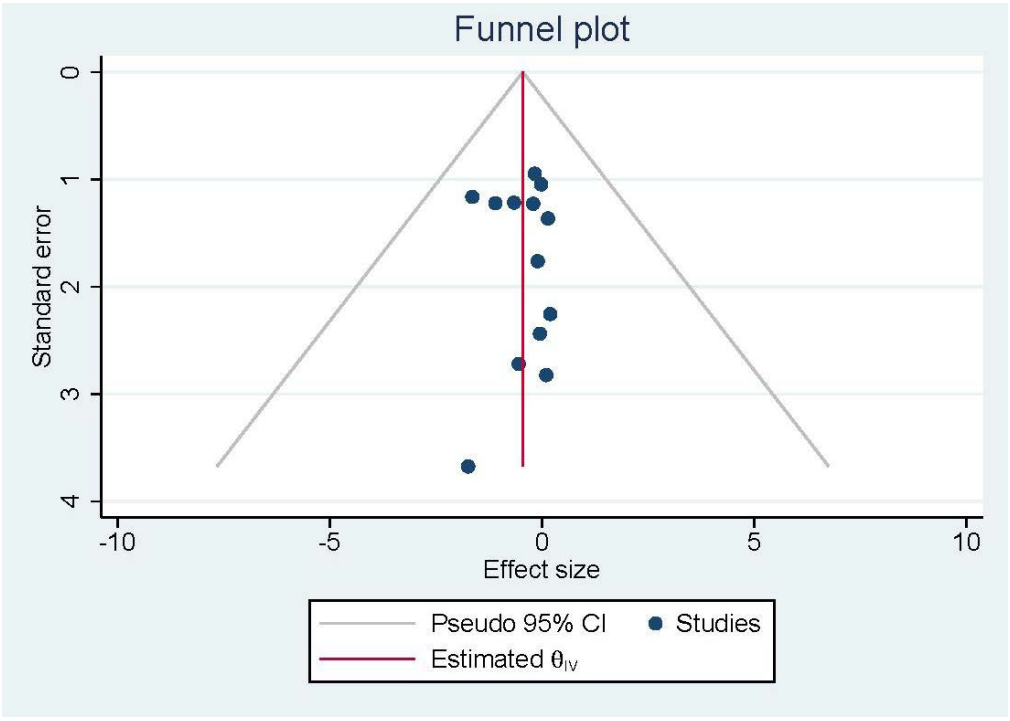


تصویر ۴. نمودار تحلیل حساسیت با روش حذف تک‌تک مطالعات ارتباط بین دامنه حرکتی چرخش داخلی ران و آسیب رباط صلیبی قدامی طب توانبخشی

بود. نتایج فراتحلیل نشان داد به‌رغم جهت نسبتاً یکسان اثر در اغلب مطالعات (کاهش چرخش داخلی و خارجی در افراد آسیب‌دیده)، اختلاف میانگین‌های هر دو متغیر بین گروه‌های دارای آسیب رباط صلیبی قدامی و گروه کنترل ازنظر آماری معنادار نبود و شاخص ناهمگنی (I^2) نیز برای هر دو متغیر تقریباً صفر بود. تحلیل حساسیت و نبود شواهدی از سوگیری انتشار نیز



تصویر ۵. نمودار جنگل ارتباط بین دامنه حرکتی چرخش خارجی ران و آسیب رباط صلیبی قدامی طب توانبخشی



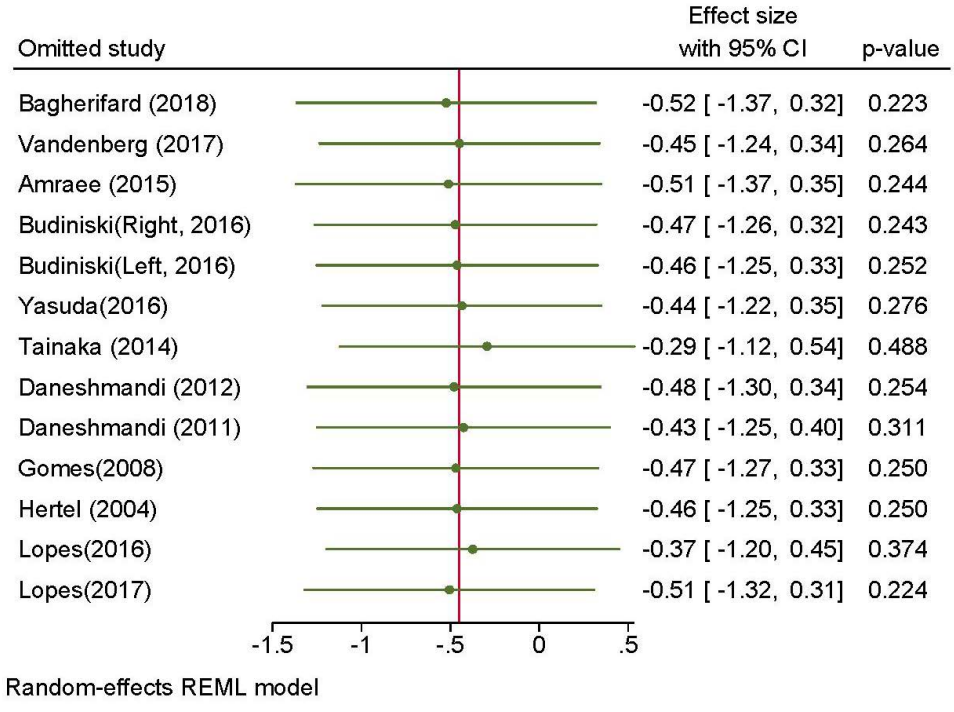
طب توانبخشی

تصویر ۶. نمودار قیفی ارتباط بین دامنه حرکتی چرخش خارجی ران و آسیب رباط صلیبی قدامی

پایداری نتایج را تأیید کردند. این یافته‌ها نشان می‌دهند دامنه چرخش داخلی و خارجی ران، به‌تنهایی و در قالب اندازه‌گیری‌های استاتیک کلینیکی، نمی‌توانند به‌عنوان عوامل خطر مستقل برای آسیب رباط صلیبی قدامی در نظر گرفته شوند.

چرخش داخلی ران و آسیب رباط صلیبی قدامی

در سطح تجمیعی، دامنه چرخش داخلی ران در گروه آسیب‌دیده اندکی کمتر از گروه کنترل بود، اما این اختلاف به آستانه معنی‌داری آماری نرسید. ناهمگنی نزدیک به صفر نشان



تصویر ۷. نمودار تحلیل حساسیت با روش حذف تک‌تک مطالعات ارتباط بین دامنه حرکتی چرخش خارجی ران و آسیب رباط صلیبی قدامی طب توانبخشی

داد رفتار مطالعات واردشده نسبتاً هم‌جهت و همخوان است و نبود اختلاف معنی‌دار ناشی از پراکندگی شدید نتایج نیست، بلکه به‌نظر می‌رسد اثر واقعی در سطح گروهی کوچک‌تر از آن است که با قدرت آماری موجود آشکار شود.

مرور مطالعات منفرد تصویر جزئی‌تری ارائه می‌کند. در چند مطالعه (مانند واندنبرگ همکاران [۳۸]، امرایی و همکاران [۲۵]، تایناکا و همکاران [۲۳]، باقری‌فرد و همکاران [۲۱] و گومز و همکاران [۲۲] و لوپز و همکاران [۲۴]، چرخش داخلی ران در افراد با آسیب رباط صلیبی قدامی به‌طور معنی‌داری کمتر از گروه کنترل گزارش شده و حتی در برخی پژوهش‌ها، تحلیل رگرسیون نشان داده است با هر ۱۰ درجه افزایش در چرخش داخلی ران، خطر آسیب رباط صلیبی قدامی به‌طور قابل‌توجهی کاهش می‌یابد [۳۷]. در مقابل، در چند مطالعه دیگر (ازجمله بودینیسکی و همکاران [۳۶]، بدی و همکاران [۳۵]، دانشمندی و همکاران [۲۷]، دانشمندی و همکاران [۳۷]، لوپز و همکاران [۲۶] و هرتل و همکاران [۱۵] تفاوت معناداری بین گروه‌ها مشاهده نشد و در مطالعه بودینیسکی و همکاران (۲۰۱۶)، الگوی معکوس (چرخش داخلی بیشتر در گروه آسیب‌دیده) گزارش شد [۳۶].

تحلیل حساسیت نشان داد مطالعاتی مانند بدی و همکاران [۳۵] و تایناکا و همکاران [۲۳] بیشترین نقش را در شکل‌گیری اندازه اثر کلی دارند. حذف مطالعه یاسودا که الگوی «چرخش داخلی بیشتر در گروه آسیب» را گزارش کرده بود باعث افزایش قدر مطلق اندازه اثر و رسیدن آن به آستانه معنی‌داری شد؛ این موضوع نشان می‌دهد بخشی از عدم معنی‌داری کلی می‌تواند ناشی از تفاوت ویژگی‌های نمونه در این مطالعه (مثلاً زنان ورزشکار با آنتی‌ورژن فمور بالا) باشد. درعین‌حال حتی پس از حذف این مطالعات اثرگذار، جهت اثر همچنان منفی و همسو با فرض کاهش چرخش داخلی در گروه آسیب دیده باقی می‌ماند که این موضوع ازنظر بالینی قابل‌تأمل است، هرچند به سطح شواهد قطعی نمی‌رسد.

چرخش خارجی ران و آسیب رباط صلیبی قدامی

درمورد چرخش خارجی نیز الگوی مشابهی مشاهده شد؛ دامنه چرخش خارجی ران در برخی مطالعات در گروه دارای آسیب رباط صلیبی قدامی اندکی کمتر از گروه کنترل بود، اما این اختلاف در فراتحلیل کلی معنی‌دار نشد و I^2 تقریباً صفر بود. در برخی پژوهش‌ها، مانند تایناکاو همکاران [۲۳]، بودینیسکی و همکاران [۳۶]، واندنبرگ و همکاران [۳۸] و دانشمندی و همکاران [۳۵] کاهش معنادار چرخش خارجی ران در ورزشکاران آسیب‌دیده گزارش شد، درحالی‌که در بیشتر مطالعات (ازجمله باقری‌فرد و همکاران [۲۱]، امرایی و همکاران [۲۵]، بودینیسکی و همکاران [۳۶]، هرتل و همکاران [۱۵]، دانشمندی و همکاران [۲۷]، گومز و همکاران [۲۲]، لوپز و همکاران [۲۴]، لوپز و همکاران [۲۶] تفاوت‌ها کوچک و غیرمعنی‌دار بودند.

نتیجه کلی فراتحلیل نشان می‌دهد کاهش چرخش خارجی، هرچند در جهت افزایش خطر آسیب رباط صلیبی قدامی قرار دارد، اما اثر آن به‌تنهایی آن‌قدر بزرگ و پایدار نیست که به‌عنوان یک عامل خطر مستقل در سطح گروهی مطرح شود. این موضوع می‌تواند ناشی از چند عامل باشد؛ ازجمله اختلاف در وضعیت آزمون (طاق‌باز، دمر، نشسته)، تفاوت در روش اندازه‌گیری (فعال / غیرفعال، ایستا) و نبود کنترل کافی برای متغیرهای ساختاری، مانند آنتی‌ورژن ران و وجود گیرافتادگی ران به‌صورت ساختاری [۱۶، ۱۷، ۲۴].

نکته مهم در تفسیر این یافته‌ها آن است که که ناهمگنی آماری بسیار پایین (صفر =I^2) لزوماً به معنای نبود ناهمگونی بالینی نیست. مطالعات واردشده از نظر جزئیات روش اندازه‌گیری دامنه حرکتی (نوع آزمون فعال یا غیرفعال، وضعیت بدن هنگام اندازه‌گیری و تجربه آزمون‌کننده) و همچنین ازنظر زمان ارزیابی پس از آسیب یا جراحی تفاوت‌های قابل‌توجهی داشتند. به دلیل عدم معنی‌داری، ناهمگنی صفر و محدود بودن تعداد مطالعات در هر زیرگروه و گزارش نشدن یکنواخت این متغیرها، طبق راهنمای کوکران امکان انجام تحلیل زیرگروهی معتبر برای بررسی اثر این عوامل بر اندازه اثر فراهم نبود؛ بنابراین این احتمال وجود دارد که بخشی از عدم قطعیت در برآوردهای به‌دست‌آمده ناشی از همین ناهمگونی بالینی کنترل‌نشده باشد و نتایج فراتحلیل باید با در نظر گرفتن این محدودیت تفسیر شوند.

عدم تعادل چرخشی ران: نگاه تلفیقی به چرخش داخلی و خارجی ران

هرچند نتایج تجمیعی برای چرخش داخلی و خارجی به‌صورت جداگانه معنی‌دار نبود، اما مرور دقیق‌تر مطالعات نشان می‌دهد الگوی ترکیبی دامنه‌های چرخشی ممکن است اهمیت بیشتری نسبت به مقادیر منفرد داشته باشد. در برخی مطالعات، به‌ویژه در زنان ورزشکار و نوجوانان الگوی چرخش داخلی غالب همراه با چرخش خارجی محدود گزارش شده است [۳۶]. همچنین شواهد بیومکانیکی نشان می‌دهند ترکیب چرخش داخلی زیاد همراه با محدودیت چرخش خارجی می‌تواند با بروز الگوهای خطرناک مانند والگوس دینامیک زانو و افزایش بارهای چرخشی مرتبط باشد [۴، ۱۷، ۲۰]. در مقابل، در گروهی دیگر از ورزشکاران، ناهنجاری‌های ساختاری مانند گیرافتادگی مفصل ران (FAI)[9] و کاهش زاویه گردن ران، به کاهش هم‌زمان چرخش داخلی و خارجی مفصل ران منجر می‌شود. این محدودیت، توانایی مفصل در جذب بارهای چرخشی را کاهش داده و درنتیجه بار اضافی به مفصل زانو منتقل می‌کند [۲۱، ۲۴].

9.FemoroAcetabular Impingement (FAI) .

جدول ۱. چک‌لیست داونز و بلک جهت ارزیابی کیفیت مقالات

مطالعه	س ۱	س ۲	س ۳	س ۵	س ۶	س ۷	س ۱۰	س ۱۱	س ۱۵	س ۱۶	س ۱۸	س ۲۰	س ۲۱	س ۲۷	جمع کل
هرتل و همکاران (۲۰۰۴) [۱۵]	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱۱
باقری فرد و همکاران (۲۰۱۸) [۲۱]	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۸
گومز و همکاران (۲۰۰۸) [۲۲]	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۹
تایناکا و همکاران (۲۰۱۴) [۲۳]	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱۰
امرایی و همکاران (۲۰۱۵) [۲۵]	۱	۱۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۹
دانشمندی و همکاران (۲۰۱۲) [۲۷]	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱۰
بدی و همکاران (۲۰۱۶) [۳۵]	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۰	۸
بودینیسکی وهمکاران (۲۰۱۶) [۳۶]	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۸
دانشمندی و همکاران (۲۰۱۱) [۳۷]	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۱۰
واندنبرگ وهمکاران (۲۰۱۸) [۳۸]	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱۳

طب توانبخشی

به‌عبارت‌دیگر، به‌نظر می‌رسد آنچه ازنظر بیومکانیکی مهم است، نه صرفاً کم یا زیاد بودن یک دامنه به‌تنهایی، بلکه عدم تعادل بین چرخش داخلی و خارجی و قرار گرفتن مفصل ران در یک وضعیت نامطلوب عملکردی است [۱۶، ۱۷]. فراتحلیل حاضر که مبتنی بر اندازه‌گیری‌های استاتیک کلینیکی است، قادر به کمی‌سازی مستقیم این نسبت یا الگوهای ترکیبی نبود، اما جهت کلی یافته‌های مطالعات منفرد این فرضیه را تقویت می‌کند که نسبت چرخش داخلی به خارجی و ترکیب آن با سایر عوامل (قدرت عضلانی، کنترل عصبی‌عضلانی، ساختار استخوانی) اهمیت بیشتری از مقادیر مطلق دامنه حرکتی دارد [۱۹، ۲۰].

پیامدهای بالینی و کاربردی

از منظر بالینی، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد اندازه‌گیری استاتیک دامنه چرخش داخلی و خارجی ران، به‌تنهایی نمی‌تواند برای شناسایی ورزشکاران در معرض خطر آسیب رباط صلیبی قدامی کافی باشد. این به آن معنا نیست که ارزیابی دامنه حرکتی بی‌اهمیت است؛ بلکه باید در کنار سایر متغیرها دیده شود. ارزیابی هم‌زمان قدرت عضلات ابداکتور و چرخاننده‌های ران، الگوی والگوس دینامیک، کیفیت فرود و عوامل ساختاری، مانند آنتی‌ورژن فمور می‌تواند تصویر جامع‌تری از پروفایل خطر ارائه دهد [۴، ۱۹].

بااین‌حال شواهد موجود حاکی از آن است که بهینه‌ترین حالت برای کاهش خطر پارگی رباط صلیبی قدامی، برخورداری از دامنه چرخش ران در حد متعادل است و قرارگیری این دامنه در هریک از ۲ انتهای طیف (چه محدودیت شدید و چه شلی افراطی) مطلوب نیست [۲۳، ۳۶]. در افراد با دامنه محدود، تمرینات کششی هدفمند، تحرک مفصل ران و اصلاح الگوهای حرکتی می‌تواند کمک‌کننده باشد. در مقابل، در افرادی که چرخش داخلی غالب و چرخش خارجی نسبتاً کم دارند (به‌ویژه زنان و نوجوانان با آنتی‌ورژن بالا)، تمرکز بر کنترل لگن و تنه، اصلاح الگوهای فرود و تقویت عضلات پایدارکننده ران اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی فراتحلیل حاضر نشان داد دامنه چرخش داخلی و خارجی ران در قالب اندازه‌گیری‌های استاتیک، به‌تنهایی با بروز آسیب غیربرخوردی رباط صلیبی قدامی ارتباط معنادار و مستقلی ندارد؛ هرچند جهت کلی نتایج در بسیاری از مطالعات به نفع کاهش دامنه چرخش در ورزشکاران آسیب‌دیده است. بااین‌حال باتوجه‌به فاصله اطمینان وسیع در نتایج این فراتحلیل و تنوع روش‌شناختی مطالعات موجود، این یافته‌ها باید با احتیاط تفسیر شوند. درمجموع نتایج پژوهش حاضر بر ماهیت چندعاملی خطر آسیب رباط صلیبی قدامی تأکید دارند و نشان می‌دهند ارزیابی مفصل ران باید در کنار سایر عوامل بیومکانیکی، ساختاری و عصبی‌عضلانی انجام شود.

جدول ۲. مشخصات مطالعات واردشده به فراتحلیل

نویسنده/ سال/ کشور	طرح مطالعه	تعداد گروه آسیب‌دیده و کنترل	سن میانگین±انحراف‌معیار آسیب کنترل	جنس	وضعیت بدن هنگام اندازه‌گیری نوع آزمون (فعال/ غیرفعال)	میانگین±انحراف‌معیار					
						چرخش داخلی			چرخش خارجی		
						گروه آسیب	گروه کنترل	ES	گروه آسیب	گروه کنترل	ES
هرتل (۲۰۰۴) آمریکا [۱۵]	گنشته‌نگر	۲۰ ۲۰	بزرگسال ۲۰/۷±۱/۴ ۲۰/۴±۱/۱	زن و مرد	دمر فعال	۳۹/۴±۸/۳۱	۴۱/۲±۹/۱۳	-۰/۲۳	۳۱/۴±۸/۸	۳۰/۵±۸/۹	۰/۱
باقری‌فرد (۲۰۱۸) ایران [۲۱]	گنشته‌نگر	۹۰ ۱۲۷	بزرگسال ۲۷/۸±۶/۱ ۲۸/۹±۶/۳	زن و مرد	طاق‌باز فعال	۳۳/۵±۱۳/۳	۴۰/۳±۱۰/۵	-۰/۶	۴۹/۴±۸	۴۹/۶±۷	۰/۰۲
گومز (۲۰۰۸) برزیل [۲۲]	گنشته‌نگر	۵۰ ۵۰	بزرگسال ۲۸/۱±۵/۷ ۲۸/۳±۵/۴	مرد	طاق‌باز فعال	۲۶/۴±۷/۷	۳۹±۷/۱	-۱/۷	۴۲/۱±۹/۳	۴۳/۳±۸/۳	-۰/۱
تایناکا (۲۰۱۴) ژاپن [۲۳]	گنشته‌نگر	۴۴ ۱۲۳	نوجوان ۱۷-۱۴	زن و مرد	طاق‌باز فعال	۳۵±۹/۱	۵۰/۲±۷/۲	-۱/۸۵	۴۵/۷±۶/۱	۵۶/۳±۶/۸	-۱/۶۴
لویز (۲۰۱۶) برزیل [۲۴]	گنشته‌نگر	۸ ۹	بزرگسال ۴۰-۱۸	زن	طاق‌باز فعال	۲۸/۶±۵/۷	۳۵/۶±۵/۷	-۱/۲	۳۷/۵±۴/۳	۴۳/۷±۶/۶	-۱/۱
امرایی (۲۰۱۷) ایران [۲۵]	گنشته‌نگر	۵۳ ۵۳	بزرگسال ۲۵±۴/۸	مرد	نشسته فعال	۳۵/۱۱±۴/۵۱	۳۷/۲۹±۴/۴	-۰/۴۸	۳۲/۸±۵/۸	۳۳/۶±۳/۶	-۰/۱۷
لویز (۲۰۱۷) برزیل [۲۶]	گنشته‌نگر	۸ ۹	بزرگسال ۴۰-۲۰	زن	طاق‌باز فعال	۳۳/۴±۶/۴	۳۲/۹±۶	۰/۰۸	۴۱/۱±۵/۸	۴۰/۲±۶/۴	۰/۱۴
دانشمندی (۲۰۱۲) ایران [۲۷]	گنشته‌نگر	۲۰ ۲۰	بزرگسال ۲۴/۹±۵/۷ ۲۴/۸±۵/۵	زن	دمر فعال	۴۰/۸±۵/۷	۳۹/۲±۵/۹	۰/۲۸	۳۶/۳±۳/۸	۳۷/۱۵±۳/۹	-۰/۲۰
بدی (۲۰۱۶) آمریکا [۳۵]	گنشته‌نگر	۳۴ ۲۹۰	گزارش نشد	مرد	طاق‌باز فعال	۲۳/۴±۷/۶	۲۴/۵±۶/۵	-۰/۲			
بودینیسکی (۲۰۱۶) صربستان [۳۶]	گنشته‌نگر	۶۰ ۲۸	نوجوان و بزرگسال ۲۴/۸ ۲۳/۱۶	مرد	طاق‌باز فعال طاق‌باز فعال	۳۰/۸±۹/۳ سمت راست ۳۱/۲±۱۱/۱ سمت چپ	۳۱/۸±۵/۸۳ سمت راست ۳۰/۲۱±۵/۹ سمت چپ	-۰/۱۲ ۰/۱۲	۴۰/۶۲±۱۰/۵ سمت راست ۳۹/۰۶±۱۱/۶ سمت چپ	۳۸/۸±۸/۱ سمت راست ۳۹/۵۶±۸/۰۳ سمت چپ	۰/۱۹ -۰/۰۴
دانشمندی (۲۰۱۱) ایران [۳۷]	گنشته‌نگر	۲۰ ۲۰	بزرگسال ۲۶/۵±۳/۳ ۲۵/۷±۲/۸	مرد	دمر فعال	۲۹/۷±۴/۷	۳۰/۸±۴/۹	-۰/۲۲	۲۹/۵±۴/۷	۳۲/۴±۴/۰۴	-۰/۶۵
واندنبرگ (۲۰۱۶) ژاپن [۳۸]	گنشته‌نگر	۸ ۹	بزرگسال ۲۰/۸±۱/۸ ۲۰/۱±۱/۷	زن	طاق‌باز غیر فعال	۵۵/۶±۹	۴۰±۱۳	۱/۳۹	۳۶/۳±۶/۹	۴۹/۴±۸/۱	-۱/۷۴

طب توانبخشی

نقاط قوت و محدودیت‌های مطالعه

از مهم‌ترین نقاط قوت این پژوهش می‌توان به جست‌وجوی گسترده در چندین پایگاه معتبر، ثبت پروتکل در پراسپرو، استفاده از معیارهای ورود و خروج روشن، ارزیابی کیفیت روش‌شناسی با چک‌لیست معتبر و همگنی بالا بین مطالعات اشاره کرد که همگی اعتبار استنباط‌های فراتحلیلی را افزایش می‌دهند. همچنین تمرکز بر دامنه‌های چرخشی ران در چارچوب ارزیابی استاتیک کلینیکی، این امکان را فراهم می‌کند که یافته‌ها به‌طور مستقیم در محیط‌های بالینی و غربالگری ورزشی به کار گرفته شوند.

درعین‌حال این پژوهش محدودیت‌هایی نیز دارد. بیشتر مطالعات واردشده از نوع مقطعی یا موردشاهدی بوده‌اند و امکان استنباط علی‌معلولی را محدود می‌کنند. در بسیاری از مطالعات، اطلاعات دقیقی درمورد متغیرهای مداخله‌گر، مثل نوع دقیق ورزش، سطح مسابقه، زمان پس از آسیب یا جراحی و روش دقیق اندازه‌گیری (فعال / غیرفعال) گزارش نشده است. تمام داده‌ها براساس اندازه‌گیری‌های استاتیک در وضعیت‌های ساده کلینیکی هستند و نتایج الزاماً قابل‌تعمیم مستقیم به موقعیت‌های دینامیک پرفشار (مانند فرود، برش یا تغییر جهت ناگهانی) نیستند. درنهایت، به دلیل محدود بودن تعداد مطالعات در زیرگروه‌های سنی و جنسیتی، امکان انجام تحلیل‌های زیرگروهی قدرتمند برای بررسی دقیق‌تر تفاوت بین زنان و مردان یا نوجوانان و بزرگسالان وجود نداشت.

پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آینده

براساس نتایج این پژوهش، پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده به‌صورت کوهورت آینده‌نگر و با حجم نمونه کافی طراحی شوند تا بتوانند نقش واقعی دامنه چرخش ران را در بروز آسیب‌های جدید رباط صلیبی قدامی بررسی کنند. استفاده از پروتکل‌های استاندارد اندازه‌گیری دامنه حرکتی، ثبت هم‌زمان متغیرهای ساختاری (مانند آنتی‌ورژن فمور و گیرافتادگی مفصل ران)، ارزیابی دینامیک مفصل ران در تکالیف عملکردی (فرود، برش، تغییر جهت) و ترکیب این اطلاعات با سنجش قدرت عضلانی و کنترل عصبی‌عضلانی می‌تواند تصویر دقیق‌تری از نقش مفصل ران در مکانیسم آسیب رباط صلیبی قدامی ارائه دهد. علاوه‌براین بررسی نسبت چرخش داخلی به خارجی به‌عنوان شاخصی ترکیبی، به‌جای تکیه بر مقادیر مطلق هر دامنه، می‌تواند به شناسایی الگوهای خطر اختصاصی‌تر کمک کند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مقاله مرور نظام‌مند و فراتحلیل است که بر روی نمونه‌های انسانی و حیوانی انجام نشده است. براین‌اساس نیاز به کد اخلاق نبود و تمام قوانین اخلاق در پژوهش رعایت شده است.

حامی مالی

این مطالعه برگرفته از پایان‌نامه دکترای فاطمه خیرالدین در گروه آسیب‌شناسی ورزشی و بیومکانیک، دانشکده علوم ورزشی و سلامت، دانشگاه تهران است. این تحقیق هیچ کمک مالی خاصی از سازمان‌های تأمین مالی در بخش‌های دولتی، تجاری یا غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

همه نویسندگان به‌طور یکسان در مفهوم و طراحی مطالعه، جمع‌آوری و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، تفسیر نتایج و تهیه پیش‌نویس مقاله مشارکت داشتند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

References

[1] Montalvo AM, Schneider DK, Yut L, Webster KE, Beynnon B, Kocher MS, et al. "What's my risk of sustaining an ACL injury while playing sports?" A systematic review with meta-analysis. British Journal of Sports Medicine. 2019; 53(16):1003-12. [DOI:10.1136/bjsports-2016-096274] [PMID]

[2] Chia L, De Oliveira Silva D, Whalan M, McKay MJ, Sullivan J, Fuller CW, et al. Non-contact anterior cruciate ligament injury epidemiology in team-ball sports: A systematic review with meta-analysis by sex, age, sport, participation level, and exposure type. Sports Medicine. 2022; 52(10):2447-67. [DOI:10.1007/s40279-022-01697-w] [PMID]

[3] Webster KE, Hewett TE. Anterior cruciate ligament injury and knee osteoarthritis: An umbrella systematic review and meta-analysis. Clinical Journal of Sport Medicine. 2022; 32(2):145-52. [DOI:10.1097/JSM.0000000000000894] [PMID]

[4] Koga H, Nakamae A, Shima Y, Iwasa J, Myklebust G, Engebretsen L, et al. Mechanisms for noncontact anterior cruciate ligament injuries: Knee joint kinematics in 10 injury situations from female team handball and basketball. The American Journal of Sports Medicine. 2010; 38(11):2218-25. [DOI:10.1177/0363546510373570] [PMID]

[5] Gopinatth V, Smith MV, Matava MJ, Brophy RH, Knapik DM. Most anterior cruciate ligament injuries in professional athletes occur without contact to the injured knee: A systematic review of video analysis studies. Arthroscopy. 2025; 41(4):1155-62.e1. [DOI:10.1016/j.arthro.2024.03.047] [PMID]

[6] Szymski D, Achenbach L, Weber J, Huber L, Memmel C, Kerschbaum M, et al. Reduced performance after return to competition in ACL injuries: An analysis on return to competition in the 'ACL registry in German Football'. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2023; 31(1):133-41. [DOI:10.1007/s00167-022-07062-8] [PMID]

[7] Losciale JM, Zdeb RM, Ledbetter L, Reiman MP, Sell TC. The association between passing return-to-sport criteria and second anterior cruciate ligament injury risk: A systematic review with meta-analysis. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 2019; 49(2):43-54. [DOI:10.2519/jospt.2019.8190] [PMID]

[8] Sheean AJ, DeFoor MT, Spindler KP, IMPACT ACL Study Group, Arner JW, Athiviraham A, et al. The psychology of ACL injury, treatment, and recovery: Current concepts and future directions. Sports Health. 2026; 18(1):102-9 [DOI:10.1177/19417381241226896] [PMID]

[9] Peterson C, Li T, Norcross M. Return on investment of anterior cruciate ligament injury prevention programs in the United States. Journal of Athletic Training. 2025; 61(1):4–12. [DOI:10.4085/1062-6050-0507.24] [PMID]

[10] Piussi R, Berghdal T, Sundemo D, Grassi A, Zaffagnini S, Sansone M, et al. Self-reported symptoms of depression and anxiety after ACL injury: A systematic review. Orthopaedic Journal of Sports Medicine. 2022; 10(1):23259671211066493. [DOI:10.1177/23259671211066493] [PMID]

[11] Nwachukwu BU, Adjei J, Rauck RC, Chahla J, Okoroha KR, Verma NN, et al. How much do psychological factors affect lack of return to play after anterior cruciate ligament reconstruction? A systematic review. Orthopaedic Journal of Sports Medicine. 2019; 7(5):2325967119845313. [DOI:10.1177/2325967119845313] [PMID]

[12] Pulici L, Certa D, Zago M, Volpi P, Esposito F. Injury burden in professional European football (soccer): Systematic review, meta-analysis, and economic considerations. Clinical Journal of Sport Medicine. 2023; 33(4):450-7. [DOI:10.1097/JSM.0000000000001107] [PMID]

[13] Kamatsuki Y, Qvale MS, Steffen K, Wangensteen A, Krosshaug T. Anatomic risk factors for initial and secondary noncontact anterior cruciate ligament injury: A prospective cohort study in 880 female elite handball and soccer players. The American Journal of Sports Medicine. 2025; 53(1):123-31. [DOI:10.1177/03635465241292755] [PMID]

[14] Beynnon BD, Tourville TW, Hollenbach HC, Shultz S, Vacek P. Intrinsic risk factors for first-time noncontact ACL injury: A prospective study of college and high school athletes. Sports Health. 2023; 15(3):433-42. [DOI:10.1177/19417381221121136] [PMID]

[15] Hertel J, Dorfman JH, Braham RA. Lower extremity malalignments and anterior cruciate ligament injury history. Journal of Sports Science and Medicine. 2004; 3(4):220-5. [PMID]

[16] Kaneko M, Sakuraba K. Association between femoral anteversion and lower extremity posture upon single-leg landing: Implications for anterior cruciate ligament injury. Journal of Physical Therapy Science. 2013; 25(10):1213-7. [DOI:10.1589/jpts.25.1213] [PMID]

[17] Hogg JA, Waxman JP, Shultz SJ. Examining the effects of femoral anteversion and passive hip rotation on ACL injury and knee biomechanics: A systematic review and meta-analysis. Journal of Experimental Orthopaedics. 2022; 9(1):40. [DOI:10.1186/s40634-022-00479-7] [PMID]

[18] Shibata S, Takemura M. Influence of femoral anteversion on knee valgus angle during unanticipated side-step cutting motion. Rigakuryoho Kagaku. 2020; 35(3):321-7. [DOI:10.1589/rika.35.321]

[19] Nakase J, Kitaoka K, Shima Y, Oshima T, Sakurai G, Tsuchiya H. Risk factors for noncontact anterior cruciate ligament injury in female high school basketball and handball players: a prospective 3-year cohort study. Asia-Pacific Journal of Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation and Technology. 2020; 22:34-8. [DOI:10.1016/j.asmart.2020.06.002] [PMID]

[20] Shimozaki K, Nakase J, Takata Y, Shima Y, Kitaoka K, Tsuchiya H. Greater body mass index and hip abduction muscle strength predict noncontact anterior cruciate ligament injury in female Japanese high school basketball players. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2018; 26(10):3004-11. [DOI:10.1007/s00167-018-4888-4] [PMID]

[21] Bagherifard A, Jabalameli M, Yahyazadeh H, Shafieesabet A, Gharanizadeh K, Jahansouz A, et al. Diminished femoral head-neck offset and the restricted hip range of motion suggesting a possible role in ACL injuries. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2018; 26(2):368-73. [DOI:10.1007/s00167-017-4589-4] [PMID]

[22] Gomes JLE, De Castro JV, Becker R. Decreased hip range of motion and noncontact injuries of the anterior cruciate liga-

ment. Arthroscopy. 2008; 24(9):1034-7. [DOI:10.1016/j.arthro.2008.05.012] [PMID]

[23] Tainaka K, Takizawa T, Kobayashi H, Umimura M. Limited hip rotation and non-contact anterior cruciate ligament injury: A case-control study. The Knee. 2014; 21(1):86-90. [DOI:10.1016/j.knee.2013.07.006] [PMID]

[24] Lopes Jr OV, Gomes JLE, de Freitas Spinelli L. Range of motion and radiographic analysis of the hip in patients with contact and non-contact anterior cruciate ligament injury. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2016; 24(9):2868-73. [DOI:10.1007/s00167-015-3532-9] [PMID]

[25] Amraee D, Alizadeh MH, Minoonejhad H, Razi M, Amraee GH. Predictor factors for lower extremity malalignment and non-contact anterior cruciate ligament injuries in male athletes. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2017; 25(5):1625-31. [DOI:10.1007/s00167-015-3926-8] [PMID]

[26] Lopes Jr OV, Tragnago G, Gatelli C, Costa RN, de Freitas Spinelli L, Saggin PRF, et al. Assessment of the alpha angle and mobility of the hip in patients with noncontact anterior cruciate ligament injury. International Orthopaedics. 2017; 41(8):1601-5. [DOI:10.1007/s00264-017-3482-6] [PMID]

[27] Daneshmandi H, Saki F, Daneshmandi MS, Daneshmandi L. Lower extremity alignment in female athletes with ACL reconstruction. Medicina Dello Sport. 2012; 65(2):211-21. [Link]

[28] Boutris N, Byrne RA, Delgado DA, Hewett TE, McCulloch PC, Lintner DM, et al. Is there an association between noncontact anterior cruciate ligament injuries and decreased hip internal rotation or radiographic femoroacetabular impingement? A systematic review. Arthroscopy. 2018; 34(3):943-50. [DOI:10.1016/j.arthro.2017.08.302] [PMID]

[29] Boykin RE. Editorial commentary: The downstream effects of limited hip rotation and femoroacetabular impingement on the anterior cruciate ligament: Could a little hip stretching every day (or surgery) keep the knee doctor away? Arthroscopy. 2018; 34(3):951-2. [DOI:10.1016/j.arthro.2017.10.038] [PMID]

[30] 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(71). [DOI:10.1136/bmj.n71] [PMID]

[31] Shultz SJ, Nguyen AD, Windley TC, Kulas AS, Botic TL, Beynnon BD. Intratester and intertester reliability of clinical measures of lower extremity anatomic characteristics: Implications for multicenter studies. Clinical Journal of Sport Medicine. 2006; 16(2):155-61. [DOI:10.1097/00042752-200603000-00012] [PMID]

[32] Downs SH, Black N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. Journal of Epidemiology & Community Health. 1998; 52(6):377-84. [DOI:10.1136/jech.52.6.377] [PMID]

[33] Borenstein M, Hedges LV, Higgins JPT, Rothstein HR. A basic introduction to fixed-effect and random-effects models for meta-analysis. Research Synthesis Methods. 2010; 1(2):97-111. [DOI:10.1002/jrsm.12] [PMID]

[34] Higgins JPT, Thomas J, Chandler J, Cumpston M, Li T, Page MJ, et al. Cochrane handbook for systematic reviews of interventions version 6.5 (updated August 2024) [Internet]. Cochrane; 2024. Available from: [Link]

[35] Bedi A, Warren RF, Wojtys EM, Oh YK, Ashton-Miller JA, Oltean H, et al. Restriction in hip internal rotation is associated with an increased risk of ACL injury. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2016; 24(6):2024-31. [DOI:10.1007/s00167-014-3299-4] [PMID]

[36] Budinski Z, Budinski S, Vranješ M, Obradović M, Mikić M, Milankov M. The relationship between the range of moton of the hip joint with ruptured anterior cruciate ligament. Medicinski Pregled. 2016; 69(5-6):160-6. [DOI:10.2298/MPNS1606160B] [PMID]

[37] Daneshmandi H, Azhdari F, Saki F, Daneshmandi MS. The study of lower extremity alignment in athletes with and without ACL reconstruction. Brazilian Journal of Biomotricity. 2011; 5(4):248-54. [Link]

[38] VandenBerg C, Crawford EA, Enselman ES, Robbins CB, Wojtys EM, Bedi A. Restricted hip rotation is correlated with an increased risk for anterior cruciate ligament injury. Arthroscopy. 2017; 33(2):317-25. [DOI:10.1016/j.arthro.2016.08.014] [PMID]

This Page Intentionally Left Blank