

SPORTİF YARALANMALARDA ANATOMİK VE BİYOMEKANİK FAKTÖRLER

Metin ERGÜN*

ÖZET

Anormal biyomekanik yapı ve anatomik özellikler spor yaralanması riskini arttıran faktörler arasında yer almaktadır. Risk faktörlerinin tanımlanması ve yaralanma mekanizmalarının ortaya konması, koruyucu yaklaşımların biyomekanik açıdan geliştirilmesinde önemli rol oynar. Yaralanmalardan korunmada biyomekanik risk faktörlerinin saptanması açısından tarama programlarının yaşamsal bir önemi vardır. Tarama yöntemleri basit, düşük maliyetli, kliniklerde kolayca uygulanabilir ve yüksek prediktif değerde olmalıdır. Bu şekilde belirlenen yüksek riskteki sporcular için bireysel koruyucu antrenman programları oluşturularak yaralanma riskinin azaltılması sağlanabilecektir. Bu derlemede konu, ilgili literatür eşliğinde incelenmektedir.

Anahtar sözcükler: Spor, yaralanma riski, biyomekanik, korunma

SUMMARY

ANATOMICAL AND BIOMECHANIC FACTORS IN SPORTS INJURIES

Abnormal biomechanics and anatomical characteristics are among causative factors for sports injury. Identifying the risk factors and understanding the mechanisms involved with sports injuries, contributes to the biomechanical design of preventive measures. Development of screening tools concerning biomechanical risk factors may be a crucial component in preventing injuries. Screening tools should be simple, low-cost and easy to be used. Thus it will be possible to devise individual preventive training programs that will reduce injury risk for the high-risk athlete. The topic is being reviewed together with pertaining literature.

Key words: Sports, injury risk, biomechanics, prevention

*Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı, İzmir

GİRİŞ

Yaralanmalardan korunma ve korunmaya yönelik uygulamalar, araştırmacı ve klinisyenler için dikkat çeken ve üzerinde yoğunlaşılan bir alan haline gelmiştir. Bu tür araştırmaların öncesinde yaralanma konusunda risk faktörlerinin net şekilde ortaya çıkarılması gereklidir. Ekstresek ve intrensek olmak üzere pek çok faktör tanımlanmıştır. Ekstresek risk faktörleri içerisinde yarışma ve beceri düzeyi, ayakkabı türü, bandaj veya breys ve saha yüzey özelliği yer alırken; intrensek faktörler içerisinde yaş, cinsiyet, önceki yaralanma öyküsü ve yetersiz rehabilitasyon, aerobik fitness, vücut boyutları, ekstremite dominansı, esneklik, ekstremite çapı; kas kuvveti, dengesizliği ve reaksiyon zamanı; postüral stabilite, anatomik dizilim bozukluğu ve ayak morfolojisi yer almaktadır (21).

Anatomik ve biyomekanik risk

Anormal biyomekanik yapı ve anatomik özellikler yaralanma riskini arttıran faktörler arasında yer almaktadır (17). Bir eklem ve çevresindeki idiyopatik veya edinilmiş anatomik ve biyomekanik anormallikler lokal yaralanmaya yol açabilmektedir. Farklı aktivitelere ilişkin fiziksel gereklilikler çok değişkendir ve anatomik veya biyomekanik faktörler nedeniyle yaralanmaya predispozisyon her egzersiz türü için ayrı bir karakteristiğe sahiptir (21). Bu alanda literatürde çok sayıda araştırma bulunmakla birlikte, tanımlama ve metodoloji farklılıkları nedeniyle sonuçların analizi çoğunlukla güç olmaktadır (17).

Winston ve ark. (30) 1996 yılında epidemiyolojik çalışmalara biyomekanik prensiplerin uygulanmasını amaçlayan “biyomekanik epidemiyoloji” kavramı ile yeni bir yaklaşım ortaya koymuşlardır. Risk faktörlerinin tanımlanması ve yaralanma mekanizmalarının ortaya konması, biyomekanik açıdan koruyucu yaklaşımların geliştirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Gelişen biyomekanik bilgi; koruyucu egzersiz programları veya uygulamalarına ek olarak, yarışma kuralları ve stratejisinde de değişiklikleri gerektirebilecektir (1).

Biyomekanik risk faktörlerine ilişkin anahtar nokta; normal şartlarda rahatlıkla tolere edilebilen bir yükün nasıl yaralanmaya neden olduğunu veya dokunun normal bir yüke karşı tolerans düzeyinin nasıl düştüğünün açıklanabilmesidir (12). Yaralanma, bir dokunun akut veya kronik olarak absorbe edebileceğinden daha fazla bir yükü karşılaşması sonucu ortaya çıkmaktadır (11). Dokunun sertlik veya elastikiyet düzeyi, mutlak güç ve kritik yük eşiği gibi mekanik özellikleri yüke verilen yanıt

veya yükün transferinde önem taşımaktadır. Bu özellikler her doku için farklı olmakla birlikte; yaralanmalar yaş, cinsiyet ve antrenman düzeyi gibi entrensek faktörler ile uygulanan yükün doğası, miktarı, hızı ve transfer edilen enerjinin büyüklüğü gibi ekstresek faktörlerin karmaşık bir etkileşimiyle ortaya çıkmaktadır (12,13).

Sonuç olarak yaralanma mikro veya makro düzeyde gerçekleşir. Fiziksel antrenmanlar doku özelliklerinde yaralanmaya karşı pozitif adaptasyonlara neden olmaktadır. Aşırı kullanım durumunda ise gelişen enflamasyon ve mikrotravma ile yüke tolerans azalır ve yaralanma riski artabilir (12). Anatomik dizilim bozuklukları ve biyomekanik anormallikler ile yaralanma riski ilişkisine yönelik araştırmalar bu alandaki bilgi gelişimine katkı sağlamaktadır.

Anatomik dizilim ve biyomekanik faktörler

İntersegmental eklem yükleri ve eklem yüzü, bağ ve kas gibi yapılar eklemler ve iskelet sisteminin anatomik dizilimi ile yakından ilişkilidir. Anormal dizilim tanımı, karakteristiği veya ölçüm yöntemi hakkında literatürde uzlaşma olmasa da (14); kalça, diz ve ayak bileğinin anatomik dizilimi alt ekstremitte yaralanma riski açısından dikkat çekmektedir. Anormal dizilim azalmış disfonksiyon ile azalmış kişisel konfora neden olabilir (9). Femoral interkondiler çentik (notch) darlığı olan sporcularda ön çapraz bağ (ÖÇB) yaralanma insidansının daha yüksek olduğunu gösteren çalışmalar vardır (10,20). Ancak, çentik darlığının ÖÇB'nin daha küçük olması, yapısal farklılığı veya mekanik "impingement" ile ilgisi henüz net değildir (14).

Biyomekanik olarak; kadın sporcularda daha yüksek dinamik valgus açısı ve yüksek abduksiyon yükleri, artan ÖÇB riski ile ilişkili bulunmuştur (8). Artmış tibial varum ve kalkaneal eversiyonun kadınlarda ayak bileği burkulma riskine eşlik ettiği (28), erkeklerde de daha büyük talar tiltin ayak bileği burkulması ile ilişkili olduğu bulunmuştur (27). Genu valgum/varus, kalça internal ve eksternal rotasyonu veya tibia uzunluğu ile yaralanma ilişkisi gösterilememiştir (14). Yine bacak uzunluk farkı ve pelvik oblisite (23) ve Q açısı ile yaralanma riski arasında kesin bir ilişki saptanamamıştır (19).

Ayak morfolojisinin; yer tepkime kuvveti ile ayak bileği, diz ve alt ekstremitenin rotasyon aksı ve bu yapılar üzerindeki yükler arasındaki ilişki üzerinde önemli bir etkisi vardır (14). Yüksek ayak arkı bulunanlarda tibia, femur ve ayakta stres fraktürü insidansı (7) ile ayak ve dizde aşırı kullanım yaralanmaları (2) daha fazla bulunmuştur. Yine yüksek arkı

olanlarda plantar fasiit, lateral ayak bileği burkulmaları, iliotibial bant sendromu ve beşinci metatars stres fraktürü ile ilişkili bulunurken; düşük ark ile genel diz ağrısı, patellar tendinit, plantar fasiit ve 2.-3. metatars stres fraktürleri ilişkili bulunmuştur (29).

Biyomekanik değerlendirme ve korunma uygulamaları

Kas-iskelet yaralanmalarının çoğu internal kassal kuvvet veya eksternal çevresel yük dengesizlikleri nedeniyle ortaya çıktığı için, yapılacak biyomekanik analizler, bu yükler ve etkileri ile spor yaralanması mekanizmalarının anlaşılmasında çok önemlidir (25) Yaralanmaların patomekaniğinin anlaşılması, korunma hedefli biyomekanik çalışmaları geliştirmekte ve sporda güvenliğin artırılması için araştırma alanını hızla genişletmektedir (5,22).

Biyomekanik temelli yaralanmalardan korunma uygulamaları vücuda yansıyan internal ve eksternal yüklerin modifiye edilmesine odaklanmalıdır. Uygulamalar yük düzeyini azaltarak yaralanma eşiğinin altında kalmasını veya yüklenme dizgesine karşı vücudun reaksiyonunu ve tolerans kapasitesini geliştirmeyi amaçlamalıdır (12). Efektif bir yaralanmadan korunma programı, tipik olarak uygulanan ve absorbe edilen yükler arasındaki dengeyi kurmayı hedefler. Dokuya binen yükü azaltmaya çalışan korunma programları nedene göre kategorize edilirler. Örnek olarak; ekstremite dizilim bozukluğu nedeniyle artmış yükün karşılanması için ayak ortezlerinin kullanımı verilebilir (11). Diz ekstansiyonunu sınırlayan diz breysi, sıçrama sonrası yere düşme sırasında diz fleksiyonunu sınırlayarak ÖÇB yaralanma riskini azaltabilir (31). Bunun gibi örnekleri çoğaltmak olasıdır.

Koruyucu uygulama ve yenilikler; mekanik ve klinik olarak etkinlikleri gösterildiğinde, korunma programları içine alınmaktadır. Biyomekanik değerlendirme sıklıkla yeni bir koruyucu uygulamanın sporcuya önerilmeden önce etkinliğini araştırmak için yapılmaktadır. Ölçümler risk faktörlerinin, etiolojinin veya yaralanma mekanizmasının eliminasyonu etkilerini değerlendirir (1). Örneğin, ayak bileği için bez spor ayakkabıları lateral topuk stabilitesini sağlayamadıkları için alan sporlarında önerilmez (6). Yarı rijid, ancak bağcıklı olmayan breysler ayak bileği inversiyon burkulmalarında önleyicidirler (24). Konçlu ayakkabıların deneysel olarak ayak bileği inversiyonunu oran ve miktar olarak azalttıkları gösterilmiştir (18). Subtalar salınımı sınırlayan teyping, lateral ve medial teyping uygulamaları anterior talofibular bağ üzerindeki yükü azaltmaktadır (26).

Sporcunun yaralanma sonrası spora dönüş aşamasında objektif fiziksel kriterlere göre değerlendirilmesi gereklidir. Örneğin, ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası spora dönüşte ekstremitte kuvvetinin, fonksiyonel diz stabilitesinin, fonksiyonel görevlerde bilateral ekstremitte simetrisinin, postürün, gücün, dayanıklılığın, çabukluk ve tekniğin değerlendirilmesi yapılabilir (16).

Tarama programları

Yaralanmalardan korunmada biyomekanik risk faktörlerinin saptanması açısından, tarama programlarının yaşamsal bir önemi vardır. Tarama yöntemleri basit, düşük maliyetli, klinikte kolayca uygulanabilir ve yüksek prediktif değere sahip olmalıdır (4). Böylesi tarama yöntemleri yaralanmalardan korunma programları içerisinde yer alabilir. Örneğin, genel eklem laksitesinin alt ekstremitte yaralanma riski ile ilişkisi olduğu yönünde çalışma bulguları vardır (3). Diz hiperekstansiyonu, bilateral diz anterior-posterior laksite (15) ve diz abduksiyon moment farklılıkları ÖÇB yaralanmaları açısından tarama yöntemi olarak önerilmektedir (3).

Plantar fleksörlerin daha kuvvetli olmasının ayak bileği burkulma riskini arttırdığını gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Postüral salınım ölçümlerinin de ayak bileği burkulma riski açısından önemli olduğuna dikkat çekilmektedir (2). Sezon öncesi yapılacak tarama programlarıyla riski yüksek sporcuların belirlenmesi olanaklıdır. Bu şekilde, yüksek riski bulunan sporcular için bireysel koruyucu antrenman programları oluşturularak yaralanma riskinin azaltılması sağlanabilecektir.

KAYNAKLAR

1. Chan KM, Fong DT, Hong Y, Yung PS, Lui PP: Orthopaedic sport biomechanics- a new paradigm (Review). *Clin Biomech (Bristol, Avon)* **23(Suppl 1)**: S21-30, 2008.
2. Cowan DN, Jones BH, Robinson JR: Foot morphologic characteristics and risk of exercise-related injury. *Arch Fam Med* **2**: 773-7, 1993.
3. Dallinga JM, Benjaminse A, Lemmink KA: Which screening tools can predict injury to the lower extremities in team sports?: a systematic review. *Sports Med* **42**: 791-815, 2012.
4. Dennis RJ, Finch CF, Elliott BC, Farhart PJ: The reliability of musculoskeletal screening tests used in cricket. *Phys Ther Sport* **9**: 25-33, 2008.
5. Elliott B: Biomechanics: an integral part of sport science and sport medicine (Review). *J Sci Med Sport* **2**: 299-310, 1999.
6. Fong DTP, Hong Y, Li JX: Cushioning and lateral stability functions of cloth sport shoe. *Sports Biomech* **6**: 407-17, 2007.
7. Giladi M, Milgrom C, Simkin A, et al: Stress fractures and tibial bone width. A risk factor. *J Bone Joint Surg Br* **69**: 326-9, 1987.

8. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, et al: Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *Am J Sports Med* **33**: 492-501, 2005.
9. Ilahi OA, Kohl HW 3rd: Lower extremity morphology and alignment and risk of overuse injury (Review). *Clin J Sport Med* **8**: 38-42, 1998.
10. LaPrade RF, Burnett QM 2nd: Femoral intercondylar notch stenosis and correlation to anterior cruciate ligament injuries. A prospective study. *Am J Sports Med* **22**: 198-203, 1994.
11. Mc Bain K, Shrier I, Shultz R, et al: Prevention of sports injury I: a systematic review of applied biomechanics and physiology outcomes research. *Br J Sports Med* **46**: 169-73, 2012.
12. McIntosh AS: Risk compensation, motivation, injuries, and biomechanics in competitive sport. *Br J Sports Med* **39**: 2-3, 2005.
13. Meeuwisse WH: Predictability of sports injuries. What is the epidemiological evidence? (Review). *Sports Med* **12**: 8-15, 1991.
14. Murphy DF, Connolly DAJ, Beynon BD: Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *Br J Sports Med* **37**: 13-29, 2003.
15. Myer GD, Ford KR, Paterno MV, Nick TG, Hewett TE: The effects of generalized joint laxity on risk of anterior cruciate ligament Injury in young female athletes. *Am J Sports Med* **36**: 1073-80, 2008.
16. Myer GD, Paterno MV, Ford KR, Quatman CE, Hewett TE: Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: criteria-based progression through the return-to-sport phase (Review). *J Orthop Sports Phys Ther* **36**: 385-402, 2006.
17. Neeley FG: Biomechanical risk factors for exercise-related lower limb injuries (Review). *Sports Med* **26**: 395-413, 1998.
18. Ricard MD, Schulthies SS, Saret JJ: Effects of high-top and low-top shoes on ankle inversion. *J Ath Train* **35**: 38-43, 2000.
19. Söderman K, Alfredson H, Pietilä T, Werner S: Risk factors for leg injuries in female soccer players: a prospective investigation during one out-door season. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* **9**: 313-21, 2001.
20. Souryal TO, Freeman TR: Intercondylar notch size and anterior cruciate ligament injuries in athletes. A prospective study. *Am J Sports Med* **21**: 535-9, 1993.
21. Taimela S, Kujala UM, Osterman K: Intrinsic risk factors and athletic injuries (Review). *Sports Med* **9**: 205-15, 1990.
22. Timpka T, Ekstrand J, Svanström L: From sports injury prevention to safety promotion in sports. *Sports Med* **36**: 733-45, 2006.
23. Twellaar M, Verstappen FT, Huson A, van Mechelen W: Physical characteristics as risk factors for sports injuries: a four year prospective study. *Int J Sports Med* **18**: 66-71, 1997.
24. Ubell ML, Boylan JP, Ashton-Miller JA, Wojtys EM: The effect of ankle braces on the prevention of dynamic forced ankle inversion. *Am J Sports Med* **31**: 935-40, 2003.
25. Viano DC, King AI, Melvin JW, Weber K: Injury biomechanics research: an essential element in the prevention of trauma. *J Biomech* **22**: 403-17, 1989.

26. Wilkerson GB: Biomechanical and neuromuscular effects of ankle taping and bracing. *J Athl Train* **37**: 436-45, 2002.
27. Willems TM, Witvrouw R, Delbaere K, Mahieu N, De Bourdeaudhuij I, De Clercq D: Intrinsic risk factors for inversion ankle sprains in male subjects: a prospective study. *Am J Sports Med* **33**: 415-23, 2005.
28. Willems TM, Witvrouw E, Delbaere K, Philippaerts R, De Bourdeaudhuij I, De Clercq D: Intrinsic risk factors for inversion ankle sprains in female-a prospective study. *Scand J Med Sci Sports* **15**: 336-45, 2005.
29. Williams DS 3rd, McClay IS, Hamill J: Arch structure and injury patterns in runners. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* **16**: 341-7, 2001.
30. Winston FK, Schwarz DF, Baker SP: Biomechanical epidemiology: a new approach to injury control research (Review). *J Trauma* **40**: 820-4, 1996.
31. Yu B, Herman D, Preston J, Lu W, Kirkendall DT, Garrett WE: Immediate effects of a knee brace with a constraint to knee extension on knee kinematics and ground reaction forces in a stop-jump task. *Am J Sports Med* **32**: 1136-43, 2004.

Yazışma için e-mail adresi: metinergun@hotmail.com