

ELİT FUTBOLCULARDA İZOKİNETİK KAS KUVVETİ VE ÖN ÇAPRAZ BAĞ YARALANMASI ARASINDAKİ İLİŞKİ

Seçkin ŞENİŞİK*, Cengizhan ÖZGÜRBÜZ**, Metin ERGÜN**

ÖZET

Bu çalışmanın amacı profesyonel futbolcularda diz ekstansör ve fleksör kas gruplarının izokinetik kuvvetinin ön çapraz bağ (ÖÇB) yaralanma riski üzerindeki etkisini incelemektir. Çalışmaya 64 elit futbol oyuncusu katıldı. Deneklerin diz ekstansör ve fleksör kaslarının izokinetik kuvveti Cybex 6000 Norm dinamometre cihazı kullanılarak 60 ve 300°/s hızlarda ölçüldü. Katılımcılara testler koşu bandında yaptırılan ısınmadan sonra uygulandı. Oyuncuların bireysel oyun süreleri ve sakatlıkları 30 ay boyunca prospektif olarak kaydedildi. İstatistiksel değerlendirilmede "t testi" ve Mann-Whitney U testi kullanıldı. Çalışma süresi boyunca toplam 11 temas olmayan ÖÇB yaralanması kaydedildi (insidans: 0.2/1000 oyun saati). Sakatlanmış oyunculara sağlam oyunculara göre 60°/s'de daha yüksek eksenrik quadriceps kuvveti bulundu ($p=0.003$). Diğer kuvvet değerleri açısından iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktu ($p>0.05$). Çalışmanın sonucuna göre eksenrik quadriceps kuvvetinin ve düşük eksenrik fleksör/ekstansör oranının ÖÇB yaralanma riskinde artışla ilişkisi olduğu söylenebilir.

Anahtar sözcükler: İzokinetik test, diz ekstansör ve fleksör kas kuvveti, ön çapraz bağ yaralanması, futbol

SUMMARY

THE ASSOCIATION BETWEEN ISOKINETIC KNEE STRENGTH AND ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT INJURY RISK IN SOCCER PLAYERS

The purpose of this study was to examine the influence of isokinetic strength of knee extensor and flexor muscle groups on anterior cruciate ligament (ACL) injury risk. A total of 64 elite soccer players were enrolled in this study. Isokinetic strength of knee extensor and flexor muscle groups of the subjects was measured at 60 and 300°/sec by means of a

*İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Yeşilyurt, İzmir

**Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı, Bornova, İzmir

Cybex 6000 Norm dynamometer. Isokinetic tests of the subjects were performed after a warm-up on a treadmill. Individual player exposure and injuries were prospectively recorded during the two and a half year period of the participants. "T test" and Mann-Whitney U test were used for statistical analyses. A total of 11 non-contact ACL injuries (incidence: 0.2/1000 playing hours) had been registered during the study period. Injured players had higher eccentric quadriceps strength at 60°/sec than uninjured players ($p=0.003$). There were no statistical differences between the two groups for other strength measurements ($p>0.05$). It is possible to conclude that eccentric quadriceps strength appears to be related to increased ACL injury risk in this study.

Key words: *Isokinetic test, knee extensor and flexor muscle strength, anterior cruciate ligament injury, soccer*

GİRİŞ

Diz eklemi, insan vücudunda en sık yaralanan eklemlerden biridir. Ön çapraz bağ (ÖÇB) ise dizin en sık yaralanan bağıdır. İzole ön çapraz bağ yaralanmaları tüm diz bağ yaralanmalarının yarıya yakınından sorumludur. Bu yaralanmaların %70'i sportif aktivite sırasında oluşmaktadır (3). Tüm ÖÇB yaralanmalarının 2/3'den futbol ve basketbol sorumludur (7).

ÖÇB yaralanmalarının %75'i non-kontakt yaralanmalardır. Dizin statik ve dinamik stabilite mekanizmaları ile sağlanan tibiofemoral eklem stabilitesinin bozulması sonucu gerçekleşir. Statik stabilitenin sağlanmasında rol alan yapılar; Q açısı, femoral anteverسیون, tibial torsiyon, subtalar pronasyon, dizdeki valgus ve tibial eğim açısıdır. Dinamik stabilitenin oluşmasında ise; kas kuvveti, kas reaksiyon zamanı, kas aktivasyon dizgesi, propriosepsiyon ve somatomotor etkinlik ve yorgunluk gibi faktörler yer alır. Bu faktörler arasında en önemlisi kas kuvvetleri, ve kuvvet oranlarıdır. Hamstring/quadriceps kuvvet oranının düşük olduğu dizlerde ÖÇB yaralanma riskinin daha fazla olduğu birçok çalışmada gösterilmiştir (3,4,8,10,12,16).

Quadriceps, ÖÇB antagonisti olarak yaralanmaya katkı sağlayabilir. İzole quadriceps kas kontraksiyonlarının ÖÇB gerilimini ve tibianın öne doğru hareketini arttırabildiği gösterilmiştir (6,12). Birkaç çalışmada 10-30° arasındaki diz fleksiyonunda quadriceps kontraksiyonunun ÖÇB yükünü arttırdığı bulunmuştur (2,4,6,16,18). Hamstring ÖÇB agonistidir (4,14,16). 0-80° diz fleksiyonu aralığında quadriceps kasılmasının etkisini dengelemek için, tibianın öne hareketini engelleyen bir kuvvet gerekir. Bu kuvvet de genellikle ön çapraz bağ (ÖÇB) tarafından

uygulanır. Hamstring, ekstansiyona yakın diz pozisyonu dışında bu engelleyici kuvveti sağlayabilir. Bu da tibianın öne doğru hareketinde azalmayla ve bu nedenle ÖÇB yükünde düşüşle sonuçlanmaktadır (9,14).

Ön çapraz bağ yüklenmesini etkileyen en önemli değişkenler dizin pozisyonu ve kas aktivitesi ile dinamik etkileşimidir. Artan diz ekstansiyonu ile birlikte yüklenmede artış gözlenir. İzole izometrik quadriceps kasılması tam ekstansiyondan 80° fleksiyona kadar ÖÇB'da yüke neden olur. Eğer eş zamanlı hamstring kasılması uygulanırsa, tam ekstansiyona yakın açılar dışında bu yükte azalmaya neden olur (1). Renström ve ark., hamstring kasılmasının, eşlik eden quadriceps kasılması sırasında tam ekstansiyondan 30° fleksiyona kadar olan diz pozisyonlarında ÖÇB'da meydana gelen yükü önemli düzeyde azaltmadığını bulmuşlardır (16).

Bu nedenle; quadricepslerin hamstringe göre kuvvetinin çok daha fazla olması, quadriceps konsantrik/hamstring eksantrik oranının yüksek olması, hamstringlerdeki zayıflık, artmış esneklik veya gecikmiş motor sinyal ÖÇB yaralanma riskini arttırabilmektedir.

ÖÇB yaralanmalarının etiolojisinde rol oynayan risk faktörleri dışında yaralanmayı kolaylaştıran bazı yaralanma pozisyonları vardır. Quadricepsin ani eksantrik kasılması, hamstringin buna yanıt verememesi yaralanma riskini arttıran bir faktördür. Özellikle; ani yavaşlama, ani dönüş, ve sıçrayıp yere inme sırasında dizin ekstansiyona yakın bir açıda olması, quadricepste ani ve kuvvetli eksantrik kasılmaya neden olur. Bu koşullar altında quadriceps konsantrik kasılmalara oranla daha fazla güç oluşturur. Diz fleksiyon açıları küçük olduğunda (10-30°), quadriceps maksimum gerilme gücü oluşturmaktadır. Eğer hamstring kası aynı çabuklukta ve benzer kuvvette kasılarak cevap veremezse, quadricepsin eksantrik kasılması ÖÇB üzerinde daha fazla yüke neden olur. Bu da ÖÇB yaralanma riskini artırır. Olsen, ÖÇB yaralanmalarını analiz ettiği çalışmasında yaralanma anında en sık görülen hareketin, ayak sabitken yapılan zigzag hareketi olduğunu ve buna diz tam ekstansiyona yakınken yapılan zorlu valgus ve eksternal-internal rotasyonunun eşlik ettiğini bulmuştur (15).

Bu kesitsel çalışmanın amacı; futbolcularda izokinetik testte ölçülen diz fleksör ve ekstansör kas kuvvet değerleri ile ön çapraz bağ yaralanması arasında ilişki olup olmadığını araştırmaktır. Çalışma öncesinde deneklerin sözlü izinleri alındı.

GEREÇ ve YÖNTEM

Denekler: Çalışmaya Türkiye 2. ve 3. liginde yer alan üç takımda profesyonel olarak futbol oynayan elit düzeydeki toplam 64 futbolcu

katıldı. Futbolcular ortalama 22.7 ± 3.5 yaşında (18-34), 179.6 ± 5.8 cm boyda, 74.0 ± 6.8 kg ağırlıkta ve 22.9 ± 1.3 kg/m² VKİ'li idi.

Çalışma düzeni: Çalışmaya katılan futbolcuların özgeçmiş ve öyküleri alındı, fizik muayeneleri yapıldı. Geçmişinde dizlerinde herhangi bir bağ yaralanması olmayan ve fizik muayene sonucunda yaralanması saptanmayan futbolcular çalışmaya alındı.

Kas kuvvetlerinin değerlendirilmesi: Katılımcıların diz ekstansör (quadriceps) ve fleksör (hamstring) kaslarının izokinetik eksantrik ve konsantrik kuvvet ölçümleri izokinetik dinamometrede (Cybex 6000 Norm, USA) uygulandı. Katılımcılar testten önce ısınma amacıyla 10 dk boyunca koşu bandında jogging, sonra da germe ve esneklik egzersizleri yaptılar. Diz fleksör ve ekstansör maksimal izokinetik kuvvetleri 60 ve 300°/s'lik açısal hızlarda ölçüldü. Her test öncesinde üç deneme yapıldı. 60°/s hızda beş tekrarlı, 300°/s hızda 15 tekrarlı test uygulandı. Açısal hızlar arasında, eksantrik ve konsantrik kasılmalar arasında 2 dk dinlenme verildi. Her test öncesi dinamometre kalibre edildi. Vücut ağırlığı fazla olan kişilerde zirve tork fazla olabileceği için zirve tork/vücut ağırlığı değeri (pound cinsinden, Nm/lbs) ölçüldü.

Deneklerin yaralanma açısından izlenmesi: Katılan futbolcular ve kulüp takım doktorları otuz ay boyunca her üç ayda bir telefonla, veya yüzyüze konuşarak başta ÖÇB olmak üzere tüm yaralanmalar açısından ve futbola ara vermeye neden olabilecek herhangi bir durum açısından sorgulandı. Tüm yaralanmalar not edildi.

İstatistiksel analiz: İstatistik değerlendirme SPSS v15.0 programı ile yapıldı. Katılımcıların yaş, vücut ağırlığı, boy gibi özellikleri ile izokinetik test kas kuvvetleri için "t testi" kullanıldı. Yaralanan ve yaralanmayan futbolcuların kas kuvveti karşılaştırmalarında "Mann-Whitney U testi" kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık için $p < 0.05$ düzeyi kullanıldı.

BULGULAR

Kas kuvveti değerleri: Yaralanması olan futbolcularda 60°/s hızda eksantrik quadriceps kuvveti istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksekken ($p < 0.05$); diğer eksantrik kuvvet değerlerinde iki grup arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı. Futbolcularda konsantrik quadriceps ve hamstring zirve tork/VA değerleri benzer bulundu (Tablo 1).

Yaralanma takibi: Toplam 10 futbolcuda 11 ÖÇB yaralanması meydana gelmişti. Bir kişide hem sağ hem de sol bacakta yaralanma olmuştu. ÖÇB yaralanması geçiren futbolcuların hiç birinde yaralanma öncesinde başka bir yaralanma olmamıştı. Kişilerden alınan bilgiye göre

hepsi temas olmadan yaralanmıştı. Bu kişilerden ikisi sıçrayıp yere indiklerinde, biri ani yavaşladığında üst bacağın öne doğru daha fazla gitmesine bağlı olarak ve sekizi ayak yerde sabitken dönmeye çalışma sonucunda yaralanmıştı. Takım doktorları yaralanma anında bacakların tam ekstansiyonda veya buna yakın pozisyonda olduğu bilgisini verdiler.

Tablo 1. Yaralanması olan/olmayan futbolcularda ortalama (min-max) eksenrik, konsantrik fleksiyon, ekstansiyon zirve tork/VA değerleri, Nm/lbs

	Yaralanan futbolcu	Sağlam futbolcu	Mann-Whitney U
EF 60°/s	104.4 (65.0-144.1)	90.2 (44.4-133.3)	p=0.095
EF 300°/s	75.6 (49.3-115.5)	71.0 (41.9-141.5)	p=0.236
EE 60°/s	182.7 (106.2-242.4)	141.3 (69.0-216.7)	p=0.003*
EE 300°/s	118.0 (95.0-176.6)	119.8 (68.4-181.8)	p=0.438
KF 60°/s	71.1 (55.0-102.5)	70.6 (39.3-105.0)	p=0.563
KF 300°/s	39.2 (26.3- 56.4)	34.2 (24.6-111.1)	p=0.208
KE 60°/s	110.5 (78.7-150.0)	115.5 (43.8-176.0)	p=0.569
KE 300°/s	50.0 (36.5- 71.5)	53.1 (38.1- 92.0)	p=0.097

*: EE 60°/s değeri yaralanan futbolcularda daha yüksek, p<0.01

TARTIŞMA

Ön çapraz bağ dizin stabilitesini sağlayan ve tibianın femura göre öne doğru hareketini engelleyen bir yapıdır. Tam ekstansiyona yakın diz açısında ÖÇB ve hamstringler, tibial platoların ileri hareketine karşı direnç uygulayarak, tibianın femura göre öne hareketini önlemeye yardım etmek için birlikte çalışırlar.

Ön çapraz bağ yaralanması dizin statik ve dinamik stabilite mekanizmaları ile sağlanan tibiofemoral eklem stabilitesinin bozulması sonucunda oluşur. Tibiofemoral eklem stabilitesinde rolü olan dinamik stabilite kas fonksiyonu ile sağlanmaktadır. Kas kuvveti ve kuvvet oranlarının yanısıra; kas aktivite dizgesi, kas reaksiyon zamanı, yorgunluk, proprioepsiyon gibi faktörler de kas fonksiyonunu ve dolayısıyla dinamik stabiliteyi etkiler. Bu faktörlerden birindeki eksiklik dinamik stabiliteyi bozarak ön çapraz bağ yaralanmasına neden olabilmektedir.

Genel olarak bacak ekstansiyona gelirken quadriceps konsantrik olarak kasılır. Quadricepsin kuvvetli konsantrik kasılması tibiada öne doğru itici kuvvete, bu da ÖÇB üzerine yük binmesine ve böylece ÖÇB yaralanmasına neden olmaktadır. Quadriceps konsantrik kasılırken, hamstring eksenrik kasılır ve quadricepsin ÖÇB üzerinde oluşturduğu yükü azaltarak ÖÇB yaralanma riskini azaltmaya yardımcı olur.

Li ve ark. (12) bir çalışmalarında izole quadriceps kasılması ile, tam ekstansiyondan 30° fleksiyona kadar tibianın öne hareketinin arttığını, daha yüksek fleksiyon açılarında ise azaldığını göstermişlerdir. Tibianın öne hareketini 30° fleksiyonda maksimum bulmuşlardır. Antagonistik hamstring kasılmasının eklenmesi ile tibianın öne hareketinin 0° ve 15° dışındaki fleksiyon açılarında anlamlı düzeyde azaldığını göstermişlerdir. Aynı çalışmada ÖÇB'daki yüklerin izole quadriceps kasılması ile tam ekstansiyondan 15° fleksiyona kadar arttığını, hamstring kasılmasının eklenmesi ile bu yüklerin azaldığını bulmuşlardır.

Hirokawa ve ark. (6) izole izometrik quadriceps kasılması sırasında 0-80° fleksiyon aralığında tibianın öne doğru anlamlı düzeyde hareketini gözlemişlerdir. Diz ekstansiyonu sırasında quadriceps kasılmasının tibianın öne doğru yer değiştirmesi ve rotasyonu üzerinde, bundan dolayı da ÖÇB bağ yükü üzerinde direkt etkiye sahip olduğunu bulmuşlardır. Diz ekstansiyonu sırasında kasın gücü arttıkça bu etkiler artmaktadır. 15-80° hareket aralığında eş zamanlı düşük seviyedeki hamstring gücü ile tibianın öne hareketinde anlamlı düzeyde azalma olmuştur. Hamstring ko-kontraksiyonu 0-15° aralığında ise etkisiz bulunmuştur.

Ani yavaşlama, sıçradıktan sonra diz düz iken yere inme, ayak yerde sabit ve diz tam ekstansiyona yakın pozisyonda iken yön değişikliği ÖÇB yaralanmasında rol oynayan mekanizmalardır. Bu aktivitelerde ani ve güçlü eksantrik quadriceps kasılması meydana gelmektedir. Bu koşullar altında quadriceps konsantrik kasılmalara oranla daha fazla güç oluşturur. Quadricepsin eksantrik kasılması ÖÇB üzerinde daha fazla yük oluşmasına neden olur. Bu da ÖÇB yaralanma riskini artırır.

Olsen ve Myklebust (15). ÖÇB yaralanma anını kaydeden videoları analiz ettikleri çalışmada; yaralanmaların ani dönüş, ani yavaşlama, düz bacakla yere inme gibi aktiviteler sırasında oluştuğunu göstermişlerdir. Yaralanma anında quadricepsin eksantrik olarak kasıldığını ve quadricepsin güçlü, eksantrik kasılmasının ÖÇB yaralanmasında önemli bir rol oynadığını öne sürmüşlerdir.

Simonsen ve Colby EMG çalışmalarında yön değiştirme ve yavaşlama aktiviteleri sırasında ÖÇB'da oluşan yüklerin maksimal hamstring kasılması ile bile azalmadığını göstermişlerdir (17). Bu çalışmalar eksantrik quadriceps kasılması sırasında ÖÇB yaralanma riskinin arttığını gösterebilmektedir.

Bu çalışmada da yaralanan futbolcuların sekizi ayak sabitken yön değiştirme, ikisi sıçrayıp yere diz ekstansiyonda iken inme ve biri ani yavaşlama sırasında yaralanmışlardır. 60°/s hızdaki eksantrik quadriceps

kuvveti yaralanmış futbolcularda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek bulundu. Yaralanma pozisyonları ve eksantrik kuvvet değeri birlikte ele alındığında, ve daha önceki çalışmalar da göz önünde bulundurulduğunda; gerçekleşen ÖÇB yaralanmalarında eksantrik quadriceps kasılmasının katkısı olduğu düşünülmektedir.

ÖÇB yaralanması etiyojisinde bu çalışmada ele alınan uyluk kas kuvvetleri dışında, kalça-diz-ayak bileği anatomik dizilimi, küçük interkondiler çentik, tibial torsiyonun fazla olması, femoral anteversiyonun fazla olması, büyük Q açısı, kas aktivite dizgesi, kas reaksiyon zamanı, yorgunluk (19), nöromüsküler kontrol seviyesi, propiosepsiyon (5,13), saha yüzeyi ve hava koşulları (2), kullanılan ayakkabı tipi (11) gibi faktörler de rol oynayabilmektedir ve incelenmeleri gerekir.

Sonuç olarak bu çalışmada futbolcuların yaralandığı pozisyon ve eksantrik quadriceps kuvvet düzeylerinin yüksekliği göz önüne alındığında quadricepsin eksantrik kasılmasının ÖÇB yaralanmasında önemli rol oynadığı gözlemlendi. Ancak yine de quadriceps kas kuvvetinin ÖÇB yaralanması üzerindeki etki düzeyinin daha detaylı değerlendirilmesi için ÖÇB yaralanmasında rol oynadığı düşünülen diğer risk faktörleri ile birlikte incelendiği daha detaylı çalışmaların yapılması önerilir.

KAYNAKLAR

1. Beynon BD, Fleming BC: Anterior cruciate ligament strain in-vivo: a review of previous work. *J Biomech* **31**: 519-25, 1998.
2. Boden BP, Dean GS, Feagin JA Jr, Garrett WE Jr: Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics* **23**: 573-8, 2000.
3. Boden BP, Griffin LY, Garrett WE Jr: Etiology and prevention of noncontact ACL injury. *Phys Sportsmed* **28(4)**: 53-60, 2000.
4. Draganich LF, Vahey JW: An in vitro study of anterior cruciate ligament strain induced by quadriceps and hamstrings forces. *J Orthop Res* **8**: 57-63, 1990.
5. Hewett TE, Lindenfeld TN, Riccobene JV, Noyes FR: The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. A prospective study. *Am J Sports Med* **27**: 699-706, 1999.
6. Hirokawa S, Solomonow M, Lu Y, Lou ZP, D'Ambrosia R: Anterior-posterior and rotational displacement of the tibia elicited by quadriceps contractions. *Am J Sports Med* **20**: 299-306, 1992.
7. Hirshman HP, Daniel DM, Miyasaka K: The fate of unoperated knee ligament injuries. In: *Knee Ligaments: Structure, Function, Injury and Repair*. Daniel DM, Akeson WH, O'Connor JJ (Eds). New York, Raven Press, 1990 pp 481-503.
8. Huston LJ, Wojtys EM: Neuromuscular performance characteristics in elite female athletes. *Am J Sports Med* **24**: 427-36, 1996.

9. Imran A, O'Connor JJ: Control of knee stability after ACL injury or repair: interaction between hamstrings contraction and tibial translation. *Clin Biomech (Bristol)* **13**: 153-62, 1998.
10. Kannus P, Järvinen M: Knee flexor/extensor strength ratio in follow-up of acute knee distortion injuries. *Arch Phys Med Rehabil* **71**: 38-41, 1990.
11. Lambson RB, Barnhill BS, Higgins RW: Football cleat design and its effect on anterior cruciate ligament injuries. A three-year prospective study. *Am J Sports Med* **24**: 155-9, 1996.
12. Li G, Rudy TW, Sakane M, Kanamori A, Ma CB, Woo SL: The importance of quadriceps and hamstring muscle loading on knee kinematics and in-situ forces in the ACL. *J Biomech* **32**: 395-400, 1999.
13. Mandelbaum BR, Silvers HJ, Watanabe DS, et al: 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* **33**: 1003-10, 2005.
14. More RC, Karras BT, Neiman R, Fritschy D, Woo SL, Daniel DM: Hamstrings-an anterior cruciate ligament protagonist. An in vitro study. *Am J Sports Med* **21**: 231-7, 1993.
15. Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Bahr R: Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball: a systematic video analysis. *Am J Sports Med* **32**: 1002-12, 2004.
16. Renström P, Arms SW, Stanwyck TS, Johnson RJ, Rope MH: Strain within the anterior cruciate ligament during hamstring and quadriceps activity. *Am J Sports Med* **14**: 83-7, 1986.
17. Simonsen EB, Magnusson SP, Bencke J, et al: Can the hamstring muscles protect the anterior cruciate ligament during a side-cutting maneuver? *Scand J Med Sci Sports* **10**: 78-84, 2000.
18. Torzilli PA, Deng X, Warren RF: The effect of joint-compressive load and quadriceps muscle force on knee motion in the intact and anterior cruciate ligament-sectioned knee. *Am J Sports Med* **22**: 105-12, 1994.
19. Wojtys EM, Wylie BB, Huston LJ: The effects of fatigue on neuromuscular function and anterior tibial translation in healthy knees. *Am J Sports Med* **24**: 615-21, 1996.

Yazışma için e-mail adresi: seckinsnsk@gmail.com