

Review Paper

The Effectiveness of Preoperative Exercises on the Outcomes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review

Ali Yalfani¹ , Ahmad Ebrahimi Atri² , *Maedeh Taghizadeh Kermani¹

1. Department of Corrective Exercise and Sport Injury, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Bu Ali Sina University, Hamedan, Iran.

2. Department of Sport Physiology, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University, Mashhad, Iran.



Citation: Yalfani A, Ebrahimi Atri A, Taghizadeh Kermani M. [The Effectiveness of Preoperative Exercises on the Outcomes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2019; 5(3):188-198. <https://doi.org/10.32598/biomechanics.5.3.6>

<https://doi.org/10.32598/biomechanics.5.3.6>

**Article Info:**

Received: 19 Jan 2019

Accepted: 13 Oct 2019

Available Online: 01 Dec 2019

Key words:

Preoperative exercises, Anterior cruciate ligament injury, Knee extensor strength, Knee function

ABSTRACT

Objective Quadriceps weakness is common after Anterior Cruciate Ligament (ACL) injury and subsequent surgery. Preoperative defects affect postoperative outcomes. The purpose of this review study was to investigate whether preoperative exercises can affect the postoperative outcomes after ACL reconstruction.

Methods The searching for papers was conducted in the PubMed database among the studies from 1990 to 2019 using following keywords: ACL preoperative exercise, prehabilitation ACL, and preoperative protocol. The initial search yielded 442 papers. Then, based on the inclusion and exclusion criteria, 10 papers were selected for the final review. Methodological quality of the studies was assessed by using the Physiotherapy Evidence Database (PEDro) scale and the Critical Appraisal Skills Program (CASP).

Results Some preoperative exercises (traditional, strength, and neuromuscular) can significantly increase the knee extensor strength and knee function in men and women after surgery in the short and long periods. The mean PEDro score for 8 randomized controlled trials was 6, indicating their moderate methodological quality. Moreover, the CASP score for 2 cohort studies was 10 and 11 out of 12.

Conclusion Preoperative rehabilitation consisting of neuromuscular and strength exercises followed by a criterion-based postoperative rehabilitation program cause greater functional outcomes and faster recovery of the knee extensor strength after ACL reconstruction. Preoperative rehabilitation should be considered as a standard treatment to maximize functional outcomes after ACL reconstruction.

Extended Abstract**1. Introduction**

Persistent quadriceps weakness has been reported as one of the limiting factors in returning to pre-injury competition level, which can last for more than 2 years after surgery. Weakness of the quadriceps not only causes

abnormal gait and loss of function, but may also be a factor in knee osteoarthritis. There is a weakness in the quadriceps in reducing the angle and torque of the knee in walking following Anterior Cruciate Ligament (ACL) reconstruction. The preoperative phase may be helpful in reducing the risk of postoperative complications and improving successful return to high-level activity. To our knowledge, this is the first systematic review study conducted to evaluate the ef-

*** Corresponding Author:****Maedeh Taghizadeh Kermani, PhD.****Address:** Department of Corrective Exercise and Sport Injury, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Bu Ali Sina University, Hamedan, Iran.**Tel:** +98 (915) 4486601**E-mail:** maedeh.taghizadeh1988@gmail.com

fectiveness of preoperative rehabilitation protocols to improve patient outcomes after ACL reconstruction.

2. Methods

This systematic review was conducted using PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) statement guidelines. The searching was conducted in PubMed database using following keywords: ACL Preoperative exercise, Prehabilitation ACL, preoperative Protocol. The initial search yielded 442 articles on ACL reconstruction. The papers were then examined based on the entry criteria. After checking the titles, abstracts and full texts of the articles, 10 articles on the effect of preoperative ACL exercises on the postoperative outcomes were identified. Entry criteria were related to studies that examined the effects of preoperative ACL exercises on postoperative results whose designs were randomized clinical trial, observational cohort, and case-control. Studies that had no pre-surgery training protocol (with only post-surgery exercises), case reports, and review articles were omitted. Table 1 shows the criteria for entering the study based on PICO method. Physiotherapy Evidence Database (PEDro) scale was used for randomized studies to evaluate the quality of their methodology. For cohort studies, the Critical Appraisal Skills Program (CASP) was applied.

3. Results

The PEDro score of randomized studies ranged from 3 to 7 out of 10 (mean score=6), indicating a moderate methodological quality; there were 2 studies with low quality, 4 with moderate quality and 2 with high quality. The CASP score of the two cohort studies was 10 and 11 out of 12. Most studies had evaluated the effect of a preoperative ACL exercises program on the isokinetic strength of the knee. One study showed a significant difference in quadriceps strength between patients received preoperative ACL exercises (range of motion, strength and balance exercises)

and those without preoperative exercises after surgery. In a study, a significant difference in maximum torque and quadriceps muscle function was observed in the intervention group that performed isokinetic strength training at 60-120 degrees per second for 4 weeks before surgery [25].

Logerstedt et al. examined the relationship between quadriceps strength before surgery and knee function after surgery. They found that quadriceps strength before surgery was a significant indicator of the International Knee Documentation Committee 2000 (IKDC 2000) score 6 months after surgery, and quadriceps weakness before surgery can affect the knee function after 6 months. Knee function was assessed using single-leg jump and a functional questionnaire. Three studies showed a significant difference between intervention and control groups. Kim et al. and Shaarani showed a significant increase in performance (during single-leg jump and using a functional questionnaire) in the intervention group who received preoperative exercise (range of motion, balance, and strength) compared to the controls. Filla et al. showed that in DOC University patients, there was a significant improvement in the IKDC 2000 and Knee Osteoarthritis outcome Score 2 years after surgery.

4. Discussion

The review of the studies showed that the groups that had received a preoperative exercise program showed a significant improvement in knee function and physical performance after surgery compared to the controls. It has been suggested that performing preoperative exercises (strength + neuromuscular) and achieving a normal range of motion, activating the quadriceps, reducing pain and swelling can lead to significant progress after two years of ACL reconstruction. Weakness in knee extensor strength after surgery is a common problem that has been reported in previous studies. The rapid decline in the function of the quadriceps, which occurs mainly in the early postoperative period, is caused by arthrogenic muscle inhibition due to pain, inflammation, swelling,

Table 1. The inclusion criteria based on PICO method

Pico Indicators	Inclusion Criteria
Design	Randomized controlled trial and cohort
Population	Participants with acute unilateral ACL injury (male and female) with no age restrictions
Intervention	Preoperative ACL exercises (neuromuscular, strength, balance and range of motion)
Comparisons	With no preoperative exercises and traditional exercises
Outcome measures	Knee strength, knee function and quality of life

as well as impairment in the proprioceptors of the joint. This neurological mechanism for weakness of the quadriceps may persist for a long time after injury or ACL surgery.

5. Conclusion

Rehabilitation exercises before ACL reconstruction (neuromuscular and strength exercises) can increase knee function based on a single-leg jump test and functional questionnaire scores. It can increase the quadriceps strength in the short and long periods after surgery. Maximizing the strength of the quadriceps with advanced preoperative exercises should be a major goal for specialists to improve knee function after ACL surgery.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study is a systematic review and there is no need for ethical approve.

Funding

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Authors' contributions

Investigation, resources, draft preparation: Maedeh Taghizadeh Kermani; Review and edit: Maedeh Taghizadeh Kermani, Ali Yalfani; Study appraisal: Maedeh Taghizadeh Kermani, Ahmad Ebrahimi Atri.

Conflicts of interest

The authors declare no conflict of interest.

اثربخشی تمرینات قبل از جراحی بر نتایج پس از بازسازی رباط صلیبی قدامی: مروری سیستماتیک

علی یلفانی^۱، احمد ابراهیمی عطری^۲، *مائده تقی‌زاده کرمان^۱

۱. گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

۲. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران.

حکیده

هدف: بعد از آسیب رباط صلیبی قدامی و متعاقب آن جراحی، ضعف چهارسر ران معمول است. نقص قبل از جراحی بر نتایج پس از جراحی تأثیر می‌گذارد. هدف از این مطالعه مروری، بررسی تأثیر تمرینات قبل از جراحی بر نتایج پس از جراحی است.

روش‌ها: در این مطالعه، جست‌وجوی مقالات از پایگاه اطلاعاتی PubMed آغاز و مقالات مربوط به سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۹ میلادی استخراج شد. در عناوین جست‌وجو از عبارات ACL Preoperative exercise, Prehabilitation ACL preoperative Protocol استفاده شد که در نهایت ۴۴۲ مقاله یافت شد؛ سپس با توجه به موضوع اصلی مطالعه حاضر و معیارهای ورود و خروج، ۱۰ مقاله برای بررسی نهایی انتخاب و برای کیفیت روش‌شناسی با استفاده از مقیاس PEDro و CASP ارزیابی شدند.

یافته‌ها: ارائه برخی از برنامه‌های مداخله قبل از جراحی (سنیتی، قدرتی و عصبی - عضلانی) موجب افزایش معنی‌دار در قدرت بازکننده زانو و عملکرد زانو در هر دو گروه زنان و مردان پس از جراحی در کوتاه‌مدت و بلندمدت می‌شود. میانگین امتیازات PEDro برای هشت مطالعه تصادفی، شش بود که نشان‌دهنده کیفیت روش‌شناسی متوسط بود و امتیاز برای دو مطالعه کوهورت با استفاده از مقیاس CASP، ۱۰ و ۱۱ از ۱۲ بود.

نتیجه‌گیری: توان‌بخشی قبل از جراحی شامل تمرینات تقویتی و تمرینات عصبی و عضلانی و به دنبال آن یک برنامه توان‌بخشی بعد از جراحی، نتایج عملکردی بالاتر و بازیابی سریع‌تر قدرت اکستنسور زانو پس از ACLR را موجب می‌شود. توان‌بخشی قبل از جراحی باید به عنوان استاندارد درمانی در نظر گرفته شود تا نتایج عملکردی پس از ACLR به حداکثر برسد.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۲۹ دی ۱۳۹۷

تاریخ پذیرش: ۲۱ مهر ۱۳۹۸

تاریخ انتشار: ۱۰ آذر ۱۳۹۸

کلیدواژه‌ها:

تمرینات قبل از جراحی، آسیب رباط صلیبی قدامی، قدرت بازکننده زانو، عملکرد زانو

مقدمه

را نشان داده است، نقص ماندگار در قدرت چهارسر ران به عنوان یکی از عوامل محدودکننده در بازگشت به سطح قبل از آسیب گزارش شده است و این نقص می‌تواند بیش از ۲ سال پس از عمل باقی بماند [۱۰]. پالمیری اسمیت و همکاران، نقص قدرت چهارسر را در زانوی بازسازی‌شده و سالم در شش ماه بعد از جراحی مقایسه کردند که نقص در قدرت ایزوکینتیک چهارسر در دامنه بین ۲۴ درصد و ۴۰/۵ درصد بود [۱۱]. ضعف چهارسر ران نه تنها باعث راه رفتن ناهنجار و افت عملکرد می‌شود، بلکه ممکن است یک عامل مؤثر در استئوآرتریت زانو باشد [۱۲]. علاوه بر این، ضعف چهارسر ران در کاهش زاویه و گشتاور زانو در راه رفتن به دنبال بازسازی ACL وجود دارد [۱۳].

از نظر کلینیکی، فاکتورهایی را که در برگشت قدرت و دامنه حرکتی بعد از جراحی سهم دارند، باید شناسایی شوند. گزارش

شایع‌ترین آسیب لیگامانی زانو، پارگی رباط صلیبی قدامی است [۲، ۱] که یکی از مهم‌ترین آسیب‌های شایع در میان افراد فعال می‌باشد [۳] و مکانیسم آن حدود ۷۰ درصد به صورت غیربرخوردی و ۳۰ درصد به صورت برخوردی اتفاق می‌افتد [۴]. بنابراین، تمرینات پیشگیری از آسیب متشکل از عوامل مختلف تمرینی از جمله قدرت، تعادل، ثبات مرکزی و پلائیومتریک برای کودکان و بزرگسالان مرد و زن ارائه شده است [۸-۵]. هر سال بیشتر از ۱۷۵ هزار بازسازی رباط صلیبی قدامی (ACL) در ایالات متحده انجام می‌شود [۹]. جراحی همچنان یک رویکرد استاندارد طلایی درمان برای ورزشکاران با هدف بازگشت به فعالیت‌های ورزشی در سطح بالا و ثبات لیگامان مفصل زانو باقی مانده است؛ باوجود این هر چند بازسازی (ACLR) برای پایداری زانو نتایج خوبی

* نویسنده مسئول:

مائده تقی‌زاده کرمان

نشانی: مشهد، دانشگاه فردوسی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی.

تلفن: ۴۴۸۶۶۰۱ (۹۱۵) +۹۸

پست الکترونیکی: Maedeh.taghizadeh1988@gmail.com

از جراحی برای بازیابی قدرت بعد از جراحی مفید است، [۲۲] [۲۳] که به وسیله تست‌های پرش تک پا [۲۴] و ایزوکینتیک [۲۵] و داینامومتر [۵] اندازه‌گیری می‌شود. تمام این برنامه‌های توان‌بخشی که عمدتاً روی بهبودی حس عمقی و قدرت عضلانی متمرکز هستند، به عنوان تمرینات prehabilitation شناخته می‌شوند [۹، ۲۶]. مرحله قبل از جراحی ممکن است برای کاهش خطر عوارض بعد از عمل و بهبود بازگشت موفقیت‌آمیز به فعالیت سطح بالا مفید باشد. بسیاری از مطالعات این تأثیرات را در طولانی‌مدت بعد از جراحی با قدرت بهتر چهارسر ران و نمرات ارزیابی بهتر در پرسش‌نامه‌های عملکردی زانو تأیید کرده‌اند، [۹، ۲۷، ۲۸]. به‌طور کلی، هنوز شواهد کمی در مورد فواید تمرینات قبل از جراحی در بهبود نتایج بعد از جراحی وجود دارد و مطالعات، یافته‌ها و شواهد متناقضی دارند که نیاز به بررسی دارد. این اولین مطالعه مروری سیستماتیک است که به منظور بررسی اثربخشی پروتکل‌های توان‌بخشی قبل از جراحی برای بهبود نتایج بیماران بعد از بازسازی انجام شده است.

روش‌شناسی

استراتژی جست‌وجو

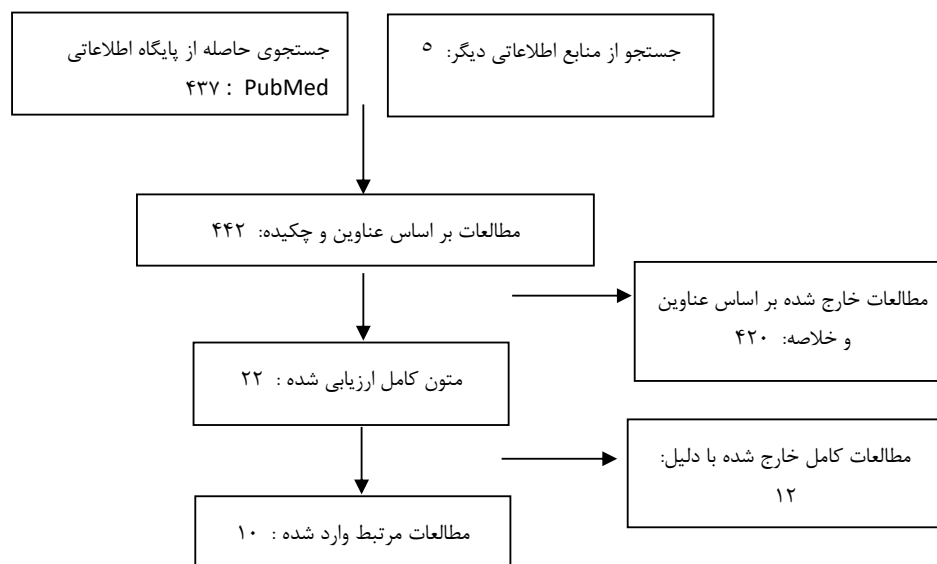
این بررسی سیستماتیک با استفاده از دستورالعمل‌های PRIS-MA گزارش شده است (تصویر شماره ۱) [۲۹]. بر این اساس، با استفاده از پایگاه اطلاعاتی پابمد مقالات مرتبط به وسیله کلمات کلیدی که در ادامه آورده شده است، جست‌وجو شد. این کلمات عبارت بودند از: ACL Preoperative exercise, Pre habilitation ACL, preoperative Protocol

بعد از بررسی اولیه، فهرست همه مقالات بر اساس معیارهای

شده است که به تأخیر انداختن جراحی به مدت سه تا چهار هفته بعد از آسیب اولیه باعث بازیابی سریع‌تر قدرت و دامنه حرکتی پس از جراحی می‌شود [۱۵، ۱۴]. علاوه بر این، فقدان دامنه حرکتی قبل از جراحی با افزایش بروز آرتروفیبروزیس بعد از جراحی و مشکلات پاتلوفمورال همراه است [۱۶]. دامنه حرکتی معمولاً با گونیامتر اندازه‌گیری می‌شود [۱۷]. کاسگارا و همکاران پیشنهاد کرده‌اند که جراحی تا زمانی که بیمار تقریباً حرکت نرمال زانو بعد از آسیب اولیه را به دست نیاورده است، انجام نشود [۱۶].

بازگشت به ورزش به عوامل مختلفی از جمله قدرت، دامنه حرکتی، ثبات مفصل، حفظ گرفت، حس عمقی و ظرفیت عملکردی بستگی دارد [۱۹، ۱۸]. توان‌بخشی قبل از جراحی با تأکید بر قدرت و دامنه حرکتی پیشنهاد شده است، چراکه بازگشت سریع به ورزش را پس از جراحی تسهیل می‌کند [۲۰]. مطالعات متعددی بر اثرات پروتکل‌های توان‌بخشی بعد از جراحی تمرکز داشته‌اند، اما فقط تعداد معدودی به بررسی تمرینات قبل از جراحی بر نتایج پس از ACLR پرداخته‌اند. کیز و همکاران، اثرات مفید ۵ هفته تمرینات قابل‌انجام در خانه برای بهبود قدرت عضلات چهارسر و عملکرد زانو پس از بازسازی رباط صلیبی قدامی را گزارش کرده‌اند [۲۱]. شارانی و همکاران در یک تحقیق تصادفی به این نتیجه رسیدند که برنامه تمرینی شش‌هفته‌ای قبل از جراحی به بهبود اجرای عملکردی پس از ۱۲ هفته بعد از جراحی منجر می‌شود [۹].

گزارش شده است که افزایش قدرت چهارسر قبل از جراحی ممکن است نتایج عملکردی افراد بعد از جراحی (ACLR) را بهبود بخشد. معمولاً اعتقاد بر این است برنامه‌های توان‌بخشی قبل



از Critical Appraisal Skills Program² انجام شد [۳۱]. امتیاز برای هر مطالعه را دو نویسنده تعیین کردند. مقیاس PEDro شامل ۱۱ مورد است که اولین آیت، اعتبار بیرونی آزمایش را ارزیابی می‌کند. معمولاً این مورد در ارزیابی مطالعه گنجانده نمی‌شود؛ از این رو ارزیابی بر اساس موارد ۲ تا ۱۱ در مطالعه حاضر، طبق توصیه ماهر و همکاران انجام شد [۲۹]. این موارد به ترتیب برابر یک برای بله و صفر برای خیر به دست آمد. مطالعات انجام شده با این مقیاس از صفر تا چهار از نظر کیفیت روش‌شناسی ضعیف، نمرات پنج یا شش متوسط و آن‌هایی که دارای نمرات هفت و بالاتر هستند، از کیفیت روش‌شناسی بالایی برخوردار بودند.

نتایج

در مجموع، ۱۰ مطالعه که در پنج کشور مختلف انجام شده بود، وارد مطالعه و بررسی شدند. ۴ مطالعه در سوئیس [۳۲-۳۵]، ۳ تحقیق در ایالات متحده آمریکا [۳۶، ۳۷، ۳۸] و ۳ تحقیق هم در کشورهای دیگر [۲۴، ۲۵، ۲۶] انجام شده بود. بیشتر مطالعات از نوع مطالعه بالینی تصادفی و دو مطالعه از نوع مطالعه کوهورت بود. کیفیت روش‌شناسی مطالعات تصادفی در محدوده سه تا هفت از ۱۰ میانگین نمره مطالعات شش بود که بیانگر کلی کیفیت روش‌شناسی متوسط بود. دو مطالعه با کیفیت پایین، چهار مطالعه با کیفیت متوسط و دو مطالعه با کیفیت بالا بود. نمره دو مطالعه مشاهده‌ای کوهورت ۱۰ و ۱۱ از ۱۲ بود. پنج مطالعه روی بیماران مرد، دو مورد روی زنان و ۳ مطالعه هم روی زن و مرد انجام شده بود. محدوده سنی شرکت‌کنندگان ۱۰ تا ۸۵ سال بود.

پروتکل تمرینات قبل از جراحی در مدت، تکرار و محتوا با هم تفاوت داشتند و میانگین مدت تمرین قبل از جراحی چهار هفته بود (چهار تا شش هفته). میانگین تکرار تمرین نیز سه بار در هفته (سه تا شش روز در هفته) بود. محتوای تمرینات قبل از جراحی شامل تمرینات قدرتی چهارسر و همسترینگ، حس عمقی، تمرینات تعادلی و عصبی - عضلانی و آموزش راه رفتن بود. متغیرهای خروجی (فاکتورهای مورد ارزیابی) در مطالعات

ورود و خروج به منظور پیدا کردن اطلاعات اضافی بررسی شد. یک نویسنده نیز در ژورنال‌های مرتبط جست‌وجویی انجام داد.

(e.g., The American Journal of Sports Medicine, Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, Medicine and Science in Sports and Exercise, British Journal of Sports Medicine, Journal physical therapy science)

استراتژی کامل جست‌وجو در تصویر شماره ۱ مشاهده می‌شود. در جست‌وجوی اولیه، ۴۴۲ مقاله در رابطه با بازسازی ACL به دست آمد؛ سپس مقالات بر اساس معیارهای ورود به مطالعه بررسی شدند. پس از بررسی و مرور عناوین، چکیده‌ها و متن کامل مقالات، ۱۰ مقاله در زمینه تأثیر تمرینات قبل از جراحی رباط صلیبی قدامی بر نتایج پس از جراحی تشخیص داده شد.

معیار ورود و خروج

دو مرورگر به طور مستقل، چکیده و عناوین را با توجه به معیارهای ورود مطالعه کردند و در صورت رد شدن، دلیل مربوطه را ذکر می‌کردند. در صورت اختلاف نظر بین افراد، مرورگر سوم داوری را انجام می‌داد. معیارهای ورود محدود به مطالعاتی شدند که به بررسی اثرات تمرینات قبل از جراحی رباط صلیبی قدامی بر نتایج بعد از جراحی پرداخته بودند و طرح‌های مطالعه شامل کارآزمایی بالینی، کوهورت مشاهده‌ای و مطالعات کنترل موردی بودند. مطالعاتی که پروتکل تمرینی قبل از جراحی نداشتند و تنها تمریناتی بعد از جراحی داشتند، گزارش‌های موردی و مقالات مروری حذف شدند. جدول شماره ۱ معیارهای ورود به مطالعه را بر اساس PICO acronym نشان می‌دهد.

ارزیابی کیفی مطالعه

برای ارزیابی کیفیت روش‌شناسی از مقیاس Physiothera-¹ Evidence Database¹ py برای مطالعات تصادفی استفاده شد [۳۰]. از طرف دیگر، ارزیابی روش مطالعات کوهورت با استفاده

2. CASP

1. PEDro

جدول ۱. معیار ورود بر طبق PICO acronym

شاخص پیکو	Results According PICO
طرح	مطالعات تصادفی و کوهورت
جامعه	شرکت‌کنندگان با آسیب حاد یک طرفه ACL (زنان و مردان) بدون محدودیت سنی
مداخله	تمرینات قبل از جراحی (عصبی - عضلانی، قدرتی، تعادلی و دامنه حرکتی)
مقایسه	بدون تمرین قبل از جراحی و تمرینات سنتی
نتایج	قدرت زانو، عملکرد زانو و کیفیت زندگی

جدول ۲. خلاصه مطالعات صورت گرفته

منبع	نمونه‌ها	متغیر اندازه‌گیری شده	مداخله	ارزیابی / پیگیری	نتایج
[۲۵]	۲۰ مرد با پارگی رباط صلیبی قدامی یک طرفه (در هر گروه ۱۰ نفر) ۲۰ تا ۴۵ سال.	درد با استفاده از پرسش‌نامه VAS عملکرد زانو با استفاده از پرسش‌نامه Cincinnati و Lysholm قدرت زانو با استفاده از ایزوکتیتیک	مطالعه تصادفی گروه تجربی: تمرینات قدرتی ۳ ست ۱۰ تکرار با سرعت ۶۰ و ۱۲۰ درجه در ثانیه گروه کنترل: تمرینات سنتی ۴ هفته ۶ روز در هفته، تنها تمرینات قبل از جراحی	قبل و بعد از تمرینات قبل از جراحی	تفاوت معنی‌داری در حداکثر گشتاور و کار ۴ سر وجود داشت. کیفیت پایین PEDro= ۳/۱۰
[۳۳]	۱۲۱ نفر افراد جوان پارگی حاد ACL ۱۸ تا ۳۵ سال	نتایج اولیه koos نتایج ثانویه: خرده‌مقیاس Koos, 36 item short form heath, Tegner	مطالعه تصادفی برنامه توان‌بخشی ساختاریافته به همراه جراحی اولیه، برنامه توان‌بخشی ساختاریافته به همراه جراحی تأخیری ۲۴ هفته تمرین	۳ ماه ۶ ماه ۱۲ ماه ۲۴ ماه	تفاوتی در امتیازات عملکردی زانو از ابتدا تا ۲ سال بعد وجود ندارد. تفاوتی بین دو گروه درمانی وجود ندارد. با در نظر گرفتن نتایج ثانویه PEDro ۷/۱۰ کیفیت بالا.
[۲۴]	۸۰ بیمار مرد با میانگین سنی ۲۷ سال در هر گروه ۴۰ نفر	قدرت و عملکرد زانو	مطالعه تصادفی گروه تجربی: تمرینات قبل از جراحی و تمرینات بعد از جراحی گروه کنترل: بدون تمرین قبل از جراحی و تمرینات بعد از جراحی ۴ هفته تمرینات قبل از جراحی، ۱۲ هفته تمرینات بعد از جراحی	۴ هفته قبل و ۳ ماه بعد از جراحی	نقص در قدرت زانو در ۶۰ و ۱۸۰ درجه در ثانیه در گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترل در ۳ ماه بعد از جراحی به طور معنی‌داری پایین‌تر بود. در گروه تجربی پیشرفت معنی‌دار در تست مسافت پرش تک‌پا وجود داشت (PEDro score). ۶/۱۰ کیفیت متوسط
[۲۷]	۵۵ مرد و زن در یک گروه با میانگین سنی ۲۶ سال	حداکثر انقباض ارادی قدرت ایزومتریک، IKDC ۲۰۰۰	مطالعه طولی برنامه تمرینی قبل از جراحی تمرینات قدرتی (شدت بالا و تکرار کم) + تمرینات اغتشاشی و تمرینات بعد از جراحی ۱۰ جلسه تمرینات قبل از جراحی و ۶ ماه تمرینات بعد از جراحی	مجموعه تست‌های عملکردی بعد از تمرینات قبل از جراحی، پرسش‌نامه IKDC ۶ ماه بعد از جراحی	قدرت قبل از جراحی شاخص معنی‌داری برای عملکرد زانو از طریق IKDC در ۶ ماه بعد از جراحی بود.
[۹]	۲۰ مرد بین سن ۱۸ و ۴۵ سال با پارگی یک طرفه ACL ۱۰ نفر در هر گروه	تست پرش تک‌پا و حداکثر گشتاور همسترینگ و چهارسر، امتیازات پرسش‌نامه عملکردی زانو	تصادفی گروه تجربی: تمرینات قبل از جراحی قابل‌انجام در خانه و باشگاه گروه کنترل: بدون تمرینات قبل از جراحی هر دو گروه تمرینات بعد از جراحی ۶ هفته تمرینات قبل از جراحی و ۱۲ هفته تمرینات بعد از جراحی	قبل از جراحی ۱۲ هفته بعد از جراحی	حداکثر گشتاور چهارسر در اندام آسیب‌دیده در مقایسه با ابتدا بهبود پیدا کرد. اگرچه در مقایسه با گروه کنترل امتیازات عملکردی زانو معنی‌دار نبود.
[۳۷]	۱۹ زن و مرد non cooper با آسیب حاد ACL ۱۷ تا ۵۰ سال ۹ نفر تمرینات اغتشاشی + قدرتی ۱۰ نفر تمرینات قدرتی	شاخص قدرت زانو، Excursion knee در فاز میانی راه رفتن	تصادفی تمرینات قدرتی با شدت بالا و تکرار ۳ ست ۶ تکراری در ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه تمرینات قدرتی + اغتشاشی ۱۰ جلسه تمرینات قبل از جراحی و ۶ ماه تمرین	بعد از ۱۰ جلسه تمرینات قبل از جراحی ۶ ماه بعد از جراحی	شاخص قدرت زانو در ۶ ماه بعد از جراحی در هر دو گروه بهبود پیدا کرد. گروه non cooper که تمرینات اغتشاشی دریافت کرده بودند. excursion بین اندام‌هایشان در ۶ ماه بعد از جراحی تفاوتی نداشت. کیفیت پایین PEDro score: ۱۰/۳

منبع	نمونه‌ها	متغیر اندازه‌گیری شده	مداخله	ارزیابی / پیگیری	نتایج
[۲۶]	۱۵۰ بیمار از دانشگاه در ایالات متحده آمریکا و ۱۵۰ بیمار از مرکز تحقیقات نروژ ۱۰ تا ۸۵ سال	پرسش‌نامه‌های (IKDC) (KOOS)	۱. تمرینات قبل از جراحی (عصبی عضلانی + قدرتی) ۲. بدون تمرین قبل از جراحی هر دو گروه تمرینات بعد از جراحی ۴ هفته تمرینات قبل از جراحی ۶ ماه تمرینات بعد از جراحی	ابتدا ۲ سال	بیمارانی که تمرینات قبل از جراحی دریافت کرده بودند، تفاوت معنی‌داری در امتیازات پرسش‌نامه آن‌ها در ۲ سال بعد از جراحی وجود داشت و به طور معنی‌داری درصد افرادی که به ورزش بازگشت داشتند، بالاتر بود.
[۲۵]	۴۰ بیمار با پارگی ACL تمرینات قبل از جراحی راهنمایی فیزیوتراپیست کارا دریافت کردند. ۱۶ تا ۵۵ سال	پرسش‌نامه‌های عملکردی زانو: The K-SES (knee-related self-efficacy score) the Tegner Activity Scale, the Physical Activity Scale, koos	تصادفی گروه کنترل و تجربی دریافت کردند. تمرینات مشابه (دامنه حرکتی، تعادل، هماهنگی) ۲۴ هفته ۲ بار در هفته	ابتدا ۴ ماه ۶ ماه ۱۲ ماه	عملکرد زانو، علائم زانو و کیفیت زندگی در هر دو گروه پیشرفت معنی‌داری داشت. (P=۰/۰۵) در دو گروه به طور معنی‌داری، سطح فعالیت جسمانی در ۱۲ ماه از قبل آسیب پایین‌تر بود و تفاوتی بین گروه‌ها وجود نداشت. PEDro score: ۵/۱۰; کیفیت متوسط.
[۲۴]	۸۹ فرد جوان با پارگی حاد ACL ۱۸ تا ۳۵ سال	پرسش‌نامه (K-SES) ۷ تست عملکردی پرش تک‌پا	تصادفی تمرین درمانی به‌تنهایی ۲۰ نفر تمرین درمانی به همراه جراحی اولیه ۴۶ نفر تمرین درمانی با جراحی تأخیری ۲۳ نفر	در پایان تمرین ۵ سال ۶ سال	تفاوت معنی‌داری بین سه گروه درمانی در عملکرد زانو در ۶ سال بعد از آسیب وجود نداشت. در single leg hop بین گروه‌ها تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. PEDro score: ۵/۱۰; کیفیت متوسط.
[۲۳]	۱۲۱ نفر با پارگی حاد ACL ۱۸ تا ۳۵ سال	پرسش‌نامه‌های عملکردی زانو و کیفیت زندگی: (KOOS) 36-Item Short-Form Health Survey Tegner	مطالعه تصادفی برنامه توان‌بخشی ساختاریافته به همراه جراحی اولیه برنامه توان‌بخشی ساختاریافته به همراه جراحی دیگر ۲۴ هفته تمرین	ابتدا ۵ سال	در ۵ سال تفاوت معنی‌داری در میانگین امتیازات KOOS، کیفیت زندگی، درد و پرسش‌نامه Tegner بین دو گروه وجود نداشت. PEDro score: ۶/۱۰; کیفیت متوسط.

مجله بیومکانیک ورزشی

جراحی و عملکرد زانو بعد از جراحی را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که قدرت چهارسر قبل از جراحی یک شاخص معنی‌دار برای امتیازات پرسش‌نامه (IKDC2000) در ۶ ماه بعد از جراحی است و نقص در قدرت چهارسر قبل از جراحی می‌تواند بر عملکرد زانو بعد از ۶ ماه تأثیر داشته باشد [۲۷].

در مطالعه هرتیگان شاخص قدرت زانو با استفاده از حداکثر انقباض ارادی (MVIC) برای هر اندام قبل از مداخله و ۶ ماه بعد از جراحی محاسبه شد. شاخص قدرت، میزان نیروی چهارسر اندام آسیب‌دیده / اندام آسیب‌نندیده به عنوان درصد برای هر فرد گزارش شده است. در این مطالعه بعد از بررسی و معاینه اولیه تنها افراد غیر کوپر (Noncooper) با میانگین سنی ۱۷ تا ۵۰ سال وارد تحقیق شدند و به طور تصادفی به دو گروه اغتشاشی (Per-turbation) + قدرتی (۹ نفر) و گروه قدرتی (۱۰ نفر) تقسیم

مختلف تفاوت‌هایی با هم دارند. اغلب مطالعات تأثیر برنامه تمرینی قبل از جراحی را بر قدرت ایزوکینتیک زانو ارزیابی کرده‌اند. برخی محققان، عملکرد زانو را از طریق پرسش‌نامه‌ها و تست‌های عملکردی بررسی کرده‌اند. قدرت ایزوکینتیک زانو به عنوان یک خروجی در ۵ مقاله اندازه‌گیری شد.

یک مطالعه تفاوت معنی‌دار بین بیماران در گروه تمرینات قبل از جراحی (تمرینات دامنه حرکتی، قدرتی و تعادلی) و بدون تمرین قبل از جراحی در قدرت چهارسر بعد از جراحی را نشان داد [۲۴]. در یک مطالعه در گروه تجربی که تمرینات قدرتی ایزوکینتیک با سرعت ۶۰ و ۱۲۰ درجه بر ثانیه را قبل از جراحی به مدت ۴ هفته انجام داده بود، تفاوت معنی‌داری در حداکثر گشتاور و کار عضله چهارسر وجود داشت [۲۵]. در یکی از این مطالعات لاجرستد و همکاران، رابطه بین قدرت چهارسر قبل از

شدند. به طور میانگین $13/1 \pm 12/6$ هفته از آسیب تا جراحی گذشته بود. نتایج نشان داد که شاخص قدرت زانو ۶ ماه بعد از جراحی در هر دو گروه بهبود پیدا کرد و افراد غیرکوپر در گروه تمرینات اغتشاشی قبل از جراحی، تفاوتی در knee excursion بین اندام‌هایشان در شش ماه بعد از جراحی نداشتند [۳۷].

عملکرد زانو با استفاده از پرش تک‌پا و پرسش‌نامه‌های عملکردی به عنوان یک خروجی در هفت مطالعه از ۹ مطالعه انجام شد. سه مطالعه تفاوت معنی‌داری را بین گروه تجربی و کنترل نشان دادند. کیم و همکاران و شارانی افزایش معنی‌داری را در عملکرد (پرش تک‌پا و پرسش‌نامه عملکردی زانو) در گروه مداخله که تمرینات قبل از جراحی (تمرینات دامنه حرکتی، تعادلی و قدرتی) دریافت کرده بودند، در مقایسه با گروه کنترل، نشان دادند [۹، ۲۴]. فیلا و همکاران نشان دادند که در بیماران دانشگاه DOC پیشرفت معنی‌داری در نمره پرسش‌نامه IKDC و KOOS در دو سال بعد از جراحی وجود دارد [۳۶].

چهار مطالعه تفاوت معنی‌داری را در عملکرد بین گروه‌ها نشان نداد. در مطالعاتی که فروبل و همکاران انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که برنامه توان‌بخشی به همراه جراحی اولیه نسبت به توان‌بخشی با جراحی تأخیری، مزایای بیشتری در دو سال و پنج سال بعد از جراحی به همراه ندارد و هر دو گروه تمرینات مشابهی داشتند [۳۲-۳۵]. کیفیت زندگی در سه مطالعه بررسی شد [۳۳-۳۵] و پیشرفت معنی‌دار بعد از تمرین وجود داشت، ولی در هیچ‌یک از مطالعه‌ها تفاوت معنی‌داری بین دو گروه مشاهده نشد. جزئیات مقالات در جدول شماره ۲ نمایش داده شده است.

بحث

با وجود طیف وسیعی از رویکردهای قبل از جراحی که در این مقاله مروری بررسی شد، نویسندگان این مقاله دریافتند که تمرینات توان‌بخشی قبل از جراحی برای بهبود نتایج پس از جراحی مؤثر است. علاوه بر این، تنوع رویکردهای مورد استفاده در این مقاله مروری، ماهیت تمرینات قبل از جراحی در جمعیت بیمار را نشان می‌دهد و به همین ترتیب، اعتبار بالینی یافته‌ها را تقویت می‌کند. نتایج مطالعات نشان داد گروهی که برنامه تمرینی قبل از جراحی داشتند، پیشرفت معنی‌دار در عملکرد و عملکرد جسمانی بعد از جراحی نسبت به گروه کنترل نشان دادند [۲۴، ۳۶]. پیشنهاد شده است که انجام تمرینات قبل از جراحی (قدرتی + عصبی - عضلانی) و به دست آوردن دامنه حرکتی نرمال، فعال‌سازی چهارسر ران، کاهش درد و تورم منجر به پیشرفت معنی‌دار بعد از دو سال جراحی ACL می‌شود [۳۶].

علاوه بر این، با انجام تمرینات قبل از جراحی که شامل تمرینات دامنه حرکتی، قدرتی و تعادلی / حس عمقی بود، اختلال در قدرت بازکننده زانو بعد از جراحی در سرعت ۶۰ و ۱۸۰ درجه بر ثانیه پایین‌تر بود [۲۴]. نقص در قدرت بازکننده زانو بعد از

جراحی یک مشکل معمول است که در مطالعات قبلی گزارش شده است [۳۸، ۳۹]. کاهش سریع عملکرد چهارسر ران که عمدتاً در اوایل دوره بعد از جراحی اتفاق می‌افتد، ناشی از مهار آرترورژنیک عضلات است که به علت درد، التهاب، تورم و همچنین اختلال در گیرنده‌های حس عمقی مفصل به وجود می‌آید. این مکانیسم عصبی برای ضعف چهارسر ران ممکن است برای مدت طولانی پس از آسیب یا جراحی ACL ادامه یابد [۴۰، ۴۱].

پنج مقاله هم در گروه کنترل و هم در گروه آزمایش از برنامه تمرینی قبل از جراحی استفاده کردند و این مطالعات پیشرفت در عملکرد را در هر دو گروه بعد از برنامه توان‌بخشی قبل از جراحی نشان دادند. از بین همه مطالعات، ۵ مطالعه پیشرفت معنی‌دار در گروه تجربی نسبت به گروه کنترل در طیفی از نتایج که شامل عملکرد و قدرت است، نشان دادند. چندین مطالعه نشان دادند که افزایش عملکرد عضلات و کاهش نقص دامنه حرکتی قبل از جراحی مرتبط با بهبود نتایج بعد از جراحی است [۲۲، ۲۷، ۴۲]. این موضوع همچنین با یافته‌های قبلی منتشر شده، همسو است که نمرات نتایج قبل از جراحی به طور معنی‌داری، نتایج پس از جراحی را پیش‌بینی می‌کند [۴۴]. در مطالعاتی که فروبل انجام داد، مشخص شد که استراتژی توان‌بخشی با جراحی اولیه، مزیت بیشتری نسبت به استراتژی توان‌بخشی با جراحی تأخیری ندارد. در رویکرد دوم، ۵۰ درصد بیماران از نیاز برای جراحی اجتناب کردند و این نتایج باید پزشکان و بیماران بالغ جوان فعال را ترغیب کند که توان‌بخشی را به عنوان یک گزینه درمانی اصلی بعد از پارگی حاد ACL در نظر بگیرند [۳۲، ۳۳].

ایتزن و ماکسنیز دریافتند که یک برنامه ۵ هفته‌ای قبل از جراحی می‌تواند منجر به بهبود نتایج عملکردی بعد از ACLR شود [۴۵]. یافته‌های کلی ما با ایتزن و همکاران و گریندم و همکاران در یک راستاست که در آن توان‌بخشی پیش‌رونده قبل از جراحی عامل مهمی در حداکثر کردن نتایج پس از جراحی است؛ بنابراین برنامه تمرینی کافی و مناسب قبل از جراحی می‌تواند نقش مهمی در بهبود قدرت عضلانی بعد از جراحی داشته باشد. نتایج نشان داد که تمرینات قبل از جراحی نه تنها از ضعف چهارسر ران جلوگیری می‌کند، بلکه باعث تسریع در بهبود قدرت عضلات می‌شود و به بیماران کمک می‌کند تا به سرعت با محیط توان‌بخشی سازگار شوند؛ همچنین پیش‌بینی می‌شود که با داشتن قدرت و عملکرد بهتر می‌توان از آسیب مجدد احتمالی جلوگیری کرد. از آنجاکه تمرینات توان‌بخشی قبل از جراحی به‌طور کلی می‌تواند برنامه مفید و مؤثری در بهبود نتایج پس از جراحی باشد، لازم به نظر می‌رسد که تحقیقات آینده، تأثیر پروتکل‌های توان‌بخشی قبل از جراحی بر متغیرهای کینماتیکی و کینتیکی پس از جراحی را بررسی کنند.

نتیجه گیری نهایی

بر اساس شواهد موجود، تمرینات توان بخشی قبل از جراحی مبتنی بر تمرینات عصبی - عضلاتی به همراه تمرینات قدرتی می تواند موجب افزایش عملکرد زانو بر اساس تست پرش تک پا و نمره های پرسش نامه عملکردی شود و همچنین قدرت عضلات چهارسر ران را در کوتاه مدت و بلندمدت پس از جراحی می تواند به طور معنی داری افزایش دهد. علاوه بر این، به حداکثر رساندن قدرت چهارسر ران با تمرینات پیش رونده قبل از جراحی باید یک هدف اصلی برای متخصصان به منظور بهبود عملکرد زانو بعد از جراحی باشد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

مقاله از نوع مروری است به همین دلیل نیاز به کد اخلاق و سایر اصول اخلاقی ندارد.

حامی مالی

این مقاله حامی مالی ندارد و برگرفته از هیچ پایان نامه و یا طرحی نیست.

مشارکت نویسندگان

روش شناسی، تحقیق و بررسی، منابع و نگارش پیش نویس: مائده تقی زاده کرمان؛ ویراستاری و نهایی سازی: مائده تقی زاده و علی یلفانی؛ ارزیابی مقالات: مائده تقی زاده کرمان و احمد ابراهیمی عطری.

تعارض منافع

طبق نظر نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

References

- [1] Hootman JM, Dick R, Agel J. Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: Summary and recommendations for injury prevention initiatives. *J Athl Train*. 2007; 42(2):311-9.
- [2] Nagano Y, Ida H, Akai M, Fukubayashi T. Gender differences in knee kinematics and muscle activity during single limb drop landing. *Knee*. 2007; 14(3):218-23. [DOI:10.1016/j.knee.2006.11.008] [PMID]
- [3] Kobayashi A, Higuchi H, Terauchi M, Kobayashi F, Kimura M, Takagishi K. Muscle performance after anterior cruciate ligament reconstruction. *Int Orthop*. 2004; 28(1):48-51. [DOI:10.1007/s00264-003-0502-5] [PMID] [PMCID]
- [4] Griffin LY, Albohm MJ, Arendt EA, Bahr R, Beynon BD, DeMaio M, et al. Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: A review of the Hunt Valley II meeting, January 2005. *Am J Sports Med*. 2006; 34(9):1512-32. [DOI:10.1177/0363546506286866] [PMID]
- [5] Taghizadeh M, Atri AE, Hashemi Javaheri SAA. The effect of FIFA 11+ injury prevention program on dynamic balance and knee isometric strength of female players in soccer super league. *World Family Medicine (WFM) / Middle East Journal of Family Medicine (MEJFM)*. 2018; 16(7):48-54. [DOI:10.5742/MEWFM.2018.93475]
- [6] Zarei M, Abbasi H, Daneshjoo A, Gheitani M, Johari K, Faude O, et al. The effect of the "11+kids" program on the isokinetic strength of young football players. *Int J Sports Physiol Perform*. 2019; 15(1):25-30. [DOI:10.1123/ijspp.2018-0827] [PMID]
- [7] Atri A, Baharifarid R, Khoshraftar N. [Effect of FIFA 11+injury prevention program for eight weeks on the dynamic postural stability of teenage male soccer players in single-leg jump-landing exercises (Persian)]. *Saf Promot Inj Prev*. 2017; 5(2):79-88.
- [8] Soltandoost M, Atri AE, Yazdi NK. [Effect of FIFA 11+Injury prevention program on anterior knee shear force in teenage male soccer players (Persian)]. *J Rehab Med*. 2017; 6(1):1-9.
- [9] Shaarani SR, O'Hare C, Quinn A, Moyna M, Moran R, O'Byrne JM. Effect of rehabilitation on the outcome of anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 2013; 41(9):21-7. [DOI:10.1177/0363546513493594] [PMID]
- [10] Risberg MA, Inger H. The long-term effect of 2 postoperative rehabilitation programs after anterior cruciate ligament reconstruction a randomized controlled clinical trial. *Am J Sports Med*. 2009; 37(10):1958-66. [DOI:10.1177/0363546509335196] [PMID]
- [11] Palmieri-Smith RM, Thomas AC, Wojtyls EM. Maximizing quadriceps strength after ACL reconstruction. *Clin Sports Med*. 2008; 27(3):405-24. [DOI:10.1016/j.csm.2008.02.001] [PMID]
- [12] Hurley MV. The role of muscle weakness in the pathogenesis of osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am*. 1999; 25(2):283-98. [DOI:10.1016/S0889-857X(05)70068-5]
- [13] Lewek M, Rudolph K, Axe MS-ML. The effect of insufficient quadriceps strength on gait after anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Biomech*. 2002; 17(1):56-63. [DOI:10.1016/S0268-0033(01)00097-3]
- [14] Shelbourne KD F DA. Timing of surgery in acute anterior cruciate ligament tears on the return of quadriceps muscle strength after reconstruction using an autogenous patellar tendon graft. *Am J Sports Med*. 1995; 23(6):686-9. [DOI:10.1177/036354659502300609] [PMID]
- [15] Wasilewski SA, Covall DJ Cohen S. Effect of surgical timing on recovery and associated injuries after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 1993; 21(3):338-42. [DOI:10.1177/036354659302100302] [PMID]
- [16] Cosgarea AJ, Sebastianelli WJ, DeHaven KE. Prevention of arthrofibrosis after anterior cruciate ligament reconstruction using the central third patellar tendon autograft. *Am J Sports Med*. 1995; 23(1):87-92. [DOI:10.1177/036354659502300115] [PMID]
- [17] Taghizadeh M. [The relationship between anthropometric characteristics and hip joint flexibility among teenaged girls in football schools (Persian)]. *Research on Sports Medicine Technologies*. 1391; 2(4):1391-7.
- [18] Shelbourne KD, Nitz P. Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1992; 15(6):256-64. [DOI:10.2519/jospt.1992.15.6.256] [PMID]
- [19] Wilk KE, Andrews JR. Current concepts in the treatment of anterior cruciate ligament disruption. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1992; 15(6):279-93. [DOI:10.2519/jospt.1992.15.6.279] [PMID]
- [20] Shelbourne KD, Rowdon GA. Anterior cruciate ligament injury: The competitive athlete. *Sports Med*. 1994; 17(2):132-40. [DOI:10.2165/00007256-199417020-00005] [PMID]
- [21] Keays SL, Bullock-Saxton JE, Newcombe P, Bullock MI. The effectiveness of a pre-operative home-based physiotherapy programme for chronic anterior cruciate ligament deficiency. *Physiother Res Int*. 2006; 11(4):204-18. [DOI:10.1002/pri.341] [PMID]
- [22] Eitzen I, Holm I, Risberg MA. Preoperative quadriceps strength is a significant predictor of knee function two years after anterior cruciate ligament reconstruction. *Br J Sports Med*. 2009; 43(5):371-6. [DOI:10.1136/bjism.2008.057059] [PMID]
- [23] Shelbourne KD, Johnson BC. Effects of patellar tendon width and preoperative quadriceps strength on strength return after anterior cruciate ligament reconstruction with ipsilateral bone-patellar tendon-bone autograft. *Am J Sports Med*. 2004; 32(6):1474-8. [DOI:10.1177/0363546503262171] [PMID]
- [24] Kim DK, Hwang JH, Park WH. Effects of 4 weeks preoperative exercise on knee extensor strength after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Phys Ther Sci*. 2015; 27(9):2693-6. [DOI:10.1589/jpts.27.2693] [PMID] [PMCID]
- [25] Aggarwal A, Adhya B, Singh Dhillon M. Effectiveness of isokinetic exercises in preoperative anterior cruciate ligament tears rehabilitation. *J Postgrad Med, Edu Res*. 2016; 50(1):5-8. [DOI:10.5005/jp-journals-10028-1183]
- [26] Wilk KE, Arrigo CA. Rehabilitation principles of the anterior cruciate ligament reconstructed knee. *Clin Sports Med*. 2017; 36(1):189-232. [DOI:10.1016/j.csm.2016.08.012] [PMID]
- [27] Løgerstedt D, Lynch A, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Pre-operative quadriceps strength predicts IKDC2000 scores 6 months after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee*. 2013; 20(3):208-12. [DOI:10.1016/j.knee.2012.07.011] [PMID] [PMCID]
- [28] Grindem H, Granan LP, Risberg MA, Engebretsen L, Snyder-Mackler L, Eitzen I. How does a combined preoperative and postoperative rehabilitation programme influence the outcome of ACL reconstruction 2 years after surgery? A comparison between patients in the Delaware-Oslo ACL Cohort and the Norwegian National Knee Ligament Registry. *Br J Sports Med*. 2015; 49(6):385-9. [DOI:10.1136/bjsports-2014-093891] [PMID] [PMCID]
- [29] Moher D, Shamseer L, Clarke M, Ghersi D, Liberati A, Petticrew M, et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*. 2016; 20(2):148-60.