

Review Paper

Postural Control One Year After Surgery in Individuals With Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Versus Healthy Controls: A Systematic Review



Fatemeh Gholami¹ , *Mohammad Yousefi² , Hamidreza Zanguei³

1. Department of Corrective Exercise and Sport Injuries, Faculty of Physical Education and Sport Science, Allameh Tabatabaeei University, Tehran, Iran.

2. Department of Sports Biomechanic, Faculty of Sport Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran.

3. Department of Corrective Exercise and Sport Injuries, Faculty of Physical Education and Sport Science, University of Tehran, Tehran, Iran.



Citation Gholami F, Yousefi M, Zanguei H. [Postural Control One Year After Surgery in Individuals With Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Versus Healthy Controls: A Systematic Review (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2025; 14(4):518-531. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.14.4.3365>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.14.4.3365>

ABSTRACT

Background and Aims The anterior cruciate ligament (ACL) is a key structure responsible for maintaining the mechanical and functional stability of the knee joint. Since ACL injury do not heal spontaneously, even their reconstruction using allografts or autografts can provide the reinnervation of mechanoreceptors. This study aims to review and compare postural control in individuals with ACL reconstruction (ACLR) one year after surgery and healthy controls.

Methods This is a systematic review study. Relevant articles published from 2008 to 2025 in English were retrieved from reputable databases, including PubMed, MEDLINE, Sport Discus, Embase, CINAHL, and AMED, using keywords such as ACL, reconstruction, rehabilitation, injury, surgery, motor control, motor learning, balance, stability, proprioception, angle, moment, control, perturbation, postural control, and biomechanics. Only articles that assessed postural control in individuals up to 12 months after ACLR and compared them with a healthy control group were included.

Results The initial search yielded 6,207 articles. After screening titles and abstracts, 334 articles were selected for further examination. Ultimately, 33 studies were deemed eligible for final analysis based on inclusion and exclusion criteria. The results indicated that ACLR had a negative impact on double-leg and single-leg stability, muscular strength, coordination, and biomechanical movement patterns.

Conclusion The findings may help identify weaknesses in the ACL rehabilitation process and inform the design of improved rehabilitation programs.

Keywords Anterior cruciate ligament (ACL), Reconstruction, Motor control, Stability, Proprioception, Postural control

Received: 10 May 2025

Accepted: 08 June 2025

Available Online: 23 Sep 2025

* Corresponding Author:

Mohammad Yousefi, Assistant Professor.

Address: Department of Sports Biomechanic, Faculty of Sport Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran.

Tel: +98 (915) 8362656

E-Mail: m.yousefi@Birjand.ac.ir



Copyright © 2025 The Author(s);
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC; <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.

Extended Abstract

Introduction

The anterior cruciate ligament (ACL) is one of the primary structures responsible for maintaining both the mechanical and functional stability of the knee joint. It plays a crucial role in resisting anterior tibial translation and rotational forces. The knee ligaments contain a rich network of sensory innervation, which contributes to their involvement in neural reflex pathways. When subjected to abnormal tension, mechanoreceptors within the ACL are activated, triggering various reflexes via neural arcs. These responses help preserve joint arthrokinematics by eliciting appropriate muscular contractions. This study aims to review and compare postural control deficits in individuals with and without ACL reconstruction (ACLR) within one year after surgery.

Methods

This is a systematic review. Relevant articles published from 2008 to 2025 were retrieved from the [PubMed](#), [MEDLINE](#), [Sport Discus](#), [Embase](#), [CINAHL](#), and [Allied and Complementary Medicine Database \(AMED\)](#) databases using the following keywords: ACL, anterior cruciate ligament, reconstruction, rehabilitation, injury, surgery, motor control, motor learning, balance, stability, proprioception, angle, moment, control, perturbation, postural control, and biomechanics. Eligible studies were required to assess motor control within 12 months after ACLR and to include an active control group. Also, the studies involving human participants, focusing on motor control, were included. Studies were excluded if they were not in English, focused on surgical techniques, or evaluated therapeutic or rehabilitative interventions.

Results

A total of 6,207 articles were initially identified. After removing duplicates and those not meeting the inclusion criteria, 2,237 articles remained for further screening. Of these, 1,742 were excluded because they did not address motor control following ACLR, 272 studies were excluded because participants had ACLR more than one year, and 299 were removed because they lacked a healthy control group. Finally, 33 studies were included in the final review.

The reviewed studies identified the use of more than 50 distinct variables to assess motor control impairments following ACLR. Most studies had cross-sectional de-

signs, and rehabilitation or postural control intervention protocols were often not clearly described. Motor control deficits were observed as early as two weeks after surgery; however, the majority of assessments occurred between six and nine months following the procedure. Among various assessment methods, the single-leg balance test and strength evaluations using dynamometry were the most frequently utilized methods. However, no consensus exists regarding the most effective approach for evaluating motor control. Evidence suggests that bilateral postural stability is compromised during the first month after ACLR, but it improves with targeted interventions. Impairments in muscle strength and activation may persist for up to one year. Across various evaluations, including single-leg stance test and biomechanical tasks such as walking and jumping tests, significant deficits were consistently reported, particularly between six and nine months post-surgery. Notably, quadriceps performance impairments were shown to persist for up to eight months, whereas strength in the non-injured limb typically returned to baseline level by approximately six months. Gait mechanics were proposed as potential early indicators of motor control normalization. However, some studies report incomplete restoration of normal gait patterns by seven months post-surgery.

Overall, individuals undergoing ACLR demonstrate gradual improvements in balance, coordination, and muscle strength over time. Nonetheless, motor control deficits may persist for up to a year. These findings suggest that either patients require a longer period for complete motor control recovery, or rehabilitation professionals should identify and address such impairments immediately after surgery to accelerate functional recovery. Given that the non-injured limb may not serve as a reliable comparison, the inclusion of a matched healthy control group may provide a more valid benchmark for assessing recovery.

Conclusion

ACL rehabilitation influences bilateral and unilateral stability, muscle strength, postural control coordination, and biomechanical movement patterns. Further research is necessary to better understand the progression of balance, strength, coordination, and movement throughout the ACL rehabilitation process, as well as to compare these changes with those observed in healthy individuals. This is particularly important given that ACL injuries and subsequent surgeries affect bilateral motor function.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This is a meta-analysis/systematic review with no human or animal sample. Therefore, no ethical approval was required.

Funding

This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-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

مقایسه کنترل پاسچر در افراد با و بدون بازسازی لیگامان صلیبی قدامی در ۱ سال پس از جراحی: یک مرور نظام‌مند

فاطمه غلامی^۱، محمد یوسفی^۲، حمیدرضا زنگویی^۳

۱. گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.

۲. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران.

۳. گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

Use your device to scan and read the article online



Citation Gholami F, Yousefi M, Zanguie H. [Postural Control One Year After Surgery in Individuals With Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Versus Healthy Controls: A Systematic Review (Persian)]. *Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2025; 14(4):518-531. <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.14.4.3365>

doi <https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.14.4.3365>

چکیده

مقدمه و اهداف لیگامان صلیبی قدامی یکی از ساختارهای کلیدی در حفظ ثبات مکانیکی و عملکردی مفصل زانو به شمار می‌رود. پارگی لیگامان صلیبی قدامی خودبه‌خود ترمیم نمی‌شود، حتی بازسازی آن با استفاده از آلوگرافت یا اتوگرافت نیز نمی‌تواند عصبدهی مجدد گیرنده‌های مکانیکی را فراهم کند. بنابراین هدف از این مرور نظام‌مند، مقایسه کنترل پاسچر در افراد با و بدون بازسازی لیگامان صلیبی قدامی ۱ سال پس از جراحی بود.

مواد و روش‌ها مقالات مرتبط با این موضوع از پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر شامل ام‌بی‌سی، پایمد، مدلاین، اسپرت دیسکاس، سیناهل و ای‌ام‌ای‌دی با استفاده از واژگان کلیدی مانند ACL, anterior cruciate ligament, reconstruction, rehabilitation, injury, surgery, motor control, motor learning, balance, stability, proprioception, angle, moment, control, perturbation, neuromuscular, and biomechanics استخراج شدند. جست‌وجو با تمرکز بر مقالات منتشر شده بین سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۲۵ انجام شد. تنها مقالاتی وارد مطالعه شدند که کنترل حرکتی را در افراد تا ۱۲ ماه پس از بازسازی لیگامان صلیبی قدامی بررسی کرده و آن‌ها را با یک گروه کنترل فعال مقایسه کرده بودند.

یافته‌ها جست‌وجوی اولیه ۶۲۰۷ مقاله پژوهشی مرتبط را شناسایی کرد. پس از بررسی عناوین و چکیده‌ها، ۳۳۴ مقاله برای بررسی بیشتر انتخاب شدند. در نهایت، ۳۳ مطالعه براساس معیارهای ورود و خروج برای تحلیل نهایی واجد شرایط تشخیص داده شدند.

نتیجه‌گیری نتایج این مطالعه نشان داد که بازسازی لیگامان صلیبی قدامی به‌طور منفی بر پایداری دو پا و تک‌پا، قدرت، هماهنگی عضلانی و الگوهای حرکتی بیومکانیکی تأثیر می‌گذارد. این یافته‌ها می‌توانند به شناسایی ضعف‌های موجود در فرایند توان‌بخشی کمک کرده و در طراحی برنامه‌های توان‌بخشی بهبود یافته مؤثر باشند.

کلیدواژه‌ها رباط صلیبی قدامی، بازسازی، کنترل حرکتی، ثبات، حس عمقی، کنترل پاسچر

تاریخ دریافت: ۲۰ اردیبهشت ۱۴۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۸ خرداد ۱۴۰۴

تاریخ انتشار: ۰۱ مهر ۱۴۰۴

* نویسنده مسئول:

دکتر محمد یوسفی

نشانی: بیرجند، دانشگاه بیرجند، دانشکده علوم ورزشی، گروه بیومکانیک ورزشی.

تلفن: ۸۳۶۲۶۵۶ (۹۱۵) ۹۸

رایانامه: m.yousefi@Birjand.ac.ir



Copyright © 2025 The Author(s);

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <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

قدامی خودبه‌خود ترمیم نمی‌شود، حتی بازسازی آن با استفاده از آلوگرافت یا اتوگرافت نیز نمی‌تواند عصب‌دهی مجدد گیرنده‌های مکانیکی را فراهم کند [۱۸]. بنابراین یکی از عوامل کلیدی در بی‌ثباتی عملکردی پس از پارگی لیگامان صلیبی قدامی، نقص در عملکرد عصبی عضلانی ناشی از کاهش بازخورد حس حرکتی است [۱۹]. این موضوع باعث افزایش خطر آسیب مجدد و اختلال در هماهنگی حین انجام حرکات عملکردی می‌شود.

در روند بازسازی پس از پارگی لیگامان صلیبی قدامی، تمرکز اصلی بر بهبود ثبات پویا - علی‌رغم کاهش ثبات مکانیکی - و بازگشت عملکرد زانو از طریق تقویت کنترل عصبی عضلانی است. این هدف از طریق افزایش قدرت و هماهنگی عضلانی و همچنین بهبود حس عمقی قابل‌دستیابی است [۲۰، ۲۱]. کنترل وضعیتی که بیانگر توانایی فرد در حفظ موقعیت بدنی مطلوب در فضا با ثبات و جهت‌گیری مناسب است، از طریق آزمون‌های تعادلی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد [۱]. همچنین مجموعه‌ای از آزمون‌های پرشی نظیر پرش عمودی، پرش طول، پرش - فرود، پرش طول دو پا، پرش چهارضلعی و پرش جانبی به‌منظور ارزیابی عملکرد زانو در افراد دارای سابقه آسیب یا بازسازی لیگامان صلیبی قدامی طراحی شده‌اند که از پایایی بالایی برخوردارند [۲۲].

تأکید بر کنترل حرکتی مطلوب حین انجام وظایف عملکردی بلافاصله پس از جراحی، از نظر تئوری می‌تواند مکانیسم‌های عصبی پلاستیسته را به حداکثر رسانده و خطر آسیب‌های مزمن را کاهش دهد [۲۳]. بنابراین این بررسی سیستماتیک با هدف ارزیابی و مقایسه شواهد فعلی برای شناسایی نقص‌های کنترل عصبی عضلانی در ۱۲ ماه اول پس از بازسازی لیگامان صلیبی قدامی^۱ (ACL)، با گروه کنترل انجام شد.

مواد و روش‌ها

مقالات مرتبط با موضوع تحقیق از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۲۵ در پایگاه‌های اطلاعاتی **ام‌پیس**^۲، **پابمد**^۳، **مدلاین**^۴، **اسپرت دیسکاس**^۵، **سیناهل**^۶ و **ای‌ام‌ای‌دی**^۷ و با کلیدواژه‌های ACL، anterior cruciate ligament، reconstruction، rehabilitation، injury، surgery، motor control، motor learning، balance، stability، proprioception، angle، moment، control، perturbation، neuromuscular و biomechanics به روش جست‌وجوی موضوعی، استخراج و بررسی شدند. همچنین تنها مقالاتی انتخاب شدند که کنترل حرکتی افراد را حداکثر تا ۱۲ ماه پس از ACLR بررسی و با گروه کنترل فعال مقایسه کرده بودند.

1. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction (ACL)
2. Embase
3. PubMed
4. MEDLINE
5. Sport Discus
6. CINAHL
7. Allied and Complementary Medicine Database (AMED)

لیگامان صلیبی قدامی یکی از ساختارهای کلیدی در حفظ ثبات مکانیکی و عملکردی مفصل زانو به شمار می‌رود [۱]. این لیگامان باتوجه‌به موقعیت آناتومیک خود، نقش مؤثری در مقابله با جابه‌جایی قدامی استخوان درشت‌نی و نیز نیروهای چرخشی ایفا می‌کند [۲]. افزون‌براین، لیگامان‌های زانو دارای شبکه‌ای غنی از عصب‌گیری حسی هستند که امکان مشارکت آن‌ها را در مسیرهای رفلکس عصبی فراهم می‌کند [۳]. در مواجهه با کشش‌های غیرطبیعی، گیرنده‌های مکانیکی موجود در لیگامان صلیبی قدامی تحریک شده و انواع مختلفی از پاسخ‌های رفلکسی را از طریق قوس‌های عصبی فعال می‌کنند و به این وسیله موجب حفظ آرتروکینماتیک مفصل به‌واسطه ایجاد انقباضات عضلانی مناسب می‌شوند [۴، ۱].

بررسی‌های نظام‌مند پیشین در زمینه کنترل حرکتی پس از بازسازی لیگامان صلیبی قدامی، دوره‌هایی بین ۳ ماه تا ۷ سال پس از جراحی را پوشش داده‌اند [۵، ۶]. این مرورها نشان داده‌اند تفاوت‌های معنی‌داری بین اندام بازسازی‌شده و اندام سالم افراد در معیارهایی چون تعادل تک پا [۷]، راه رفتن [۸، ۹]، بالا و پایین رفتن از پله [۸، ۹]، حرکات پرشی [۸، ۹]، پرش [۹-۱۱]، دویدن [۸، ۹] و مکانیک‌های فرود [۹، ۱۱] وجود دارد. بااین‌حال، بسیاری از این مطالعات به‌صورت یکنواخت، تفاوت میان عضو آسیب‌دیده و سالم را در قیاس با گروه‌های کنترل سالم بررسی نکرده‌اند. همچنین این مطالعات شامل گستره زمانی وسیعی هستند که موجب می‌شود نتایج آن‌ها برای دوره‌های اولیه بازتوانی کاربرد محدودی داشته باشد. بنابراین اگرچه تفاوت‌های بیومکانیکی بین اندام‌ها پس از بازسازی لیگامان صلیبی قدامی وجود دارد، هنوز به‌روشنی مشخص نیست این تفاوت‌ها چگونه در قیاس با افراد سالم و بدون آسیب جلوه می‌کند.

پارگی لیگامان صلیبی قدامی یکی از رایج‌ترین آسیب‌های ورزشی است، به‌ویژه در ورزش‌هایی مانند فوتبال، بسکتبال و اسکی آلپاین [۱۲]. در این موارد، درمان جراحی یا محافظه‌کارانه همراه با برنامه‌های توان‌بخشی، با هدف بازگرداندن ثبات و کینماتیک مفصل انجام می‌گیرد تا بازگشت ایمن به ورزش تضمین شود [۱]. بااین‌حال، پژوهش‌ها نشان می‌دهند از میان ورزشکارانی که به میادین بازمی‌گردند، تنها ۶۳ درصد می‌توانند به سطح رقابت قبلی خود بازگردند [۱۳، ۱۴]. همچنین، حدود ۳۰ درصد از این افراد با آسیب مجدد یا آسیب در پای مقابل مواجه می‌شوند [۱۵]. یکی از دلایل اصلی افزایش احتمال آسیب مجدد، کاهش عملکرد حس عمقی پس از پارگی لیگامان صلیبی قدامی است [۱۶]. این لیگامان به‌طور طبیعی دارای گیرنده‌های مکانیکی متعددی است که در درک حرکت، شتاب، سرعت، کشش و موقعیت مفصل نقش دارند [۱۷]. پارگی لیگامان صلیبی

شدند. ۲۷۲ مطالعه دیگر نیز به دلیل اینکه شرکت کنندگان بیش از ۱ سال از زمان جراحی شان گذشته بود، حذف شدند. همچنین، ۲۹۹ مقاله دیگر به دلیل نداشتن گروه کنترل سالم از فهرست کنار گذاشته شدند. در نهایت، ۳۳ مقاله با معیارهای ورود و خروج منطبق بودند که مورد بررسی قرار گرفتند. نمودار مربوط به فرایند غربالگری مطالعات نیز در تصویر شماره ۱ نشان داده شده است.

ویژگی مطالعات

تمامی مطالعات از نوع مطالعات مقطعی بودند. زمان انجام تست‌ها پس از جراحی، از ۲ هفته تا ۱۲ ماه متغیر بود. این تنوع زمانی می‌تواند نشانگر روند بهبودی یا تداوم نقص عملکردی در مراحل مختلف بازتوانی باشد. میانگین کیفیت ۳۳ مطالعه براساس چکلیست داونز و بلک $7/76 \pm 4/5$ بود (جدول شماره ۱). تمامی مطالعات برای تحلیل مرکز فشار از دستگاه‌های تعادل بایودکس و فورس پلیت و برای سنجش قدرت عضلانی نیز از دینامومتر استفاده کرده بودند. علاوه بر این رایج‌ترین روش ارزیابی کنترل حرکتی در تکالیف پویای عملکردی، تحلیل بیومکانیکی سه‌بعدی بود. این روش در بررسی راه رفتن، دویدن، پریدن و فرود به کار گرفته شده بود (جدول شماره ۲).

ترکیب نتایج

۳ مطالعه ثابت ۲ اندام [۵۶، ۴۰، ۲۶] و ۹ مطالعه ثابت تک اندام [۵۳، ۵۱، ۴۹، ۴۷، ۴۴، ۳۴، ۲۹، ۲۸، ۲۷، ۲۶، ۲۵] را بررسی کرده بودند. ۲ مطالعه قدرت عضلات و فعالیت عضلانی را بررسی کرده بودند [۴۱، ۳۱] و ۱۹ مطالعه نیز متغیرهای بیومکانیکی حرکت را سنجیده بودند [۴۱، ۳۱، ۲۸، ۲۷، ۲۶، ۲۵، ۲۴، ۲۳، ۲۲، ۲۱، ۲۰، ۱۹، ۱۸، ۱۷، ۱۶، ۱۵، ۱۴، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۷، ۶، ۵، ۴، ۳، ۲، ۱]. بیش از ۵۰ متغیر مختلف برای ارزیابی کنترل حرکتی در سال اول پس از جراحی ACLR استفاده شده بود. آزمون‌های تعادل ایستا روی ۲ پا و تک پا، رایج‌ترین روش‌های ارزیابی پایداری بودند. در این آزمون‌ها، زاویه خم شدن زانوی پای ایستاده بین صفر تا ۲۰ درجه متغیر بود. ارزیابی قدرت ایزومتریک و ایزوکینتیک عضلات چهارسر ران و همسترینگ از متداول‌ترین روش‌ها برای بررسی قدرت و فعالیت الکترومایوگرافی عضلات محسوب می‌شدند. از میان متغیرهای بیومکانیکی، زاویه فلکشن و ابداکشن زانو رایج‌ترین متغیرهای گزارش شده بودند.

۳ مطالعه، ثابت ۲ پا را مورد بررسی قرار دادند [۵۶، ۴۰، ۲۶]. در هفته دوم پس از جراحی، مطالعه دیوتی و همکاران نشان داد افراد پس از بازسازی لیگامان صلیبی قدامی، در مقایسه با افراد سالم هم‌سن و هم‌جنس، به‌طور معناداری از پایداری کمتری برخوردار بودند؛ چه در وضعیت ایستاده با زانوی صاف و چه با فلکشن زانو تا ۲۰ درجه [۵۶]. اکبری و همکاران نیز افراد را در هفته چهارم پس از جراحی مورد ارزیابی قرار دادند و سپس یک پروتکل تعادل دو هفته‌ای را اعمال و نتایج را با گروه

جست‌وجوی مقالات در ابتدا به روش الکترونیکی و سپس به طریق دستی از میان مقالات چاپ‌شده در پایگاه‌های مذکور انجام شد. معیارهای ورود به تحقیق برای مقالات انتخاب‌شده: مطالعات محدود به تحقیقات انسانی باشند، مطالعات از سال ۲۰۰۸ به بعد منتشر شده باشند، موتور کنترل در مطالعات موردبررسی قرار گرفته باشد و کمتر از ۱۲ ماه از عمل جراحی افراد ACLR گذشته باشد. معیارهای خروج: مطالعه‌ای که به زبانی غیر از زبان لاتین نگارش شده باشد، مطالعاتی که به بررسی تکنیک‌های جراحی پرداخته باشند و مطالعاتی که روش‌های درمانی یا بازتوانی را بررسی کرده باشند.

ارزیابی ریسک سوگیری

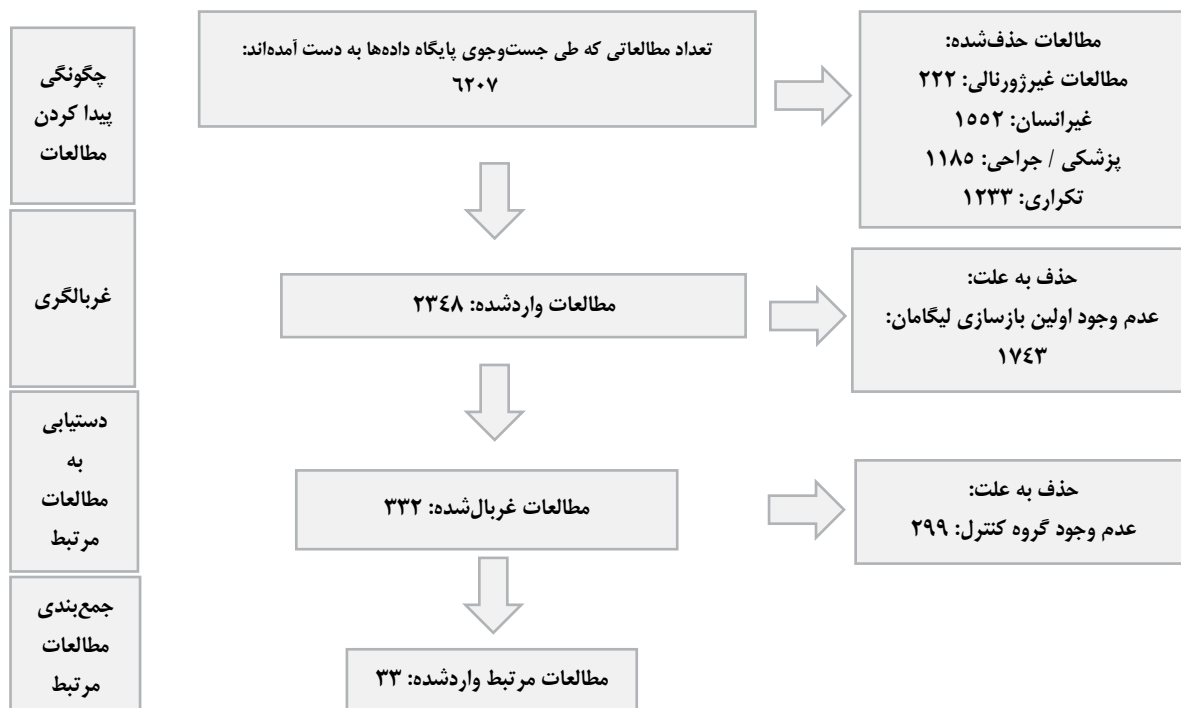
در ابتدا، ۲ داور اول با تخصص چاپ چندین مقاله مرتبط با عنوان کار، عناوین مطالعاتی‌ای که از طریق استراتژی جست‌وجو استخراج شده بود را بررسی و عناوین تکراری را حذف کردند. سپس ۲ محقق دیگر با شرایط مذکور نیز عناوین و چکیده مقالات را مورد بررسی قرار دادند. هرگونه مطالعه غیرمرتبط حذف و سپس متن کامل مطالعاتی که دارای معیارهای ورود بودند، به دست آمد. براساس معیارهای ورود، محققان متن کامل مقالات را مرور کردند. در مواردی که اطلاعات کافی برای تعیین اینکه آیا مطالعه واجد شرایط ورود است یا خیر (چکیده مقالات) وجود نداشت، درخواست متن کامل از نویسندگان مربوطه از طریق حساب یا ایمیل ریسرچ‌گیت^۸ صورت گرفت. برای ارزیابی اعتبار گزارش‌دهی مطالعات، چکلیست داونز و بلک^۹ نیز توسط هر ۲ داور به‌صورت مستقل تکمیل شد (جدول شماره ۱) و سپس توافق نهایی حاصل شد [۲۴]. این ابزار برای ارزیابی مطالعات تصادفی و غیرتصادفی مناسب است و دارای پایایی درون - بین آزمونگر $(r = 0/75)$ و آزمون بازآزمون $(r = 0/88)$ خوبی است [۲۴]. بنابراین ۱۵ نمره در نسخه مورد استفاده در مطالعه حاضر گنجانده شد. نمره ۱۲ یا بیشتر کیفیت روش‌شناسی بالا را نشان می‌دهد؛ درحالی‌که نمره ۱۰ و ۱۱ کیفیت متوسط و کمتر از ۱۰ نشان دهنده کیفیت پایین است [۲۵].

یافته‌ها

نتایج جست‌وجو

براساس واژگان کلیدی، ۶۲۰۷ مقاله شناسایی شد. پس از حذف مقالات تکراری، مطالعات مربوط به مداخلات پزشکی / جراح، مطالعات غیرانسانی، مقالات به زبانی غیر از لاتین و منابعی که پژوهشی نبودند، ۲۲۳۷ مقاله به‌عنوان منابع بالقوه برای مرور نظام‌مند در نظر گرفته شدند. سپس ۱۷۴۲ مقاله به دلیل عدم بررسی افراد پس از بازسازی اولیه لیگامان صلیبی قدامی حذف

8. ResearchGate
9. Downs and Black



تصویر ۱. نمودار استراتژی جستجو

طب توانبخشی

بودند، نوسانات کمتری در جهت‌های داخلی خارجی و عمودی داشتند. هر دو گروه نسبت به گروه کنترل نوسانات بیشتری داشتند [۴۷]. پاترنو و همکاران، بودکین و همکاران و محمدی و همکاران نوسانات پاسچرال تک پا را از طریق تعادل تک پا در ۶ تا ۹ ماه پس از ACLR ارزیابی کردند [۲، ۲۹، ۵۱، ۵۳]. پاترنو و همکاران و بودکین و همکاران هیچ اختلال معناداری در پایداری تک پا نیافتند، درحالی‌که محمدی و همکاران کاهش معناداری در پایداری سمت آسیب‌دیده گزارش کردند. در مطالعات پاترنو و همکاران و بودکین و همکاران، زانو بیش از ۱۰ درجه خم نشده بود؛ درحالی‌که در مطالعه محمدی و همکاران زانو ۱۵ تا ۲۰ درجه خم شده بود که به‌طور بالقوه می‌تواند تفاوت یافته‌ها را در بین مطالعات توضیح دهد. اومالی و همکاران چنین نتیجه گرفتند که پس از بازسازی لیگامان صلیبی قدامی، ورزشکاران باید قبل از اتمام توان بخشی و اجازه بازگشت به ورزش، به حداکثر گشتاور ایزوکینتیک بازکننده زانو معادل ۲۶۰ درصد از جرم بدن خود، عملکرد پرش تک پای متقابل ۶۴ سانتی‌متری و ۹۰ درصد معیارهای تقارن اندام در هر دو پیامد قدرت و پرش دست یابند [۳۴]. زرجیا و همکاران نیز بیان کردند ۶ تا ۹ ماه پس از جراحی، بیماران همچنان طی فاز فرود آزمون‌های پرش، در اکستنشن ایزوکینتیک زانو و فرودهای عملکردی نقص دارند و همچنین دارای تفاوت‌های کینماتیکی هستند [۵۲]. علاوه‌براین لاودنر و همکاران نیز به نتایج مشابهی دست یافتند [۴۴].

کنترل مقایسه کردند. تفاوت معناداری در پایداری ۲ پا در هفته چهارم دیده نشد؛ باین‌حال پس از مداخله تمرینی، گروه ACLR نسبت به گروه کنترل از پایداری بیشتری برخوردار بودند [۴۰]. همچنین آتالین و همکاران در یک مطالعه مقطعی ۵۲ فرد با ACLR را با ۲۳ فرد سالم مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد ورزشکاران با ACLR وزن مجدد حس عمقی و کنترل وضعیتی ضعیفی را روی سطح ناپایدار نشان دادند. این بیان‌کننده ناتوانی در انطباق وزن‌گیری حس عمقی زمانی است که شرایط تعادل ناپایدار و استراتژی‌های پاسچرال مطلوب نیست [۲۶]. هیچ مطالعه‌ای ثبات ۲ پا را ۲ ماه پس از جراحی مورد ارزیابی قرار نداده بود، اما برخی از تکالیف ۲ پا، در مطالعاتی که به بررسی تعادل تک پا یا متغیرهای بیومکانیکی پرداخته بودند، مورد استفاده قرار گرفته بود.

۹ مطالعه ثبات تک پا را با استفاده از تکالیف تک پا و ۲ پا ارزیابی کردند. مطالعه دیوتی و همکاران تنها مطالعه‌ای بود که تعادل تک پا را ۲ هفته پس از ACLR بررسی کرد. آن‌ها هیچ تفاوت معناداری بین اندام‌ها گزارش نکردند، اما به دلیل ناتوانی شرکت‌کنندگان در انجام تعادل تک پا با چشمان بسته، دیتاهای مربوط به ۷ نفر از شرکت‌کنندگان جمع‌آوری نشد [۵۶]. لاودانی و همکاران نوسان را در تکلیف نشستن از ایستادن با هر دو پا روی فورس پلیت اندازه‌گیری کردند. آن‌ها دریافتند افرادی که در ۲ ماه پس از جراحی از گرافت همسترینگ استفاده کرده بودند، نسبت به گروهی که از گرافت تاندون - کشکک استفاده کرده

جدول ۱. چک‌لیست داونز و بلک جهت ارزیابی کیفیت مقالات

مطالعه	سؤال															کیفیت
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	
آتالین و همکاران (۲۰۲۴) [۲۶]	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۹
نویس و همکاران (۲۰۲۲) [۳۷]	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۸
هال و همکاران (۲۰۲۰) [۲۸]	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۶
بودکین و همکاران (۲۰۱۸) [۲۹]	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۸
باگس و همکاران (۲۰۱۸) [۳۰]	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۷
چمارا و همکاران (۲۰۱۸) [۳۱]	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۹
لابانکا و همکاران (۲۰۱۸) [۳۲]	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۱۰
مایر و همکاران (۲۰۱۸) [۳۳]	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۸
اومالی و همکاران (۲۰۱۸) [۳۴]	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۷
تامسون و همکاران (۲۰۱۸) [۲۵]	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۷
فورلاتو و همکاران (۲۰۱۶) [۳۶]	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۷
هادی‌زاده و همکاران (۲۰۱۶) [۳۷]	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱۰
لپلی و همکاران (۲۰۱۶) [۲۸]	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۸
مورگان و همکاران (۲۰۱۶) [۳۹]	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۵
اکبری و همکاران (۲۰۱۵) [۴۰]	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۹
کوچتکوویچ و همکاران (۲۰۱۵) [۴۱]	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۳
چمارا و همکاران (۲۰۱۵) [۴۲]	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۹
لابانکا و همکاران (۲۰۱۵) [۳۳]	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱۰
لاودنر و همکاران (۲۰۱۵) [۳۴]	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱۰
دی‌فوتنتی و همکاران (۲۰۱۵) [۴۵]	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۷
شبانلی و همکاران (۲۰۱۵) [۳۶]	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵
لاودنی و همکاران (۲۰۱۴) [۳۷]	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱۰
نوهرن و همکاران (۲۰۱۴) [۴۸]	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۸
پهنایی و همکاران (۲۰۱۴) [۳۹]	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۵
کیفر و همکاران (۲۰۱۳) [۵۰]	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱۱
پاترنو و همکاران (۲۰۱۳) [۵۱]	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۸
زرچیا و همکاران (۲۰۱۳) [۵۲]	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۷
محمدی و همکاران (۲۰۱۲) [۵۳]	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۷
وینیارسکی و همکاران (۲۰۱۲) [۵۴]	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۸
سیوگولیس و همکاران (۲۰۱۱) [۵۵]	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۷
پاترنو و همکاران (۲۰۱۰) [۱۵]	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۹
دیوتی و همکاران (۲۰۱۰) [۵۶]	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۷
مؤیدی و همکاران (۲۰۰۸) [۵۷]	۱	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۶

جدول ۲. ویژگی مطالعات بررسی شده

مطالعه	ACLR کنترل	زمان پس از جراحی (ماه)	تست گرفته شده	ابزار اندازه گیری	میانگین $\pm$ انحراف معیار	گروه کنترل
آتالین و همکاران (۲۰۲۴) [۲۶]	۵۲:۲۳	۶	تکالیف ایستادن ۲ پا	فورس پلیت	۷/۹۵±۴/۵۷	۶/۵۲±۴/۴۰
نویس و همکاران (۲۰۲۳) [۲۷]	۳۰:۲۶	۱۲	ایستادن تک پا	بیومکانیک سه بعدی (کینماتیک و کینتیک)	۱/۷۷±۰/۸۷	۱/۴۱±۰/۵۵
هال و همکاران (۲۰۲۰) [۲۸]	۱۷:۱۶	۱۲	بالا رفتن از پله	بیومکانیک سه بعدی (کینماتیک و کینتیک)	۱۴/۴۳±۴/۵۰	۱۵/۸۱±۴/۴۸
بودکین و همکاران (۲۰۱۸) [۲۹]	۹۰:۱۰۸	۷	تعادل تک پا	فورس پلیت	۵/۵۳±۱/۳۷	۵/۴۸±۱/۷۵
باگس و همکاران (۲۰۱۸) [۳۰]	۱۱:۱۱	۸	تحریک عضلانی	بیومکانیک سه بعدی (کینماتیک و کینتیک)	۳/۹۳±۱/۴۲	۲/۵±۱/۱۲
چمارا و همکاران (۲۰۱۸) [۳۱]	۳۰:۳۰	۴	قدرت	بایودکس	۲/۶۸±۰/۶۹	۳/۸۸±۰/۸۸
لابانکا و همکاران (۲۰۱۸) [۳۲]	۱۲:۱۲	۲	الکترومایوگرافی	EMG سطحی	۹۱±۱۸	۵۶±۲۱
مایر و همکاران (۲۰۱۸) [۳۳]	۱۷:۲۸	۹	پرش عمودی (drop vertical jump)	بیومکانیک سه بعدی (کینماتیک و کینتیک)	۱/۶۲±۰/۴	۱/۵۸±۰/۲۷
اومالی و همکاران (۲۰۱۸) [۳۴]	۱۱۸:۴۴	۷	پرش متقابل تک پا	بیومکانیک سه بعدی (کینماتیک و کینتیک)	۱۳/۱±۴	۱۷±۴/۱
تامسون و همکاران (۲۰۱۸) [۳۵]	۱۶:۱۶	۸	دویدن	بیومکانیک سه بعدی (کینماتیک و کینتیک)	۳۳±۱۱	۹±۷
فورلاتو و همکاران (۲۰۱۶) [۳۶]	۲۰:۲۰	۶	پایین آمدن از پله	فورس پلیت	گزارش نشده	گزارش نشده
هادی زاده و همکاران (۲۰۱۶) [۳۷]	۲۲:۱۵	۳	راه رفتن	بیومکانیک سه بعدی (کینماتیک و کینتیک)	۱۷/۲±۷/۵	۱۵±۹/۱
لهلی و همکاران (۲۰۱۶) [۳۸]	۲۰:۲۰	۶	بالا رفتن از پله	بیومکانیک سه بعدی (کینماتیک و کینتیک)	۶/۶±۴	۳/۵±۴/۶
مورگان و همکاران (۲۰۱۶) [۳۹]	۱۶:۱۶	۶	راه رفتن	بیومکانیک سه بعدی (کینماتیک و کینتیک)	-۹۰±۰/۴	-۴۵/۵±۸۶/۴
اکبری و همکاران (۲۰۱۵) [۴۰]	۲۴:۲۴	۱	تعادل	بایودکس	۲/۰۵±۰/۹۳	۶/۵۷±۱۴/۳۳
کوجتکوویچ و همکاران (۲۰۱۵) [۴۱]	۲۰:۲۰	۶	قدرت	بایودکس	گزارش نشده	گزارش نشده
چمارا و همکاران (۲۰۱۵) [۴۲]	۳۲:۳۰	۱	راه رفتن	بیومکانیک سه بعدی (کینماتیک و کینتیک)	-۱۷/۲۱±۸/۰۷	-۱۴/۳۱±۸/۵۹
لابانکا و همکاران (۲۰۱۵) [۴۳]	۹:۹	۲	الکترومایوگرافی	EMG سطحی	۸۲±۱۵	۶۸±۱۰
لاودنر و همکاران (۲۰۱۵) [۴۴]	۲۶:۲۶	۸	پرش عمودی تک پا	بیومکانیک سه بعدی (کینماتیک و کینتیک)	۲۷/۲±۵/۶	۳۱/۲±۶/۴
دی فونتینی و همکاران (۲۰۱۵) [۴۵]	۱۳:۱۶	۸	اسکات تک پا - پریدن	بیومکانیک سه بعدی (کینماتیک و کینتیک)	۰/۰۷±۰/۰۳	۰/۱۶±۰/۰۶
شبان و همکاران (۲۰۱۵) [۴۶]	۱۵:۱۵	۱۱	راه رفتن	بیومکانیک سه بعدی (کینماتیک و کینتیک)	۱۰/۰۳±۴/۹۶	۳۲/۲۹±۱۸/۳۵
لاودانی و همکاران (۲۰۱۴) [۴۷]	۷۳:۲۲	۲	هماینگی	فورس پلیت	۱۲/۹±۱۳/۲	۵۸/۷±۱۷/۴
نوهرن و همکاران (۲۰۱۴) [۴۸]	۲۰:۲۰	۸	تعادل تک پا	ارزیابی پایداری تنه - بیومکانیک سه بعدی (کینماتیک و کینتیک)	-۶/۳±۴/۹	-۲/۱±۲/۵
پهنایی و همکاران (۲۰۱۴) [۴۹]	۱۵:۱۵	۷	تعادل تک پا	فورس پلیت	گزارش نشده	گزارش نشده
کیفر و همکاران (۲۰۱۳) [۵۰]	۲۲:۲۲	۹	هماینگی	بیومکانیک سه بعدی (کینماتیک و کینتیک)	۳۳/۸۴±۱۳/۷۹	۲۱/۸۷±۵/۲۳
پاترنو و همکاران (۲۰۱۳) [۵۱]	۵۶:۴۲	۷	تعادل تک پا	تعادل بایودکس	۱/۸۲±۰/۸۴	۲/۰۱±۱/۰۲

مطالعه	ACLR کنترل	زمان پس از جراحی (ماه)	تست گرفته شده	ابزار اندازه گیری	میانگین $\pm$ انحراف معیار	گروه کنترل
زرچیا و همکاران (۲۰۱۳) [۵۲]	۲۲:۲۲	۸	لی لی کردن تک پا	بیومکانیک سه بعدی (کینماتیک و کینتیک)	۱/۲۱ $\pm$ ۰/۱۸	گروه ACLR
محمّدی و همکاران (۲۰۱۲) [۵۳]	۳۰:۳۰	۹	تعادل تک پا	بیومکانیک سه بعدی (کینماتیک و کینتیک)	۱/۳۱ $\pm$ ۰/۱	گروه ACLR
وینارسکی و همکاران (۲۰۱۲) [۵۴]	۵۳:۴۴	۸	پرش تک پای متقاطع	بیومکانیک سه بعدی (کینماتیک و کینتیک)	۳/۱۲ $\pm$ ۰/۸۶	گروه ACLR
سیوگولیس و همکاران (۲۰۱۱) [۵۵]	۲۰:۲۰	۸	راه رفتن	بیومکانیک سه بعدی (کینماتیک و کینتیک)	۱/۶۳ $\pm$ ۰/۳۳۱	گروه ACLR
پاترنو و همکاران (۲۰۱۰) [۱۵]	۵۶:۴۲	۷	پرش عمودی (drop vertical jump)	بیومکانیک سه بعدی (کینماتیک و کینتیک)	۱/۷۷ $\pm$ ۰/۲۵	گروه ACLR
دیوتی و همکاران (۲۰۱۰) [۵۶]	۳۵:۳۵	۱۵ روز	تعادل ۲ پا	استیلولومتر	۴۸۵ $\pm$ ۱۵۳	گروه ACLR
مؤیدی و همکاران (۲۰۰۸) [۵۷]	۲۰:۲۰	۶	کیفیت حس عمقی	ارزیابی دقت حس عمقی با دستگاه روئیشن	۱/۳۱ $\pm$ ۰/۰۷	گروه ACLR

طب توانبخش

بودند. اختلالات مربوط به کنترل حرکتی در همان ۲ هفته ابتدایی پس از جراحی آشکار بودند، اما بیشترین ارزیابی ها بین ماه ششم تا نهم انجام شده بودند. تمام مطالعات دارای گروه کنترل سالم بودند که این امکان را فراهم می کرد تا نقص ها در هر دو اندام (درگیر و غیردرگیر) پس از بازسازی لیگامان صلیبی قدامی به خوبی مشخص شوند. درمورد بهترین روش برای ارزیابی کنترل حرکتی پس از جراحی لیگامان صلیبی قدامی، هنوز اجماع مشخصی وجود ندارد. با این حال رایج ترین روش ها شامل تعادل تک پا و ارزیابی قدرت با استفاده از دینامومتر بود.

تنها ۳ مطالعه ثبات دو پا را در ارزیابی کنترل حرکتی پس از ACLR بررسی کرده بودند [۲۶، ۴۰، ۵۶]. آتالین، دیوتی و اکبری، روش های متفاوتی را در زمان های مختلف پس از جراحی به کار برده بودند. نتایج آتالین نشان داد روی سطوح ناپایدار افراد پس از ACLR کنترل پاسچرال ضعیفی دارند. دیوتی کاهش معناداری در ثبات دو پا را گزارش کرد و پیشنهاد داد این نوع ثبات تا ۱ ماه پس از جراحی به حالت طبیعی بازمی گردد. در مقابل، اکبری با استفاده از یک مداخله تعادلی دو هفته ای، افزایش ثبات را مشاهده کرد. بنابراین ثبات ۲ پا در ماه اول پس از جراحی دچار اختلال و با مداخلات تمرینی قابل بهبود است.

دیوتی و همکاران از تکالیف تک و ۲ اندام برای ارزیابی ثبات تک اندام بعد از ACLR استفاده کردند. در ۲ هفته، آن ها هیچ اختلال قابل توجهی در تعادل ثبات تک پا پیدا نکردند [۵۶]. با این حال اگر آزمودنی تعادل خود را از دست می داد، تست تکرار می شد که منجر به سوگیری می شد، چرا که ۷ نفر از افراد قادر به انجام تکالیف با چشمان بسته نبودند. لادانی و همکاران ثبات تک اندام را ۱ ماه پس از ACLR در افراد با گرافت همسترینگ و گرافت تاندون - کشکک مقایسه کردند [۴۷]. جالب توجه است که نوسان قدامی خلفی در هر ۲ گروه کمتر از داخلی خارجی دچار

مطالعات نشان می دهند قدرت و فعال سازی عضلانی مهم ترین اختلالات پس از ACLR هستند. در یک ماه پس از ACLR، سرعت رشد نیرو در حین آزمون نشستن از ایستادن، در افراد با گرافت تاندون - کشکک و گرافت همسترینگ به طور قابل توجهی مختل شد [۴۷]. لایانکا و همکاران، فعال سازی عضله چهارسر ران را در ۲ مطالعه مختلف ارزیابی کردند و نتیجه گرفتند هر دو عضله پهن خارجی و راست رانی در اندام درگیر، در ۲ ماه پس از ACLR، در مقایسه با افراد سالم، تأخیر بیشتری را نشان می دهد [۳۲، ۴۳]. چمارا و همکاران، قدرت را با دینامومتر اندازه گیری و اختلالات قابل توجهی در قدرت عضلات چهارسر ران یافتند. این اختلال ۸ ماه پس از ACLR برطرف شد [۳۱].

۱۹ مطالعه انتخاب شده برای این مرور، بیومکانیک را ۶ تا ۱۲ ماه پس از ACLR ارزیابی کردند. زوایای فلکشن زانو در تماس اولیه پاشنه تا ۸ ماه پس از ACLR به طور قابل توجهی مختل شد. همچنین اختلالاتی در هماهنگی هیپ، مچ پا و زانو نیز در آن زمان گزارش شد. مطالعات کمتری بیومکانیک را ۲ هفته تا ۲ ماه پس از ACLR بررسی کردند. علاوه بر این طول گام راه رفتن، گشتاور اکستنسوری زانو و حداکثر نیروهای عمودی عکس العمل زمین به طور قابل توجهی در اندام درگیر دارای نقص بود.

بحث

در مطالعات بررسی شده، بیش از ۵۰ متغیر مختلف برای سنجش اختلالات کنترل حرکتی پس از بازسازی لیگامان صلیبی قدامی به کار رفته است. براساس چک لیست داوون و بلک، ۱۴ مطالعه دارای سوگیری در جذب نمونه بودند: ۱۱ مطالعه فقط مردان و ۳ مطالعه فقط زنان را بررسی کرده بودند. علاوه بر این تمامی مطالعات طرحی مقطعی داشتند و اغلب، اطلاعاتی درمورد پروتکل های توان بخشی یا مداخلات عصبی عضلانی ارائه نکرده

نتیجه‌گیری

بازسازی و متعاقب آن بازتوانی لیگامان صلیبی قدامی بر ثبات ۲ پا و تک پا، قدرت، هماهنگی عضلانی و الگوهای حرکتی بیومکانیکی تأثیر منفی می‌گذارد. تحقیقات بیشتری برای درک بهتر چگونگی بهبود تعادل، قدرت، هماهنگی و حرکت در طول بازتوانی لیگامان صلیبی قدامی و اینکه چگونه این تغییرات در مقایسه با گروه سالم مقایسه می‌شود نیاز است. این امر بسیار مهم است؛ زیرا آسیب و جراحی متعاقب آن بر حرکات دوطرفه تأثیر می‌گذارد.

محدودیت‌های این مرور سیستماتیک شامل این است که متآنالیز داده‌ها به دلیل تنوع در متغیرهای موجود در مطالعات انجام نشد. علاوه بر این بسیاری از این ابزارهای ارزیابی برای پیاده‌سازی در یک محیط بالینی دشوار هستند، زیرا ارزیابی‌های پیچیده حرکت استفاده شده است. مطالعات بلندمدت در مورد پیشرفت تعادل، قدرت، هماهنگی و حرکت، درک بیشتری از نحوه ارتباط این متغیرها با یکدیگر در افراد با ACLR فراهم می‌کند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

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

حامی مالی

این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمانی‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت‌نویسندگان

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

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

نقص شده بود. در گروه گرافت همسترینگ، حین تکلیف نشستن از ایستادن ثبات بیشتری مشاهده شد. پاترنو و همکاران، بودکین و همکاران و محمدی و همکاران نوسانات وضعیتی تک پا را حین تکالیف مختلف تعادل یک پا، به ۲ صورت زانوی صاف‌شده و زانوی کمی خم‌شده ارزیابی کردند [۲۹، ۵۱، ۵۳]. براساس این یافته‌ها، برای ارزیابی ثبات تک پا حین بازتوانی باید از تعادل تک پا در حالت ایستاده و زانوی خم‌شده تقریباً ۱۵ تا ۲۰ درجه استفاده شود [۵۳]. قدرت عضلانی و فعال‌سازی عضلات در سال اول پس از ACLR به‌طور قابل توجهی مختل می‌شود.

لاودانی و همکاران میزان اختلال در رشد نیرو حین تکلیف نشستن از ایستادن را ۲ و ۶ هفته پس از ACLR مشاهده کردند که نشانگرهای اولیه نقص قدرت و توان هستند [۴۷]. ۲ مطالعه تأخیر عضلانی را ۲ ماه پس از ACLR بررسی و هر دوی آن‌ها تأخیر فعال‌سازی عضله چهارسر ران را به دلیل اختلال گزارش کردند [۳۲، ۴۳]. اندازه‌گیری گشتاور دینامومتری رایج‌ترین روش برای ارزیابی قدرت و فعال‌سازی عضلانی پس از ACLR بود. مطالعات به‌طور مداوم اختلالات قابل‌توجهی را در عضله چهارسر ران گزارش کرده‌اند که به نظر می‌رسد حدود ۸ ماه پس از ACLR نرمال می‌شود [۳۱، ۳۴، ۴۴، ۵۲]. قدرت عضلات اندام مقابل (غیردرگیر) پس از بازسازی لیگامان صلیبی قدامی، کمتر از ۶ ماه به حالت طبیعی برمی‌گردد و در ۷ ماه پس از بازسازی، این وضعیت نسبت به گروه کنترل، شرایط بهتری دارد که نشان‌دهنده این است که اندام غیردرگیر کنترل‌کننده خوبی برای اندام ACLR نیست.

اکثر مطالعات یافته‌های مربوط به متغیرهای بیومکانیکی پس از ACLR را با استفاده از طیف وسیعی از ارزیابی‌ها گزارش کردند. احتمالاً مکانیک راه‌رفتن بهترین نشانگر عادی سازی کنترل حرکتی در اوایل (به ویژه دو هفته تا دو ماه) پس از ACLR باشد [۳۷، ۴۲، ۵۴]. با این حال، با توجه به مطالعه سیوگولیس و همکاران، به نظر نمی‌رسد مکانیک راه‌رفتن به‌طور کامل در هفت ماه پس از ACLR نرمال شود [۵۵]. در مطالعات دیگر، مکانیک پریدن و پریدن بین ۶ تا ۹ ماه پس از ACLR مورد ارزیابی قرار گرفت و یکی از شاخص‌های اولیه بازگشت ایمن به ورزش بود [۳۳، ۳۴، ۴۴، ۴۵، ۵۲، ۵۳].

به‌طور کلی، افراد پس از ACLR تعادل، هماهنگی و قدرت خود را در طول زمان بهبود می‌بخشند، اما تا ۱ سال پس از ACLR همچنان دارای اختلالاتی هستند. این یافته‌ها را می‌توان به ۲ صورت تفسیر کرد: یا افراد پس از ACLR به زمان بیشتری برای نرمال‌سازی حرکات نیاز دارند یا متخصصان بازتوانی باید این اختلالات را بلافاصله پس از ACLR شناسایی کنند تا زودتر درمان شوند. از آنجایی که اندام غیردرگیر به‌طور مداوم معیار خوبی برای مقایسه با اندام ACLR نیست، یک گروه کنترل همسان مقایسه بهتری را ارائه خواهد داد.

References

- [1] Zanguie H, Sheikhsheini R, Yousefi M, Piri H. [Comparison of postural control between female athletes with and without anterior cruciate ligament reconstruction during single-leg landing (Persian)]. *Journal for Research in Sport Rehabilitation*. 2023; 10(20):63-72. [DOI:10.22084/rsr.2023.26280.1643]
- [2] Mohammadi H, Khosravani M. [The effect of sportsmetrics training on landing technique in female volleyball players with dynamic knee valgus (Persian)]. *The Scientific Journal of Rehabilitation Medicine*. 2024; 13(3):626-39. [DOI:10.32598/SJRM.13.3.3130]
- [3] Larson R. Anterior cruciate ligament tear recovery in Collegiate Football Clinical Settings [B.S. thesis]. Arizona: The University of Arizona; 2023. [Link]
- [4] Fleming JD, Ritzmann R, Centner C. Effect of an anterior cruciate ligament rupture on knee proprioception within 2 years after conservative and operative treatment: A systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*. 2022; 52(5):1091-102. [DOI:10.1007/s40279-021-01600-z] [PMID]
- [5] Hart JM, Ko JW, Konold T, Pietrosimone B. Sagittal plane knee joint moments following anterior cruciate ligament injury and reconstruction: A systematic review. *Clinical Biomechanics*. 2010; 25(4):277-83. [DOI:10.1016/j.clinbiomech.2009.12.004] [PMID]
- [6] Gokeler A, Benjaminse A, Hewett TE, Paterno MV, Ford KR, Otten E, et al. Feedback techniques to target functional deficits following anterior cruciate ligament reconstruction: Implications for motor control and reduction of second injury risk. *Sports Medicine*. 2013; 43(11):1065-74. [DOI:10.1007/s40279-013-0095-0] [PMID]
- [7] Lehmann T, Paschen L, Baumeister J. Single-leg assessment of postural stability after anterior cruciate ligament injury: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine - Open*. 2017; 3(1):32. [DOI:10.1186/s40798-017-0100-5] [PMID]
- [8] Kaur M, Ribeiro DC, Theis JC, Webster KE, Sole G. Movement patterns of the knee during gait following ACL reconstruction: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*. 2016; 46(12):1869-95. [DOI:10.1007/s40279-016-0510-4] [PMID]
- [9] Chua EN, Yeung MY, Fu SC, Yung PS, Zhang Y, Feng H, et al. Motion task selection for kinematic evaluation after anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review. *Arthroscopy*. 2016; 32(7):1453-65. [DOI:10.1016/j.arthro.2016.01.057] [PMID]
- [10] Johnston PT, McClelland JA, Webster KE. Lower limb biomechanics during single-leg landings following anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*. 2018; 48(9):2103-26. [DOI:10.1007/s40279-018-0942-0] [PMID]
- [11] Lepley AS, Kuenze CM. Hip and knee kinematics and kinetics during landing tasks after anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Athletic Training*. 2018; 53(2):144-59. [DOI:10.4085/1062-6050-334-16] [PMID]
- [12] Jordan MJ, Aagaard P, Herzog W. Anterior cruciate ligament injury/reinjury in alpine ski racing: A narrative review. *Open Access Journal of Sports Medicine*. 2017; 8:71-83. [DOI:10.2147/OAJSM.S106699] [PMID]
- [13] Morin M, DeSilva G. Lunate dislocation in a division 1 football player. *Current Sports Medicine Reports*. 2017; 16(5):312-3. [DOI:10.1249/JSR.0000000000000395] [PMID]
- [14] Shah VM, Andrews JR, Fleisig GS, McMichael CS, Lemak LJ. Return to play after anterior cruciate ligament reconstruction in National Football League athletes. *The American Journal of Sports Medicine*. 2010; 38(11):2233-9. [DOI:10.1177/0363546510372798] [PMID]
- [15] Paterno MV, Schmitt LC, Ford KR, Rauh MJ, Myer GD, Huang B, et al. Biomechanical measures during landing and postural stability predict second anterior cruciate ligament injury after anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport. *The American Journal of Sports Medicine*. 2010; 38(10):1968-78. [DOI:10.1177/0363546510376053] [PMID]
- [16] Farmer B, Anderson D, Katsavelis D, Bagwell JJ, Turman KA, Grindstaff TL. Limb preference impacts single-leg forward hop limb symmetry index values following ACL reconstruction. *Journal of Orthopaedic Research*. 2022; 40(1):200-7. [DOI:10.1002/jor.25073] [PMID]
- [17] Byrne S, Lay B, Staynor J, Alderson J, Donnelly CJ. The effect of planning time on penultimate and ultimate step kinematics and subsequent knee moments during sidestepping. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2022; 32(9):1366-76. [DOI:10.1111/sms.14194] [PMID]
- [18] Young SW, Valladares RD, Loi F, Dragoo JL. Mechanoreceptor reinnervation of autografts versus allografts after anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2016; 4(10):2325967116668782. [DOI:10.1177/2325967116668782] [PMID]
- [19] Sonesson S, Kvist J. Rehabilitation after ACL injury and reconstruction from the patients' perspective. *Physical Therapy in Sport*. 2021; 65(3):158-65. [DOI:10.1016/j.ptsp.2021.10.001] [PMID]
- [20] McConnell J. Running injuries: The infrapatellar fat pad and plica injuries. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*. 2016; 27(1):79-89. [Link]
- [21] Zou L, Zhang X, Jiang Z, Wu X, Zhang Q. Influences of fatigue and anticipation on female soccer players' biomechanical characteristics during 180° pivot turn: Implication for risk and prevention of anterior cruciate ligament injury. *Frontiers in Physiology*. 2024; 15:1424092. [DOI:10.3389/fphys.2024.1424092] [PMID]
- [22] Gustavsson A, Neeter C, Thomeé P, Silbernagel KG, Augustsson J, Thomeé R, et al. A test battery for evaluating hop performance in patients with an ACL injury and patients who have undergone ACL reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2006; 14(8):778-88. [DOI:10.1007/s00167-006-0045-6] [PMID]
- [23] Sepúlveda F, Sánchez L, Amy E, Micheo W. Anterior cruciate ligament injury: Return to play, function and long-term considerations. *Current Sports Medicine Reports*. 2017; 16(3):172-8. [DOI:10.1249/JSR.0000000000000356] [PMID]

- [24] 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 and Community Health*. 1998; 52(6):377-84. [DOI:10.1136/jech.52.6.377] [PMID]
- [25] Munn J, Sullivan SJ, Schneiders AG. Evidence of sensorimotor deficits in functional ankle instability: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2010; 13(1):2-12. [DOI:10.1016/j.jsams.2009.03.004] [PMID]
- [26] Attalin B, Sagnard T, Laboute E, Forestier N, Rémy-Nérès O, Picot B. Proprioceptive reweighting and postural control are impaired among elite athletes following anterior cruciate ligament reconstruction. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2024; 19(11):1314-23. [DOI:10.26603/001c.124802] [PMID]
- [27] Novaes M, Carvalho A, Sauer JF, Brech GC, Helito CP, João SMA. Postural control during single leg stance in individuals with clinical indication for combined reconstruction of the anterior cruciate and the anterolateral ligaments of the knee: A cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2022; 23(1):383. [DOI:10.1186/s12891-022-05347-0] [PMID]
- [28] Hall M, Perraton LG, Stevermer CA, Gillette JC. Alterations in medial-lateral postural control after anterior cruciate ligament reconstruction during stair use. *Gait & Posture*. 2020; 77:283-7. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2020.02.011] [PMID]
- [29] Bodkin SG, Slater LV, Norte GE, Goetschius J, Hart JM. ACL reconstructed individuals do not demonstrate deficits in postural control as measured by single-leg balance. *Gait & Posture*. 2018; 66:296-9. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2018.06.120] [PMID]
- [30] Boggess G, Morgan K, Johnson D, Ireland ML, Reinbolt JA, Noehren B. Neuromuscular compensatory strategies at the trunk and lower limb are not resolved following an ACL reconstruction. *Gait & Posture*. 2018; 60:81-7. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2017.11.014] [PMID]
- [31] Czamara A, Królikowska A. Two-plane assessment of knee muscles isometric and isokinetic torques after anterior cruciate ligament reconstruction. *Medical Science Monitor : International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*. 2018; 24:4882-93. [DOI:10.12659/MSM.908411] [PMID]
- [32] Labanca L, Laudani L, Mariani PP, Macaluso A. Postural adjustments following ACL rupture and reconstruction: A longitudinal study. *International Journal of Sports Medicine*. 2018; 39(7):549-54. [DOI:10.1055/a-0599-6401] [PMID]
- [33] Meyer CAG, Gette P, Mouton C, Seil R, Theisen D. Side-to-side asymmetries in landing mechanics from a drop vertical jump test are not related to asymmetries in knee joint laxity following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2018; 26(2):381-90. [DOI:10.1007/s00167-017-4651-2] [PMID]
- [34] O'Malley E, Richter C, King E, Strike S, Moran K, Franklyn-Miller A, et al. Countermovement jump and isokinetic dynamometry as measures of rehabilitation status after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Athletic Training*. 2018; 53(7):687-95. [DOI:10.4085/1062-6050-480-16] [PMID]
- [35] Thomson A, Einarsson E, Hansen C, Bleakley C, Whiteley R. Marked asymmetry in vertical force (but not contact times) during running in ACL reconstructed athletes <9 months post-surgery despite meeting functional criteria for return to sport. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2018 ; 21(9):890-3. [DOI:10.1016/j.jsams.2018.02.009] [PMID]
- [36] Furlanetto TS, Peyré-Tartaruga LA, do Pinho AS, Bernardes Eda S, Zaro MA. Proprioception, body balance and functionality in individuals with Acl reconstruction. *Acta Orthopædica Brasileira*. 2016; 24(2):67-72. [DOI:10.1590/1413-785220162402108949] [PMID]
- [37] Hadizadeh M, Amri S, Mohafez H, Roohi SA, Mokhtar AH. Gait analysis of national athletes after anterior cruciate ligament reconstruction following three stages of rehabilitation program: Symmetrical perspective. *Gait & Posture*. 2016; 48:152-8. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2016.05.002] [PMID]
- [38] Lepley AS, Gribble PA, Thomas AC, Tevald MA, Sohn DH, Pietrosimone BG. Longitudinal evaluation of stair walking biomechanics in patients with ACL Injury. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2016; 48(1):7-15. [DOI:10.1249/MSS.0000000000000741] [PMID]
- [39] Morgan KD, Zheng Y, Bush H, Noehren B. Nyquist and Bode stability criteria to assess changes in dynamic knee stability in healthy and anterior cruciate ligament reconstructed individuals during walking. *Journal of Biomechanics*. 2016; 49(9):1686-91. [DOI:10.1016/j.jbiomech.2016.03.049] [PMID]
- [40] Akbari A, Ghiasi F, Mir M, Hosseinfar M. The effects of balance training on static and dynamic postural stability indices after acute ACL reconstruction. *Global Journal of Health Science*. 2015; 8(4):68-81. [DOI:10.5539/gjhs.v8n4p68] [PMID]
- [41] Cvjetkovic DD, Bijeljic S, Palija S, Talic G, Radulovic TN, Kosanovic MG, et al. Isokinetic testing in evaluation rehabilitation outcome after ACL reconstruction. *Medical Archives*. 2015; 69(1):21-3. [DOI:10.5455/medarh.2015.69.21-23] [PMID]
- [42] Czamara A, Markowska I, Hagner-Derengowska M. Three-dimensional kinematic analysis of ankle, knee, hip, and pelvic rotation during gait in patients after anterior cruciate ligament reconstruction-early results. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2015; 16:266. [DOI:10.1186/s12891-015-0726-8] [PMID]
- [43] Labanca L, Laudani L, Casabona A, Menotti F, Mariani PP, Macaluso A. Early compensatory and anticipatory postural adjustments following anterior cruciate ligament reconstruction. *European Journal of Applied Physiology*. 2015; 115(7):1441-51. [DOI:10.1007/s00421-015-3126-8] [PMID]
- [44] Laudner K, Evans D, Wong R, Allen A, Kirsch T, Long B, et al. Relationship between isokinetic knee strength and jump characteristics following anterior cruciate ligament reconstruction. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2015; 10(3):272-80. [PMID]
- [45] Pairot de Fontenay B, Argaud S, Blache Y, Monteil K. Contralateral limb deficit seven months after ACL-reconstruction: An analysis of single-leg hop tests. *The Knee*. 2015; 22(4):309-12. [DOI:10.1016/j.knee.2015.04.012] [PMID]

- [46] Shabani B, Bytyqi D, Lustig S, Cheze L, Bytyqi C, Neyret P. Gait knee kinematics after ACL reconstruction: 3D assessment. *International Orthopaedics*. 2015; 39(6):1187-93. [DOI:10.1007/s00264-014-2643-0] [PMID]
- [47] Laudani L, Giombini A, Mariani PP, Pigozzi F, Macaluso A. Application of the sit-to-stand movement for the early assessment of functional deficits in patients who underwent anterior cruciate ligament reconstruction. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2014; 93(3):189-99. [DOI:10.1097/PHM.0b013e3182a54178] [PMID]
- [48] Noehren B, Abraham A, Curry M, Johnson D, Ireland ML. Evaluation of proximal joint kinematics and muscle strength following ACL reconstruction surgery in female athletes. *Journal of Orthopaedic Research*. 2014; 32(10):1305-10. [DOI:10.1002/jor.22678] [PMID]
- [49] Pahnabi G, Akbari M, Ansari NN, Mardani M, Ahmadi M, Rostami M. Comparison of the postural control between football players following ACL reconstruction and healthy subjects. *Medical Journal of the Islamic Republic of Iran*. 2014; 28:101. [PMID]
- [50] Kiefer AW, Ford KR, Paterno MV, Schmitt LC, Myer GD, Riley MA, et al. Inter-segmental postural coordination measures differentiate athletes with ACL reconstruction from uninjured athletes. *Gait & Posture*. 2013; 37(2):149-53. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2012.05.005] [PMID]
- [51] Paterno MV, Schmitt LC, Ford KR, Rauh MJ, Hewett TE. Altered postural sway persists after anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport. *Gait & Posture*. 2013; 38(1):136-40. [DOI:10.1016/j.gaitpost.2012.11.001] [PMID]
- [52] Xergia SA, Pappas E, Zampeli F, Georgiou S, Georgoulis AD. Asymmetries in functional hop tests, lower extremity kinematics, and isokinetic strength persist 6 to 9 months following anterior cruciate ligament reconstruction. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 2013; 43(3):154-62. [DOI:10.2519/jospt.2013.3967] [PMID]
- [53] Mohammadi F, Salavati M, Akhbari B, Mazaheri M, Khorrami M, Negahban H. Static and dynamic postural control in competitive athletes after anterior cruciate ligament reconstruction and controls. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2012; 20(8):1603-10. [DOI:10.1007/s00167-011-1806-4] [PMID]
- [54] Winiarski S, Czamara A. Evaluation of gait kinematics and symmetry during the first two stages of physiotherapy after anterior cruciate ligament reconstruction. *Acta of Bioengineering & Biomechanics*. 2012;14(2):91-100. [PMID]
- [55] Tsigoulis SD, Tzagarakis GN, Papagelopoulos PJ, Koulalis D, Sakellariou VI, Kampanis NA, et al. Pre-operative versus post-operative gait variability in patients with acute anterior cruciate ligament deficiency. *The Journal of International Medical Research*. 2011; 39(2):580-93. [DOI:10.1177/147323001103900227] [PMID]
- [56] Dauty M, Collon S, Dubois C. Change in posture control after recent knee anterior cruciate ligament reconstruction? *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 2010; 30(3):187-91. [DOI:10.1111/j.1475-097X.2010.00926.x] [PMID]
- [57] Muaidi QI, Nicholson LL, Refshauge KM. Proprioceptive acuity in active rotation movements in healthy knees. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2008; 89(2):371-6. [DOI:10.1016/j.apmr.2007.08.154] [PMID]