

Alt Ekstremitte Yaralanması Geçirmiş Sporcularda Kullanılan Denge Testleri: Sistematik Derleme

Balance Tests Used in Athletes with Lower Extremity Injuries: A Systematic Review

Rabia Tuğba KILIÇ^{1 A,B,D,F,G}, Emre UYSAL^{2 A,B,C,E,F}, Ayşe TORAMAN KARAGÜLMEZ^{3 A,B,C,E,F}, Ali CEYLAN^{4 A,B,C,E,F}, Ayşegül ATLI^{5 A,B,C,E,F}, Hayri Baran YOSMAOĞLU^{6 A,B,D,F,G}, Savaş KUDAŞ^{7 A,B,D,F,G}

¹Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara, Türkiye

²Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, İzmir, Türkiye

³Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Ahmet Erdoğan Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Sağlık Bakım Hizmetleri Bölümü, Zonguldak, Türkiye

⁴Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Karaman, Türkiye

⁵Ankara Üniversitesi, Haymana Meslek Yüksekokulu, Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara, Türkiye

⁶Başkent Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara, Türkiye

⁷Uzman Doktor Savaş Kudaş Muayenesi, Ankara, Türkiye

ÖZ

Alt ekstremitte yaralanması geçiren sporcular rehabilitasyonun tamamlanmasından sonra spora dönüş aşamasında; denge, propriyosepsiyon, kas gücü ve nöromüsküler kontrolde önemli eksiklikler sergilemektedir. Özellikle de denge bozukluğunun varlığı, spora dönüş aşamasında sporcuların alt ekstremitte yaralanma riskini arttırmaktadır. Bu sistematik derlemenin amacı: alt ekstremitte yaralanmaları sonrası kullanılan denge testlerini değerlendirerek mevcut kanıtların özetini sunmaktır. İnceleme, üç veritabanını kapsayan bir literatür taraması ile Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) yönergelerine göre yapıldı. Çalışmaların metodolojik kalitesi, Gözlemsel Kohort ve Kesitsel Çalışmalar için Kalite Değerlendirme Aracı kullanılarak değerlendirildi. Çalışma başlangıcında toplam 1259 adet makale incelendi ve bunlardan 8 tanesi çalışmaya dahil edildi. Alt ekstremitte yaralanma öyküsü olan ve olmayan yaş ortalaması 20,03±2,88 yıl, 1515'i kadın toplam 1575 sporcudan oluşan 8 çalışmanın tam metni incelendi. Tüm çalışmalar Gözlemsel Kohort ve Kesitsel Çalışmalar için Kalite Değerlendirme Aracına göre metodolojik olarak sınıflandırıldı. Dahil edilen çalışmadaki sporcuların diz ve ayak bileği eklemi içeren yaralanma öykülerinin olduğu belirlendi. Sporcuların denge değerlendirilmesinde Yıldız Denge Testi'nin daha çok tercih edildiği görüldü. Bu derlemeye alt ekstremitte yaralanması sonrasında spora dönüş için yapılan, dört adet Yıldız Denge Testi, bir adet Alt Ekstremitte Çeyrek-Y Denge Testi, bir adet Dinamik Postural Stabilité İndeksi, bir adet Tek Ayak Üzerinde Postüral Stabilité Denge Testi ve bir adet basınç merkezi ile sporcuların dengelerini değerlendiren çalışma dahil edildi. Alt ekstremitte yaralanması olan sporcuların spora dönüş için gerekli denge kriterleri açısından literatürde kesin bilgi bulunmadığı tespit edildi. Sonuç olarak denge kriterinin alt ekstremitte yaralanması sonrasında spora dönüşte yapılan sporun, yaralanmanın zamanının, değerlendirmenin şeklinin, daha önceden yaralanma öyküsünün olup olmadığına bağlı olarak değiştiğini tespit ettik.

Anahtar Kelimeler: Alt ekstremitte, Denge, Sporcu, Spora dönüş, Yaralanma.

Sorumlu Yazar: Rabia Tuğba KILIÇ

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara, Türkiye
rtkilig@ybu.edu.tr

Geliş Tarihi: 16.02.2022 – Kabul Tarihi: 17.10.2023

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

ABSTRACT

Athletes with lower extremity injuries are at the stage of returning to sports after the completion of rehabilitation; exhibits significant deficits in balance, proprioception, muscle strength and neuromuscular control. Especially, the presence of balance disorder increases the risk of lower extremity injury of the athletes during the return to sports. The purpose of this systematic review is to present a summary of the available evidence by evaluating balance tests used after lower extremity injuries. The review was performed according to the guidelines of Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) with a literature review covering three databases. The methodological quality of the studies was assessed using the Quality Assessment Tool for Observational Cohort and Cross-sectional Studies. A total of 1259 articles were reviewed at the beginning of the study, and 8 of them were included in the study. The full text of 8 studies consisting of 1575 athletes, 1515 of whom were female, with a mean age of 20.03 ± 2.88 years, with and without a history of lower extremity injury, were analyzed. All studies were methodologically classified according to the Quality Assessment Tool for Observational Cohort and Cross-sectional Studies. It was determined that the athletes in the included study had a history of injury involving the knee and ankle joint. It was seen that the Star Excursion Balance Test was more preferred in the evaluation of the balance of the athletes. In this review, four Star Shaped Balance Tests, one Lower Extremity Quarter-Y Balance Test, one Dynamic Postural Stability Index, one Postural Stability Balance Test on One Leg, and one pressure center, which are performed for returning to sports after lower extremity injury. It was determined that there is no definite information in the literature regarding the balance criteria required for returning to sports of athletes with lower extremity injuries. As a result, we determined that the balance criterion changed depending on the sports performed after the lower extremity injury, the time of the injury, the form of the evaluation, and whether there was a previous injury history.

Key Words: Athlete, Balance, Lower extremity, Injury, Return to sports.

1. GİRİŞ

Sporcularda alt ekstremitte yaralanma insidansının, her 10 bin sporcuda 11,6 oranında olduğu bildirilmektedir. Bu yaralanmaların yaklaşık %90'ı ayak bileği, diz ve uyluğu ilgilendirirken; en çok görülen spor yaralanmalarını burkulmalar, incinmeler, kontüzyonlar, tendinopatiler ve kırıklar oluşturmaktadır (1). Alt ekstremitte dinamik nöromusküler kontrolündeki eksiklikler, yaralanmalar için önemli risk faktörü olup, özellikle alt ekstremitte yaralanmasından sonra gözlenmektedir (2). Bu nedenle de sağlık çalışanları tarafından spora dönüş için dinamik nöromusküler kontrol bir sonuç ölçütü olarak sıklıkla kullanılmaktadır (2). Literatürde tüm yaralanmalara özgü spora dönüş kriterlerinin ne olduğu hakkında henüz bir netlik yoktur. En çok zamana dayalı kriterler spora dönüş kararı için kullanılmaktadır (3). Akılda tutulması gereken nokta, modern ameliyat teknikleri ve rehabilitasyon programları uygulansa bile, denge, propriyosepsiyon, kas gücü ve nöromusküler kontrol eksikliklerinin ameliyat sonrasında da aylarca var olduğuna dair güçlü kanıtlar olduğudur (4). Bu nedenle postoperatif süre, spora dönüş için hiçbir zaman tek kriter olmamalıdır. Bu nedenle, artan yaralanma riski altındaki sporcuları tanımlayan, müdahale ile meydana gelebilecek değişiklikleri yakalayan ve spora hazır duruma dönüşü değerlendiren (yani, yaralanma sonrası oluşan motor kontrol eksikliklerinin giderilmesini sağlayan) test bataryalarının sağladığı sonuçların bilinmesine ihtiyaç vardır (2). Bu sayede alt ekstremitte meydana gelen kas iskelet sistemi yaralanmalarının oluşumunun ve tekrarlama riskinin azaltılabileceğini düşünmekteyiz.

Denge, spor performansının önemli bileşenlerinden olup sporcuların yaralanma riskiyle yakından ilişkilidir (5,6). Denge bozukluğu, sporcunun alt ekstremitte yaralanma riskini arttıran faktörlerden biridir (7-9). Araştırmalarda, ayak bileği burkulması, kronik ayak bileği instabilitesi, ön çapraz bağ yaralanması ve diz önü ağrı öyküsü olan sporcularda, statik ve dinamik dengenin bozulduğu ifade edilmektedir (10-14). Ön Çapraz Bağ yaralanması geçirmiş

sporcuların sağlıklı bireylerle dinamik postüral stabiliteilerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, Yıldız Denge Testinin (YDT) posterior-medial ve posterior-lateral yönlerdeki, erişim mesafelerinin sporcularda sağlıklı kontrollere kıyasla azaldığı bildirilmektedir (15). Yapılan çalışmalarda dinamik postüral stabilitenin, nöromüsküler faktörlerden biri olması ve gelecekteki yaralanma risklerini tahmin etmesi bakımından, spora dönüş sırasında klinik bir ölçü olarak göz önünde bulundurulması gerektiği bildirilmektedir (7,16,17). Postüral kontrol ile nöromüsküler değişikliklerin ilişkisi düşünüldüğünde, sporcunun yaralanma öncesi düzeyine ulaşip ulaşılmadığının, postüral kontrol açısından belirlenmesinin spora güvenli dönüş için son derece önemli olduğunu düşünmekteyiz.

Alt ekstremitte yaralanması olan sporcularda fonksiyon ve hareket asimetrisini değerlendirmek ve yaralanma riski taşıyan sporcuları belirlemek için farklı testler ve test bataryaları geliştirilmiştir (18-21). Denge değerlendirmesinde yaygın olarak kullanılan, sporcunun gelişimini objektif olarak ölçen ve spora dönüş için bir gösterge olarak kullanılan testler; hem klinikte hem de sahada, Tek Ayak Üzerinde Postüral Stabilite Denge Testi (TAÜPSDT) (22) Alt Ekstremitte Çeyrek-Y Denge Testi (AEÇ-YDT) (23), YDT(24) ve Modifiye Yıldız Denge Testi (M-YDT) (25) iken, laboratuvar ortamında denge platformu (Biodex) (26) ve Dinamik Postural Stabilite İndeksi (DPSİ) (27)'dir. Bu test bataryalarından elde edilen sonuçların sunulması ile spora dönüş zamanını öngören faktörleri anlamının ve klinikte spora dönüş kararı vermenin kolaylaştırılması hedeflenmektedir. Alt ekstremitte yaralanması olan sporcularda gelecekteki yaralanmaların önlenmesi ve yaralanma riskinin azaltılabilmesi için dengenin nasıl etkilendiğinin bilinmesi vespore dönüş kararı verilirken dengenin yeniden kazandırılması son derece önemlidir. Bu noktalardan hareketle, sunmuş olduğumuz sistemantik derlemeyi yazmaktaki amacımız; alt ekstremitte yaralanması sonrası denge değerlendirmesinin önemini vurgulamak ve denge değerlendirilmesinde kullanılan test bataryalarının sağladığı sonuçların özetini sunmaktır.

2. GEREÇ VE YÖNTEMLER

Literatür Tarama

Alt ekstremitte yaralanması geçirmiş sporcularda kullanılan denge testlerini incelemek amacıyla yapılan bu derleme, Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) yönergeleri izlenerek, 13 Nisan 2021 tarihinde Scopus, PubMed ve Web of Science veri tabanlarını kapsayan bir literatür taraması ile 2010 yılı ve sonrası yayınlanan çalışmalar dahil edilerek gerçekleştirildi. Arama, [Propriocepti* OR "Position Sense" OR Postur* OR "Sense of Equilibrium" OR Y-balance* OR Y-test OR "Star Excursion Balance Test" OR "Star Excursion*" OR "single-leg stance" OR "functional reach test" OR "limits of stability" OR ("postural control" OR balance* OR Stabili*OR Posturography OR "instability training" OR "sensorimotor training") AND ["Return to Sport*" OR "Return to Play*" OR Sport re-entry OR "Return to Recreational Activiti*" OR Resumption of Recreational Activit* OR Resumption of Sporting Activi* OR "Return to play criteria*" OR "return to sport criteria" OR "return to play timing" OR "Sport participation" OR "sport return"] AND [ACL* OR "Anterior cruciate ligament*" OR "Groin pain" OR "Sports hernia" OR "Athletic pubalgia" OR "Adductor strain" OR "Osteitis pubis" OR Fracture* OR "Femoroacetabular impingement" OR "Labral tears" OR "lower extremity*" OR "hip injur*" OR "knee injur*" OR "ankle injur*" OR

"Ankle sprain" OR "Ankle instability" OR "Patellofemoral Pain Syndrome" OR Meniscus* OR "meniscal repair" OR Sprain* OR Strain* OR "lower limb injur*" OR "jumper's knee" OR "leg injur*" OR "medial patellofemoral ligament*" OR "lower extremity injur*"] anahtar kelimeleriyle yapıldı.

Dahil Edilme Kriterleri

Katılımcılarının alt ekstremitte yaralanması geçirmiş sporculardan oluştuğu, rehabilitasyon sonrası denge performanslarının değerlendirildiği, tam metin makale olarak İngilizce yayınlanan ve kontrol grubu bulunan çalışmalar derlemeye dahil edildi.

Dahil edilme kriterlerini sağlayan araştırmada kullanılan denge değerlendirme yöntemleri şu şekildedir.

YDT; 4 adet 1,5 metrelik mezura, birbiri ile 45 derecelik açı yapacak şekilde bir yere sabitlenir. Birey kesişim noktasında, tek ayak üzerinde durduktan sonra, bireyden diğer ayağının parmak ucunu 8 yönde (anterior, anterolateral, lateral, posterolateral, posterior, posteromedial, medial ve anteromedial) uzatması istenerek test tamamlanır. Her yön için 3 deneme yaptırılır. En iyi skor cm cinsinden kaydedilir (28,29). Testin intrarater güvenilirliği orta ile iyi arasında (ICC 0,67- 0,97) (30,31) ve interrater güvenilirliği kötüden iyiye (ICC 0,35- 0,93) değişkenlik göstermektedir (28).

M-YDT; deneklerden çıplak ayakla eller belde, tek ayak üzerinde anterior, posteromedial ve posterolateral yönlere doğru maksimum mesafeye uzanması istenir (28,29). Testin, 0,82 ile 0,87 arasında değişen sınıf içi korelasyon katsayıları (ICC'ler) ve %2,0 ile %2,9 arasında değişen varyasyon katsayıları ile adolesan basketbolcularda dinamik dengenin güvenilir bir ölçüsü olduğu ifade edilmiştir (29,30).

AEC-YDT; teste başlamadan önce, bireyin her bir alt ekstremitesi ile her yöne 6 kez ısınma denemesi yapması istenir. Daha sonra bireyden test düzeneğinin orta noktasında, çıplak ayakla tek ayak üzerinde dengede durması, aynı anda diğer ayağı ile üç farklı yöne (anterior, posteromedial, posterolateral) doğru uzanarak, ayak parmak ucunu en uzak noktaya hafifçe dokundurması istenir. Test sırasında birey hem sağ hem de sol ayağı ile anterior yönde uzanmada 3 kez başarılı olduktan sonra, sırasıyla posteromedial ve posterolateral yönlere de üç kez uzanması istenir. En iyi skor santimetre cinsinden kaydedilerek test tamamlanır. Testin geçerlik ve güvenilirliği, Plisky ve arkadaşları tarafından yapılmış olup, intrarater güvenilirliği (ICC 0,85-0,91) arasında, interrater güvenilirliği (0,99-1,00) arasında değişmektedir (23).

DPSİ; 40*30 inç, 1200Hz, taşınabilir kuvvet plakları ile yer reaksiyon kuvvet verileri elde edilerek hesaplanmaktadır. Statik denge gözler açık ve kapalı olarak kuvvet plakları üzerinde tek ayak üzerinde gerçekleştirilmektedir. Dinamik denge toplam skor medial-lateral, anterior-posterior ve vertikal yer reaksiyon kuvvetlerinin vücut ağırlıklarına oranının toplam bileşiminden meydana gelmektedir (31,32). Kronik alt ekstremitte yaralanması olan bireylerde yapılan çalışmada testin oturumlar arasındaki güvenilirliği oldukça yüksek bulunmuştur.

TAÜPSDT; Ağırlık merkezinin yer değişimi ile dengeyi değerlendiren bir testtir. Yer reaksiyon kuvvetini ölçen 40 cm kuvvet plağı ile değerlendirilmektedir. 2 tane Optoelektronik kamera sistemi ile üç tane led markerler deri yüzeyine yerleştirilerek ölçüm gerçekleştirilir. Deriye yerleştirilen markerların vücut seçimi için geçerli anatomik noktalar tercih edilir (33). Testin geçerlik ve güvenilirliği, Doyle ve arkadaşları tarafından yapılmış olup, intrarater

güvenilirliği (ICC (>0.80)), interrater güvenilirliği 0.920'in üzerinde olduğu bildirilmektedir (34).

Biodex Denge Sistemi (BDS); Yüzeyi hareketli ve 20 dereceye kadar eğilebilen, dengenin objektif olarak değerlendirilebilmesini sağlayan bilgisayar yazılımıyla destekli denge platformu mevcuttur. Bireylerin Genel Stabilite İndeksi (GSİ), Antero-Posterior Stabilite İndeksi (APSI), Medyo-Lateral Stabilite İndeksi (MLSİ) bu platform aracılığıyla değerlendirilmektedir. Genel stabilite indeksi genel denge yeteneğini, antero-posterior stabilite indeks ön-arka denge yeteneğini, medio-lateral stabilite indeksi ise yan tarafa denge yeteneğini ifade etmektedir. Bu testler sonucunda yüksek değerlerin elde edilmesi, dengenin bozulduğunu gösterir (35,36). Genel stabilite indeksi, ön-arka stabilite indeksi, medial-lateral stabilite indeksi için test-tekrar sınıf içi korelasyon katsayıları statik dengede sırasıyla 0.85, 0.78, 0.84 ve dinamik dengede iken sırasıyla 0.77, 0.77 ve 0,65 olarak rapor edilmiştir (37).

Çalışma Kodlama ve Veri Çıkarma

Çalışmalar 7 araştırmacı (AA, AC, ATK, EU, HBY, RTK, SK) tarafından bağımsız olarak okundu ve ayrı ayrı kodlandı. Yazar, başlık, yıl, katılımcıların tanımlayıcı özellikleri, uygulanan yöntem, çalışmanın tasarımı bir Excel tablosuna kaydedildi.

Metodolojik Kalite Değerlendirmesi

Dahil edilen çalışmaların metodolojik kalitesinin değerlendirilmesi, Gözlemsel Kohort ve Kesitsel Çalışmalar için Kalite Değerlendirme Aracı kullanılarak yapıldı (38).

Gözlemsel kohort ve kesitsel çalışmaların kalite değerlendirmelerini ortaya koyan ve 14 sorudan oluşan kalite derecelendirme ölçeği ile 8 çalışmanın kalite derecelendirme puanı hesaplandı. Çalışmanın her biri 14 madde ile değerlendirildi. İlgili maddenin karşılığını sağlıyorsa 1, sağlamıyorsa 0 ve çalışmada belirsizlik söz konusu ise 0a olarak kodlandı. Dahil edilme kriterlerini sağlayan 8 çalışmanın kalite değerlendirme sonuçlarının 6-9 arasında değiştiği belirlendi (Tablo1).

Tablo 1. Kalite değerlendirme puanları

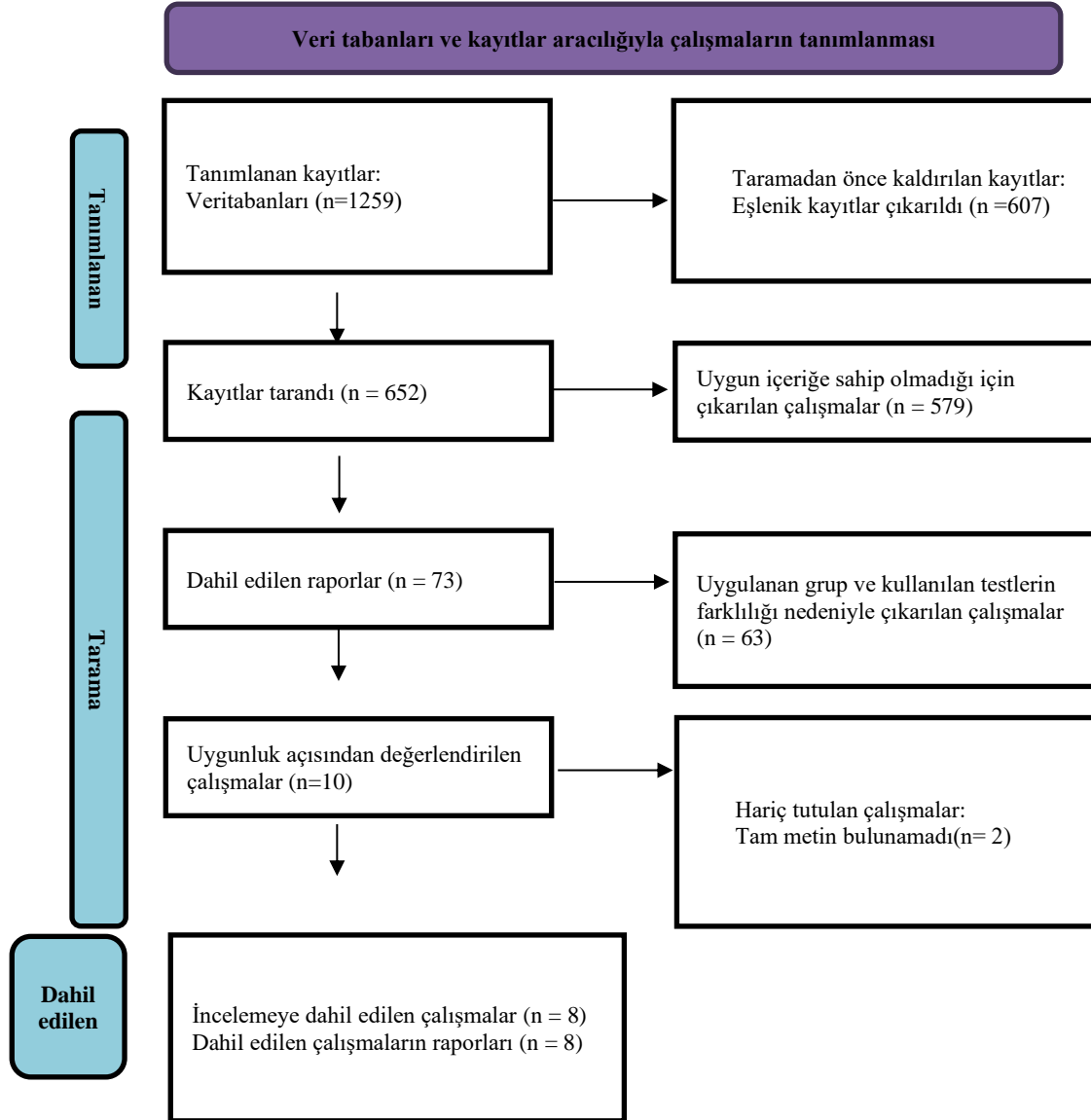
Çalışmalar	Ölçek maddeleri														Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Brumitt ve ark. (2019)	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	8
Delahunt ve ark.(2013)	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	7
Fältström ve ark.(2021)	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	7
Fältström ve ark.(2017)	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	8
Head ve ark.(2019)	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	8
Huurnink ve ark.(2013)	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	9
Myklebust ve ark. (2017)	1	1	1	1	1	0	0 ^a	0 ^a	1	0 ^a	1	0	0 ^a	0	7
Paterno ve ark.(2012)	1	1	1	1	1	0	0 ^a	0 ^a	1	0 ^a	1	0	0 ^a	0	7

1: kriteri karşıladı 0: kriteri karşılamadı 0a: belirsiz; Kalite değerlendirme soruları: 1.Makalede araştırma sorusu veya amacı açıkça belirtildi mi? 2.Çalışma popülasyonu açıkça belirlenmiş ve tanımlanmış mıydı? 3.Kişilerin katılım oranı en az %50 mi? 4.Denekler aynı veya benzer popülasyondan mı seçildi? Çalışmanın dahil edilme ve edilmeme kriterleri önceden belirlenmiş miydi? 5. Örneklem büyüklüğü gerekçesi, güç tanımı ve varyans/etki tahminleri sağlandı mı? 6. Analizlerde sonuç çıktıları alınmadan önce herhangi öncesinde herhangi bir ölçüm alındı mı? 7.Zaman kavramı etki ve sonuç arasında ilişkiyi görmeyi gerektirebilecek şekilde yeterli miydi? 8. Miktar veya düzeyde değişiklik gösterebilen maruziyetler için, çalışma sonuçları ilişkili olarak farklı maruz kalma seviyelerini inceledi mi (örneğin, maruz kalma kategorileri veya sürekli değişken olarak ölçülen maruziyet)?9. Maruziyet ölçümleri (bağımsız değişkenler) açıkça tanımlanmış, geçerli, güvenilir ve tüm çalışma katılımcıları arasında tutarlı bir şekilde uygulandı mı?10.Süreç içinde maruziyetlere birden fazla mı kalındı?11. Sonuç ölçütleri (bağımlı değişkenler) açıkça tanımlanmış, geçerli, güvenilir ve tüm çalışma katılımcıları arasında tutarlı bir şekilde uygulanmış mıydı?12.Körleme yapıldı mı? 13. Başlangıçtan sonra takip kaybı%20 veya daha az mıydı?14. Temel potansiyel karıştırıcı değişkenler, maruziyet (ler) ile sonuç (lar) arasındaki ilişki üzerindeki etkileri açısından istatistiksel olarak ölçüldü ve ayarlandı mı?

3. BULGULAR

Dahil Edilme ve Bulgular

Çalışmamızda alt ekstremitte yaralanma öyküsü olan 1515'i kadın toplam 1575 sporcudan oluşan 8 çalışmanın tam metni incelendi (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma Akış Diyagramı

İncelenen çalışmalarda alt ekstremitte yaralanması sonrasında spora dönüş için yapılan, 4 adet Yıldız Denge Testi, 1 adet Alt Ekstremitte Çeyrek-Y Denge Testi, 1 adet Dinamik Postural Stabilite İndeksi, 1 adet Tek Ayak Üzerinde Postüral Stabilite Denge Testi ve 1 adet basınç merkezi ile sporcuların dengelerini değerlendiren çalışma olduğu bulundu. Bu çalışmalarda denge değerlendirmesinde yaygın olarak kullanılan testler ve detayları Tablo 1’de verildi. Tablo 2’de de dahil edilen çalışmaların ayrıntıları özetlendi. Dengenin değerlendirilmesinde YDT’nin daha çok tercih edildiği görüldü (Tablo2).

Tablo 2.Derlemeye Dahil Edilen Çalışmalar

Çalışma	Çalışmanın tasarımı	Katılımcıların özellikleri	Dengenin değerlendirilmesi	Çalışmalardan elde edilen sonuçlar
Brumitt ve ark. (2019)(39) .	Kesitsel	Kadın kolej voleybolcular (n=134)	AEC-YDT	Geçmişte yaralanma öyküsü (alt ekstremitte veya lateral ayak bileği yaralanması) olan ve olmayan sporcular arasında AEC-YDT ile yapılan denge ölçümlerinde anlamlı bir farkın olmadığı belirlendi.
Delahunt ve ark. (2013)(15) .	Tanımlayıcı laboratuvar	Kadın atlet (ÖÇBR) (n=14) Gönüllü kadın atletler-kontrol grubu (n=17)	YDT	ÖÇB ameliyatı geçiren ve spora geri dönen kadın sporcularda, YDT denge sonucunun postero-medial ve postero-lateral yönlerde sağlıklı kontroller ile farklılık gösterdiği fakat anterior yönde farkın olmadığı; ayrıca sporcuların, YDT'de sağlıklı kontrollere kıyasla kalça eklemine frontal, sagittal, transverse plandaki diz eklemine ise sagittal plandaki kinematik modellerde farklılık olduğu saptandı.
Fältström ve ark. (2021)(45).	Kohort	Aktif kadın futbolcular (ÖÇBR) (n=117) Sağlıklı dize sahip oyuncular (n=119)	YDT	ÖÇB rekonstrüksiyonu olan oyuncularda önceden belirlenmiş fonksiyonel performans testleri ile yeni bir ÖÇB yaralanması veya ciddi diz yaralanması riski arasında bir ilişki olmadığı saptandı
Fältström ve ark. (2017)(46).	Kohort	ÖÇBR geçirmiş ve üzerinden 18 ay geçen kadın futbolcular(n=77) Sağlıklı dize sahip kadın futbolcular (n=77)	YDT	Cerrahi edilen diz ile edilmeyen dizlerin benzer işleve sahip olduğu, fonksiyonellik testlerinde minimal düzeyde opere diz lehine farklılık olduğu belirlendi
Head ve ark. (2019)(40) .	Kesitsel vaka kontrol	22 kadın, 8 erkek atlet (n=30) ÖÇBR geçiren atletler (n=15) Sağlıklı grup (n=15)	DPSİ	ÖÇB yaralanması geçiren diz ve geçirmeyen grup (kontrol grubu) karşılaştırıldığında spora dönüşte dinamik postüral stabilitede anlamlı bir farkın olmadığı belirlendi.
Huurnink ve ark. (2014)(41) .	Vaka kontrol	Hokey oyuncularını (18 erkek, 16 kadın) Ayak burkulması geçirmiş grup (n=18) Yaralanma geçirmemiş grup (n=16)	TAÜPSDT	Postüral stabilitede gruplar arasında herhangi bir farkın olmadığı, ayak bileği burkulması öyküsü olanlarda azalmış postüral stabilitenin olduğu saptandı.
Myklebust ve ark. (2017)(42).	Prospektif kohort	Kadın hentbolcular (n=414) ÖÇB yaralanması geçirmeyen (n=413) Önce de ÖÇB yaralanması olan(n=31) Kadın futbolcular (n=444) ÖÇB yaralanması geçirmeyen (n=413) Önceden ÖÇB yaralanması olan (n=31)	M-YDT	ÖÇB yaralanma geçmişi olmayan oyuncuların dominant olmayan bacaklarında denge skorlarının daha iyi olduğu belirlendi. Buna karşılık ÖÇB olan ekstremiteler ile sağlıklı ekstremitte arasında güç ve denge yönünden farkın olmadığı saptandı.
Paterno ve ark. (2013)(26).	Prospektif kohort	ACLR grup (erkek=21, kadın=35, n=56) Kontrol grup (erkek=13, kadın=29, n=42)	BDS	ÖÇB cerrahisi geçiren ekstremitenin etkilenmeyen ekstremiteye göre, ÖÇB cerrahisi sonrası katılımcıların ilgili ekstremiteleri kontrol grubuna göre kontralateral ekstremitelerine ve her iki ekstremitelerine kıyasla daha az postüral salınım sergilediği saptandı.
TOPLAM(n=1575)		Kadın atlet (n=1515) Erkek atlet (n=60)		

n: sayı **ÖÇB:**Ön çapraz bağ, **ÖÇBR:**Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu, **YDT:** Yıldız Denge Testi, **M-YDT:** Modifiye Yıldız Denge Testi, **AEC-YDT:**Alt Ekstremitte Çeyrek-Y Denge Testi, **DPSİ:** Dinamik Postüral Stabilite İndeksi, **TAÜPSDT:** Tek Ayak Üzerinde Postüral Stabilite Denge Testi, **BDS:** Biodex Denge Sistemi

4. TARTIŞMA

Bu sistematik derleme ile sporcularda alt ekstremite yaralanmaları sonrası spora dönüş için kriter olan dengenin değerlendirmesinde saha testlerinin ve biyomekanik analiz laboratuvarlarının kullanıldığı görülmüştür. Bu değerlendirme yöntemlerinden kanıt değeri yüksek olan çalışmalardan elde edilen sonuçlarda denge testlerinden özellikle saha testlerinin daha sıklıkla tercih edildiği görülmektedir.

Çalışmalar farklı spor branşlarındaki sporcularda ve farklı vücut bölgelerini içeren alt ekstremite yaralanmalarında gerçekleştirilmiştir. Dahil edilme kriterlerine uyan çalışmalardan elde edilen bilgiler ile alt ekstremite yaralanması olan sporcuların denge değerlendirmesinde özellikle ÖÇB yaralanması olan sporcuları içeren çalışmaların olduğu görülmüştür. Bu sporcularda uygulanan testlerin farklı olduğu görülmektedir (22,42-45). Bu testler klinik ortamda kolayca kullanılacak testler ile kapsamlı biyomekanik analizle gerçekleştirilen testlerden oluşmaktadır. Yapılan çalışmalarda laboratuvar ortamında yapılan testler yerine sıklıkla YDT ve AEÇ-YDT saha testlerinin tercih edildiği görülmektedir (15,34,45). Bizim çalışmamızda da biyomekanik analiz laboratuvarlarında kuvvet plakları ve kamera sistemleri ile yapılan denge testleri ise daha az tercih edilmekteydi. Bunun sebebi bu testlerin ekipmanlarının pahalı ve uygulamasının zor olmasının yanı sıra profesyonel sağlık personeli gerekliliği bulunmasıdır. Ancak bu testler daha objektif sonuç vermektedir (15).

Pratikte YDT performanslarını yorumlarken klinisyenlere yardımcı olmak için çeşitli popülasyonlardan (spor, yaş ve cinsiyet) geniş ve spesifik veri tabanlarına ihtiyaç vardır. YDT'nin tasarımı, uygulaması ve yorumunun güncellenmiş bir incelemesini sağlamak, çalışmalar arasında daha iyi karşılaştırmalar yapmak ve YDT prosedürlerini standart hale getirmek için kılavuzlar önerilmiştir (15,50). YDT hakkında literatürde farklı görüşler yer almaktadır. M-YDT testinin uygulandığı Myklebust ve ark. (2017)'nin yaptığı çalışmanın sonuçları ÖÇB yaralanması geçirmiş sporcular ile sağlıklı kontroller arasında bir fark olmadığını göstermiştir (42). Delahunt ve ark. (2013) yaptığı çalışmada ise ÖÇB yaralanması olan kadın sporcuların YDT denge sonucunun postero-medial ve postero-lateral yönlerde sağlıklı kontroller ile farklılık gösterdiği fakat anterior yönde farkın olmadığı belirtilmiştir. YDT'nin özellikle postero-medial ve postero-lateral komponentinin çok düzlemlili olması aynı zamanda diz ve kalçadaki nöromusküler yapıların tork kuvveti ile ilişkili olmasının bu sonuca neden olduğu vurgulanmıştır (15). Her iki çalışmada kadın sporcular üzerinde yapılan çalışmaları oluştursa da sonuçların farklı olduğu ve bu farkın özellikle testi uygulayan sağlık profesyonelleri tarafından uygulamadaki modifiye edilmeden kaynaklandığı görülmektedir.

Kanıt dayalı literatür incelendiğinde, YDT sonuçlarının spora dönüşte karar vermede bir kriter olmadığını bildiren çalışmaların (22,40,47) yanı sıra, dengenin spora dönüş kararı için YDT değerlendirilmesinin faydalı olduğunu bildiren çalışmalar da mevcuttur (23,48). Özellikle yaralanmanın olduğu eklem ve yaralanmadan sonra geçen süre, uygulanan denge testi sonuçlarında farklılık yaratabilir. Brumitt ve ark. yaptığı çalışmada lateral ayak bileği yaralanması olan sporcularda yaralanması olmayan kontrol grubuna kıyasla posterolateral yönde denge kayıplarının olduğu gösterilmiştir. Ayrıca bu test sonuçlarının sporcunun saha içindeki mevkisi ve profesyonellik düzeyinden etkilendiği bildirilmektedir (39).

Biyomekanik analiz laboratuvarlarında yapılan denge değerlendirmelerinde daha kapsamlı verilerin elde edildiği bilinmektedir. ÖÇB yaralanması olan sporcuların postoperatif

dönemde rehabilitasyon ve spora dönüş sürecinde yapılan değerlendirmelerinde; sporcuların dinamik dengelerinde önemli ilerleme olduğu ifade edilmiştir (44,49). Bu yaralanma sonucunda dinamik denge kayıplarının anterior-posterior, medio-lateral ve diyagonal yönlerde görüldüğü ve bu durumun spora dönüşte yaralanmaya neden olabilecek önemli bir risk faktörü olduğu belirtilmiştir (48). Yaralanmayı takiben denge kayıplarının olduğu açık olmakla birlikte, bu kaybın anterior-posterior, medio-lateral ve diyagonal yönlerin hangisinde daha fazla olduğuna dair bir ortak görüş olmadığı görülmüştür. Bu sonuçlar bize spora dönüş için yaralanmayı takiben uygulanan rehabilitasyon programlarının bireyselleşmesinin önemini ortaya koymaktadır.

BDS kullanılarak yapılan bir çalışmada, ÖÇB rekonstrüksiyonu olan grupta tek ayak üzerinde denge sırasında postüral salınımın arttığı bildirilmiştir. Kontrol grubunda yapılan değerlendirmelerde tercih edilen alt ekstremitte ile diğer ekstremitte kıyaslandığında dengede herhangi bir fark bulunmamıştır (17).

Ayak bileği yaralanmaları üzerinde yapılan çalışmalarda yaralanmanın her zaman denge kaybı ile sonuçlanmadığı literatürde yer almaktadır. Huurnink ve ark.'nın hokey sporcularında yaptığı çalışmada ayak bileği yaralanması olan grup ile kontrol grubu arasında denge açısından fark bulunmamıştır. Aynı çalışmada daha önceden yaralanması olan sporcular değerlendirildiğinde denge açısından farkın olduğu belirtilmiştir (51). Denge kaybı açısından etkilenimin sadece ayak bileği değil hem kalça hem de horizontal yer reaksiyon kuvvetinde önemli derecede olduğu rapor edilmiştir (51). Bu durum sadece ligament rüptürünün postural stabiliteyi etkilemeyeceğini; kronik yaralanmaların oluşturduğu instabilitenin denge üzerine etki edebilecek önemli bir faktör olduğunu göstermektedir. Vücutta özellikle yer reaksiyon kuvvetini karşılayan ayakta meydana gelen yaralanmanın bağlantılı üst vücut segmentlerini de etkilediği ve bu durumun denge kaybında önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

Çalışma Limitasyonları

Çalışmamıza dahil edilen araştırmaların genellikle tek tip yaralanma üzerinde odaklandığı görülmektedir. Farklı yaralanmaların da sonuçları etkileyebileceği düşünüldüğünde bu durum çalışmamız için bir limitasyon oluşturabilir. Bununla birlikte çalışmaya dahil edilen sporcuların genellikle bilinen spor branşları ile ilgilendikleri, dahil edilen sporcuların farklı yaş gruplarında yer alması ve bu nedenle yaş gruplarına göre denge karşılaştırmalarının yapılamaması da diğer limitasyonlarımızdır

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu derleme ile alt ekstremitte yaralanması olan sporcularda rehabilitasyonun spora dönüş evresinde denge değerlendirmesinin sıklıkla kullanıldığı gösterilmiştir. Aynı zamanda bu sporcularda denge değerlendirmesi için kullanılan testlerden saha testlerinin biyomekanik laboratuvar testlerine oranla çok daha fazla kullanıldığını ortaya koymaktadır. Test sonuçlarında yaralanma sonrası denge ve postural salınım bozukluklarının önemli ölçüde etkilenebileceği; fakat her yaralanmada olası bir durum olacağı anlamına da gelmeyeceği görülmektedir. Özellikle yaralanmanın şiddeti, yaralanan eklem özellikleri, yaralanan bölge ve rehabilitasyonun hangi fazında olduğu denge test sonuçlarına doğrudan etki edebilecek bir faktördür. Bunun yanı sıra sporcunun sportif performansı, profesyonellik seviyesi hatta saha

içindeki pozisyonuna göre farklılıklar oluşabilmektedir. Bu bağlamda, dengenin multifaktöriyel yapısı göz önüne alınarak bir konsensüs ortaya konmasının zorluğu açıkça görülmektedir. Sağlanan genel bakış; araştırmacılar, spor hekimleri, fizyoterapistler, sporcular ve antrenörler için denge değerlendirmesinde mevcut olan test sonuçlarının net kriterler sağlamaması nedeniyle yaralanmanın özelliğine ve diğer faktörlerin etkisine bağlı olarak değişebileceği görülmektedir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda alt ekstremitte yaralanması olan sporcularda spora dönüş kriterleri arasında dengenin değerlendirilmesinde her spor branşına özgü olarak standart testlerin kullanılması önermekteyiz.

Çıkar Çatışması

Yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKLAR

1. Nagle, K., Johnson, B., Brou, L., Landman, T., Sochanska, A., & Comstock, R.D. (2017). Timing of lower extremity injuries in competition and practice in high school sports. *Sports Health, 9*(3), 238-246.
2. Plisky, P., Schwartkopf-Phifer, K., Huebner, B., Garner, M.B., & Bullock, G. (2021). Systematic review and meta-analysis of the Y-balance test lower quarter: Reliability, discriminant validity, and predictive validity. *Int J Sports Phys Ther, 16*(5), 1190-1209.
3. Ardern, C.L., Glasgow, P., Schneiders, A., Witvrouw, E., Clarsen, B., Cools, A., et al. (2016). 2016 Consensus statement on return to sport from the First World Congress in Sports Physical Therapy, Bern. *Br J Sports Med, 50*(14), 853-864.
4. Barber-Westin, S.D., & Noyes, F.R. (2011). Factors used to determine return to unrestricted sports activities after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy, 27*(12), 1697-1705.
5. Dai, B., Layer, J., Vertz, C., Hinshaw, T., Cook, R., Li, Y., et al. (2019). Baseline assessments of strength and balance performance and bilateral asymmetries in collegiate athletes. *J Strength Cond Res, 33*(11), 3015-3029.
6. Kaya, D., Yertutanol, F.D.K., & Calik, M. (2018). Neurophysiology and assessment of the proprioception. Kaya, D., Yosmaoglu, B., Doral, M., (Ed). *Proprioception in orthopaedics, sports medicine and rehabilitation*. (ss.123-142). London:Springer.
7. Plisky, P. J., Rauh, M.J., Kaminski, T.W., & Underwood, F.B. (2006). Star excursion balance test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *J Orthop Sports Phys Ther, 36*(12), 911-919.
8. Trojian, T.H., & McKeag, D.B. (2006). Single leg balance test to identify risk of ankle sprains. *Br J Sports Med, 40*(7), 610-613.
9. Schnurrer-Luke Vrbanić, T., Ravlić-Gulan, J., Gulan, G., & Matovinović, D. (2007). Balance index score as a predictive factor for lower sports results or anterior cruciate ligament knee injuries in Croatian female athletes—preliminary study. *Coll Antropol, 31*(1), 253-258.
10. Aminaka, N., & Gribble, P.A. (2008). Patellar taping, patellofemoral pain syndrome, lower extremity kinematics, and dynamic postural control. *J Athl Train, 43*(1), 21-28.
11. Akbari, M., Karimi, H., Farahini, H., & Faghihzadeh, S. (2006). Balance problems after unilateral lateral ankle sprains. *J Rehabil Res Dev, 43*(7), 819-824.
12. Gribble, P.A., Hertel, J., Denegar, C.R., & Buckley, W.E. (2004). The effects of fatigue

- and chronic ankle instability on dynamic postural control. *J Athl Train*, 39(4), 321.
13. Gribble, P.A., Hertel, J., & Denegar, C.R. (2007). Chronic ankle instability and fatigue create proximal joint alterations during performance of the star excursion balance test. *Int J Sports Med*, 28(03), 236-242.
 14. Herrington, L., Hatcher, J., Hatcher, A., & McNicholas, M. (2009). A comparison of star excursion balance test reach distances between ACL deficient patients and asymptomatic controls. *The Knee*, 16(2), 149-152.
 15. Delahunt, E., Chawke, M., Kelleher, J., Murphy, K., Prendiville, A., Sweeny, L., et al. (2013). Lower limb kinematics and dynamic postural stability in anterior cruciate ligament-reconstructed female athletes. *J Athl Train*, 48(2), 172-185.
 16. Culvenor, A.G., Alexander, B.C., Clark, R.A., Collins, N.J., Ageberg, E., Morris, H.G., et al. (2016). Dynamic single-leg postural control is impaired bilaterally following anterior cruciate ligament reconstruction: implications for reinjury risk. *J Orthop Sports Phys Ther*, 46(5), 357-364.
 17. Paterno, M.V., Schmitt, L.C., Ford, K.R., Rauh, M.J., Myer, G.D., Huang, B., et al. (2010). Biomechanical measures during landing and postural stability predict second anterior cruciate ligament injury after anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport. *Am J Sports Med*, 38(10), 1968-1978.
 18. Bakken A., Targett S., Bere T., Eirale C., Farooq A., Tol J.L., et al. (2018). The functional movement test 9+ is a poor screening test for lower extremity injuries in professional male football players: a 2-year prospective cohort study. *Br J Sports Med*, 52(16), 1047-1053.
 19. McCall, A., Carling, C., Davison, M., Nedelec, M., Le Gall, F., Berthoin, S., et al. (2015). Injury risk factors, screening tests and preventative strategies: a systematic review of the evidence that underpins the perceptions and practices of 44 football (soccer) teams from various premier leagues. *Br J Sports Med*, 49(9), 583-589.
 20. Nilstad, A., Andersen, T.E., Bahr, R., Holme, I., & Steffen, K. (2014). Risk factors for lower extremity injuries in elite female soccer players. *Am J Sports Med*, 42(4), 940-948.
 21. Padua, D.A., DiStefano, L.J., Beutler, A.I., De La Motte, S.J., DiStefano, M.J., & Marshall, S.W. (2015). The landing error scoring system as a screening tool for an anterior cruciate ligament injury-prevention program in elite-youth soccer athletes. *J Athl Train*, 50(6), 589-595.
 22. Mayer, S.W., Queen, R.M., Taylor, D., Moorman III, C.T., Toth, A.P., Garrett Jr, W.E., et al. (2015). Functional testing differences in anterior cruciate ligament reconstruction patients released versus not released to return to sport. *Am J Sports Med*, 43(7), 1648-1655.
 23. Plisky, P.J., Gorman, P.P., Butler, R.J., Kiesel, K.B., Underwood, F.B., & Elkins, B. (2009). The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *N Am J Sports Phys Ther*, 4(2), 92-99.
 24. Shaffer, S.W., Teyhen, D.S., Lorensen, C.L., Warren, R.L., Koreerat, C.M., Straseske, C.A., & Childs, J.D. (2013). Y-balance test: a reliability study involving multiple raters. *Mil Med*, 178(11), 1264-1270.
 25. Hertel, J., Braham, R.A., Hale, S.A., & Olmsted-Kramer, L.C. (2006). Simplifying the star excursion balance test: analyses of subjects with and without chronic ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther*, 36(3), 131-137.
 26. Paterno, M.V., Schmitt, L.C., Ford, K.R., Rauh, M.J., & Hewett, T.E. (2013). Altered postural sway persists after anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport. *Gait & Posture*, 38(1), 136-140.
 27. Sell, T.C. (2012). An examination, correlation, and comparison of static and dynamic

- measures of postural stability in healthy, physically active adults. *Phys Ther Sport*, 13(2), 80-86.
28. Hertel, J., Miller, S.J., & Denegar, C.R. (2000). Intratester and intertester reliability during the star excursion balance tests. *JSR*, 9(2),104-116.
 29. Plisky, P., Schwartkopf-Phifer, K., Huebner, B., Garner, M.B., & Bullock, G. (2021). Systematic review and meta-analysis of the y-balance test lower quarter: reliability, discriminant validity, and predictive validity. *Int J Sports Phys Ther*, 16(5),1190-1209.
 30. Plisky, P.J., Rauh, M.J., Kaminski, T.W., & Underwood, F.B. (2006). Star excursion balance test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *J Orthop Sports Phys Ther*. 36(12),911-919.
 31. Wikstrom, E.A., Tillman, M.D., Smith, A.N., & Borsa, P.A. (2005). A new force-plate technology measure of dynamic postural stability: the dynamic postural stability index. *J Athl Train*, 40(4), 305-309.
 32. Wikstrom, E.A., Tillman, M.D., Chmielewski, T.L., Cauraugh, J.H., Naugle, K.E., & Borsa, P.A. (2010). Dynamic postural control but not mechanical stability differs among those with and without chronic ankle instability. *Scand J Med Sci Sports*, 20(1):e137-144.
 33. Cappozzo, A., Catani, F., Croce, U.D., & Leardini, A. (1995). Position and orientation in space of bones during movement: anatomical frame definition and determination. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 10(4),171-178
 34. Doyle, R.J., Hsiao-Wecksler, E.T., Ragan, B.G., & Rosengren, K.S. (2007). Generalizability of center of pressure measures of quiet standing. *Gait Posture*, 25(2),166-711.
 35. Schmitz, R., & Arnold, B. (1998).Intertester and intratester reliability of a dynamic balance protocol using the biodex stability system. *JSR*, 7(2),95-101.
 36. Tegner, Y., Lysholm, J., Lysholm, M., & Gillquist, J. (1986). A performance test to monitor rehabilitation and evaluate anterior cruciate ligament injuries. *Am J Sports Med*, 14(2), 156-159.
 37. Arifin, N., Abu Osman, N.A., & Wan Abas, W.A. (2014). Intrarater test-retest reliability of static and dynamic stability indexes measurement using the biodex stability system during unilateral stance. *J Appl Biomech*, 30(2),300-304.
 38. Ma, L.L., Wang, Y.Y., Yang, Z.H., Huang, D., Weng, H., & Zeng, X.T. (2020). Methodological quality (risk of bias) assessment tools for primary and secondary medical studies: what are they and which is better? *Mil Med Res*, 7(1), 1-11.
 39. Brumitt, J., Patterson, C., Dudley, R., Sorenson, E., Hill, G., & Peterson, C. (2019). Comparison of lower quarter y-balance test scores for female collegiate volleyball players based on competition level, position, and starter status. *Int J Sports Phys Ther*, 14(3),415-423.
 40. Head, P.L., Kasser, R., Appling, S., Cappaert, T., Singhal, K., & Zucker-Levin, A. (2019). Anterior cruciate ligament reconstruction and dynamic stability at time of release for return to sport. *Phys Ther Sport*, 38(5), 80-86.
 41. Huurnink, A., Fransz, D.P., Kingma, I., Verhagen, E.A., & Van Dieën, J.H. (2014). Postural stability and ankle sprain history in athletes compared to uninjured controls. *Clin Biomech*, 29(2), 183-188.
 42. Myklebust, G., Bahr, R., Nilstad, A., & Steffen, K. (2017). Knee function among elite handball and football players 1-6 years after anterior cruciate ligament injury. *Scand J Med Sci Sports*, 27(5), 545-553.
 43. Lion, A., Gette, P., Meyer, C., Seil, R., & Theisen, D. (2018). Effect of cognitive challenge on the postural control of patients with ACL reconstruction under visual and surface perturbations. *Gait Posture*, 60(7), 251-257.

44. Kline, P. W., Johnson, D. L., Ireland, M. L., & Noehren, B. (2016). Clinical predictors of knee mechanics at return to sport following ACL reconstruction. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(5), 790-795.
45. Fältström, A., Hägglund, M., Hedevik, H., & Kvist, J. (2021). Poor validity of functional performance tests to predict knee injury in female soccer players with or without anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 49(6), 1441-1450.
46. Fältström, A., Hägglund, M., & Kvist, J. (2017). Functional performance among active female soccer players after unilateral primary anterior cruciate ligament reconstruction compared with knee-healthy controls. *Am J Sports Med*, 45(2), 377-385.
47. Picot, B., Terrier, R., Forestier, N., Fourchet, F., & McKeon, P. O. (2021). The star excursion balance test: an update review and practical guidelines. *International Journal of Athletic Therapy and Training*, 26(4), 285-293.
48. Gonell, AC., Romero, JA., & Soler, LM. (2015). Relationship between the Y balance test scores and soft tissue injury incidence in a soccer team. *Int J Sports Phys Ther*, 10(7), 955-966.
49. Yosmaoglu, HB., Baltaci, G., Kaya, D., & Ozer, H. (2011). Tracking ability, motor coordination, and functional determinants after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Sport Rehabilitation*, 20(2), 207-218.
50. Heinert, B., Willett, K., & Kernozek, T.W. (2018). Influence of anterior cruciate ligament reconstruction on dynamic postural control. *Int J Sports Phys Ther*, 13(3), 432-440.
51. Paterno, M.V., Rauh, M.J., Schmitt, L.C., Ford, K.R., & Hewett, T.E. (2012). Incidence of contralateral and ipsilateral anterior cruciate ligament (ACL) injury after primary ACL reconstruction and return to sport. *Clin. J. Sport Med*, 22(2), 116-21.