



Ayak bileği lateral instabilitesinin inversiyon simülasyon cihazı ile araştırılması ve rehabilitasyon programının değerlendirilmesi

Mustafa ÜRGÜDEN,* Ferah KIZILAY,# Hazım SEKBAN,† Nehir SAMANCI,§
Sibel ÖZKAYNAK,# Hakan ÖZDEMİR*

*Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı;

#Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroloji Anabilim Dalı;

†Yozgat Devlet Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği;

§Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı

Amaç: Ayak bileği burkulması sonrası, ayak bileği çevresinde gerçekleşen kas zayıflığı, derin duyu kaybı ve refleks arkındaki yavaşlamanın, rehabilitasyon ile düzeltilebilirliğinin gösterilmesi.

Çalışma planı: En az 2 defa ayak bileği burkulması olmuş 20 kronik instabiliteli olgu (ortalama yaş 20.6, dağılım 16-32) çalışma grubunu ve aynı demografik özelliklere sahip ancak instabilitesi olmayan 20 olgu kontrol grubunu oluşturdu. Olguların rehabilitasyon öncesi ve rehabilitasyon sonrası 1.5 aylık izokinetik kas gücü ve derin duyu değerlendirmesi Cybex cihazı ile yapıldı. Ayrıca üniversitemiz Makine Mühendisliği bölümü ile ortaklaşa tasarlanan inversiyon simülasyon cihazı ile EMG cihazı korele edilerek, kasların uyarıya yanıt zamanları kaydedildi.

Sonuçlar: Ayak bileği istabilitesi olan hastaların tamamında, tedavi öncesi zayıf olan proprioseptif duyunun, etkin rehabilitasyon sonrası anlamlı olarak arttığı gözlemlendi (p=0.001). Uzamış olan peroneal latent zamanının, etkin rehabilitasyon egzersizleri ile azaldığı tespit edildi (p=0.001). Tedavi öncesi proprioseptif duyu ve peroneal latent zamanı açısından, patolojik-sağlam taraf arasındaki farkın tedavi sonrasında da korunması, ancak kontrol grubu ile patolojik taraf arasında fark olmaması rehabilitasyonda çapraz etkinliği gösterdi.

Çıkarımlar: Ayak bileği burkulması olan özellikle kronik instabiliteli olgularda bilek çevresindeki kasların iyi planlanmış proprioseptif egzersizler ile güçlendirilmesi hastanın normal yaşam ve spor aktivitelerine dönmeye yardımcı olur ve özellikle fonksiyonel instabiliteli hastalarda gereksiz cerrahi önler.

Anahtar sözcükler: Ayak bileği instabilitesi; fonksiyonel instabilite; kas gücü; propriosepsiyon; rehabilitasyon.

Ayak bileği yaralanması en sık karşılaşılan spor yaralanmasıdır ve günümüzde çok sayıda insanı etkileyen önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır.^[1-9] Bu kadar sık rastlanmasına ve önemli derecede morbidite potansiyeli taşımasına rağmen ayak bileği yaralanmalarında kabul edilmiş standart bir tedavi yöntemi yoktur. Birçok hasta konservatif tedavi yön-

temleri ile tedavi edilebilirken, ayak bileği yaralanmasının %20-40 oranında hasta grubunda değişik derecede problem yaratabilecek geç semptomlara neden olabildiği bildirilmiştir.^[10-13] Smith ve ark.^[9] yaptıkları bir çalışmada basketbol oyuncularında bu oranın %50'lere ulaştığını ve bunların %15'inin oyun performansını etkilendiğini vurgulamışlardır.

Kronik ayak bileği ağrısına yaklaşım genellikle yeterli değildir; ya bu spesifik problemlerin tanısında sorun vardır ya da tanı için yeterli donanım yoktur.^[14] Böylece ayak bileği problemi olan hastaların büyük çoğunluğu mevcut durumlarına alışmakta ve aktivitelerini kısıtlayarak yaşamlarına devam etmektedirler.

Kronik ayak bileği instabilitesi olan hastalarda, ayak bileği burkulmalarını önlemek amacıyla şu sorulara cevap bulmaya çalıştık. İlk olarak hangi kaslar kasılıyor? Bu kasların latent periyodunun kısaltılması için neler yapılabilir? Rehabilitasyon sırasında çapraz etkinlik var mıdır? Bu sorulara yanıt arayan literatürde pek çok çalışma vardır.^[15-22] Biz de çalışmamızda kendi geliştirdiğimiz inversiyon simülasyon cihazı ile benzer sorulara yanıt aramayı ve rehabilitasyon sırasındaki çapraz etkinliği değerlendirmeyi amaçladık.

Hastalar ve yöntem

Mart 2005-Nisan 2006 arasında Antrenörler Derneği tarafından Ortopedi Kliniği'ne yönlendirilen 20 hasta çalışmaya alındı. İlk değerlendirmeye alınan hastalardan, ayak bileği travmatik yaralanmasını takiben, 3-4 günden fazla şişlik ve ağrıya neden olacak tekrarlayan (2 veya daha fazla) ayak bileği yaralanması ve sonrasında güvensizlik hissi olan hastalar çalışmaya dahil edildi. Çalışmaya alınan hastaların en son yaralanmalarının çalışmadan 3 aydan daha önce olmasına dikkat edildi. Çalışma hasta bilgilendirilmesi ve onayı ile gerçekleştirildi.

Hastaların beşi kadın 15'i erkekti. Yaşları 16 ile 32 arasında değişiyordu. Ortalama yaş 20.6 idi. Hastaların hepsinin başvuru nedeni ağrı, sık burkulma ve güvensizlik hissiydi. Yakınma süresi 6 ay ile 4 yıl arasında değişiyordu. Ortalama yakınma süresi 15 ay idi. Tüm hastalar en az iki kez olmak üzere majör inversiyon yaralanması geçirmişti. Sekiz hasta 2 kez, sekiz hasta 3 kez, dört hasta 4 kez ve üzerinde ciddi yaralanma geçirmişti. Ondört hasta spor aktivitesi (futbol) sırasında, bir hasta bale sırasında, bir hasta kaza sonrası, dört hasta koşarken majör ayak bileği yaralanması geçirmişti. Yedi hasta ilk yaralanması sonrasında belirgin bir tedavi hatırlamazken, sekiz hasta elastik bandaj, bir hasta elastik bandaj ve nonsteroid antiinflamatuvar ilaç (NSAİİ), iki hasta atel ve soğuk uygulama, bir hasta İlomedin® ve bandaj, bir hasta bileklik tedavisi görmüştü (Tablo 1). Çalışmaya, daha önce ayak bileği instabilitesine yönelik herhangi bir rehabilitasyon programı uygulanmamış,

tek taraflı kronik ayak bileği instabilitesi olan hastalar dahil edildi. Ayak bileği kırığı hikayesi olanlar, kayıtlı kırıkta lezyonu olanlar ve kalça veya diz problemi olanlar çalışma dışı bırakıldı. Kontrol grubu olarak, çalışmaya dahil edilen hastaların yaş, boy ve cinsiyet dağılımıyla örtüşen gönüllü bireyler seçildi. Gönüllü bireylerde tespit edilmiş kırık hikayesinin, kırıkta lezyonunun ve kalça ve diz problemlerinin olmamasına dikkat edildi. İlk değerlendirme sonrasında, instabilite düşünülen hastalar için düzenli takip sağlanması ve standardizasyon amaçlı aşağıdaki parametreleri içeren formlar dolduruldu:

1. Hasta demografik bilgileri (yaş, cinsiyet, boy-kilo, dominant ekstremite) (Tablo 1)
2. Anamnez (yaralanma şekli, yaralanma sırasında anterolateralde ekimoz varlığı, tedavi)
3. Aktivite düzeyinin belirlenmesi için sportif aktivite skorlaması (Tablo 2). Yapılan değerlendirme sonrasında 14 hasta 3 puan, dört hasta 2 puan, iki hasta 1 puan aldı.
4. Burkulma sıklığının belirlenmesi amacıyla burkulma sıklığı skorlaması yapıldı (Tablo 2). Değerlendirmeye minör ayak bileği burkulmaları da dahil edildi. Değerlendirme sonrasında dört hasta 4 puan, sekiz hasta 3 puan, beş hasta 2 puan, üç hasta 1 puan aldı.
5. Fizik muayene notları (ödem, eklem hareket açıklığı, ön çekmece ve talar tilt testleri, hassasiyet lokalizasyonu, sıkıştırma testi)
6. Fonksiyonel instabilite kavramının tanımlanması için Povacz ve ark.^[23] tarafından tanımlanan fonksiyonel skala kullanıldı (Tablo 3). Değerlendirme sonrasında iki hasta iyi, 18 hasta kötü olarak değerlendirildi. Puan dağılımı, bir hasta 9 puan, bir hasta 10 puan, bir hasta 13 puan, üç hasta 15 puan, beş hasta 19 puan, yedi hasta 20 puan, iki hasta 21 puan olarak belirlendi.
7. Radyolojik değerlendirmede rutin çekilen ayak bileği grafileri sonrasında kronik instabilitesi olan hastaların mekanik ve fonksiyonel instabilite ayrımının yapılabilmesi amacıyla, güvenilir ve standardize edilmiş stres radyografileri çekildi. Bu amaçla Telos stres cihazı kullanılarak antero-posterior ve lateral stres grafileri çekildi.
8. Hasta memnuniyet skoru kaydedildi (skor 3: çok daha iyi, skor 2: iyi, skor: 1 aynı ve skor 0: daha kötü)

Tablo 1
Hastaların demografik ve klinik verileri

Hasta no	İsim	Yaş	Cins	Taraf	Dominant taraf	Tedavi	Yakınma süresi	Burkulma sayısı	Povacz skorlaması	Yaralanma mekanizması
1	AK	24	E	Sağ	Sağ	Bandaj	1 yıl	3	9	Futbol
2	FB	30	K	Sol	Sağ	Bandaj+NSAII	3 yıl	5+	20	Koşarken
3	MG	18	E	Sol	Sağ	Atel	1 yıl	3	13	Futbol
4	GT	31	K	Sol	Sağ	Bandaj	4 yıl	5+	15	Bale
5	OG	23	E	Sağ	Sağ	Yok	2 yıl	2	20	Futbol
6	HC	18	E	Sağ	Sağ	Yok	1 yıl	5+	15	Futbol
7	HT	27	E	Sağ	Sağ	Yok	1 yıl	2	20	Futbol
8	HÇ	18	E	Sağ	Sağ	Yok	1 yıl	2	20	Futbol
9	CK	28	E	Sağ	Sağ	Bandaj	1.5 yıl	3	21	Futbol
10	RÇ	16	E	Sağ	Sağ	Bileklik	6 ay	2	21	Futbol
11	MB	28	E	Sol	Sağ	Yok	1 yıl	3	20	Koşarken
12	SD	21	E	Sol	Sol	Bandaj	8 ay	2	19	Futbol
13	AK	29	K	Sol	Sağ	Yok	2 yıl	4+	15	Koşarken
14	OG	17	E	Sağ	Sağ	Atel	6 ay	3	19	Futbol
15	FD	18	E	Sağ	Sağ	Bandaj	1 yıl	3	10	Futbol
16	BP	32	K	Sağ	Sağ	Bandaj	8 ay	2	20	Koşarken
17	HÖ	18	E	Sağ	Sağ	Bandaj	1 yıl	2	19	Futbol
18	SZK	18	E	Sol	Sol	Bandaj	6 ay	2	19	Futbol
19	EŞ	21	K	Sol	Sağ	İliomedin+bandaj	8 ay	3	20	Kaza
20	AE	21	E	Sol	Sağ	Yok	1 yıl	3	19	Futbol

E: Erkek, K: Kadın, NSAII: Nonsteroid antiinflamatuar ilaç.

Cybox ile proprioseptif duyu değerlendirilmesi

Tüm hastalar tedavi öncesinde Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı ile konsülte edilerek, Cybox cihazı ile ayak bileği proprioseptif duyu değerlendirilmesi ve inversiyon-eversiyon kas gücü değerlendirildi ve eklem pozisyon duyusu protokolü uygulandı. Ayakbileği proprioepsiyon değerlendirilmesinde, izokinetik dinamometre (Cybox NORM) cihazından yararlanıldı. Hasta kalça ve diz fleksiyonda (80-110°) olacak şekilde sırt üstü pozisyonda yatırıldı. Ayakbileği eversiyon 20°, 10°, nötral 0° ve inversiyon 10°, 20°'de proprioepsiyon ölçüldü. Ölçümü yapan kişi tarafından önce ayakbileği belirlenen açığa getirildi ve 10 sn bu açıda tutuldu. Daha sonra hastaya ayağını aynı açığa getirmesi söylendi. Her açıda 2 ölçüm yapıldı ve hastanın söylediği de-

ğerler kaydedildi. Ölçüm sırasında hastanın gözleri bez gözlükle kapatıldı.

Her hastanın proprioepsiyon ölçümünden sonra, ayakbileği inversiyon ve eversiyon kas gücü izokinetik dinamometre ile değerlendirildi. İzokinetik kas gücü 60°/sn hızında 5 tekrar, 150°/sn hızında 10 tekrar ile ölçüldü. Hastaların proprioepsiyon ve kas gücü ölçümleri aynı kişi tarafından hastanın önce sağlam tarafı, sonra hasta tarafı ölçülerek yapıldı. Bu değerler 1.5 aylık tedavi sonrası tekrarlandı.

Stres radyografisi

Hastaların standart ayak bilek stres grafilerinin çekilebilmesi için Telos stres cihazı kullanıldı (Şekil 1a-d). Stres grafileri çekilen hastaların; talar tilt açısı, *medial clear space* ve *tibiofibular clear space* değerleri ölçüldü.

Radyolojik değerlendirme sonrasında, instabilite olan hastalar mekanik ve fonksiyonel instabilite olarak iki guruba ayrıldı. Ayırımın yapılmasında temel kriter olarak talar tilt açısı kullanıldı. Anterior transasyon ise yardımcı parametre olarak kullanıldı. Tek taraflı olarak talar tilt açısının 10°'nin üzerinde olması ya da karşılaştırmalı grafide 3°'nin üzerinde fark olması ve/veya 10 mm'den fazla anterior transasyon ya da karşılaştırmalı grafide 3 mm'den fazla fark olması mekanik instabilite açısından anlamlı olarak kabul edildi. Çalışmaya dahil edilen ve fizik muayene sonrasında Telos stres cihazı ile stres grafileri çekilen hastaların sekizi mekanik, 12 tanesi fonksiyonel instabilite olarak sınıflandı. Mekanik instabilite saptanan olguların anteroposterior grafilerinde patolojik taraflarıyla sağlam tarafları kıyaslandığında bir hastada 1° fark, üç hastada 5° fark, bir hastada 8° fark, bir hastada 9° fark olduğu tespit edildi. İki hastanın lateral grafisinde patolojik tarafla karşı taraf kıyaslandığında 6 mm anterior transasyon saptandı.

İnversiyon simülasyonu ve EMG değerlendirmesi

Stres grafileri çekilip değerlendirilen hastaların, ayak bileği inversiyon yaralanmasını simüle etmek amacıyla, ayak bileği inversiyon yaralanması simülasyon cihazı tasarlandı. Cihaz tasarlanırken amacımız, instabilitesi olan hastalarda inversiyon yaralanmasını simüle ederek, bu hastalarda eş zamanlı olarak EMG kaydı yapmak, böylece inversiyon yaralanması sırasında refleks olarak ilk kasılan kası bulmaktır. Ayrıca bu hastaların tedavi öncesinde bazal peroneal refleks zamanları bulunarak tedavi verilen hastalarda anlamlı değişiklik olup olmadığını araştırmayı planladık. Bu amaçla Akdeniz Üniversitesi Makine Mühendisliği ile birlikte ayak bileği inversiyon-simülasyon cihazı tasarlanarak yapıldı. Cihaz tasarlanırken hastanın ayaklarını koyabileceği iki adet platform ve bu platform üzerinde ayakları sabit tutmak için strap ile ayarlanabilir ayak tutucusu olması planlandı. Her iki platformunda isteğe bağlı olarak, ayak bileğinin her hareket genişliğinde ayarlanabilecek şekilde çalışması düşünüldü. Böylece ayak bileği inversiyon simülasyonunun ayak bileğinin istenilen her açısında yapılabilmesi imkanı sağlandı. Değişik çalışmalarda, belirlediğimiz değerlerin üzerinde veya altında açılal pozisyonlarda çalışmalar mevcuttur. Biz çalışmamızda ayak bileği inversiyon simülasyonu pozisyonunu 20° inversiyon ve 20° plantar fleksiyon pozisyonu seçtik (Şekil 2a-b).

Tablo 2

Spor aktivitesi ve burkulma sıklığı skorlaması

Spor aktivitesi	Skor
Normal günlük aktivite	0
Ayda 2-3 defa ancak düzenli spor aktivitesi	1
Haftada 1-3 kez düzenli spor aktivitesi	2
Haftada 3 ve/veya daha fazla	3
Burkulma sıklığı	
Her sportif aktivitede ya da haftada 3 ve/veya daha fazla	4
Haftada 1 ile 3 arasında	3
Ayda 3 kere	2
Ayda 1 ile 3 arasında	1
Yılda seyrek olarak	0

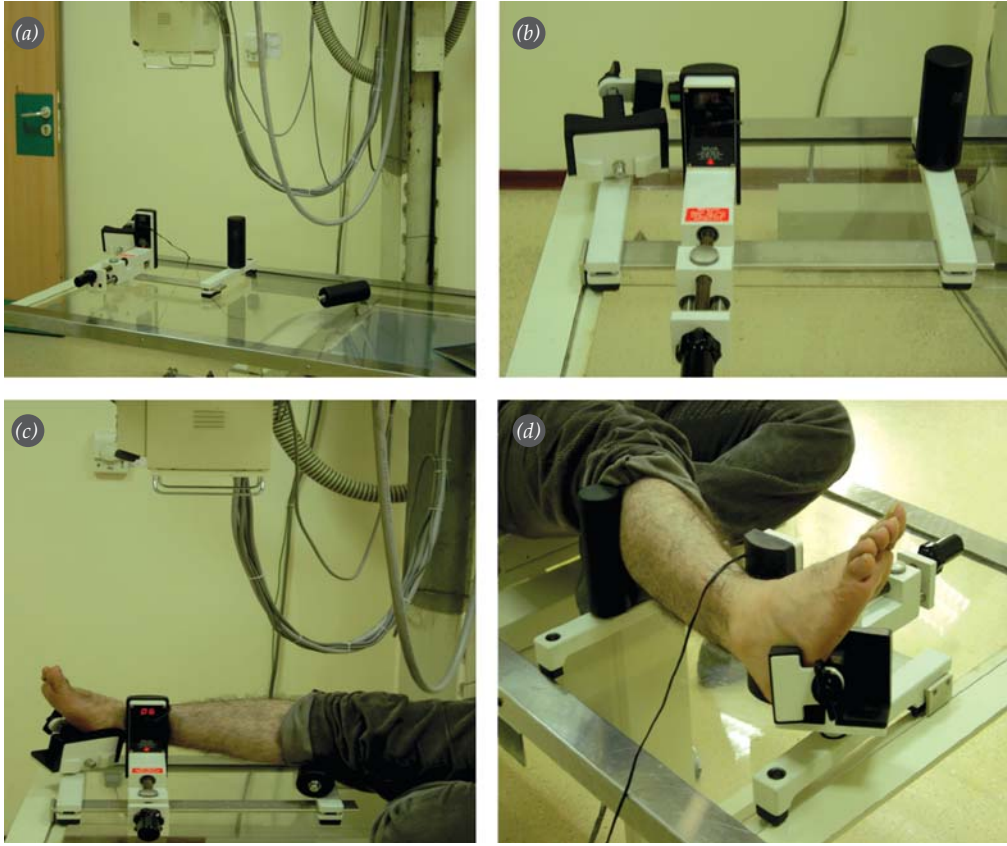
Yine ayak bileği inversiyon simülasyon cihazının tasarımı aşamasında mekanik aksamın çalıştırılması için pnömotik dizayn tercih edildi ve her iki platform için hız ayarlayıcı kapaklar konuldu. Böylece ayak bileği inversiyon simülasyonunun hızı ayarlanabildi. Çalışmamızda inversiyon hızını yaklaşık olarak 35-40 msn olarak belirledik. Ayak bileği pozisyonu ve simülasyon hızı için daha önce yapılmış çalışmalarda elde edilmiş değerler kılavuz olarak kullanıldı.^[15-22] Ayak bileği inversiyon cihazının tasarımı tamamlandıktan sonra cihazın EMG cihazına uyumu sağlandı. Böylece her iki cihazın çalışması sırasında oluşabilecek gecikmeden kaynaklanan veri hataları önlenildi.

Hastaların ayakları cihaz üzerinde sabitlendi. Daha sonra inversiyon simülasyonu sırasında latent periyodların ölçülmesi için daha önce planlanan kaslara yüzeysel elektrodlar yerleştirildi (Şekil 3). Hastanın rahatlaması beklenerek ve uyarının ne zaman geleceğini bilmeden, kaydı yapan nöroloğun elindeki bir düğmeye basması ile eşzamanlı olarak hem simülasyon testi hem de EMG kaydının başlaması sağlandı. Böylece inversiyon simülasyonu sırasında daha öncesinde planlanan kasların latent periyodları ölçüldü ve kasların tedavi öncesi bazal değerleri alınmış oldu (Şekil 4).

İnversiyon simülasyon cihazı ve EMG kullanılarak, inversiyon simülasyonu sırasında tibialis anterior, peroneus longus, peroneus brevis, fleksor halusis longus ve gastrocnemius kaslarının latent periyodları ölçüldü.

Tablo 3
Povacz fonksiyonel skala^[23]

		Skor	
Stabilite (objektif)	Stabil	5	
	Stabil değil	0	
Stabilite (subjektif)	Stabil , diğer ayaktan farkı yok	5	
	Ara sıra yürürken ortaya çıkan instabilite hissi, boşalma yok	2	
	İlımlı instabilite hissi, spontan boşalma	1	
	Ağrı ve şişlikle seyreden ara ara sprain	0	
	Orta derecede basınçla bile ortaya çıkan sık sprain	0	
	Orta derecede basınçla bile ortaya çıkan kalıcı boşalma	0	
Sprain korkusu	Evet	-2	
	Hayır	2	
Sprain sıklığı	Asla	1	
	Ayda, haftada veya günde 1 defa	0	
Ağrı	Hiçbir zaman	2	
	Orta, nadir ataklarla	1	
	Ciddi, sık ataklarla	0	
Şişme	Evet	0	
	Hayır	1	
Ayağın dış kenarı ile yürüyebilme	Hiçbir zorluk yok	2	
	Zorlukla yürüyebiliyor	0	
	Yapamıyor	0	
Hareket açıklığı	Aynı	5	
	≤10°'lik kayıp var	2	
	>10°'lik kayıp var	0	
Sensitivite	Normal	0	
	Azalmış	- 1	
Spor kapasitesi	Yaralanmadan önceki kadar ustayım	Doğru	2
		Şüpheli	1
		Yanlış	0
	Ayağım spor yaparken hiç problem yaratmıyor	Doğru	2
		Şüpheli	1
		Yanlış	0
Tedavi uygulandı mı?	Evet	0	
	Hayır	1	
Tekrar aynı tedaviyi almayı ister miydiniz?	Evet	2	
	Hayır	0	
Toplam skor 25-30 çok iyi, 20-24 iyi ve 20 ya da aşağısı kötü sonucu gösterir.			



Şekil 1. (a-d) Telos cihazı ve stres graflerinin çekilmesi.

Rehabilitasyon programı

İlk değerleri alınan hastalar 1.5 aylık rehabilitasyon programına alındı. Tüm hastalara Esmarch bandajı ile Aşil-peroneal germe güçlendirme egzersizleri ve denge tahtası ile derin duyu egzersizleri öğretildi. Egzersize başlayan tüm hastalar 10 gün sıklıkla telefonla aranarak egzersiz yapıp yapmadıkları kontrol edildi.

Bir buçuk aylık rehabilitasyon programını takiben hastalar tekrar çağrılarak, inversiyon simülasyon

cihazı ile koopere EMG kullanılarak kasların latent zamanlarının kontrol değerleri ve Cybex cihazı kullanılarak proprioseptif, kuvvet ölçümlerinin kontrol değerleri bulundu.

İstatistiksel analiz

Elde edilen verilerin istatistiksel analizi SigmaStat 3.0 programı (Systat Software, San Jose, CA, ABD) ile yapıldı. Bağımsız ve eşleştirilmiş t-testi uygun şe-



Şekil 2. (a-b) Ayak bileği inversiyon yaralanması simülasyon cihazı.

kilde kullanıldı. Değerlendirmede $p < 0.05$ anlamlı olarak kabul edildi.

Sonuçlar

Tedavi öncesi bulgular

İzokinetik test bulguları

Tedavi öncesi patolojik tarafta 60° eversiyon hariç tüm hız ve yönlerde ortalama tepe tork değerleri daha düşük olmasına karşın istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamadı (Tablo 4).

Cybox cihazı ile yapılan proprioseptif duyu değerlendirme bulguları

Yapılan değerlendirme sonrasında tüm hastaların patolojik taraflarının proprioseptif duysuyu ile sağlam taraflarının proprioseptif duysuyu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi ($p=0.001$) (Tablo 4).

İnversiyon simülasyonu cihazı bulguları

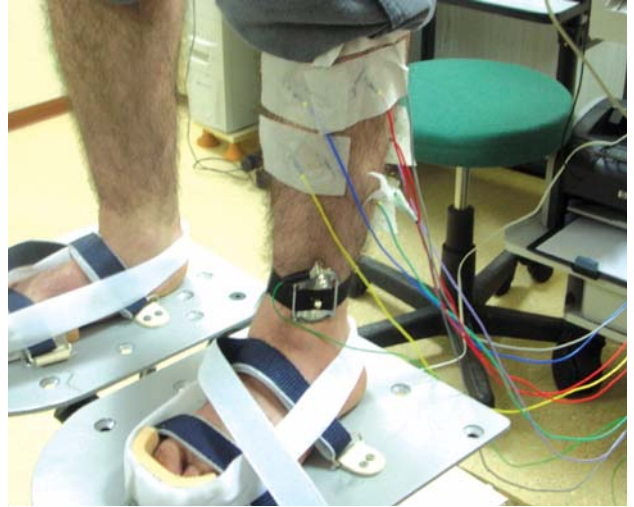
İnversiyon simülasyonu ve EMG kullanılarak beş kasın inversiyon simülasyonu sırasında latent zamanları değerlendirildi (Tablo 5).

Tibialis anterior: Rehabilitasyon öncesi patolojik taraf ve sağlam tarafın tibialis anterior latent zamanları arasında, istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi ($p=0.041$). Ayrıca patolojik tarafla kontrol grubu arasında fark olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p=0.194$).

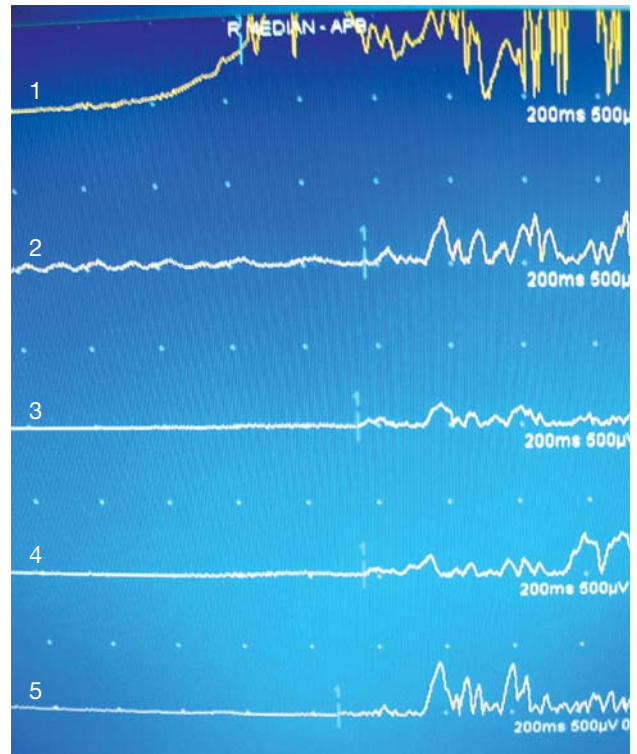
Peroneus longus: Rehabilitasyon öncesi patolojik taraf ve sağlam tarafın peroneal latent zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi ($p=0.002$). Peroneus longus latent zamanı değerlendirmesi içinde patolojik tarafla kontrol grubu arasında da istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p=0.011$).

Peroneus brevis: Rehabilitasyon öncesi patolojik taraf ve sağlam tarafın peroneal brevis latent zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi ($p=0.004$). Peroneus brevis latent zamanı değerlendirmesi içinde patolojik tarafla kontrol grubu arasında da istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p=0.005$).

Fleksör hallusis longus: Rehabilitasyon öncesi patolojik taraf ve sağlam tarafın fleksör hallusis longusun latent zamanları arasında fark olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmedi ($p=0.126$). Ancak fleksör hallusis longusun patolojik tarafla kontrol grubu latent zamanı değerlendirilmesi sonrasında aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p=0.013$).



Şekil 3. İnversiyon simülasyonu sırasında EMG elektrotlarının yerleştirilmesi.



Şekil 4. İnversiyon simülasyonu sırasında alınan EMG kaydı. 1: Peroneus longus, 2: Tibialis anterior, 3: Gastroknemius, 4: Fleksör hallusis longus, 5: Peroneus brevis.

Gastroknemius: Rehabilitasyon öncesi patolojik taraf ve sağlam tarafın latent zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilemedi ($p=0.218$). Yine patolojik taraf ile kontrol grubu kar-

Tablo 4
Rehabilitasyon öncesi ve sonrası patolojik ve normal tarafın izokinetik ve propriozeptif duyu değerlendirme bulguları (Ort.±SS)

	Rehabilitasyon öncesi			Rehabilitasyon sonrası			p değeri [†]
	Patolojik taraf	Normal taraf	p değeri [*]	Patolojik taraf	Normal taraf	p değeri [*]	
İzokinetik değerlendirme (tepe tork)							
Kas grupları							
60°/sn evertör	7.80 ±2.64	7.20±2.84	0.494	9.40 ± 3.83	10.15 ± 4.4	0.570	0.072
60°/sn invertör	8.35 ±3.28	8.45±3.41	0.925	10.09 ±3.86	11.00 ± 3.40	0.901	0.001
150°/sn evertör	7.10 ±1.83	7.30±2.90	0.796	8.65 ± 3.20	9.30 ± 3.88	0.567	0.008
150°/sn invertör	7.70 ±2.55	8.35±3.66	0.818	10.35 ±4.72	10.15 ± 3.49	0.880	0.003
Cybex cihazı ile propriozeptif duyu değerlendirmesi							
	4.64 ±1.09	3.38±1.24	0.001	3.13 ± 1.14	2.43 ± 0.99	0.030	0.001

*Patolojik vs. normal taraf için Student t-testi ile p değeri. †Patolojik tarafın rehabilitasyon öncesi vs. sonrası için eşleştirilmiş t-testi ile p değeri.

şılaştırmasında da latent zamanları arasında fark olmasına rağmen, bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildi (p=0.416).

Hastaların incelenen kas gruplarının hiçbirinde rehabilitasyon öncesi, sağlam tarafla kontrol gurubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p>0.05) (Tablo 5).

Tedavi sonrası bulgular

İzokinetik test bulguları

Yapılan değerlendirme sonrasında, 60° inversiyonda ve 150° inversiyonda patolojik tarafın kuvvetli, 60° eversiyonda ve 150° eversiyonda normal tarafın kuvvetli olduğu değerler elde edildi. Ancak bu değerler istatistiksel olarak anlamlı değildi (Tablo 4).

Cybex cihazı ile yapılan propriozeptif duyu değerlendirme bulguları

Cybex cihazı ile yapılan ölçümlere bakıldığında her iki gurubun da propriozeptif duyusunda düzelme saptandı. Rehabilitasyon sonrasında gruplar arasında fark azalmıştı. Ancak patolojik grupla sağlam grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark devam ediyordu (p=0.030) (Tablo 4).

İnversiyon simülasyon cihazı bulguları

İnversiyon simülasyon cihazı ve EMG kullanılarak 1.5 aylık rehabilitasyon programı sonrasında sağ-

lam taraf ve patolojik taraf ayak bileğindeki beş kasın latent zamanları hesaplanıp karşılaştırıldı. Ayrıca bu gruplar kontrol grubuyla kıyaslandı (Tablo 5).

Tibialis anterior: Yapılan değerlendirme sonrasında tibialis anterior latent zamanı rehabilitasyon sonrasında azalmasına rağmen sağlam tarafla arasındaki istatistiksel olarak anlamlı fark devam etmekteydi (p=0.028). Ancak kontrol grubuyla aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p=0.692).

Peroneus longus: Peroneal latent zamanında rehabilitasyon sonrası düşme gözlenirken sağlam tarafla arasındaki istatistiksel olarak anlamlı fark devam ediyordu (p=0.001). Ancak kontrol grubuyla aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p=0.528).

Peroneus brevis: Peroneus brevisin rehabilitasyon sonrasında latent zaman değerlerinde azalma olmasına rağmen, sağlam tarafta da azalma olduğu için aralarındaki istatistiksel olarak anlamlı fark korunmuştur (p=0.002). Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı (p=0.029).

Fleksör hallucis longus: Rehabilitasyon sonrasında patolojik tarafın latent zamanı azalmasına rağmen sağlam tarafın da latent zamanı azalmış ve aralarındaki istatistiksel olarak anlamlı fark devam etmiştir (p=0.012). Ancak kontrol grubuyla patolojik guru-

bun rehabilitasyon sonrası latent zamanları arasında anlamlı fark saptanamamıştır ($p=0.166$).

Gastroknemius: Gastroknemius kasının rehabilitasyon sonrası latent zamanlarına bakıldığında patolojik tarafla normal taraf arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p=0.449$). Kontrol grubu ile patolojik taraf arasında da istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p=0.823$).

Tedavi öncesi ve sonrası bulguların karşılaştırılması

İzokinetik test bulguları

Etkilenen tarafın tedavi öncesi ve tedavi sonrası değerleri karşılaştırıldığında 60° evertör hariç istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p<0.05$). Tedavi öncesi ve tedavi sonrasında 60° eversiyon arasında fark olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlılık taşıymıyordu ($p=0.072$). İnvertör kasların tedavi öncesi ve tedavi sonrası farkları, evertör kaslara göre daha belirgin bulundu (Tablo 4).

Cybox cihazı ile yapılan proprioseptif duyu değerlendirilmesi bulguları

Yapılan değerlendirme sonrasında tüm hastaların rehabilitasyon öncesi ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p=0.001$) (Tablo 4).

İnversiyon simülasyon cihazı bulguları

İnversiyon simülasyon cihazı ile birlikte yapılan eş zamanlı EMG kaydının değerlendirilmesinde tüm kasların rehabilitasyon öncesi ve rehabilitasyon sonrası değerleri arasında gastrokinemius hariç istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı. Gastrokinemius kasının tedavi sonrası latent zamanında azalma olmasına rağmen, bu azalma istatistiksel olarak belirgin anlamlılık taşıymıyordu ($p=0.094$) (Tablo 5). Mekanik ve fonksiyonel instabilite olarak değerlendirilen olgular arasında rehabilitasyona yanıt açısından fark yoktu.

Tartışma

Ayak bileği yaralanması en sık karşılaşılan spor yaralanmasıdır ve günümüzde çok sayıda insanı etkileyen önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır.^[1-9] Ayak bileği yaralanması geçiren ve konservatif tedavi gören hastaların %20 ile %40'ında ayak bileği ağrısı, şişlik, güvensizlik hissi ve tekrarlayan burkulma şikayetleri gözlenmektedir.^[10-13] Bu semptomların yaralanmanın şiddeti ile paralellik göstermediği bildirilmiştir.^[11]

Tablo 5

İnversiyon simülasyon cihazı ve eş zamanlı EMG ile belirlenen bilek kaslarının latent sürelerinin rehabilitasyon öncesi ve sonrası istatistik analizi (Ort.±SS)

Kaslar	Rehabilitasyon öncesi				Rehabilitasyon sonrası			
	Patolojik taraf	Normal taraf	Kontrol grubu	p değeri [†]	Patolojik taraf	Normal taraf	Kontrol grubu	p değeri [†]
Tibialis anterior	156.77±36.51	131.65±23.71	136.65±15.09	0.041	134.20±22.09	119.19±19.35	136.65±15.09	0.028
Peroneus longus	143.49±34.25	112.45±21.54	118.05±10.26	0.002	119.13±14.90	100.21±16.14	118.05±10.26	0.001
Peroneus brevis	145.50±33.01	120.46±15.94	121.50±6.81	0.004	123.85±16.22	106.51±16.58	121.50±6.81	0.002
Fleksör hallusis longus	155.79±35.66	134.34±16.07	124.20±7.08	0.126	132.57±20.31	120.20±11.80	124.20±7.08	0.012
Gastroknemius	161.84±35.46	143.72±17.92	142.95±19.84	0.218	147.02±20.32	142.32±22.79	142.95±19.84	0.049

[†]Patolojik vs. normal taraf için Student t-testi ile p değeri. [‡]Patolojik taraf vs. kontrol grubu için Mann-Whitney Rank Sum testi ile p değeri. [§]Patolojik taraf vs. kontrol grubu için Student t-testi ile p değeri. [¶]Patolojik tarafın rehabilitasyon öncesi vs. sonrası için eşleştirilmiş t-test ile p değeri.

Broström^[24] inversiyon yaralanmalarından sonra %85 anterior talofibular ligament (ATFL) veya ATFL ile beraber kalkaneofibular ligament rüptürü tespit etmiştir. Lateral ligamentlerdeki hasar sonucu, ayak bileği statik stabilizasyonu bozulur, bunun sonucunda tekrarlayan burkulma sıklığı artar. Ön çekmece ve talar tilt testleri bu ligamentlerin bütünlüğünü kontrol etmek için kullanılan testlerdir. Ancak her iki testin değerlendirmesi de klinisyene göre değişebilir. Bu nedenle bu bağların değerlendirilmesinde kolay kullanılabilir, ulaşılabilir ve ekonomik olduğunu düşündüğümüz Telos cihazını kullanmayı uygun gördük. Böylece standardize edilmiş stres grafileri çekerek mekanik ve fonksiyonel instabilitesi olan hastaları ayırmış olduk. Çekilen radyografilerin değerlendirmesi sonrasında sekiz hastada mekanik, 12 hastada fonksiyonel ayak bileği instabilitesi saptadık.

Yapılan biyomekanik çalışmalarda alt ekstremitte eklemlerinde çeşitli kas grupları arasında bir ilişki olduğu gösterilmiştir.^[15-22] Agonist ve antagonist kaslar arasında aktiviteye veya hareketin hızına göre değişkenlik gösteren bir koaktivasyon vardır. Fonksiyonel aktivite sırasında, kinetik zincir altında, alt ekstremitedeki üç eklemler arasında bir sinerjistik aktivite oluşmaktadır ve kaslar adaptasyonlar göstermektedir. Klinik çalışmalarda agonist-antagonist kasların kontraksiyonunun rolü vurgulanmıştır. Kontraksiyon; eklemler açısına, agonist kas ile oluşan kuvvete, hareket hızına ve hasta performansına göre değişir.^[25]

Ayak bileği burkulmasının ardından kronik ağrı ve güvensizliğin nedenleri arasında, ilk sırada eksik kalmış rehabilitasyon sayılabilir.^[26] Çalışma grubumuzdaki hastalardan hiç birisi düzenli programlanan bir fizik tedavi almamıştır.

Kas gücü değerlendirmesinde izokinetik ölçümlerin, izometrik ve izotonik ölçümlere göre daha üstün olduğu bildirilmektedir.^[27] İzokinetik testlerin yüksek oranda güvenilir ve tekrarlanabilir olduğu birçok çalışmada bildirilmiştir.^[19,27,28] Sağ ve sol ekstremitte arasında veya agonist antagonist kaslar arasında %10'dan daha fazla fark olması durumunda, kas dengesinin bozulduğu, bu durumun da eklemi yaralanmaya açık hale getirdiği savunulmaktadır.^[29]

Travma sonrasında izokinetik yöntemlerle kaydedilen kas güçsüzlüğü ve imbalansına göre rehabilitasyonun belirlenmesinin yaralanma insidansını

azaltacağı düşünülmüştür.^[16] Biz de çalışmamızın planlama aşamasında, ayak bileği instabilitesi olan hastaların, evertör kas gruplarında zayıflık ya da agonist- antagonist kas imbalansının yanında ayak bileğindeki bazı kas gruplarının reaksiyon zamanlarında uzama olabileceğini düşündük.

Ayak bileği burkulması sonrasında yapılan kas gücü değerlendirmesinde, evertör kas güçsüzlüğü ilk saptanan bulgular arasındadır.^[17] Balduini ve Tetzlaff,^[30] ayak bileği yaralanması sonrasında instabilite şikayeti olan hastaların %66'sında peroneal disfonksiyon tespit etmiştir. Bir çok araştırmacı ayak bileği yaralanması sonrasında rehabilitasyon programında evertör kasların güçlendirilmesinin öneminden bahsetmiştir.^[30-32] Bosein ve ark.^[32] yaptıkları çalışmada inversiyon yaralanması sonrasında 10 yıldan daha uzun süreli evertör kaslarda zayıflık olduğunu saptamışlardır. Bunun yanında Kaminski,^[18] fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olanlarla hiç inversiyon yaralanması geçirmeyen kontrol grubunu karşılaştırmış ve belirgin bir evertör kas zayıflığı saptamamıştır. Biz çalışmamızda ayak bileği instabilite semptomları olan hastaların rehabilitasyon öncesi kas kuvvetini değerlendirdik ve etkilenen tarafta 60° eversiyon hariç tüm hız ve yönlerde ortalama tepe tork değerleri daha düşük olmasına karşın istatistiksel olarak anlamlı fark bulamadık ($p>0.05$). Ancak etkilenen tarafın tedavi öncesi ve tedavi sonrası değerleri karşılaştırıldığında (60° eversiyon hariç) istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p<0.05$). Tedavi öncesi ve tedavi sonrası arasında 60° eversiyonda fark olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlılık taşıyamıyordu ($p=0.072$). İvertör kasların tedavi öncesi ve tedavi sonrası tepe tork değerleri, evertör kaslara göre daha almalı olarak artmış saptandı.

Bazı çalışmalarda kas imbalansı ile yaralanma arasında pozitif bir korelasyon saptanmıştır.^[33,34] Ayak bileği agonist/antagonist kas gücü oranları ile yaralanma arasındaki ilişki üzerine fazla çalışma olmasına rağmen, Baumhauer^[35] ayak bileği inversiyon yaralanması geçiren hastalarda yaptığı çalışmada 30°/sn açısal hızda eversiyon/inversiyon tepe tork oranını %70 olarak saptamış ve artmış evertör invertör oranının instabiliteyi artırdığını savunmuştur. Bizim çalışmamızda da rehabilitasyon öncesi evertör/invertör tepe tork oranı rehabilitasyon sonrası azalmıştır ve hasta semptomlarıyla korelasyon göstermektedir.

Gam ve Nevton,^[19] yaptıkları çalışmada, ayak bileği burkulma tarafta sağlam tarafa göre pasif hareket hissinde belirgin kayıp olduğunu saptamışlardır. Ek olarak hastaların 2/3'ünde balans bozuklukları ve kuvvet kayıpları saptamışlardır. Çalışma sonucunda ayak bileği lateral ligament yaralanması geçiren hastaların değerlendirilmesinde proprioseptif duyunun değerlendirilmesinin önemini vurgulamışlardır Lentell ve ark.^[20] kronik instabilite semptomları olan hastalarda evertör ve invertör kas gruplarında güçsüzlük saptamazken, unilateral postüral balanstaki bozukluk saptamıştır. Fonksiyonel olarak instabil ayak bileğinde, postüral tonustan bağımsız olarak proprioseptif defisit olduğu sonucuna varmıştır. Ayrıca fonksiyonel defisitlerin belirlenmesine yönelik güvenilir fonksiyonel skalalara ihtiyaç olduğunu belirtmişlerdir. Biz çalışmamızda lateral ayak bileği spraini geçiren hastaların, proprioseptif duyu değerlendirmesinde Cybex cihazını, fonksiyonel defisitlerin derecesinin belirlenmesinde Povacz ve ark.^[23] tarafından kullanılan fonksiyonel skalayı kullandık.

Birçok klinisyen tarafından kullanılan proprioseptif defisit kavramı, eklem pozisyon değişimine karşı hızlı kas cevabından sorumlu, sinir kas cevabında bozukluk anlamına gelir. Hastaların tedavi öncesinde proprioseptif duyu hissine bakıldığında, Lentell ve ark.'nın^[20] düşüncelerini destekleyecek veriler elde ettik. Tüm hastaların tedavi öncesi, patolojik taraflarının proprioseptif duyu ile sağlam taraflarının proprioseptif duyu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi ($p=0.001$). Bu hastaların tamamında 1.5 aylık denge tahtası ve ayak bileği peroneal ve Aşil güçlendirme egzersizleri sonrasında, hem patolojik ve hem de sağlam tarafın proprioseptif duyusunda düzelmeye saptandı. Sonuçta hem sağlam taraf hem de patolojik tarafta benzer oranda düzelmeye olduğundan, rehabilitasyon sonrası sağlam ve patolojik taraflar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark devam ediyordu ($p=0.030$). Proprioseptif duyudaki anlamlı düzelmeye hastaların burkulma hissinin düzelmesi arasında paralellik vardı. Patolojik grupla sağlam grup arasında devam eden istatistiksel olarak anlamlı fark, bize çalışmamızın planlanması aşamasında düşündüğümüz çapraz reaksiyon kavramının doğru olabileceğini düşündürdü.

Ekstrand ve ark.^[36] yaptıkları çalışmada lateral ayak bileği yaralanması sonrasında yeni bir burkulma olma olasılığının 2 veya 3 kez arttığını saptamış-

lardır. Kleinrensink ve ark.^[37] inversiyon burkulmaları sonrasında tekrarlayan burkulmalarda (özellikle 4 ve üzerinde) süperfisiyal ve derin peroneal sinir iletim hızlarında azalma saptamışlardır. Ayak bileği tekrarlayan burkulmaları sonrasında, peroneal sinirde oluşan traksiyon hasarının, peroneal reaksiyon zamanını artırdığını düşünmüşlerdir.^[37] Fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan hastalarda ayak bileğinde boşalma hissi olması, klinisyenlere, peroneal kas cevabında yavaşlama olabileceğini düşündürmüştür.^[37,38] Nitz ve ark.^[38] inversiyon yaralanması geçiren hastalarda subakut dönemde yaptıkları EMG sonrasında motor iletim hızlarında farklılık saptamışlar, ancak hem peroneal hem de posterior tibial sinirde denervasyon bulguları saptamışlardır. Bu nedenle bozulmuş olan sinir kas kontrolünün afferent ya da efferent sinir lezyonuna ya da merkezi sinir sistemindeki nöral impulsların refleks inhibisyonuna bağlı olabileceğini düşünmüşlerdir. Bosien ve ark.^[32] yaptıkları çalışmada ayak bileği fonksiyonel instabilitesi olan hastaların %22'sinde peroneal zayıflık saptamıştır.

Bizim çalışmamızda da, rehabilitasyon öncesi patolojik taraf ve sağlam tarafın peroneal latent zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edildi ($p<0.05$). Peroneus longus ve brevis latent zamanı değerlendirmesinde patolojik tarafla kontrol grubu arasında da istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p<0.05$). Bu hastalara 1.5 ay süreli proprioseptif egzersizler ve peroneal ve Aşil germe egzersizleri uygulandıktan sonra ölçümleri tekrarladık. Peroneus longusun latent zamanında rehabilitasyon sonrası düşme gözlenirken sağlam taraflarında istatistiksel olarak anlamlı fark devam ediyordu ($p=0.01$). Ancak kontrol grubuyla aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p>0.05$). Yapılan ölçümler sonrasında rehabilitasyon öncesi latent zamanları incelendiğinde tibialis anterior, peroneus longus, peroneus brevis kaslarının, patolojik tarafları, sağlam taraflarıyla karşılaştırıldığında uzama saptandığı halde, fleksör hallusis longus ve gastrocnemius kaslarının patolojik taraf latent zamanında istatistiksel olarak uzama saptanmadı ($p>0.05$). Bu durum bize ayak bileği instabilitesi olan hastalarda daha çok evertör grup kasların reaksiyon zamanında uzama olabileceğini düşündürdü. Fleksör hallusis longusun tedavi öncesi patolojik tarafının latent zamanının, kontrol grubuyla kıyaslanmasında araların-

da istatistiksel olarak anlamlı fark vardı ($p=0.013$). Bu durum bazı hastalarda fleksör hallusis longus kasının latent süresinin sağlam tarafta da uzadığını düşündürdü.

Rehabilitasyon sonrasında latent zamanlarına baktığında, tibialis anterior, peroneus longus, fleksör hallusis longus kaslarının patolojik taraflarının sağlam taraflarıyla kıyaslanmasında aralarında anlamlı fark devam ediyordu ($p<0.05$). Bu kasların tedavi sonrası patolojik taraflarının latent zamanlarının kontrol grubuyla kıyaslanmasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanamadı. Bu durum bize sağlam tarafın da rehabilitatif egzersizlerden fayda gördüğünü düşündürdü. Bu veriler, bizim çalışmayı planlama aşamasında düşündüğümüz çapraz etki fikrimizi destekledi. Rehabilitasyon sonrasında gastrokinemius hariç tüm kasların patolojik taraflarının latent zamanları istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde azaldı ($p<0.05$). Gastrokinemius kasının tedavi sonrası latent zamanında azalma olmasına rağmen, bu azalma istatistiksel olarak belirgin anlamlılık taşııyordu ($p=0.094$). Bu bulguların ışığı altında biz de çalışmamızın sonrasında Bosien ve Nitz'in^[32,38] düşüncelerine katılıyoruz ve ayak bilek instabilitesi olan hastalarda peroneal güçsüzlük ve peroneal reaksiyon zamanında uzama olduğunu düşünüyoruz. Ancak bu peroneal zayıflık ve reaksiyon zamanında gecikmenin uygun programlanmış bir rehabilitasyon programıyla çözülebileceğini savunuyoruz.

Sol ekstremitesi dominant olan hastalarda burkulma solda olduğu görülürken, sağ ekstremitesi dominant olan 18 olgunun 11'inde aynı tarafta burkulma gözlenirken, yedi olguda karşı tarafta burkulma gözlenmiştir. Kontrol grubunda, yaralanma olmadığı için böyle bir değerlendirme yapmak mümkün olmamıştır. Bu da çalışmanın zayıf yönünü oluşturmaktadır.

Tüm bu pozitif bulgulara rağmen, çalışma grubundaki kronik ayak bileği instabilite semptomları (güvensizlik hissi, tekrarlayan burkulma) olan hastalarda, rehabilitasyon sonrası semptomların uzun vadede tamamen normale döndüğünü, zaman sorunu-muz nedeniyle kanıtlayamadık. Bunun yanı sıra kısa vadede hastalarda bu semptomların gerilediğini, proprioseptif duyularının belirgin oranda geliştiğini, peroneal latent zamanlarının anlamlı ölçüde kısaldığını saptadık.

Ayak bileği burkulması olan özellikle kronik instabiliteli olgularda bilek çevresindeki kasların iyi

planlanmış proprioseptif egzersizler ile güçlendirilmesi hastanın normal yaşam ve spor aktivitelerine dönmesine yardımcı olur ve özellikle fonksiyonel instabiliteli hastalarda gereksiz cerrahi önler.

Teşekkür

Makine mühendisi Doç. Dr. Gabil Abdullayev'e bilek inversiyon simülasyon cihazının tasarlanması ve oluşturulması sırasındaki yardım ve destekleri için teşekkür ederiz.

Kaynaklar

1. Eiff MP, Smith AT, Smith GE. Early mobilization versus immobilization in the treatment of lateral ankle sprains. *Am J Sports Med* 1994;22:83-8.
2. Ferkel RD. Differential diagnosis of chronic ankle sprain pain in the athletes. *Sports Med Arthrosc Rev* 1994;12:274-83.
3. Hamilton WG. Current concepts in the treatment of acute and chronic lateral ankle instability. *Sports Med Arthrosc Rev* 1994;12:264-6.
4. Jackson DW, Ashley RL, Powell JW. Ankle sprains in young athletes. Relation of severity and disability. *Clin Orthop Relat Res* 1977;(101):201-5.
5. Sammarco JG, DiRaimondo VC. Surgical treatment of lateral ankle instability syndrome. *Am J Sports Med* 1988;16:501-11.
6. Thein R, Eichenblat M. Arthroscopic treatment of sports-related synovitis of the ankle. *Am J Sports Med* 1992;20:496-8.
7. Kannus P, Renström P. Treatment for acute tears of the lateral ligaments of the ankle. Operation, cast, or early controlled mobilization. *J Bone Joint Surg Am* 1991;73:305-12.
8. Lassiter TE Jr, Malone TR, Garrett WE Jr. Injury to lateral ligaments of the ankle. *Orthop Clin North Am* 1989;20:629-40.
9. Smith RW, Reischl SF. Treatment of ankle sprains in young athletes. *Am J Sports Med* 1986;14:465-71.
10. Burks RT, Morgan J. Anatomy of the lateral ankle ligaments. *Am J Sports Med* 1994;22:72-7.
11. Freeman MA. Instability of the foot after injuries to the lateral ligaments of the ankle. *J Bone Joint Surg Br* 1965;47:669-77.
12. Harrington KD. Degenerative arthritis of the ankle secondary to long-standing lateral ligament instability. *J Bone Joint Surg Am* 1979;61:354-61.
13. Ruth CJ. The surgical treatment of injuries of the fibular collateral ligaments of the ankle. *J Bone Joint Surg* 1961;43:229-39.

14. Lundeen RO. Arthroscopic evaluation of traumatic injuries to the ankle and foot. Part II: Chronic posttraumatic pain. *J Foot Surg* 1990;29:59-71.
15. Morris-Chatta R, Buchner DM, de Lateur BJ, Cress ME, Wagner EH. Isokinetic testing of ankle strength in older adults: assesment of inter-rater reliability and stability of strength over six months. *Arch Phys Med Rehabil* 1994; 75:1213-6.
16. Wilkerson GB, Pinerola JJ, Caturano RW. Invertor vs. evertor peak torque and power deficiencies associated with lateral ankle ligament injury. *J Orthop Sports Phys Ther* 1997;26:78-86.
17. Hartsell HD, Spaulding SJ. Eccentric/concentric ratios at selected velocities for the invertor and evertor muscles of the chronically unstable ankle. *Br J Sports Med* 1999;33:255-8.
18. Kaminski T. Concentric and eccentric force velocity relationship between uninjured and functionally unstable ankles. Unpublished doctoral dissertation, University of Virginia, 1996.
19. Gam SN, Newton RA. Kinesthetic awareness in subjects with mutiple ankle sprains. *Phys Ther* 1988;68:1667-71.
20. Lentell G, Katzman LL, Walters MR. The relationship between muscle function and ankle stability. *J Orthop Sports Phys Ther* 1990;11:605-11.
21. Osborne MD, Chou LS, Laskowski ER, Smith J, Kaufman KR. The effect of ankle disk training on muscle reaction time in subjects with a history of ankle sprain. *Am J Sports Med* 2001;29:627-32.
22. Sheth P, Yu B, Laskowski ER, An KN. Ankle disk training influences reaction times of selected muscles in a simulated ankle sprain. *Am J Sports Med* 1997;25:538-43.
23. Povacz P, Unger SF, Miller WK, Tockner R, Resch H. A randomized, prospective study of operative and non-operative treatment of injuries of the fibular collateral ligaments of the ankle. *J Bone Joint Surg Am* 1998;80:345-51.
24. Broström L. Sprained ankles. V. treatment and prognosis in recent ligament injuries. *Acta Chir Scand* 1966;132: 537-50.
25. Grace TG, Sweetser ER, Nelson MA, Ydens LR, Skipper BJ. Isokinetic muscle imbalance and knee-joint injuries. A prospective blind study. *J Bone Joint Surg Am* 1984;66: 734-40.
26. Sammarco GJ, Conti SF. Surgical treatment of neuroarthropathic foot deformity. *Foot Ankle Int* 1998;19: 102-9.
27. Levene JA, Hart BA, Seeds RH, Fuhrman GA. Reliability of reciprocal isokinetic testing of the knee extensors and flexors. *J Orthop Sports Phys Ther* 1991;14:121-7.
28. Lord J, Aitkens SG, McCrory MA, Bernauer EM. Isometric and isokinetic measurement of hamstring and quadriceps sprain. *Arch Phys Med Rehabil* 1992;73:324-30.
29. Knight K. Strength imbalance and knee injury. *Phys Sport Med* 1980;8:140-4.
30. Balduni F, Tetzlaff J. Historical perspectives on injuries of the ligaments of ankle. *Clin Sports Med* 1982;1:3-12.
31. Staples OS. Ruptures of the fibular collateral ligaments of the ankle. Result study of immediate surgical treatment. *J Bone Joint Surg Am* 1975;57:101-7.
32. Bosien WR, Staples OS, Russel SW. Residuel disability following acute ankle sprains. *J Bone Joint Surg Am* 1955; 37-A:1237-43.
33. Burkett LN. Causative factors in hamstring strains. *Med Sci Sports* 1970;2:39-42.
34. Campbell DE, Glenn W. Foot-pounds of torgue of the normal knee and the rehabilitated postmeniscectomy knee. *Phys Ther* 1979;59:418-21.
35. Baumhauer JF, Alosa DM, Renström AF, Trevino S, Beynnon B. A prospective study of ankle injury risk factors. *Am J Sports Med* 1995;23:564-70.
36. Ekstrand J, Tropp H. The incidence of ankle sprains in soccer. *Foot Ankle* 1990;11:41-4.
37. Kleinrensink GJ, Stoeckart R, Meulstee J, Kaulesar Sukul DM, Vleeming A, Snijders CJ, et al. Lowered motor conduction velocity of the peroneal nerve after inversion trauma. *Med Sci Sports Exerc* 1994;26:877-83.
38. Nitz AJ, Dobner JJ, Kersey D. Nerve injury and grade II and III ankle sprains. *Am J Sports Med* 1985;13:177-82.