

Ön Çapraz Bağ Cerrahi Zamanlamasının Artrofibrozis ve Spora Dönüşe Etkisi – Derleme

Effect of Anterior Cruciate Ligament Surgery Timing on Arthrofibrosis and Return to Sports - Review

Esedullah AKARAS^{1 A,B,C,D,E,F}, Nevin A. GÜZEL^{2 B,D,G}

¹Erzurum Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Erzurum, Türkiye

²Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara, Türkiye

ÖZ

Tüm bağ yaralanmalarının yaklaşık %50'sini oluşturan ön çapraz bağ (ÖÇB) yaralanmaları, diz ekleminde meydana gelen en sık yaralanmalardandır ve yılda 100.000 kişide 30 kişi oranında görülme sıklığına sahiptir. Bu oran ÖÇB rekonstrüksiyon cerrahisini en sık yapılan ortopedik prosedürler arasına sokmaktadır. ÖÇB rekonstrüksiyonundan sonra iyi planlanıp uygulanan bir rehabilitasyon programı cerrahinin başarısını ortaya koyması açısından oldukça önemlidir. Cerrahi yaklaşım genellikle olumlu sonuçlar vermektedir, ancak ameliyat sonrası gelişmesi muhtemel komplikasyonlar hastanın iyileşmesini, tedavinin seyrini ve spora dönüşü olumsuz olarak etkileyebilmektedir. Bu yaralanma ve cerrahi uygulama sıklığı ÖÇB üzerine daha detaylı araştırmalar yapılmasını zorunlu hale getirmektedir. Bu eğitici derleme; ÖÇB yaralanması sonrası cerrahinin zamanlaması, sonrasında gelişebilen artrofibrozis ve spora dönüşe etkisi üzerine kanıtlar sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu, Artrofibrozis, Spora dönüş, Ön çapraz bağ cerrahi zamanlama.

ABSTRACT

Anterior cruciate ligament (ACL) injuries constitute approximately 50% of all ligament injuries. Although it is the most frequently injured ligament in the knee joint, it has an incidence of approximately 30 per 100,000 people per year. Because of this rate, ACL reconstruction surgery is among the most frequently performed orthopedic procedures. A well-planned and implemented rehabilitation program after ACL reconstruction is very important in terms of demonstrating the success of the surgery. ACL surgery generally yields good results but the occurrence of postoperative complications may adversely affect the recovery of the patient, the course of treatment and return to sports. This frequent occurrence necessitates more detailed research on ACL. This educational review provides evidence on the timing of ACL reconstruction surgery, subsequent arthrofibrosis, and its effect on returning to sports.

Key Words: Anterior cruciate ligament reconstruction, Arthrofibrosis, Return to sports, Anterior cruciate ligament surgery timing.

1. GİRİŞ

Her geçen gün daha fazla sayıda insanın farklı spor türlerine katılması, yapılan sporlarda artan hız ve güç gereksinimi, beraberinde artan sayıda ön çapraz bağ (ÖÇB) yaralanmasına yol açmaktadır. Genel olarak, diz fonksiyonunu eski haline getirmek ve atletik aktiviteye geri dönmek, sağlam rotasyonel diz stabilitesi gerektirir. Bu nedenle, erken anatomik ÖÇB rekonstrüksiyonu sıklıkla tavsiye edilmektedir (1).

Sorumlu Yazar: Esedullah AKARAS

Erzurum Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Erzurum, Türkiye
esedullahakaras@gazi.edu.tr

Geliş Tarihi: 24.09.2021 – Kabul Tarihi: 23.11.2021

Yazar Katkıları: A) Fikir/Kavram, B) Tasarım, C) Veri Toplama ve/veya İşleme, D) Analiz ve/veya Yorum, E) Literatür Taraması, F) Makale Yazımı, G) Eleştirel İnceleme

Bir ÖÇB yaralanmasının ardından, üç farklı hasta yanıtı gözlemlenir: 1.grup “başarılı” cerrahi ve subjektif instabilite olmaksızın yaralanma öncesi seviyelere dönebilir; 2.grup "orta (idare eder)" subjektif instabiliteden kaçınmak için aktivite seviyesini düşürür ve 3.grup “başarısız” subjektif instabilite nedeniyle yaralanma öncesi aktivite seviyelerine geri dönemez (2). ÖÇB tedavisi sonucunda başarılı olanları başarısız olanlardan ayırt etmek için atlama testleri, kuadriçeps kas kuvveti ve genel diz fonksiyonunu ölçen anketler geliştirilmiştir. Ancak, literatürde bildirilen gerçek başarı oranı düşüktür. Bu yüzden Hurd ve arkadaşları; subakut ÖÇB yaralanması olan yüksek derecede aktif 345 hastaya prospektif olarak bazılarını cerrahi uygulanmış bazılarını da konservatif tedavi uygulanmıştır (3). Bireylere yapılan test sonuçlarına göre, (genel işlev, çeşitli atlama testleri ve subjektif instabilite açısından), 146 hasta potansiyel olarak başarısız olarak sınıflandırılmıştır. 10 yıllık takip sonucunda, önceden belirlenmiş olan başarılı bireylerin %93'üne ise ÖÇB rekonstrüksiyonu uygulanmıştır (3). Bu nedenle, atlama veya pivot sporlarına geri dönmek isteyen genç, aktif hastalarda ÖÇB rekonstrüksiyonu tercih edilen tedavi olmaya devam etmektedir (4). Ameliyatsız (konservatif) tedavi edilen bireylerin spora dönüş oranlarının daha düşük olduğu (%10-30) göz önüne alındığında cerrahi hala birinci seçenek olarak tercih edilmektedir (5,6).

Spora dönüş, tartışmasız üst düzey sporcular için en önemli kriterdir. Genel olarak, ÖÇB rekonstrüksiyonundan sonra hastaların sadece %65'i yaralanma öncesi spor seviyelerine geri dönerken, %55'i rekabet içeren sporlara geri dönmektedir (7). Bununla birlikte, üst düzey sporcularda (futbol, basketbol) ÖÇB rekonstrüksiyonundan sonra spora dönüş oranları %78 ile %90 arasında değişmektedir (8-10). 121 aktif genç bireyin yer aldığı yakın tarihli bir randomize kontrollü çalışmada, 59 hastaya isteğe bağlı olarak gecikmiş ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılmış. Konservatif olarak tedavi edilen hastaların %40'ı 2 yıl sonra, %51'i ise 5 yıl sonra gecikmiş bir rekonstrüktif prosedürü tercih etmişler ancak bunun sonuçları daha fazla menisküs problemlerine ve cerrahisine neden olmuştur. Aynı çalışmada ameliyattan 2 yıl sonra yaralanma öncesi aktivite düzeyine dönüşün %36 oranında gerçekleştiği gösterilmiştir (11). Ayrıca fiziksel aktivite düzeyleri, ağır iş yapma kapasiteleri ve rekreasyonel aktivitelere katılma oranlarının da bariz bir şekilde azaldığı ifade edilmiştir.

ÖÇB rekonstrüksiyonunun ideal zamanlaması tartışmalıdır ve eşlik eden menisküs yırtıkları, artrofibrozis insidansı, tam aktiviteye dönüş ve ekonomik faktörler gibi nedenler arasındaki etkileşimden etkilenmektedir. Geleneksel görüş, dizin yaralanma sonrası "dinlenmesine", ödemin azalmasına ve hareket açıklığının yeniden kazanılmasına izin vermek için ameliyatın en az 6 hafta ertelenmesini önermekte ve erken cerrahinin artrofibroz riskini arttırdığı söylenmektedir (12-14). Osteoartrit; hem operatif hem de konservatif tedaviden sonra görülür. Osteoartritin; ÖÇB hasarlı dizlerde sinovyal sıvıdaki inflamatuvar, kondrodejeneratif sitokinlerin artmasıyla ilişkili olabileceği vurgulanmaktadır (15,16). Bu durum, klinik sonuçların olumsuz bir göstergesi olarak tanımlanan daha yüksek proinflamatuvar sitokin seviyeleri için geçerli olmaktadır (17). Postoperatif dönemdeki riskleri azaltmak amacıyla preop rehabilitasyon programı uygulamak; daha kısa sürede inflamasyonu, efüzyonu azaltmak ve normal hareket aralığını eski haline getirmek amacıyla tercih edilir hale gelmiştir.

Artrofibrozis

Artrofibrozisin evrensel bir tanımı olmamasına rağmen; diz travması veya rekonstrüktif cerrahi sonrası eklem hareket açıklığı kaybı olarak tanımlanabilir. ÖÇB rekonstrüksiyonunu

takiben %2-38 oranında bildirilen artrofibrozis önemli bir komplikasyondur. Rekonstrüksiyon zamanlamasının önemli bir faktör olduğu düşünülse de, ameliyat tekniği, ameliyat öncesi eklem hareket açıklığının azalması, greft boyutu, greft tipi, çentik tipi ve kemik morfolojisi, ameliyat sonrası yetersiz rehabilitasyon ve hasta uyumu da önemli etmenlerdendir (18-21).

Artrofibroze neden olan faktörler, genetik yatkınlık, çoklu bağ yaralanması, çıkıklar, ilişkili enfeksiyon ve sinovit gibi unsurlardır. Artrofibroze katkıda bulunan cerrahi faktörler, cerrahinin zamanlaması, ameliyat öncesi hareket açıklığı, greftin yanlış yerleştirilmesi, aşırı greft gerilimi, ilişkili ekstra-artiküler prosedür ve menisküs onarımıdır. Uzun süreli immobilizasyon, zayıf rehabilitasyon, refleks sempatik distrofi, enfeksiyonlar ve sinovit ile komplike olan postoperatif faktörler de artrofibroze katkıda bulunabilir. Erken teşhis muhtemelen en önemli müdahale olsa da, artrofibrozis tedavisi sık denetimli fizik tedaviden anestezi altında manipülasyona ve adezyonların artroskopik lizisine kadar uzanır (22).

Shelbourne ve arkadaşları artrofibrozisi diz sertliğinin modeline ve şiddetine göre sınıflandırmışlardır (Tablo I) ve Tip 3 ve 4 artrofibrozisin cerrahi müdahale için endike olduğunu bildirmişlerdir (23).

Tablo I. Artrofibrozis Sınıflaması

Tip	Ekstansiyon	Fleksiyon	Patella Mobilitesi
Tip 1	<10° ekstansiyon kaybı	Normal fleksiyon	Normal
Tip 2	>10° ekstansiyon kaybı	Normal fleksiyon	Normal
Tip 3	>10° ekstansiyon kaybı	>25° fleksiyon kaybı	Azalmış
Tip 4	>10° ekstansiyon kaybı	>30° fleksiyon kaybı	Azalmış mobilite ve patella aşağı doğru kaymış

1990'lardan itibaren literatüre bakıldığında, ÖÇB cerrahi zamanlaması ve artrofibrozis insidansını ile yapılan çalışmaların çoğunda ÖÇB rekonstrüksiyonu için açık cerrahi yöntem kullanılmıştır. Artroskopik yaklaşıma kıyasla açık yapılan cerrahi tekniği, daha fazla postoperatif ağrı ve daha yavaş postoperatif rehabilitasyon ile ilişkilendirilebilir; bu nedenle artrofibrozis üzerindeki etkisi şaşırtıcı değildir (24). Ancak günümüzde artroskopik yaklaşım, anatomik ÖÇB rekonstrüksiyonu için altın standart olarak görülmektedir (25,26).

Geçmişteki çalışmalar, sıklıkla ÖÇB hasarından cerrahiye kadar geçen sürenin bir sonucu olarak artrofibrozis riskini bildirmiştir. Örneğin, Shelbourne ve arkadaşları (13), yaralanmadan sonraki 1 hafta içinde cerrahi olarak tedavi edilen sporcularda önemli ölçüde daha yüksek artrofibrozis riski bildirmiştir. Bununla birlikte, daha yakın tarihli çalışmalar, dizin enflamatuar durumunun, artrofibrozis riski açısından daha önemli bir belirleyicisi olduğu ve yaralanmadan sonraki ilk hafta içinde yapılan rekonstrüksiyonun, postoperatif hareket komplikasyonları riskinde artış olmadan güvenli bir şekilde yapılabileceği sonucuna varmıştır (20,27-29). Fakat yine de, ÖÇB rekonstrüksiyonunun zamanlaması ile artrofibrozis insidansı arasında net bir ilişki bulunması zor görülmektedir (28,30,31).

Cerrahi zamanlamanın tanımı literatürde değişiklik göstermektedir (28). Postoperatif artrofibrozis insidansı için zamanlama tek önemli nokta olmasa da, cerrahinin gecikmesi, menisküs ve eklem kıkırdağında problemlere neden olabilmektedir (32). Literatürde erken

tanımı 48 saat ile 3 hafta arasında değişmektedir (30,31). Hastaları 48 saat içinde görmek her zaman mümkün olmasa da, hastaların büyük çoğunluğu genellikle yaralanmadan sonraki ilk hafta içinde ortopedistler tarafından değerlendirilmektedir. Bu bir haftalık dönem de bireyin değerlendirmesinin ameliyata karar vermede önemli olduğu ifade edilmektedir(33).

Rekreasyonel aktivite düzeyi yüksek 70 hasta, 3 ve 6 aylık takipten sonra, ÖÇB rekonstrüksiyonunun zamanlamasına odaklanarak eklem hareket açıklığı ve KOOS (Diz İncinme ve Osteoartrit Skoru), Lysholm ve Tegner aktivite skorları açısından karşılaştırılmış. Travmadan sonraki 8 gün içinde “erken” ve 6-10 hafta sonra “gecikmeli” olarak tanımlanmıştır. 3 aylık takipte, gruplar arasında hareket açıklığında belirgin bir fark olmadığı; ancak ameliyattan 6 ay sonra, “erken” rekonstrüksiyon grubunda uyluk kaslarında daha az kas hipotrofisi olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, ekonomik yük ile ilgili olarak, gecikmiş bir ÖÇB rekonstrüksiyonunun, ilk yıl içinde “erken” rekonstrüksiyona kıyasla önemli ölçüde daha fazla hastalık izni günü (89'a karşı 57 gün) ile ve daha yüksek dolaylı maliyetlerle sonuçlandığı ifade edilmiştir (31). Bu, ÖÇB rekonstrüksiyonunun ameliyatsız tedaviye kıyasla daha uygun maliyetli olduğunu gösteren önceki literatürle uyumlu görünmektedir.

Yapılan bir başka çalışmada; ACL rekonstrüksiyonu sonrası artrofibrozis ile ilgili yedi yıllık takip sonucunda, artrofibrozis ile ilişkilendirilebilecek faktörlerin; ameliyat öncesi sınırlı hareket açıklığı, ameliyat süresi ve cinsiyetin kadın olması olduğunu göstermektedir (22). Ancak bu faktörlerin artrofibrozis ile ilişkisini belirlemek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Bu sınırlı gözlemlerle, bir ACL rekonstrüksiyonunu takiben artrofibrozis insidansı; kapsamlı preoperatif değerlendirme, uygun hasta seçimi, cerrahi öncesi ROM'un restorasyonu ve cerrahinin uygun zamanlamasını içeren uygun önleyici tedbirlerle daha da azaltılabilir (22).

ACL Cerrahi Zamanlamasının Spora Dönüş Etkisi

Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonunun amaçları, ÖÇB ve dizin yapısını ve işlevini eski haline getirmek, yeniden yaralanmayı ve gelecekte erken travma sonrası osteoartrit gelişimini önlemek ve yaralanma öncesi spor katılımına güvenli dönüşü sağlamaktır. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre, ÖÇB rekonstrüksiyonunu takiben spora dönüş gibi sonuçların değerlendirilmesine, bireyin sağlıkla ilgili değerlendirmesine göre daha fazla önem verilmelidir (34). Ayrıca, sakatlık öncesi spora geri dönüşün tek başına ÖÇB rekonstrüksiyonu için önemli bir sonuç olmadığı (35), özellikle kesme, döndürme ve atlama manevralarını içeren sporlara dönüşün daha önemli olduğu vurgulanmaktadır (36,37).

Oldukça önemli olmasına rağmen, ÖÇB rekonstrüksiyonundan sonra spor katılımının yaralanma öncesi seviyesine dönüş oranı hala net olarak bilinmemektedir. Kısa süreli takipte önceki literatürde bildirilen oranlar %24 ile %92 arasında geniş bir aralıkta değişmektedir (38, 39). Ardern ve ark. ÖÇB rekonstrüksiyonundan 2-7 yıl sonra yapılan takipte yaralanma öncesi sporlara dönüş oranının sadece %45 olduğunu göstermiştir (7). Ek olarak, 12. ayda rekabet içeren sporlara geri dönen sporcuların tam performans gösteremediği ifade edilmektedir. Bu durum ameliyattan sonra 12 ayın spora dönüşü doğru bir şekilde değerlendirmek için çok erken olabileceğini düşündürmektedir. Webster ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, ÖÇB rekonstrüksiyonu yapılan bireylerin ameliyat hemen sonrasında %84'ünün yaralanma öncesi spor seviyelerine geri dönmelerinden beklendiği, fakat cerrahiden 12 ay sonra bu hastaların sadece %24'ünün gerçekten sportif aktivitelere geri döndüğünü ve 12. ay sonunda tüm hastaların %15'inin sporu bırakmaya karar verdiğini göstermiştir (39).

Yapılan çalışmalarda bildirilen spora dönüş oranlarındaki tutarsızlık ve “yaralanma öncesi” spor seviyelerine düşük oranda dönüş tam olarak açıklanmamıştır. Bildirilen sportik aktivitelere geri dönüş oranlarındaki tutarsızlık için önerilen bir açıklama, spora dönüşün oybirliğiyle yapılan bir tanımının olmamasıdır (40). Bir başka neden de spora katılım sonuçlarının genellikle nüfus düzeyinde değerlendirilmesi olabilir. Çalışmalar arasındaki popülasyonların farklı olduğunu (örn. elit profesyonel sporculara karşı eğlence amaçlı sporcular) ve birçok farklı değişkenin (hem fiziksel hem de psikolojik) bir sporcunun spora geri dönme kararını ve yeteneğini etkilediğini düşünmek önemlidir. Bu nedenle, genelleştirilmiş popülasyona dayalı oranlardan ziyade, bireysel hasta için spora dönüşü öngörebilecek değişkenleri belirlemek daha uygun görünmektedir.

Birden fazla çalışma, bir bireyin spora dönüş kararıyla ilişkili olabilecek demografik faktörleri, fiziksel bozuklukları, fonksiyonel ve psikososyal önlemleri araştırmıştır. Ancak bu çalışmalar ameliyat sonrası döneme odaklandığından, belirlenen değişkenler spora dönüş için belirleyici etmenlerden ziyade karar kriterleri olarak değerlendirilmelidir (41,42).

2. SONUÇ

ÖÇB cerrahisinin erken mi geç mi olacağı sorusu hala net olarak cevaplanabilmiş değildir. Eski çalışmalar artrofibrozis riskini önlemek için üç hafta süreyle beklemeyi savunurken daha güncel çalışmalar daha erken cerrahi önermektedir. Erken cerrahi ile ister sedanter birey ister üst düzey sporcu olsun, ÖÇB tedavisinin ana hedeflerine (eklem stabilitesinin ve diz fonksiyonunun restorasyonunu sağlamak ve artrofibrozis, menisküs, kıkırdak yaralanması ve osteoartrit gelişimi) ulaşmak daha kolay olmaktadır. Genç ve aktif popülasyonda ÖÇB yaralanmalarını tedavi eden ortopedistler için cerrahi büyük değer taşımaktadır. ÖÇB yaralanmalarının ameliyatsız tedavisi daha az aktif hastalarda kesinlikle tartışılabilir (20); ancak, genç ve aktif bir sporcuya erken anatomik ÖÇB rekonstrüksiyonu sunmanın dışında herhangi bir seçenek hastalarımıza zarar verebilir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKLAR

1. Musahl, V., Diermeier, T., de SA, D., & Karlsson, J. (2020). ACL surgery: when to do it?. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 28(7), 2023-2026.
2. Noyes, F. R., Barber, S. D., & Mangine, R. E. (1991). Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. *The American journal of sports medicine*, 19(5), 513-518.
3. Hurd, W. J., Axe, M. J., & Snyder-Mackler, L. (2008). A 10-year prospective trial of a patient management algorithm and screening examination for highly active individuals with anterior cruciate ligament injury: part 2, determinants of dynamic knee stability. *The American journal of sports medicine*, 36(1), 48-56.
4. Musahl, V., & Karlsson, J. (2019). Anterior cruciate ligament tear. *New England Journal of Medicine*, 380(24), 2341-2348.

5. Fitzgerald, G. K., Axe, M. J., & Snyder-Mackler, L. (2000). A decision-making scheme for returning patients to high-level activity with nonoperative treatment after anterior cruciate ligament rupture. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 8(2), 76-82.
6. Scavenius, M., Bak, K., Hansen, S., Nørring, K., Jensen, K. H., & Jørgensen, U. (1999). Isolated total ruptures of the anterior cruciate ligament—a clinical study with long-term follow-up of 7 years. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 9(2), 114-119.
7. Ardern, C. L., Taylor, N. F., Feller, J. A., & Webster, K. E. (2014). Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. *British journal of sports medicine*, 48(21), 1543-1552.
8. Gobbi, A., Mahajan, S., Zanazzo, M., & Tuy, B. (2003). Patellar tendon versus quadrupled bone-semitendinosus anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective clinical investigation in athletes. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 19(6), 592-601.
9. Lai, C. C., Ardern, C. L., Feller, J. A., & Webster, K. E. (2018). Eighty-three per cent of elite athletes return to preinjury sport after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review with meta-analysis of return to sport rates, graft rupture rates and performance outcomes. *British journal of sports medicine*, 52(2), 128-138.
10. Waldén, M., Häggglund, M., Magnusson, H., & Ekstrand, J. (2011). Anterior cruciate ligament injury in elite football: a prospective three-cohort study. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*, 19(1), 11–19.
11. Frobell, R. B., Roos, E. M., Roos, H. P., Ranstam, J., & Lohmander, L. S. (2010). A randomized trial of treatment for acute anterior cruciate ligament tears. *New England Journal of Medicine*, 363(4), 331-342.
12. Harner, C. D., Irrgang, J. J., Paul, J., Dearwater, S., & Fu, F. H. (1992). Loss of motion after anterior cruciate ligament reconstruction. *The American journal of sports medicine*, 20(5), 499-506.
13. Shelbourne, K. D., Wilckens, J. H., Mollabashy, A., & DeCarlo, M. (1991). Arthrofibrosis in acute anterior cruciate ligament reconstruction: the effect of timing of reconstruction and rehabilitation. *The American journal of sports medicine*, 19(4), 332-336.
14. Wasilewski, S. A., Covall, D. J., & Cohen, S. (1993). Effect of surgical timing on recovery and associated injuries after anterior cruciate ligament reconstruction. *The American journal of sports medicine*, 21(3), 338-342.
15. Lattermann, C., Conley, C. E. W., Johnson, D. L., Reinke, E. K., Huston, L. J., Huebner, J. L., et al. (2018). Select biomarkers on the day of anterior cruciate ligament reconstruction predict poor patient-reported outcomes at 2-year follow-up: a pilot study. *BioMed research international*, 2018.
16. Palmieri-Smith, R. M., & Lepley, L. K. (2015). Quadriceps strength asymmetry after anterior cruciate ligament reconstruction alters knee joint biomechanics and functional performance at time of return to activity. *The American journal of sports medicine*, 43(7), 1662-1669.
17. Lattermann, C., Jacobs, C. A., Bunnell, M. P., Jochimsen, K. N., Abt, J. P., Reinke, E. K., et al. (2017). Logistical challenges and design considerations for studies using acute anterior cruciate ligament injury as a potential model for early posttraumatic osteoarthritis. *Journal of Orthopaedic Research*, 35(3), 641-650.
18. DeHaven, K. E., Cosgarea, A. J., & Sebastianelli, W. J. (2003). Arthrofibrosis of the knee following ligament surgery. *Instructional course lectures*, 52, 369-381.

19. Cosgarea, A. J., Sebastianelli, W. J., & DeHaven, K. E. (1995). Prevention of arthrofibrosis after anterior cruciate ligament reconstruction using the central third patellar tendon autograft. *The American journal of sports medicine*, 23(1), 87-92.
20. Gillespie, M. J., Friedland, J., & Dehaven, K. E. (1998). Arthrofibrosis: etiology, classification, histopathology, and treatment. *Operative Techniques in Sports Medicine*, 6(2), 102-110.
21. Mayr, H. O., Weig, T. G., & Plitz, W. (2004). Arthrofibrosis following ACL reconstruction—reasons and outcome. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*, 124(8), 518-522.
22. Rushdi, I., Sharifudin, S., & Shukur, A. (2019). Arthrofibrosis following anterior cruciate ligament reconstruction. *Malaysian orthopaedic journal*, 13(3), 34.
23. Shelbourne, K. D., Patel, D. V., & Martini, D. J. (1996). Classification and management of arthrofibrosis of the knee after anterior cruciate ligament reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine*, 24(6), 857-862.
24. Fu, F. H., Bennett, C. H., Lattermann, C., & Ma, C. B. (1999). Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction. *The American journal of sports medicine*, 27(6), 821-830.
25. Fu, F. H., van Eck, C. F., Tashman, S., Irrgang, J. J., & Moreland, M. S. (2015). Anatomic anterior cruciate ligament reconstruction: a changing paradigm. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 23(3), 640-648.
26. van Eck, C. F., Gravare-Silbernagel, K., Samuelsson, K., Musahl, V., van Dijk, C. N., Karlsson, J., et al. (2013). Evidence to support the interpretation and use of the anatomic anterior cruciate ligament reconstruction checklist. *JBJS*, 95(20), e153.
27. Bottoni, C. R., Liddell, T. R., Trainor, T. J., Freccero, D. M., & Lindell, K. K. (2008). Postoperative range of motion following anterior cruciate ligament reconstruction using autograft hamstrings: a prospective, randomized clinical trial of early versus delayed reconstructions. *The American Journal of Sports Medicine*, 36(4), 656-662.
28. Kwok, C. S., Harrison, T., & Servant, C. (2013). The optimal timing for anterior cruciate ligament reconstruction with respect to the risk of postoperative stiffness. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 29(3), 556-565.
29. Millett, P. J., Wickiewicz, T. L., & Warren, R. F. (2001). Motion loss after ligament injuries to the knee: Part I: causes. *The American journal of sports medicine*, 29(5), 664-675.
30. Eriksson, K., von Essen, C., Jönhagen, S., & Barenius, B. (2018). No risk of arthrofibrosis after acute anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 26(10), 2875-2882.
31. Herbst, E., Hoser, C., Gföller, P., Hepperger, C., Abermann, E., Neumayer, K., et al. (2017). Impact of surgical timing on the outcome of anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 25(2), 569-577.
32. Newman, J. T., Carry, P. M., Terhune, E. B., Spruiell, M. D., Heare, A., Mayo, M., et al. (2015). Factors predictive of concomitant injuries among children and adolescents undergoing anterior cruciate ligament surgery. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(2), 282-288.
33. İyetin, Y., Özturan, B., & Poyanlı, (2020) O. Ş. Ön çapraz bağ yaralanmasında cerrahi zamanlama. *Totbid*, 550-554
34. Muller, B., Yabroudi, M. A., Lynch, A., Popchak, A. J., Lai, C. L., van Dijk, C. N., et al. (2022). Return to preinjury sports after anterior cruciate ligament reconstruction is predicted by five independent factors. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 30(1), 84-92.

35. Lynch, A. D., Logerstedt, D. S., Grindem, H., Eitzen, I., Hicks, G. E., Axe, M. J., et al. (2015). Consensus criteria for defining ‘successful outcome’ after ACL injury and reconstruction: a Delaware-Oslo ACL cohort investigation. *British journal of sports medicine*, 49(5), 335-342.
36. Diermeier, T., Rothrauff, B. B., Engebretsen, L., Lynch, A. D., Ayeni, O. R., Paterno, M. V., et al. (2020). Treatment after anterior cruciate ligament injury: panther symposium ACL treatment consensus group. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 8(6), 2325967120931097.
37. Grevnerts, H. T., Fältström, A., Sonesson, S., Gauffin, H., Carlford, S., & Kvist, J. (2018). Activity demands and instability are the most important factors for recommending to treat ACL injuries with reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 26(8), 2401-2409.
38. Ardern, C. L., Webster, K. E., Taylor, N. F., & Feller, J. A. (2011). Return to the preinjury level of competitive sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery: two-thirds of patients have not returned by 12 months after surgery. *The American journal of sports medicine*, 39(3), 538-543.
39. Webster, K. E., & Feller, J. A. (2019). Expectations for return to preinjury sport before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *The American journal of sports medicine*, 47(3), 578-583.
40. Meredith, S. J., Rauer, T., Chmielewski, T. L., Fink, C., Diermeier, T., Rothrauff, B. B., et al. (2020). Return to sport after anterior cruciate ligament injury: Panther Symposium ACL Injury Return to Sport Consensus Group. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 8(6), 2325967120930829.
41. Czuppon, S., Racette, B. A., Klein, S. E., & Harris-Hayes, M. (2014). Variables associated with return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review. *British journal of sports medicine*, 48(5), 356-364.
42. Kitaguchi, T., Tanaka, Y., Takeshita, S., Tsujimoto, N., Kita, K., Amano, H., et al. (2020). Importance of functional performance and psychological readiness for return to preinjury level of sports 1 year after ACL reconstruction in competitive athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 28(7), 2203-2212.