



ISSN: 2651-4451 • e-ISSN: 2651-446X

Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi

2019 30(3)176-182

Yasin YURT, PhD, PT¹
Serpil MIHÇIOĞLU, MSc, PT¹
Mehtap MALKOÇ, PhD, PT¹
Selma UZUNER, MSc, PT²
Buse SEZEREL, MSc, PT³
Hayriye TOMAÇ, MSc, PT¹

- 1 East Mediterranean University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Gazimağusa.
- 2 Gırne University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Gırne.
- 3 Akçiçek Hospital, Physical Therapy Center, Gırne.

İletişim (Correspondence):

Yasin YURT, PhD, PT
East Mediterranean University,
Faculty of Health Sciences,
Department of Physiotherapy and Rehabilitation,
Gazimağusa.

Phone: 0-392-630 2448
E-mail: fzt.yasinyurt@gmail.com
ORCID No: 0000-0002-9561-6267

Serpil MIHÇIOĞLU
E-mail: srplmhcgil@gmail.com
ORCID No: 0000-0001-7186-324X

Mehtap MALKOÇ
E-mail: malkoc.mehtap@gmail.com
ORCID No: 0000-0003-4587-2120

Selma UZUNER
E-mail: selmauzuner10@gmail.com
ORCID No: 0000-0002-4199-0093

Buse SEZEREL
E-mail: busesezerele@hotmail.com
ORCID No: 0000-0002-7265-0657

Hayriye TOMAÇ
E-mail: hayriye.tomac123@hotmail.com
ORCID No: 0000-0002-8245-9995

Geliş Tarihi: 25.11.2018 (Received)
Kabul Tarihi: 08.03.2019 (Accepted)

AYAK BİLEĞİ EKİN DEFORMİTESİ OLAN TİP 2 DİYABET HASTALARINDA GERME EGZERSİZİNİN AYAK TABAN BASINCINA AKUT ETKİSİ

ARAŞTIRMA MAKALESİ

ÖZ

Amaç: Plantar fleksör kısılalığına bağlı olarak gelişen ayak bileği ekin deformitesinin, tip 2 diyabetli bireylerde ön ayak taban basıncını artırarak ülser oluşumuna neden olduğu bilinmektedir. Amacımız ayak bileği ekin deformitesi olan tip 2 diyabetli bireylerde germe egzersizinin ayak taban basıncına akut etkisini incelemektir.

Yöntem: Ayak bileği ekin deformitesi olan toplam 25 tip 2 diyabetli birey araştırmaya dahil edildi. Bireylerin 21'i bilateral ve dördü unilateral ekin deformitesine sahip olduğu için, toplam 46 ayak analiz edildi. Ekin deformitesi, diz ekstansiyonda iken ayak bileğinin 0°'den az dorsifleksiyonu olarak tanımlandı. Ayak taban basıncı ölçümü için pedobarografik platform kullanıldı ve ayak tabanı 10 bölgeye ayrılarak tepe plantar basınç değerleri hesaplandı. Duvar kenarında 10 tekrarlı yapılan plantar fleksör germe egzersizi öncesinde, hemen sonrasında ve aradan bir saat geçtikten sonra aynı ölçüm tekrarlandı.

Sonuçlar: Germe egzersizinin hemen sonrasında yapılan ölçümlerde, dördüncü metatars bölgesi hariç tüm metatars başlarında tepe plantar basınç azaldı ($p<0,01$). Germeden bir saat sonra yapılan ölçüm sonuçları germe öncesi değerlere benzer bulundu ($p>0,05$).

Tartışma: Plantar fleksör kısılalığı bulunan tip 2 diyabetlilerde tek setlik germe egzersizi ile ön ayak taban basıncı kısa süreli olarak azalmaktadır. Plantar fleksörlerin esnekliğinin uzun süreli egzersiz programları ile artırılması diyabetiklerde artmış olan ön ayak ülserleri riskini azaltabilir.

Anahtar Kelimeler: Ayak Bileği; Diyabetik Ayak; Egzersiz Tedavisi; Esneklik.

ACUTE EFFECT OF STRETCHING EXERCISE ON FOOT PLANTAR PRESSURE IN PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES WITH ANKLE EQUINES DEFORMITY

ORIGINAL ARTICLE

ABSTRACT

Purpose: Ankle equines deformity, arising from short plantar flexors is known as a contributing factor in ulcer development by increasing the plantar forefoot pressure of type 2 diabetic patients. We aimed to investigate the acute effect of stretching exercise on foot plantar pressure in patients with type 2 diabetes with ankle equines deformity.

Methods: Twenty-five type 2 diabetic subjects with ankle equines deformity participated in the study. Because 21 of the subjects have bilateral and four have unilateral equines deformity, a total of 46 feet was analyzed. Equines deformity was defined as less than "0" dorsiflexion of the ankle with an extended knee. A pedobarographic platform was used to measure foot plantar pressure and peak plantar pressures were calculated with masking plantar of the foot to 10 different areas. Same measurements were taken before, just after and one hour later than plantar flexor stretching exercises with 10 repetitions that performed towards the wall.

Results: Peak plantar pressures of all metatarsal heads apart from the fourth one were decreased just after the stretching exercises ($p<0.01$). One hour later, results were similar to the initial values ($p>0.05$).

Conclusion: Forefoot plantar pressure decreased for a short term after the single set of stretching exercises in people with type 2 diabetes having short plantar flexors. Increasing flexibility of plantar flexors with long term exercise programs may decrease the high risk of ulcer development of forefoot in people with diabetes.

Key Words: Ankle; Diabetic Foot; Exercise Therapy; Flexibility.

GİRİŞ

Yirmibirinci yüzyılın salgın hastalığı olarak anılan tip 2 diyabet tüm toplumları etkileyen en önemli sağlık sorunlarından biridir. Diyabetin komplikasyonlarından biri olan diyabetik ayak ülserleri travmatik olmayan amputasyon nedenleri arasında ilk sırada yer alır (1). Tip 2 diyabetli bir bireyde yaşamı süresince ayak ülseri gelişme ihtimali % 15-25 olarak hesaplanmıştır ve her 30 saniyede bir dünyanın bir yerinde diyabetik ayağa bağlı amputasyon yapıldığı tahmin edilmektedir (2,3). Artan diyabet sıklığı ve neden olduğu komplikasyonların getirdiği mali yük, ülkelerin sağlık politikalarının da koruyucu yaklaşımlar üzerinde yoğunlaşmasına neden olmuştur (4). Hesaplamalara göre diyabetik ayak oluşumunu önlemek için yapılacak koruyucu yaklaşımların ayak ülseri ve amputasyonlarda % 25'lik bir azalma sağlaması sağlık harcamalarını azaltmaktadır (5,6).

Diyabetin neden olduğu nöropati ve vaskülopati, doku kalitesinin bozulması ve koruyucu duyu kaybı ile sonuçlanarak ayağı travmalara karşı savunmasız hale getirmektedir (7-9). Bunun yanı sıra yumuşak doku proteinlerinin enzimatik olmayan glukozilasyonu ve kollajen anormallikleri doku esnekliğinde ve dolayısıyla eklemlerin mobilitesinde azalmaya neden olarak ayak ve ayak bileği biyomekaniğini bozmaktadır (10,11). Tip 2 diyabetlilerde ayak ve ayak bileğini oluşturan eklemlerdeki mobilite kaybı yürüyüş sırasında ayak tabanında artmış plantar basınç alanları ile sonuçlanır. Yapılan çalışmalar azalmış ayak bileği dorsifleksiyonunun ön ayak plantar basıncında artışla sonuçlandığını göstermiştir (12-14).

Diyabetik ayak ülserlerinin en sık parmaklar ve metatars başları altında olduğu düşünüldüğünde, azalmış eklem mobilitesi yara oluşumuna zemin hazırlayan bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır (15-17).

Diyabetiklerde ayak taban basıncının azaltılması amacıyla koruyucu olarak tabanlıklar, diyabet ayakkabıları, biyofeedback ve yürüme eğitimlerinin yanı sıra esneklik artırıcı mobilizasyon ve germe egzersizlerinin olumlu etkileri gösterilmiştir (18-21). Goldsmith ve ark., ayak bileği ve parmaklara yönelik aktif hareket ve pasif germeleri içeren egzersizlerin günde üç kez dört hafta boyunca ev programı olarak uygulanması sonrasında ayak tabanı tepe basıncında % 4,2'lik bir azalma bulmuşlar fakat bu değişimin ayağın hangi bölgesinde olduğuna dair bir analiz yapmamışlardır (22). Sartor ve ark., ayağa yönelik germe ve kuvvetlendirmenin yanı sıra denge ve yürüme eğitimini içeren bir programı haftada iki kez 12 hafta boyunca uygulamışlar fakat ön ayak taban basıncında azalma gösterememişlerdir (23).

Araştırmalar tip 2 diyabetli bireylerde plantar fleksörlerin kısılalığına bağlı olarak, ön ayakta basınç artışını ve esneklik artırıcı egzersizlerin eklem mobilitesini olumlu etkilediğini gösterse de, ayak taban basıncındaki değişimi gösteren çalışmalar yetersiz ve çelişkilidir. Amacımız ekin deformitesi olan tip 2 diyabetiklerde germe egzersizi sonrası ayak taban basıncındaki akut değişimi incelemektir.

YÖNTEM

Protez Ortez Biyomekanik Merkezi'ne hekim tarafından ayak değerlendirilmesi amacı ile

Tablo 1: Bireylerin Demografik Özellikleri ve Ölçüm Değerleri.

Özellik	Tip 2 DM (n ₁ =25)	
	$\bar{X}\pm SS$	% 95 GA
Yaş (yıl)	56,43±7,11	53,35–59,51
Beden Kütle İndeksi (kg/m ²)	30,76±3,65	29,05–32,47
Diyabet Süresi (yıl)	7,43±7,35	4,25–10,61
Açlık Kan Şekeri (mg/dL)	135,55±34,38	119,45–151,64
HbA1c (%)	7,07±1,72	6,26–7,87
Gastrokinemius Kısılalığı (°), n ₂ =46	-10,38±5,79	-13,26--7,50

GA: Güven aralığı, n₁:birey sayısı, n₂:ayak sayısı. DM: Diyabetes mellitus, HbA1c: Hemoglobin A1c.

Tablo 2: Ayak Tabanının 10 Bölgesindeki Germe Öncesi, Germe Sonrası ve Bir Saat Sonrası Zirve Basınç Değerlerinin Karşılaştırılması.

Ayak Tabanı Bölgesi	Tip 2 DM Ayak sayısı (n=46)			p
	Germe Öncesi	Germe Sonrası	Bir Saat Sonra	
	$\bar{X}\pm SS$ (% 95 GA)	$\bar{X}\pm SS$ (% 95 GA)	$\bar{X}\pm SS$ (% 95 GA)	
Topuk Mediali (N/cm ²)	29,57±13,37 (25,60–33,54)	30,72±14,94 (26,28–35,16)	27,58±12,62 (23,83–31,33)	0,368
Topuk Lateralı (N/cm ²)	28,74±13,19 (24,82–32,66)	28,60±12,23 (24,97–32,24)	27,55±11,96 (23,99–31,10)	0,900
Orta Ayak (N/cm ²)	16,69±9,94 (13,74–19,64)	17,15±10,97 (13,89–20,41)	18,41±11,96 (14,86–21,97)	0,564
1. Metatars (N/cm ²)	31,96±17,64 (26,72–37,20)	23,27±12,61 (19,57–27,02)	27,48±13,61 (23,44–31,53)	<0,001*
2. Metatars (N/cm ²)	35,39±15,53 (30,78–40,01)	28,76±14,67 (24,40–33,12)	36,78±17,84 (31,48–42,08)	0,003*
3. Metatars (N/cm ²)	34,37±14,65 (30,02–38,73)	27,13±12,01 (23,56–30,70)	35,23±13,28 (31,29–39,18)	<0,001*
4. Metatars (N/cm ²)	22,45±9,87 (19,52–25,38)	19,43±8,75 (16,83–22,03)	23,82±12,10 (20,23–27,42)	0,008*
5. Metatars (N/cm ²)	13,31±6,30 (11,44–15,19)	9,61±5,88 (7,86–11,36)	12,43±7,29 (10,26–14,60)	0,005*
Baş Parmak (N/cm ²)	34,56±19,40 (28,80–40,32)	30,96±18,85 (25,36–36,56)	35,46±22,05 (28,91–42,00)	0,958
Diğer Parmaklar (N/cm ²)	15,97±10,05 (12,99–18,96)	16,39±13,05 (12,51–20,27)	18,21±12,70 (14,44–21,99)	0,240
Ön Ayak (N/cm ²)	52,21±12,22 (48,57–55,84)	40,58±14,81 (36,18–44,98)	48,75±13,71 (44,68–52,82)	<0,001*
Arka Ayak (N/cm ²)	31,89±14,66 (27,53–36,24)	32,37±15,36 (27,81–36,93)	29,87±13,01 (26,00–33,73)	0,486

*p<0,01. GA: Güven Aralığı, DM: Diyabetes Mellitus.

yönlendirilen en az bir yıl önce tip 2 diyabet tanısı almış bireyler araştırmaya dahil edildi ve 2017 Ekim ayında başlayan ölçümler bir yıl içerisinde tamamlandı. Aktif ayak ülseri veya amputasyon öyküsü olan, ayaklarında Charcot artropatisi, halluks valgus (1. metatarsophalangeal gonyometrik abduksiyon açısı $\geq 15^\circ$), artmış pronasyon veya supinasyon (Ayak Postür İndeksi'ne göre $>+6$ puan veya <-6 puan) ve pençe, çekiç veya mallet parmak deformiteleri olan, 10 mm üzerinde alt ekstremite eşitsizliği olan, tibialis anterior ve posterior arter nabızları alınamayan, alt ekstremite cerrahi öyküsü olan bireyler çalışma dışında tutuldu (24,25). Dahil edilme kriterlerine uyan ve ekin deformitesi bulunan 25 birey araştırmaya dahil edildi. Her iki ayağı da değerlendirilen bireylerin dördü tek taraflı kısılığa sahip olduğu için analiz 46 ayak üzerinden yapıldı. Doğu Akdeniz Üniversitesi, Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'nun 2017/45-15 numaralı onayı ile yapılan bu araştırmada katılımcılar aydınlatılmış onam formunu imzaladı.

Bireylerin yaş, cinsiyet, beden kütle indeksi, diyabet süresi, açlık kan şekeri ve hemoglobin A1c (HbA1c) değerleri kaydedildi. Nöropati varlığının değerlendirilmesi için 10 g Semmes Weinstein monofilamenti (North Coast Medical, Morgan Hill, ABD) ile ayağın 10 farklı bölgesinden ve 128 Hz diyapozon ile baş parmakdan daha önce Apelqvist ve ark. tarafından belirtilmiş olduğu gibi yapıldı (26). Ayak bileği dorsifleksiyon hareket açıklığı dijital gonyometre yardımı ile kişi sırt üstü pozisyonda ve dizi tam ekstansiyonda iken bilateral olarak değerlendirildi. Gonyometrenin pivot noktası lateral malleol, sabit kol fibula gövdesi, hareketli kol ise beşinci metatars ile hizalandı. Ayak bileği fizyoterapist tarafından inversiyon veya eversiyona götürülmeden son his alınmaya kadar pasif olarak dorsifleksiyona getirildi. Ayak bileğinin 0°den az dorsifleksiyonu ekin deformitesi olarak yorumlandı (14).

Ayak taban basınçlarını değerlendirmek için altı

Tablo 3: Değişim Bulunan Bölgelerin Karşılaştırması.

Bölge	Germe Öncesi ve Germe Sonrası	Germe Sonrası ve Bir Saat Sonra	Germe Öncesi ve Bir Saat Sonra
	p	p	p
1. Metatars	<0,001*	0,047	0,034
2. Metatars	0,001*	0,001*	0,632
3. Metatars	<0,001*	0,001*	0,697
4. Metatars	0,056	0,003*	0,566
5. Metatars	<0,001*	0,024	0,438
Ön Ayak	<0,001*	0,002*	0,094

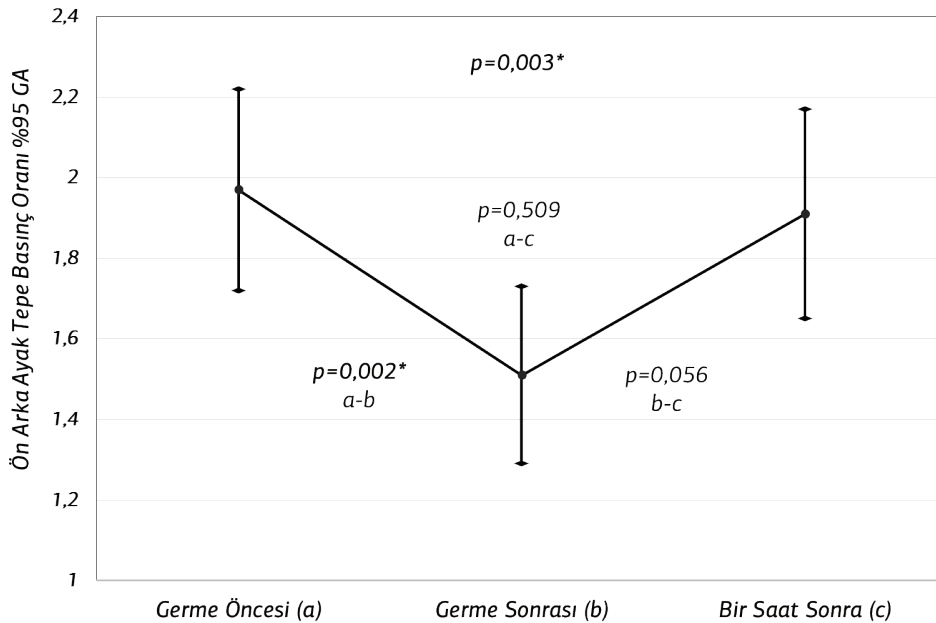
*Bonferroni düzeltmeli p<0,016.

metrelik yürüyüş platformuna yerleştirilmiş olan pedobarografik analiz platformu (Medilogic basic platform, Berlin, Almanya), 60 Hz ölçüm frekansı ile kullanıldı. Ölçüm esnasında bireyin alışabilmesi için yeterli tekrar yapıldıktan sonra Bus ve Lange tarafından tanımlanmış olan iki adım protokolü uygulandı (27). Elde edilen pedobarografik ölçüm sonuçlarının analizinde yazılım (Medilogic software, Berlin, Almanya) yardımı ile ayak tabanı medial topuk, lateral topuk, orta ayak, 1-2-3-4. ve 5. metatars distalleri, baş parmak ve diğer parmaklar olmak üzere 10 bölgeye ayrılarak tepe basınç değerleri kaydedildi. Ayrıca metatars başları ve parmaklardaki tepe basınç değeri, ön ayak tepe basıncı; medial ve lateral topuktaki tepe basınç değeri, arka ayak tepe basıncı olarak alınarak, ön-

arka ayak basınç oranı hesaplandı (16). Ölçümler germe öncesi, germe sonrası ve birey bir saat boyunca ayakları yere basacak şekilde sandalyede dinlendikten sonra olacak şekilde, üç tekrarla yapıldı. Plantar fleksör germe egzersizi Sartor ve ark. tanımladığı şekilde duvar kenarında, her iki ayak için 30 saniye süre ve 10 tekrarlı olacak şekilde yapıldı (23). Her germeden sonra 30 saniye dinlenme arası verildi.

İstatistiksel Analiz

Çalışmadaki örneklem büyüklüğü G-Power 3.0.10 (Kiel Üniversitesi, Kiel, Almanya) programı kullanılarak parametrik olmayan koşullar sağlandığı varsayılarak Friedman testi için, etki büyüklüğü Cohen d=0,25, anlamlılık düzeyi p=0,05 ve güç

**Şekil 1:** Germe sonrası ön/arka ayak tepe basınç oranlarındaki değişim.

değeri $\beta=0,90$ alınarak toplam 42 ayak olarak hesaplandı ve % 20 kayıp ihtimali eklenerek 50 ayağın (25 tip 2 diyabetli birey) alınmasına karar verildi. Elde edilen verilerin analizinde SPSS 20.0 (Statistical Package for Social Sciences, IBM, New York, ABD) programı kullanıldı. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ve histogram grafikleri ile incelendi. Parametrik koşullar sağlanmadığı için tekrarlı ölçümlerin analizinde Friedman testi kullanıldı. İkişerli karşılaştırmalarda Bonferroni düzeltmeli Wilcoxon testi uygulandı ve anlamlılık düzeyi $p<0,016$ olarak alındı. Kategorik değişkenler frekans ve yüzde, parametrik değişkenler ortalama \pm standart sapma olarak % 95 güven aralıkları ile birlikte verildi.

SONUÇLAR

Ekin deformitesi olan 25 tip 2 diyabetli birey (10 kadın, 15 erkek) değerlendirildi ve dört kişinin kısıklığı tek taraflı olduğu için analizler 46 ayak üzerinden yapıldı. Tablo 1'de bireylere ait yaş, beden kütle indeksi, diyabet süresi, açlık kan şekeri, HbA1c ve kısıklık ölçüm değerleri verilmiştir.

Değerlendirilen ayakların % 50'sinin ($n=23$) en az bir bölgesinde koruyucu duyu kaybı ve % 8,7'sinde ($n=4$) vibrasyon duyusu kaybı bulundu. Ayak tabanının 10 farklı bölgesi için germe öncesi, germe sonrası ve bir saat sonrasına ait tepe basınç değerleri karşılaştırıldığında tüm metatars distallerinde ve ön ayakta anlamlı değişim bulundu ($p<0,05$, Tablo 2). Bu bölgelerin ikişerli karşılaştırmalı sonuçları incelendiğinde, 4. metatars hariç tüm metatars distal bölgelerinde ve ön ayakta germe sonrası tepe plantar basıncın azaldığı görüldü ($p<0,016$). Germenin üzerinden bir saat geçtikten sonraki ölçüm sonuçları ise germe öncesindeki değerlere benzerdi ($p>0,016$). Germeden sonraki tepe basınç değerleri, 2, 3, ve 4. metatars distallerinde ve ön ayakta bir saat sonra anlamlı artış gösterdi ($p<0,016$, Tablo 3). Ön ayak-topuk tepe basınç oranında da germe sonrasında anlamlı azalma oldu ($p<0,016$); fakat bir saat sonraki oran germeden önceki değere benzerdi ($p>0,016$, Şekil 1).

TARTIŞMA

Ayak bileği ekin deformitesi olan tip 2 diyabetlilerde germe egzersizinin ayak taban basıncına akut etkisini incelediğimiz çalışmamızda, germe egzersizi

sonrası ön ayak bölgesinde tepe basıncın azaldığı fakat bir saat sonra bu etkinin kaybolduğu görüldü. Bu sonuç azalmış plantar fleksör esnekliğinin ön ayak bölgesindeki taban basıncındaki artışın bir nedeni olduğunu ve esnekliğin artırılması ile ön ayak taban basıncının azaltılabileceğini gösterdi.

Sartor ve ark., nöropatisi olan tip 2 diyabetli bireyler üzerinde yürüttükleri randomize kontrollü çalışmada, ayağa yönelik germe ve kuvvetlendirme ile birlikte yürüme ve denge egzersizlerini de içeren 12 haftalık eğitim sonrasında ayak bileğinin kinetik ve kinematiklerinde pozitif sonuçlar elde etseler de, ayak taban basıncında anlamlı bir azalma olmamıştır (23). Ayak bileği dorsifleksiyonunu yürüyüş sırasında değerlendiren araştırmacılar, tedavi grubunda dorsifleksiyon hareket açıklığının korunduğunu fakat kontrol grubunda bu açıklığın azaldığını bulmuşlardır. Her iki grupta da dorsifleksiyon ölçüm sonuçlarının eğitim öncesi ve sonrasında nötral ayak bileğinin üzerinde olması ayak taban basıncında anlamlı değişim olmamasını açıklayabilir. Kendileri de tartışma bölümünde, ayak taban basıncında azalma olmamasını katılımcıların nöropati değerlerinin çok yüksek olmamasından kaynaklanmış olabileceğini belirtmişlerdir.

Çalışmamızdaki bireylerin yarısında nöropati bulgularının olmaması, ekin deformitesinin nöropatiden bağımsız olarak diyabetiklerde görülebileceğini göstermektedir. Yapılmış olan araştırmalar ayak bileği mobilite kaybı ve artmış ayak taban basıncı bulgularının nöropati olsa da olmasa da görülebileceğini desteklemektedir. Lavery ve ark., 1666 tip 2 diyabetli üzerinde yaptıkları bir çalışmada ayak bileği ekin deformitesi prevalansını % 10,3 olarak bulmuşlar fakat deformitesi olan ve olmayan gruplar arasında nöropati varlığı açısından bir fark bulamamışlardır (14). Diğer bir yandan Caselli ve ark., nöropati ciddiyetine göre ayak taban basıncındaki değişimleri incelemişler ve sadece ciddi nöropatisi olan bireylerde ön/arka ayak basınç oranında anlamlı artış kaydetmişlerdir (16). Sartor ve ark.'nın(23) bulgularını destekleyen bu sonuç hastalığın ilerleyen evrelerinde artma riski olan ön ayak basıncı için erken dönemdeki önleyici egzersizlerin önemine dikkati çekmektedir.

Goldsmith ve ark., tip 2 diyabetli bireylerde dört hafta boyunca uygulanan, ayak bileği ve parmaklara

yönelik eklem açıklığı ve esneklik egzersizlerinden oluşan bir ev programı ile ayak tabanı tepe basıncının azaldığını, egzersiz yapmayan kontrol grubunda ise arttığını göstermişlerdir (22). Ayak taban basıncının bölgesel değişimini incelememiş olsalar da esneklik egzersizlerinin basıncı azaltmış olması sonuçlarımız ile uyumludur.

Çalışmamızın diğer bir önemli sonucu da yapılan tek setlik plantar fleksör germe egzersizi, ayak taban basıncında önemli bir değişim meydana getirmiş olsa da bu etkinin kısa sürede ortadan kaybolmuş olmasıdır. Kollajen dokunun bilinen histeresis özelliğinden dolayı uzamış olan bağ dokusu eski boyuna geri dönme eğilimi gösterdiğinden bu sonuç bir sürpriz değildir. Bu nedenle kalıcı bir uzama elde edebilmek için egzersizlerin belirli sıklık ve süre ile devam ettirilmesi gerekir. Nitekim Dijs ve ark., mobilite kaybı olan tip 2 diyabetik bireylerde, 10 hafta boyunca, haftada iki kez fizyoterapist tarafından yaptırılan ayak ve ayak bileği pasif mobilizasyon uygulamalarının ayak bileği dorsifleksiyonunda artış sağladığını ve bu artışın üç ay sonra da korunduğunu göstermişlerdir (21).

Çalışmamızda egzersizin kalıcı etkilerinin görülebileceği uzun süreli bir program uygulanmamış olması, bir limitasyon olarak gözükmemektedir. Fakat ekin deformitesi olan tip 2 diyabetlilerde özellikle ülser riski yüksek olan ön ayak basıncının germe egzersizi ile değiştiğini göstermesi literatüre önemli bir katkı yapmaktadır. Diğer bir limitasyon katılımcıların nöropati varlığına göre gruplandırılmamış olmasıdır. Nöropati varlığı egzersiz sonuçlarını etkileyebilecek bir faktördür. Aynı zamanda nöropati ciddiyeti de ayak taban basıncını etkileyen bir faktör olduğundan sadece nöropati varlığı değil, ciddiyetine göre de egzersizin etkinliği ve kalıcılığı araştırılması gereken konulardır.

Sonuç olarak, ayak bileği ekin deformitesi olan tip 2 diyabetli bireylerde tek setlik plantar fleksör germe egzersizi ön ayak taban basıncını kısa süreli olarak azaltmaktadır. Nöropati varlığı ve ciddiyetinin de göz önüne alınması ile yapılacak olan uzun süreli takip çalışmalarını ile bu sonuçların desteklenmesi gerekir.

Destekleyen Kuruluş: Yok.

Çıkar Çatışması: Yok.

Etik Onay: Bu araştırma Doğu Akdeniz Üniversitesi, Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'nun 2017/45-15 numaralı onayı ile yapıldı.

Aydınlatılmış Onam: Araştırmada katılımcılar aydınlatılmış onam formu imzaladı.

Açıklamalar: Yok.

KAYNAKLAR

1. Jaacks LM, Siegel KR, Gujral UP, Narayan KM. Type 2 diabetes: A 21st century epidemic. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* 2016;30(3):331-43.
2. Boulton AJ, Vileikyte L, Ragnarson-Tennvall G, Apelqvist J. The global burden of diabetic foot disease. *Lancet.* 2005;366(9498):1719-24.
3. Singh N, Armstrong DG, Lipsky BA. Preventing foot ulcers in patients with diabetes. *JAMA.* 2005;293(2):217-28.
4. Diyabet 2020 Vizyon ve Hedefler. 2010-2020 Ulusal Diyabet Stratejisi, Sonuç Dökümanı. Türk Diyabet Vakfı, İstanbul; 2010.
5. Ragnarson Tennvall G, Apelqvist J. Prevention of diabetes-related foot ulcers and amputations: a cost-utility analysis based on Markov model simulations. *Diabetologia.* 2001;44(11):2077-87.
6. Ortegón MM, Redekop WK, Niessen LW. Cost-effectiveness of prevention and treatment of the diabetic foot: a Markov analysis. *Diabetes Care.* 2004;27(4):901-7.
7. Vinik AI, Nevoret ML, Casellini C, Parson H. Diabetic neuropathy. *Endocrinol Metab Clin North Am.* 2003;42(4):747-87.
8. Tesfaye S, Chaturvedi N, Eaton SE, Ward JD, Manes C, Ionescu-Tirgoviste C, et al. Vascular risk factors and diabetic neuropathy. *N Engl J Med.* 2005;352(4):341-50.
9. Fowler MJ. Microvascular and macrovascular complications of diabetes. *Clin Diabetes.* 2008;26(2):77-82.
10. Crisp AJ, Heathcote JG. Connective tissue abnormalities in diabetes mellitus. *J R Coll Physicians Lond.* 1984;18(2):132-41.
11. Vlassara H, Brownlee M, Cerami A. Nonenzymatic glycosylation: role in the pathogenesis of diabetic complications. *Clin Chem.* 1986;32(Suppl 10):B37-41.
12. Mueller MJ, Diamond JE, Delitto A, Sinacore DR. Insensitivity, limited joint mobility, and plantar ulcers in patients with diabetes mellitus. *Phys Ther.* 1989;69(6):453-9.
13. Zimny S, Schatz H, Pfohl M. The role of limited joint mobility in diabetic patients with an at risk foot. *Diabetes Care.* 2004;27:942-86.
14. Lavery LA, Armstrong DG, Boulton AJ, Diabetes Research G. Ankle equinus deformity and its relationship to high plantar pressure in a large population with diabetes mellitus. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2002;92(9):479-82.
15. Reiber GE, Lipsky BA, Gibbons GW. The burden of diabetic foot ulcers. *Am J Surg.* 1998;176(Suppl 2A):5-10.
16. Caselli A, Pham H, Giurini JM, Armstrong DG, Veves A. The forefoot-to-rearfoot plantar pressure ratio is increased in severe diabetic neuropathy and can predict foot ulceration. *Diabetes Care.* 2002;25(6):1066-71.
17. Orendurff MS, Rohr ES, Sangeorzan BJ, Weaver K, Czerniecki JM. An equinus deformity of the ankle accounts for only a small amount of the increased forefoot plantar pressure in patients with diabetes. *J Bone Joint Surg Br.* 2006;88(1):65-8.
18. Bus SA, Valk GD, van Deursen RW, Armstrong DG, Caravaggi C,

- Hlavacek P, et al. The effectiveness of footwear and offloading interventions to prevent and heal foot ulcers and reduce plantar pressure in diabetes: a systematic review. *Diabetes Metab Rev.* 2008;24(Suppl 1):162-80.
19. York RM, Perel-Gerson KL, Barr M, Durham J, Roper JM. Motor learning of a gait pattern to reduce forefoot plantar pressures in individuals with diabetic peripheral neuropathy. *PM&R.* 2009;1(5):434-41.
20. Pataky Z, Rodriguez DL, Golay A, Assal M, Assal JP, Hauert CA. Biofeedback for foot offloading in diabetic patients with peripheral neuropathy. *Diabet Med.* 2010;27:61-4.
21. Dijs HM, Roofthoofth JM, Driessens MF, De Bock PG, Jacobs C, Van Acker KL. Effect of physical therapy on limited joint mobility in the diabetic foot: a pilot study. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2000;90(3):126-32.
22. Goldsmith JR, Lidtke RH, Shott S. The effects of range-of-motion therapy on the plantar pressures of patients with diabetes mellitus. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2002;92(9):483-90.
23. Sartor CD, Hasue RH, Cacciari LP, Butugan MK, Watari R, Passaro AC, et al. Effects of strengthening, stretching and functional training on foot function in patients with diabetic neuropathy: results of a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord.* 2014;15(137):1-13.
24. Redmond AC, Crosbie J, Ouvrier RA. Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: the Foot Posture Index. *Clin Biomech.* 2006;21(1):89-98.
25. Guldmond NA, Leffers P, Sanders AP, Schaper NC, Nieman F, Walenkamp GHM. Daily-life activities and in-shoe forefoot plantar pressure in patients with diabetes. *Diabetes Res Clin Pract.* 2007;77(2):203-9.
26. Apelqvist J, Bakker K, van Houtum WH, Nabuurs-Franssen MH, Schaper NC. International consensus and practical guidelines on the management and the prevention of the diabetic foot. International Working Group on the Diabetic Foot. *Diabetes Metab Rev.* 2000;16(Suppl 1):84-92.
27. Bus SA, Lange A. A comparison of the 1-step, 2-step and 3-step test protocols for obtaining barefoot plantar pressure data in the diabetic neuropathic foot. *Clin Biomech.* 2005;20(1):892-9.