Journal of
Sport Biomechanics

Autumn 2024. Vol 10. Issue 3

Letter to the Editor

Advantages and Disadvantages of Different Surgical Grafts in Anterior Cruciate Ligament Injuries: A Letter to the Editor

Ebrahim Piri[1], ***AmirAli Jafarnezhadgero**[1], **Anders Stålman**[2]

1. Department of Sports Biomechanics, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
2. Department of Molecular Medicine and Surgery, Karolinska Institutet, Solna, Sweden.

Use your device to scan and read the article online

Citation: Piri E, Jafarnezhadgero AA, Stålman A. Advantages and Disadvantages of Different Surgical Grafts in Anterior Cruciate Ligament Injuries: A Letter to the Editor (Persian)]. Journal of Sport Biomechanics. 2024;10(3):254-260. https://doi.org/10.61186/JSportBiomech.10.3.254

https://doi.org/10.61186/JSportBiomech.10.3.254

CC BY NC

Article Info:

Received: 1 Feb. 2025

Accepted: 2 Feb. 2025

Available Online: 2 Feb. 2025

Keywords:

Anterior cruciate ligament, Surgery, Letter to the editor

ABSTRACT

Anterior Cruciate Ligament (ACL) injuries are among the most common sports and orthopedic injuries, significantly affecting an individual's physical performance. Treatment varies based on the severity of the injury and the patient's activity level. For partial tears or individuals with lower physical demands, non-surgical approaches—such as physiotherapy, muscle-strengthening exercises, and specialized knee braces—may be recommended. However, in cases of complete rupture, especially in professional athletes or those with high physical demands, surgery is often the preferred treatment option. Various surgical techniques are used for ACL reconstruction, including different grafting methods (autografts, allografts, and synthetic grafts), each with its own advantages and disadvantages. This article aims to provide orthopedic surgeons and specialists with a comprehensive comparison of these techniques, helping them choose the most suitable treatment method.

* ***Corresponding Author:***
AmirAli Jafarnezhadgero
Address: Department of Sports Biomechanics, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.
Tel: +98 (910) 5146214
E-mail: amiralijafarnezhad@gmail.com

Extended Abstract

Editor in Chief, Journal of Sport Biomechanics

Anterior cruciate ligament (ACL) injury is one of the most common knee injuries, often requiring reconstructive surgery. The choice of graft type significantly influences functional outcomes, complication rates, and return to activity. Commonly used grafts include autografts (from the patient), allografts (from a donor), and synthetic grafts (1). In this letter, we discuss the advantages and disadvantages of these graft types:

a) Autograft (Hamstring or Patellar Tendon): Advantages include a lower risk of disease transmission and better biological compatibility. However, disadvantages involve donor-site pain, hamstring muscle weakness, or knee issues associated with patellar tendon harvesting.

b) Allograft: This method shortens surgery time and eliminates the need for graft harvesting, making it suitable for patients with multiple injuries. However, drawbacks include the risk of disease transmission and potential graft failure due to thermal or chemical processing.

c) Synthetic Grafts: These innovative grafts eliminate the need for tissue harvesting and allow for faster recovery. However, their disadvantages include mechanical failure, inflammation, and limited suitability for high-intensity athletes.

The selection of a graft depends on patient-specific factors, including activity level and the surgeon's preference, as each graft differs in stiffness and biological integration (2).

For instance, ACL reconstruction with a hamstring graft is widely used in orthopedic surgery due to its biomechanical and biological advantages. This technique minimizes donor-site complications and provides long-term satisfactory outcomes. However, recent advances in surgical techniques, graft fixation, and rehabilitation protocols warrant re-evaluation of this approach. Firstly, while hamstring grafts are preferred for their minimal impact on the extensor mechanism, concerns remain regarding post-surgical hamstring strength deficits and re-injury risk (3). Studies suggest that targeted rehabilitation programs focused on hamstring strengthening can mitigate these risks and improve functional outcomes and graft durability.

Secondly, innovations in graft fixation techniques, such as adjustable-loop devices, have enhanced graft stability and reduced tunnel widening. These advancements, combined with precise surgical techniques like anatomical ACL reconstruction, facilitate better replication of native ligament biomechanics and may improve clinical outcomes (3, 4). Moreover, patient-specific factors—including age, activity level, and pre-existing joint conditions—play a crucial role in graft selection. Comparative studies on hamstring, patellar tendon, and quadriceps tendon grafts emphasize the need for individualized treatment planning to optimize outcomes. While hamstring grafts remain a cornerstone of ACL reconstruction, ongoing research and surgical advancements continue to refine treatment strategies. We encourage further investigations into the biomechanical properties of different graft types, considering factors such as age, sex, anthropometric characteristics, activity level, and rehabilitation duration. Addressing these variables is essential, as one of the greatest challenges in ACL surgery remains achieving ligament reconstruction while preserving its natural function and minimizing the long-term risk of knee osteoarthritis. Finally, we highlight key challenges for researchers to explore in future studies.

Challenges

1. **Mechanical and biological compatibility of grafts with the natural ligament**
   The anterior cruciate ligament (ACL) is a complex structure with unique mechanical and biological properties. None of the graft types—autografts, allografts, or synthetic grafts—can fully replicate the structure and function of the native ACL. The native ligament contains proprioceptive receptors essential for knee stability and function, which current grafts fail to replicate.
2. **Secondary injuries and osteoarthritis**
   Even after successful surgery, many patients develop knee osteoarthritis over time. The underlying causes remain unclear, but potential factors include altered knee loading, compensatory movement patterns, and graft limitations.
3. **Risk of re-injury and graft durability**
   Some patients, particularly professional athletes, experience graft failure after returning to high-intensity physical activity. Selecting the optimal graft type and surgical technique for long-term durability remains a major challenge.
4. **Optimizing the healing and recovery process**

Ligament reconstruction requires vascular and cellular integration within the graft. Research on biomaterials, growth factors, and tissue engineering is still in its early stages, with limited clinical applications.

Why these challenges remain unresolved

1. The ACL is a highly specialized structure, and no graft fully replicates its mechanical and biological complexity.
2. The development of osteoarthritis is influenced by multiple factors, necessitating long-term studies to identify its precise causes.
3. Safe return to sports and re-injury prevention depend on multiple factors, including surgical technique, rehabilitation protocols, and patient-specific characteristics.

Solutions and suggestions

- Advancements in tissue engineering and biomaterials to develop grafts that closely mimic the native ACL.
- Strengthening grafts with growth factors and gene therapy to enhance healing.
- Refining surgical techniques for more precise ligament reconstruction.
- Utilizing artificial intelligence to predict osteoarthritis and re-injury risk factors.

Conclusion

These challenges highlight the complexity of ACL reconstruction and present significant opportunities for future research. Current evidence indicates that no existing graft type can fully restore the native ACL's structure and function. When selecting a graft, factors such as the patient’s activity level, biological compatibility, and long-term durability against re-injury play a crucial role. Addressing these challenges requires continued innovation in surgical techniques, rehabilitation protocols, and biomaterials research.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This article is a letter to the editor and does not directly use any human or animal samples.

Funding

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

Authors' contributions

All authors equally contributed to the preparation of this article.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

نامه به سردبیر

مزایا و معایب انواع گرفت‌های جراحی در آسیب رباط صلیبی قدامی: نامه به سردبیر

ابراهیم پیری[۱]، *امیرعلی جعفرنژادگرو[۱]، آندرس استالمن[۲]

۱. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۲. گروه پزشکی مولکولی و جراحی، موسسه کارولینسکا، سولنا، سوئد.

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۳ بهمن ۱۴۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۴ بهمن ۱۴۰۳
تاریخ انتشار: ۱۴ بهمن ۱۴۰۳

چکیده

آسیب‌های رباط صلیبی قدامی (ACL)، یکی از شایع‌ترین صدمات ورزشی و آسیب‌های ارتوپدی هستند که می‌توانند تأثیرات جدی بر عملکرد فیزیکی فرد داشته باشند درمان این نوع آسیب‌ها بسته به شدت صدمه و سطح فعالیت بیمار متفاوت است. در مواردی که پارگی جزئی است یا فرد فعالیت‌های فیزیکی سنگینی ندارد، ممکن است روش‌های غیرجراحی مانند فیزیوتراپی، تمرینات تقویت‌کننده عضلات و استفاده از بریس‌های مخصوص برای تثبیت مفصل زانو توصیه شود. با این حال، در مواردی که پارگی کامل رخ داده باشد، به‌ویژه در ورزشکاران حرفه‌ای یا افرادی که به سطح بالایی از عملکرد فیزیکی نیاز دارند، جراحی معمولاً بهترین گزینه درمانی است. درمان این آسیب‌ها معمولاً به جراحی نیاز دارد و انواع مختلفی از تکنیک‌های جراحی برای ترمیم رباط صلیبی قدامی به کار گرفته می‌شود. این تکنیک‌ها شامل روش‌های مختلف گرافت‌برداری (گرفت‌های خودی، غیرخودی و شبه‌خودی) هستند که هرکدام مزایا و معایب خاص خود را دارند. هدف از این مقاله، بررسی و تحلیل مزایا و معایب انواع گرفت‌های جراحی مورد استفاده در ترمیم آسیب‌های رباط صلیبی قدامی است. با ارائه یک مقایسه جامع از روش‌های مختلف، این مقاله می‌کوشد تا به جراحان و متخصصان ارتوپدی اطلاعات دقیق‌تری در خصوص انتخاب روش درمانی مناسب در این زمینه ارائه دهد.

کلید واژه‌ها:
رباط صلیبی قدامی، جراحی،
نامه به سردبیر

***نویسنده مسئول:**
امیرعلی جعفرنژادگرو
آدرس: گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
تلفن: ۵۱۴۶۲۱۴ (۹۱۰) ۹۸+
ایمیل: amiralijafarnezhad@gmail.com

سردبیر محترم مجله بیومکانیک همدان

آسیب رباط صلیبی قدامی (ACL)، یکی از شایع‌ترین آسیب‌های زانو است که اغلب نیاز به جراحی بازسازی دارد. انتخاب نوع گرفت (پیوند) در این جراحی تأثیر چشمگیری بر نتایج عملکردی، میزان عوارض و بازگشت به فعالیت دارد. انواع رایج گرفت‌های مورد استفاده شامل گرفت اتوگرفت (از خود بیمار)، آلوگرفت (از اهداکننده) و گرفت‌های مصنوعی هستند (۱). در این نامه، به بررسی مزایا و معایب انواع گرفت‌ها می‌پردازیم:

الف) اتوگرفت (تاندون همسترینگ یا پاتلار): از مزایا اتوگرفت می‌توان به کاهش خطر انتقال بیماری، سازگاری زیستی بالاتر، اشاره نمود. درحالی‌که درد محل برداشت گرفت و ضعف عضلانی در تاندون همسترینگ یا مشکلات زانو در برداشت پاتلار از معایب این روش محسوب می‌گردد. ب) آلوگرفت: روشی که منجر به کاهش زمان جراحی و عدم نیاز به برداشت گرفت شده و راه‌حلی مناسبی برای بیماران با آسیب‌های چندگانه است. از معایب این نوع پیوند می‌توان به احتمال انتقال بیماری و افزایش ریسک ضعف پیوند به دلیل پردازش حرارتی یا شیمیایی اشاره نمود. ج) گرفت‌های مصنوعی: این نوع پیوند روش نوین در جراحی محسوب می‌گردد که عدم نیاز به برداشت بافت از بدن و بازیابی سریع‌تر را شامل می‌شود. از معایب آن می‌توان به خطر خرابی مکانیکی یا التهاب و کاربرد محدود در بیماران با فعالیت‌های شدید اشاره نمود. هر نوع گرفت بسته به شرایط بیمار، سطح فعالیت و ترجیح جراح انتخاب می‌شود. چراکه هر پیوندی حتی به لحاظ سفتی و ماهیت افرادی که تحت جراحی قرار می‌گیرند متفاوت است (۲). برای مثال بازسازی آسیب رباط صلیبی قدامی (ACL)، با استفاده از پیوند همسترینگ به دلیل مزایای بیومکانیکی و بیولوژیکی آن به یک عمل استاندارد در جراحی ارتوپدی تبدیل شده است. این روش عوارض ناحیه اهداکننده را کاهش می‌دهد و نتایج طولانی‌مدت رضایت‌بخشی را برای بیماران ارائه می‌دهد. با این‌حال، پیشرفت‌های اخیر در تکنیک‌های جراحی، روش‌های تثبیت پیوند و پروتکل‌های توان‌بخشی پس از عمل، نیاز به ارزیابی مجدد این رویکرد به‌طور گسترده اتخاذ شده دارد. بااین‌حال، اولاً، درحالی‌که پیوند همسترینگ به دلیل حداقل تأثیرشان بر مکانیسم‌های اکستنسور ترجیح داده می‌شود، نگرانی‌ها در مورد کمبود قدرت همسترینگ بعد از عمل و خطرات احتمالی آسیب مجدد باقی می‌ماند (۳). مطالعات اخیر نشان می‌دهد که برنامه‌های توان‌بخشی متناسب با تمرکز بر تقویت عضلات همسترینگ می‌تواند این خطرات را کاهش داده و هم بهبود عملکردی و هم دوام پیوند را افزایش دهد (۱، ۲). ثانیاً، نوآوری‌های اخیر در تکنیک‌های تثبیت پیوند، از جمله دستگاه‌های حلقه قابل تنظیم، پایداری پیوند را بهبود بخشیده و احتمال گشاد شدن تونل را کاهش داده است. این پیشرفت‌ها، همراه با تکنیک‌های جراحی دقیق مانند بازسازی آناتومیک ACL، امکان تکرار بهتر بیومکانیک رباط‌های بومی را فراهم می‌کند و به‌طور بالقوه منجر به نتایج بهتر می‌شود (۳، ۴).

درنهایت، می‌خواهیم توجه را به نقش عوامل خاص بیمار، مانند سن، سطح فعالیت و شرایط مفصلی از قبل موجود در تعیین انتخاب بهینه پیوند جلب کنیم. مطالعات مقایسه‌ای بین همسترینگ و سایر انواع پیوند، مانند تاندون کشکک یا تاندون چهار سر ران، اهمیت برنامه‌ریزی درمانی فردی را برای دستیابی به نتایج مطلوب برجسته می‌کند. در نتیجه، درحالی‌که استفاده از پیوند همسترینگ سنگ بنای بازسازی ACL است، تحقیقات و پیشرفت‌های مداوم در تکنیک‌های جراحی فرصت‌هایی را برای بهبود بیشتر نتایج بیمار ارائه می‌دهد. لذا به همه علاقمندان و پژوهشگران حوزه توان‌بخشی زانو پیشنهاد می‌شود اثرات انواع گرفت‌ها را با سنجش دقیق وضعیت بدنی بیماران بسته به سن، جنس، ویژگی‌های آنتروپومتریکی، سطح فعالیت بدنی و مدت زمان توان‌بخشی مورد بررسی قرار دهند. چراکه یکی از چالش‌های عمده در جراحی رباط صلیبی قدامی که هنوز به‌طور کامل حل نشده، بازسازی یا ترمیم رباط با حفظ عملکرد طبیعی و کاهش خطر آرتروز زانو در بلندمدت است. در ادامه چالش‌های مناسبی برای شروع کارهای تحقیقاتی پژوهشگران ارائه شده است.

چالش‌ها:

۱. تطابق مکانیکی و زیستی گرفت با رباط طبیعی:

رباط صلیبی قدامی یک ساختار پیچیده با خصوصیات مکانیکی و زیستی منحصر به فرد است. هیچ‌کدام از انواع گرفت‌ها، چه اتوگرافت، چه آلوگرافت و چه گرفت‌های مصنوعی، نمی‌توانند به‌طور کامل عملکرد و ساختار طبیعی رباط را بازسازی کنند.

رباط طبیعی دارای حسگرهای مکانیکی (پروپریوسپشن) است که نقش مهمی در حفظ ثبات و عملکرد زانو دارند. گرفت‌های فعلی نمی‌توانند این حسگرها را بازسازی کنند.

۲. آسیب‌های ثانویه و آرتروز:

حتی پس از جراحی موفقیت‌آمیز، بسیاری از بیماران در طولانی‌مدت دچار آرتروز زانو می‌شوند. علت این امر هنوز به‌طور کامل مشخص نیست، اما تئوری‌هایی مانند تغییر در بارگذاری زانو، جبران نادرست حرکات و ناکارآمدی گرفت مطرح هستند.

۳. ریسک پارگی مجدد و دوام پیوند:

برخی بیماران، به‌ویژه ورزشکاران حرفه‌ای، پس از بازگشت به فعالیت‌های شدید دچار پارگی مجدد رباط می‌شوند. انتخاب بهترین نوع گرفت و تکنیک جراحی که دوام بیشتری داشته باشد، همچنان چالشی جدی است.

۴. بهینه‌سازی فرآیند ترمیم و بهبود:

فرآیند بازسازی رباط با گرفت نیازمند رشد سلول‌ها و عروق در ساختار جدید است. تحقیقات روی موادی که این فرآیند را تسهیل کنند (مانند فاکتورهای رشد یا مهندسی بافت) در مراحل ابتدایی است و هنوز نتایج کاملاً کاربردی ندارند.

چرا این چالش‌ها حل نشده است؟

۱- رباط صلیبی ساختاری چندوجهی است که به‌صورت مکانیکی و زیستی عمل می‌کند. تاکنون علم نتوانسته گرفت‌هایی تولید کند که تمامی این ویژگی‌ها را شبیه‌سازی کند. ۲- فرآیندهای بلندمدت (مانند آرتروز) به عوامل زیادی وابسته هستند و نیاز به پژوهش‌های طولانی‌مدت برای یافتن علت دقیق دارند. ۳- بازگشت به ورزش و جلوگیری از آسیب مجدد موضوعی پیچیده است که به تکنیک جراحی، توان‌بخشی و ویژگی‌های فردی بیمار بستگی دارد.

راه‌حل‌ها و پیشنهادها:

پیشرفت در مهندسی بافت و استفاده از بیومتریال‌ها برای ساخت گرفت‌هایی نزدیک به ساختار طبیعی رباط.

تقویت گرفت‌ها با استفاده از فاکتورهای رشد و ژن‌درمانی برای بهبود ترمیم.

طراحی تکنیک‌های جراحی جدید برای بازسازی دقیق‌تر.

استفاده از هوش مصنوعی برای پیش‌بینی عوامل خطر آرتروز و پارگی مجدد.

نتیجه‌گیری نهایی

این چالش‌ها نشان‌دهنده پیچیدگی بازسازی رباط صلیبی است و فرصت‌های زیادی برای تحقیقات آینده فراهم می‌کند. مرور انواع پیوندهای مورد استفاده در بازسازی ACL نشان می‌دهد که هیچ‌کدام از روش‌های موجود به‌طور کامل قادر به بازگرداندن ساختار و عملکرد طبیعی رباط نیستند. در انتخاب نوع پیوند، عواملی مانند سطح فعالیت بیمار، میزان سازگاری بیولوژیکی و دوام در برابر پارگی مجدد نقش کلیدی دارند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مقاله از نوع نامه به سردبیر است و مستقیماً از هیچ نمونه انسانی یا حیوانی در آن استفاده نشده است.

حامی مالی

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

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش همه بخش‌های پژوهش حاضر مشارکت داشته‌اند.

تعارض

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

Reference

1. Aziminia M, Abbasi A. Comparing Trunk and Lower Extremity Kinematic Variables during Side-Cutting Maneuver in Healthy and Anterior Cruciate Ligament Reconstructed Athletes. Journal of Sport Biomechanics. 2022;8(1):50-64. [DOI:10.52547/JSportBiomech.8.1.3]

2. Yalfani A, Ebrahimi Atri A, Taghizadeh Kermani M. The Effectiveness of Preoperative Exercises on the Outcomes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review. Journal of Sport Biomechanics. 2019;5(3):188-199. [DOI:10.32598/biomechanics.5.3.6]

3. Spindler KP, Kuhn JE, Freedman KB, Matthews CE, Dittus RS, Harrell Jr FE. Anterior cruciate ligament reconstruction autograft choice: bone-tendon-bone versus hamstring: does it really matter? A systematic review. The American journal of sports medicine. 2004;32(8):1986-1995. [DOI:10.1177/0363546504271211] [PMID]

4. Samuelsson K, Andersson D, Karlsson J. Treatment of anterior cruciate ligament injuries with special reference to graft type and surgical technique: an assessment of randomized controlled trials. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery. 2009;25(10):1139-1174. [DOI:10.1016/j.arthro.2009.07.021] [PMID]