



Ön çapraz bağ yaralanmasının mekanizması ve önlenmesi

Mechanism and prevention of anterior cruciate ligament rupture

Fatih Karaaslan¹, Turan Cihan Dülgeroğlu²

¹Dünyam Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Kayseri

²Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Kütahya

Ön çapraz bağ (ÖÇB) rüptürü özellikle yüksek enerjili sportif aktivitelerde temas içermeyen *pivot shift* mekanizması ve valgus zorlanma içeren tibial rotasyonel hareket sonucunda oluşur. ÖÇB yaralanmalarına zemin hazırlayan nedenler arasında anatomik yapısal sorunlar, cinsiyet, kas ve nörolojik koordinasyon problemleri, iklim şartları, saha ve zemin problemleri benzeri birçok iç ve dış faktörler sayılabilir. Bu faktörlerin büyük bir kısmı maalesef değiştirilememektedir.

Anahtar sözcükler: ön çapraz bağ; yaralanma mekanizması; risk faktörleri; temaslı travma; temassız travma

Anterior cruciate ligament (ACL) rupture is seen as a result of tibial rotational activity involving non-contact pivot shift mechanism and valgus movement, especially in high energy sports activities. ACL injuries occur due to many internal and external factors such as anatomical structural problems, sportive activity type, gender, muscle and neurological coordination problems, climatic conditions, field and ground problems, while some of these factors can be changed, most of them cannot be changed.

Key words: anterior cruciate ligament; injury mechanism; risk factors; direct trauma; indirect trauma

Dünya çapında 212 milyon birey yarışma için ya da günlük bireysel spor aktivitesi amacı ile spor yapmaktadır. Spor aktivitelerinde ön çapraz bağ (ÖÇB) yaralanması diz ekleminin tipik yaralanmalarındandır.^[1] Son 20 yılda tamir ve rehabilitasyon metodlarının gelişmesi ile birlikte ÖÇB'si yaralanan hastanın cerrahi sonrasında eski spor aktivite seviyesine ulaşmasını sağlamıştır. Ancak bu becerilere rağmen hastanın eski seviyesine ulaşması her zaman mümkün olamamaktadır ve istenen seviyeye ulaşmak oldukça uzun süre almaktadır. İyileşme süreci hastaya mental, fizyolojik ve ekonomik yükler getirmektedir. Dolayısıyla bu faktörler göz önüne alındığında; ÖÇB yaralanmasından korunmak oldukça fazla öneme sahiptir.^[1,2]

Ön çapraz bağ (ÖÇB) yaralanması temassız ve temaslı yaralanmalar sonucunda gözlenir.^[1] ÖÇB rüptürlerinin yaklaşık dörtte üçü temassız yaralanmalar sonucu meydana gelir. Kadın sporcular benzer sporu yapan erkek sporculara kıyasla 2-8 kat daha fazla risk altındadır.^[2] Öncelikle yaralanma mekanizmasının anlaşılması, yaralanmaya maruziyeti en aza indirecektir.^[3]

Yaralanmaya zemin hazırladığı öne sürülen, interkondiler aralıkta sıkışma, eklemin lateral yüzünde aksiyel kompresif yüklerin fazlalığı, kuadriseps tendon kontraksiyonu ve kuadriseps-hamstring güç dengesinin bozulması ile ilgili teoriler öne sürülmüştür. Kadın sporcularda daha yüksek oranda görülmesinin nedeni olarak eklem laksitesi, valgus ve abduksiyon momentleri ve genu rekurvatum gibi anatomik zeminli teoriler öne sürülmüştür.^[4-7] ÖÇB yaralanmasına neden olacak nedenlerin ve risk faktörlerinin ortaya konulması ve önleyici tedbirlerin alınması oldukça önemlidir. Risk faktörlerini dış (çevresel, ekstrinsik) kaynaklı ve iç (bireysel, intrinsik) kaynaklı olarak ikiye ayırabiliriz. İç kaynaklı faktörler bireye özgüdür, değiştirilebilen ve değiştirilemeyen olarak ikiye ayırarak incelemekte yarar görüyoruz. Kas gücü ve esneme kabiliyeti değiştirilebilen bireysel faktörlere örnek olarak verilecek olursa, değiştirilemeyen risk faktörleri arasında ilk olarak bireyin anatomik özellikleri gelmektedir.^[8] Benzer olarak dış nedenli risk faktörleri; dış etkenlerdir ve bireyler tarafından değiştirilememektedir (oyun zemini, iklim koşulları). Değiştirilebilen risk faktörleri üzerinde

odaklanılarak ve koruyucu tedbirler üzerinde durularak ÖÇB yaralanması riski daha düşük oranlara indirilebilir.^[9] Dış kaynaklı risk faktörleri üzerinde çalışarak ve özellikle spor saha zeminlerinin şartları iyileştirilerek kısmen de olsa ÖÇB yaralanması riski azaltılmasına katkı sağlanabilir. Koruyucu egzersiz programlarının daha da geliştirilmesi, yaygınlaşması ve antrenman-rehabilitasyon programlarında yer alması ile birlikte, bu yaralanmanın görülme oranlarında anlamlı azalma hedeflenmektedir.^[10]

TEMASSIZ YARALANMA RİSK FAKTÖRLERİ

Dış (Ekstrinsik, Çevresel) Kaynaklı Risk Faktörleri

Bu risk faktörlerinin bir kısmı iklim ve hava şartları ile ilgili iken iki tanesi saha zemini ile ilgili, bir tanesi sportif aktivite düzeyi, bir tanesi ise sportif aktiviteye katılan sporcu seviyesi ile ilgilidir. Örneğin yüksek nem altında futbol oynayan bireylerde, spor yaralanması ve dolayısıyla ÖÇB yaralanma riskinin daha yüksek olduğu söylenebilir.^[11] Yine düşük yağış alan iklim koşullarındaki zeminlerde nem oranı yüksek olan zeminlere benzer şekilde daha yüksek oranda ÖÇB yaralanması gözlenmektedir. İklim şartlarının ÖÇB yaralanmasına etkisi birçok çalışmada değerlendirilmiş ve yıl içerisinde daha düşük oranda yağış alan bölgelerde ÖÇB yaralanma riski daha yüksek olduğu gözlenmiş, buzlu zemin, artan kar yağışı zemin şartlarını bozarak yine ÖÇB yaralanma riskini yükseltmektedir.^[12,13] İklim şartları ve zemin bireysel olarak sporcuların kontrolü dışındadır ancak kısmen de olsa spor organizasyonu yapan kuruluşlar ve yöneticileri tarafından değiştirilebilir ve böylece ÖÇB yaralanma riski daha düşük seviyelere indirilebilir.^[13]

İç (İntrinsik, Bireysel) Risk Faktörleri

Bunlar kendi aralarında anatomik, nörovasküler, fizyolojik, biyomekanik ve genetik risk faktörleri olarak başlıklandırılabilir.^[14]

Anatomik Faktörler

İnterkondiler çentik mesafesinin medial ve lateral uzunluğunda ve indeksindeki azalma ve darlığı anatomik faktörler arasında en önde gelenlerden birisidir. Bu risk faktörünün varlığı ÖÇB yaralanması için bir predispozan faktördür ve bireylerin anatomik yapısal durumları değiştirilemeyen intrinsik ÖÇB rüptür riski nedenlerindedir.^[14,15] Femoral çentiğin, özellikle bayan sporcularda, anterior-posterior düzlemde, her bir milimetre daralması ÖÇB yaralanma riskini artıran faktörlerden birisidir. Bu anatomik risk faktörü değişik popülasyonlarda değerlendirilmiştir.^[16,17]

Anatomik risk faktörlerinden bir diğeri de tibial slop açısının lateral ve posterior düzlemlerde normalden yüksek olmasıdır.^[16] Epifizleri açık olan bireyler pediatik bireyler olarak kabul edilir ve bu bireylerde açık olan fizisler artmış olan medial slopa neden olur ve bu durum ÖÇB yaralanma riskini artırmaktadır.^[18] Bayan sporcularda femoro-tibial plato açısının artması ÖÇB yaralanma riskini artırmaktadır.^[19] Artmış alfa açısı, troklear oluk ve tibial tüberositas arasındaki mesafenin artışı, medial ve lateral tibia derinliği ve jeneralize eklem laksitesi ÖÇB yaralanması için diğer predispozan risk faktörleri arasında sayılabilir. Diz eklemindeki rekurvatum deformitesi de ÖÇB rüptürü gelişmesi için predispozan bir faktör olarak kabul edilir. Anatomik nedenlerden bağın kendisi ile ilgili olarak, ön çapraz bağın morfolojik olarak genişliğinin ve volümünün azlığı, ayrıca ligament uzunluğunun artması, ÖÇB rüptürü için predispozan nedenlerden kabul edilmektedir. İnterkondiler çentik mesafesinde yapısal olarak kemik blok varlığı ve neden olduğu sıkışma anatomik nedenlerden sayılabilir. Medial tibial eminens genişliği veya volümünün azalmasının da olası yaralanma riskini artırdığı bilinmektedir.^[20]

Kuadriseps Kas Gücü

Eski literatür bilgisi ÖÇB yaralanmalarının primer predispozan nedeni olarak Kuadriseps kas gücünün anterior vektörel kuvveti olarak öne sürülmüştür.^[2,20,21] Ancak yapılan birçok MRG (Manyetik Rezonans Görüntüleme) çalışmasında ÖÇB rüptürü olan dizlerde impaksiyon yaralanması olduğu da görülmüştür ve bu durumun, temassız yaralanma sonucu ÖÇB rüptürü olan bireylerde kuadriseps kas kontraksiyonunun tibio-femoral ekleme yüklemiş olduğu kompresif kuvvetlere bağlı olduğu fikrini desteklemektedir. Kuadriseps kas kontraksiyonu ile üretilen anterior çekme kuvvetinden ziyade, tibio-femoral ekleme yüklenen kompresif kuvvetler, ÖÇB rüptüründen sorumlu olmaktadır.^[20,22]

İmpingement (Sıkışma)

ÖÇB'nin femur yapışma bölgesinin karşısında, interkondiler çentiğin medial femoral kondil köşesindeki hipertrofi *impingement* yani sıkışmaya neden olmaktadır; bu durum ise ÖÇB yaralanmasında predispozan olarak kabul edilip, mekanik nedenler arasında sayılabilir. İnterkondiler çentikteki stenoz (darlık) *mid-substance* ÖÇB rüptürünün nedeni olarak gösterilebilir. Genellikle hiperekstansiyondaki diz eklemine ÖÇB yaralanması meydana gelmesi daha makul görünse de, çoğu ÖÇB yaralanmasının diz eklemi kısmi fleksiyonda meydana geldiği bilinmektedir.^[1,20]

Aksiyel/Kompresif Güçler

Aksiyel kompresif yüklerin tibio-femoral eklem uyguladığı kuvvetlerle ilgili 90'lı yıllarda yapılmış olan birçok çalışmaya kadar geçen dönemde; diz eklemi üzerine ve ÖÇB'ye herhangi bir kuvvet uygulanmadığı düşünülmekteydi ancak aksiyel kompresif güçlerin anterior translyasyona ve ÖÇB'de öne doğru yüklenmeye neden olduğu gösterilmiştir.^[20,23]

Meyer yapmış olduğu kadavra çalışmasında tibio-femoral eklem aşırı kompresif yüklerin ve internal rotasyonun ÖÇB'de torsiyon ve rüptüre neden olabileceğini göstermiştir.^[20] Aksiyel kompresif güçlerin ÖÇB yüklenmesine ve yaralanmasına neden olacağı domuz çalışmalarında da benzer sonuçları vermektedir.^[20] Dejour ve Bonnin^[24] yapmış oldukları bir çalışmada 10° üzerinde artmış posterior tibial slobun 6 mm'den fazla tibial anterior translyasyona neden olduğunu tanımlamıştır. Posterior tibial slopu artırmak için yapılan osteotomiler anterior tibial translyasyonu artırmakta ve dolayısı ile ÖÇB yaralanma riski artmaktadır.^[20]

Nöromusküler Faktörler

Genç, aktif erkek veya kadın sporcularda ÖÇB yaralanmasından korunmada kas gücünün etkin rolü bulunmaktadır.^[25] İnsan beyinde hareketi kontrol eden merkezlerin hareket esnasındaki instabiliteye reaksiyon verme yeteneği sporcularda ÖÇB rüptür riskini belirlemede önemli rol almaktadır. Nöromusküler faktörlerden olan kalça abduktör ve dış rotatorlarındaki kuvvet yetersizliği vücut ağırlığı ile ilgili olarak ÖÇB rüptür riskini artırmaktadır.^[26] Hamstring adale grubunun kuadriseps ile birlikte kontraksiyonu ÖÇB rüptürünün oluşmasının önlenmesinde kuadriseps adalesine göre minör, posterior koruyucu olarak görev almaktadır. Özellikle kadın sporcularda hamstring kas güçsüzlüğü sağlıklı genç atletlerle karşılaştırıldığında bir diğer iç kaynaklı risk faktörü olarak tanımlanır. Ayrıca hamstring ve kuadriseps kas güçleri arasındaki imbalans ÖÇB rüptür riskini artırmaktadır. Ayrıca iliotibial bant fleksibilitesinin kaybının da ÖÇB rüptür riski ile ilişkisi vardır.^[20]

Fizyolojik Faktörler

Vücut kitle endeksi yüksek olan bireylerde ÖÇB yaralanma riski daha yüksektir.^[12] Ayrıca kadınlarda fizyolojik olarak post-menarş ve pre-ovulator fazda ÖÇB rüptür riskinin daha yüksek oranda olduğu görülmektedir.^[20,27] Özellikle cinsiyet ve genç yaş risk faktörlerindedir ve bireyler tarafından değiştirilememektedir.

Biyomekanik Faktörler

Diz ekleminde artmış valgus dizilimi artmış ÖÇB riski ile birlikte ve kalça ekleminde artmış iç ve dış rotasyon ÖÇB rüptürüne zemin hazırlamaktadır.^[28]

Genetik Faktörler

COL1A1 gen mutasyonu her iki cinsiyette ÖÇB rüptür riskini artırmaktadır. Metalloproteinaz doku yenilenmesinde kritik bir rol alan enzimdir.^[20,29] Proteoglikan gen polimorfizmindeki eksiklik ya da yokluk ÖÇB rüptür riski ile birlikte olabilmektedir ve aile öyküsü ÖÇB yaralanma riski ile birlikte olabilmektedir.^[30]

SONUÇ

Bütün dünya çapında her yıl bireysel veya takım sporları ile uğraşan kişilerde ÖÇB yaralanma insidansı arttığı bilinmektedir. ÖÇB yaralanmasında, cerrahi tedavi en sık uygulanan tedavi seçeneğidir. ÖÇB yaralanması sporculara ve sağlık sistemine yüksek maliyet, fiziksel ve psikolojik yük getirdiği bilinmektedir. Bireylere ve toplumun üzerine yüklenmesi bu muhtemel yükün en aza indirilmesi amacıyla ÖÇB yaralanma mekanizmasının anlaşılması, ÖÇB yaralanmasına neden olabilecek predispozan faktörlerin ve bu faktörlere karşı koruyucu tedbirlerin ele alınması her geçen gün daha fazla önem kazanmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Dragoo JL, Castillo TN, Braun HJ, Ridley BA, Kennedy AC, Golish SR. Prospective correlation between serum relaxin concentration and anterior cruciate ligament tears among elite collegiate female athletes. *Am J Sports Med* 2011;39(10):2175-80. [Crossref](#)
2. Boden BP, Dean GS, Feagin JA Jr, Garrett WE Jr. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics* 2000;23(6):573-8. [Crossref](#)
3. Uhorchak JM, Scoville CR, Williams GN, Arciero RA, St PP, Taylor DC. Risk factors associated with noncontact injury of the anterior cruciate ligament: a prospective four-year evaluation of 859 West Point cadets. *Am J Sports Med* 2003;31(6):831-42. [Crossref](#)
4. DeMorat G, Weinhold P, Blackburn T, Chudik S, Garrett W. Aggressive quadriceps loading can induce noncontact anterior cruciate ligament injury. *Am J Sports Med* 2004;32(2):477-83. [Crossref](#)
5. Meyer EG, Baumer TG, Slade JM, Smith WE, Haut RC. Tibiofemoral contact pressures and osteochondral microtrauma during anterior cruciate ligament rupture due to excessive compressive loading and internal torque of the human knee. *Am J Sports Med* 2008;36(10):1966-77. [Crossref](#)
6. Boden BP, Torg JS, Knowles SB, Hewett TE. Video analysis of anterior cruciate ligament injury: abnormalities in hip and ankle kinematics. *Am J Sports Med* 2009;37(2):252-9. [Crossref](#)

7. Arendt E, Dick R. Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer. NCAA data and review of literature. *Am J Sports Med* 1995;23(6):694–701. [Crossref](#)
8. Uhorchak JM, Scoville CR, Williams GN, Arciero RA, Pierre PS, Taylor DC. Risk factors associated with noncontact injury of the anterior cruciate ligament a prospective four-year evaluation of 859 west point cadets. *Am J Sports Med* 2003;31(6):831–42. [Crossref](#)
9. Mandelbaum BR, Silvers HJ, Watanabe DS, Knarr JF, Thomas SD, Griffin LY, Kirkendall DT, Garrett W. Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes 2-year follow-up. *Am J Sports Med* 2005;33(7):1003–10. [Crossref](#)
10. Alentorn-Geli E, Mendiguchía J, Samuelsson K, Musahl V, Karlsson J, Cugat R, Myer GD. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in sports –Part I. Systematic review of risk factors in male athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014;22(1):3–15. [Crossref](#)
11. Orchard JW, Chivers I, Aldous D, Bennell K, Seward H. Rye grass is associated with fewer non-contact anterior cruciate ligament injuries than bermuda grass. *Br J Sports Med* 2005;39(10):704–9. [Crossref](#)
12. Ruedl G, Ploner P, Linortner I, Schranz A, Fink C, Patterson C, Nachbauer W, Burtscher M. Interaction of potential intrinsic and extrinsic risk factors in ACL injured recreational female skiers. *Int J Sports Med* 2011;32(8):618–22. [Crossref](#)
13. Pope RP. Rubber matting on an obstacle course causes anterior cruciate ligament ruptures and its removal eliminates them. *Mil Med* 2002;167(4):355–8. [Crossref](#)
14. Souryal TO, Freeman TR. Intercondylar notch size and anterior cruciate ligament injuries in athletes A prospective study. *Am J Sports Med* 1993;21(4):535–9. [Crossref](#)
15. Everhart JS, Flanigan DC, Simon RA, Chaudhari AM. Association of noncontact anterior cruciate ligament injury with presence and thickness of a bony ridge on the anteromedial aspect of the femoral intercondylar notch. *Am J Sports Med* 2010;38(8):1667–73. [Crossref](#)
16. Simon RA, Everhart JS, Nagaraja HN, Chaudhari AM. A case-control study of anterior cruciate ligament volume, tibial plateau slopes and intercondylar notch dimensions in ACL-injured knees. *J Biomech* 2010;43(9):1702–7. [Crossref](#)
17. Shaw KA, Dunoski B, Mardis N, Pacicca D. Knee morphometric risk factors for acute anterior cruciate ligament injury in skeletally immature patients. *J Child Orthop* 2015;9(2):161–8. [Crossref](#)
18. Beynnon BD, Hall JS, Sturmeck DR, DeSarno MJ, Gardner-Morse M, Tourville TW, Smith HC, Slauterbeck JR, Shultz SJ, Johnson RJ, Vacek PM. Increased slope of the lateral tibial plateau subchondral bone associated with greater risk of noncontact ACL injury in females but not in males: a prospective cohort study with a nested, matched case-control analysis. *Am J Sports Med* 2014;42(5):1039–48. [Crossref](#)
19. Vyas S, van Eck CF, Vyas N, Fu FH, Otsuka NY. Increased medial tibial slope in teenage pediatric population with open physes and anterior cruciate ligament injuries. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011;19(3):372–7. [Crossref](#)
20. Pfeifer CE, Beattie PF, Sacko RS, Hand A. Risk Factors Associated with Non-contact Anterior Cruciate Ligament Injury: A Systematic Review. *Int J Sports Phys Ther* 2018;13(4):575–87. [Crossref](#)
21. Chappell JD, Creighton RA, Giuliani C, Yu B, Garrett WE. Kinematics and electromyography of landing preparation in vertical stop-jump: risks for noncontact anterior cruciate ligament injury. *Am J Sports Med* 2007;35(2):235–41. [Crossref](#)
22. Viskontas DG, Giuffre BM, Duggal N, Graham D, Parker D, Coolican M. Bone bruises associated with ACL rupture: correlation with injury mechanism. *Am J Sports Med* 2008;36(5):927–33. [Crossref](#)
23. Meyer EG, Haut RC. Excessive compression of the human tibio-femoral joint causes ACL rupture. *J Biomech* 2005;38(11):2311–6. [Crossref](#)
24. Dejour H, Bonnin M. Tibial translation after anterior cruciate ligament rupture. Two radiological tests compared. *J Bone Joint Surg Br* 1994;76-B(5):745–9. [Crossref](#)
25. Raschner C, Platzer H-P, Patterson C, Werner I, Huber R, Hildebrandt C. The relationship between ACL injuries and physical fitness in young competitive ski racers: a 10-year longitudinal study. *Br J Sports Med* 2011;45(4):310–1. [Crossref](#)
26. Khayambashi K, Ghoddosi N, Straub RK, Powers CM. Hip Muscle Strength Predicts Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury in Male and Female Athletes: A Prospective Study. *Am J Sports Med* 2016;44(2):355–61. [Crossref](#)
27. Lefevre N, Bohu Y, Klouche S, Lecocq J, Herman S. Anterior cruciate ligament tear during the menstrual cycle in female recreational skiers. *Orthop Traumatol Surg Res* 2013;99(5):571–5. [Crossref](#)
28. Tainaka K, Takizawa T, Kobayashi H, Umimura M. Limited hip rotation and non-contact anterior cruciate ligament injury: a case-control study. *Knee* 2014;21(1):86–90. [Crossref](#)
29. O’Connell K, Knight H, Ficek K, Leonska-Duniec A, Maciejewska-Karłowska A, Sawczuk M, Stepien-Słodkowska M, O’Cuinneagain D, van der Merwe W, Posthumus M, Cieszczyk P, Collins M. Interactions between collagen gene variants and risk of anterior cruciate ligament rupture. *Eur J Sport Sci* 2015;15(4):341–50. [Crossref](#)
30. Posthumus M, Collins M, van der Merwe L, O’Cuinneagain D, van der Merwe W, Ribbans WJ, Schwellnus MP, Raleigh SM. Matrix metalloproteinase genes on chromosome 11q22 and the risk of anterior cruciate ligament (ACL) rupture. *Scand J Med Sci Sports* 2012;22(4):523–33. [Crossref](#)