



Aseptomatik Hafif Halluks Valguslu Bireylerde Ayak Basınç Dağılımının İncelenmesi

Investigation of Foot Pressure Distribution in Asymptomatic Individuals with Mild Hallux Valgus

İD Serkan TAŞ

Toros Üniveristesi Sağlık Bilimleri Yüksekokulu, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Mersin, Türkiye

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, hafif halluks valguslu aseptomatik bireylerde statik ayakta dik duruşta plantar ayak basınç dağılımının araştırılarak sağlıklı kontrol grubu ile karşılaştırılmasıdır.

Yöntemler: Bu çalışmaya, 19-51 yaş aralığında 3 erkek 22 kadın olmak üzere toplam 25 aseptomatik halluks valguslu birey dahil edildi. Kontrol grubu ise 20-51 yaş aralığında 3 erkek 25 kadın olmak üzere 28 halluks valguslu olmayan bireyden oluşturuldu. Değerlendirilen bireylere ait statik ayak plantar basınç dağılımı ve kuvvet ölçümleri Tecscan MatScan Sistemleri kullanılarak değerlendirildi (Tekscan, Inc., South Boston, Massachusetts, USA).

Bulgular: Tepe basınç ($p=0,669$), ortalama basınç ($p=0,950$), topuk tepe kuvvet ($p=0,660$), orta ayak tepe kuvvet ($p=0,894$), ön ayak tepe kuvvet ($p=0,824$), temas alanı ($p=0,695$), kuvvet-zaman integrali ($p=0,498$), basınç-zaman integrali ($p=0,769$) ve kuvvet merkezindeki değişikliklere ($p=0,178$) ait parametrelerin her iki grup için benzer olduğu bulundu.

Sonuç: Elde edilen veriler, aseptomatik halluks valguslu bireyler ile halluks valguslu olmayan bireylerin ayak basınç dağılımının benzer olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar hafif halluks valgusa sahip aseptomatik bireylerde ayak basınç dağılımının halluks valgus gelişimine etki etmediği veya halluks pozisyonundaki değişimlerin plantar basınç dağılımını değiştirmedikini düşündürmektedir.

Anahtar Sözcükler: Halluks valgus, plantar basınç, ortopedi, ayak

ABSTRACT

Objective: The purpose of the present study was to investigate plantar pressure distribution during static standing in asymptomatic individuals with mild hallux valgus and to compare the results with healthy controls group.

Methods: This study included a total of 25 asymptomatic individuals with hallux valgus (22 females, 3 males) between the ages of 19 and 51 years. The controls group comprised of 28 health individuals without hallux valgus (25 females, 3 males) between the ages of 20-51 years. Static plantar pressure distribution and force measurement during static standing in individuals were assessed using Tecscan MatScan System (Tekscan, Inc., South Boston, Massachusetts, USA).

Results: It was found that both groups have similar maximum pressure ($p=0.669$), mean pressure ($p=0.950$), heel maximum force ($p=0.660$), midfoot maximum force ($p=0.894$), metatarsal maximum force ($p=0.824$), contact area ($p=0.695$), force-time integral ($p=0.498$), pressure-time integral ($p=0.769$) and center of force ($p=0.178$).

Conclusion: The results of the present study show that asymptomatic individuals with or without mild hallux valgus have similar plantar pressure distribution. These results suggest that plantar pressure distribution do not affect the development of hallux valgus or changes of hallux position do not change plantar pressure distribution in asymptomatic individuals with mild hallux valgus.

Keywords: Hallux valgus, plantar pressures, orthopedics, foot

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Serkan TAŞ, Toros Üniveristesi Sağlık Bilimleri Yüksekokulu, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Mersin, Türkiye
E-posta: serkntas@gmail.com ORCID ID: orcid.org/0000-0001-8268-5485

Geliş Tarihi/Received: 31.10.2018
Kabul Tarihi/Accepted: 22.01.2019

Atıf: Taş S. Aseptomatik Hafif Halluks Valguslu Bireylerde Ayak Basınç Dağılımının İncelenmesi Halluks Valgusda Plantar Basınç. Bezmialem Science 2019;7(4):276-80.

©Telif Hakkı 2019 Bezmialem Vakıf Üniversitesi
Bezmialem Science, Galenos Yayınevi tarafından basılmıştır.

Giriş

Halluks valgus, birinci metatarsal kemiğin medial deviasyonuna eşlik eden ayak başparmağının lateral deviasyonu ile karakterize bir ayak deformitesidir (1). Yetişkin popülasyonda en sık karşılaşılan ayak deformitelerinden biri olan halluks valgus yaş, kadın cinsiyet, dar burunlu ayakkabı kullanımı, kısa aşıl tendonu, ligament laksitesi ve arka ayakta artmış pronasyon gibi birçok demografik özellik ve biyomekanik anormallikle ilişkilendirilmektedir (2-5). Halluks valgus deformitesine sıklıkla ayak başparmağında oluşan kallus formasyonu, birinci metatarsofalangeal eklemin subluksasyonu ve ağrı eşlik edebilmektedir (6). Halluks valgusa eşlik eden bu semptomlar kişinin yaşam kalitesinin önemli oranda azaltabilmektedir (7,8).

Plantar ayak basınç dağılımı ölçümü, yürüme veya diğer fonksiyonel aktiviteler esnasında ayak ve ayak bileği fonksiyonu hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır (9). Plantar basınç dağılımı, ayak bozuklukları ile ilişkili nörolojik hastalıklar ve kas-iskelet sistemi hastalıklarının yanı sıra halluks valguslu bireylerin değerlendirilmesinde ve tedavi planının belirlenmesinde sıklıkla kullanılmaktadır (9-13). Halluks valgus varlığı ile medial longitudinal arktaki azalma arasında ilişki olduğu gösterilmektedir (14). Halluks valguslu bireylerde medial longitudinal arktaki azalmanın yanı sıra ayak başparmağının pozisyonundaki değişikliklerin plantar basınç dağılımında değişikliklere neden olabileceği düşünülmektedir. Literatür incelendiğinde halluks valguslu bireylerdeki plantar basınç dağılımındaki değişikliklerin birçok çalışmaya konu olduğu görülmektedir (13,15-20). Fakat bu çalışmalar incelendiğinde, çalışmaların tamamına yakınında şiddetli halluks valgusu olan yaşlı bireylerin yürüyüş sırasında plantar basınç dağılımının araştırılmadığı (13,16-18,20) ve/veya değerlendirilen bireylerde ağrı varlığının sorgulanmadığı görülmektedir (13,15-18). Genç ve hafif halluks valgusu olan asemptomatik bireylerde plantar basınç dağılımındaki değişikliklerin herhangi bir çalışmaya konu olmadığı görülmüştür. Bu nedenle bu çalışmanın amacı, hafif halluks valgusu olan asemptomatik bireylerde statik ayakta duruşta plantar basınç dağılımını araştırmak ve halluks valgusu olmayan sağlıklı bireylerle karşılaştırmaktır. Bu çalışmanın hipotezi ise hafif halluks valguslu bireylerin plantar basınç dağılımının kontrol grubundan farklı olacağıdır.

Gereç ve Yöntem

Güç Analizi

Bu araştırmada olgu sayısını belirlemek için güç analizi yapılmıştır. Bu çalışmanın %80 güçte ve %5 hata payıyla yapılabilmesi için kontrol grubuna ait tepe basınç değerinin 140 kPa, standart sapmanın 40 kPa olduğu durumda, tepe basınçta 40 kPa'lık bir sapmanın fark edilebilmesi için her bir gruptan minimum 15 bireye ihtiyaç olduğu bulunmuştur (15,17).

Bireyler

Bu çalışma 19-51 yaş aralığında 6 erkek, 47 kadın olmak üzere 53 bireyin katılımıyla gerçekleştirildi. Halluks valguslu grup 19-51 yaş aralığında halluks valgusla ilişkili herhangi bir ağrı şikayeti

olmayan, 3 erkek, 22 kadın olmak üzere toplam 25 asemptomatik halluks valguslu bireyden oluşuyordu. Kontrol grubu ise 20-51 yaş aralığında 3 erkek, 25 kadın olmak üzere 28 halluks valgusu olmayan bireyden oluşturuldu. Bu çalışma kapsamında yapılan değerlendirmeler Toros Üniversitesi'nde yapıldı. Asemptomatik halluks valguslu bireyler ve kontrol grubu, araştırmacının yakın çevresinden oluşturuldu. Çalışmaya, plantar fasiit, aşıl tendinopatisi gibi ayak yaralanmaları olan, romatoid artrit ve osteoartrit gibi romatizmal hastalık tanısı konulan, ayak ve/veya alt ekstremitayı ilgilendiren majör travma veya cerrahi öyküsü olan, ayak ve/veya alt ekstremitayı ilgilendiren belirgin postüral bozukluğu tespit edilen bireyler dahil edilmedi. Bu çalışmanın yapılabilmesi için Toros Üniversitesi Girişimsel Olmayan Etik Kurulu'ndan gerekli izin ve onay alınmıştır (Karar No: 2018-03/05). Bu çalışmaya aydınlatılmış onam formunu okuyan ve onaylayan bireyler dahil edildi.

Halluks Valgus Değerlendirmesi

Bireylerin ayak başparmağı pozisyonu, klinik değerlendirmede geçerli ve güvenilir olarak tanımlanan Manchester skalası kullanılarak değerlendirildi (21,22). Skala 4 evreden oluşmaktadır. Evre 0 deformitenin olmadığını, normal başparmak pozisyonu olduğunu göstermektedir. Evre 3 ise şiddetli halluks valgus varlığına işaret eder. Çalışmaya sadece Evre 1 halluks valgusu olan asemptomatik bireyler dahil edildi. Bireylerin Manchester skalası göre ayak başparmağının pozisyonunun değerlendirilmesi ayak sağlığı ve hastalıkları konusunda 27 yıl deneyime sahip bir fizyoterapist tarafından yapıldı. Ayrıca bireylerin ayak parmağı halluks açısı gonyometrik ölçüm kullanılarak ölçüldü. Gonyometrik ölçümler bireyler ayakta dik duruş pozisyonunda iken yapıldı. Gonyometrenin pivot noktası olarak birinci metatarsofalangeal eklemler belirlenirken, gonyometrenin bir kolu 1. metatarsal kemiğe, diğer kolu ise proksimal falanksa paralel olacak şekilde yerleştirilirdi. Halluks açısı derece cinsinden kaydedildi.

Ayak Basınç Dağılımı Ölçümleri

Değerlendirilen bireylere ait statik ayak plantar basınç dağılımı ölçümleri güvenilir ve geçerli olduğu bildirilen Tecscan MatScan Sistemleri kullanılarak değerlendirildi (Tekscan, Inc., South Boston, Massachusetts, USA) (23,24). Ölçümler çıplak ayakla, ayakta rahat dik duruş pozisyonunda 30 saniye süre ile yapıldı. Ölçüm sonuçlarında tepe basınç (kPa), ortalama basınç (kPa), topuk tepe kuvvet (Ibs), orta ayak tepe kuvvet (Ibs), önayak tepe kuvvet (Ibs), temas alanı (cm²), kuvvet-zaman integrali (Ibs*sn), basınç-zaman integrali (kPa*sn) ve kuvvet merkezi değişimi (cm) değerlendirilerek kaydedildi (Şekil 1).

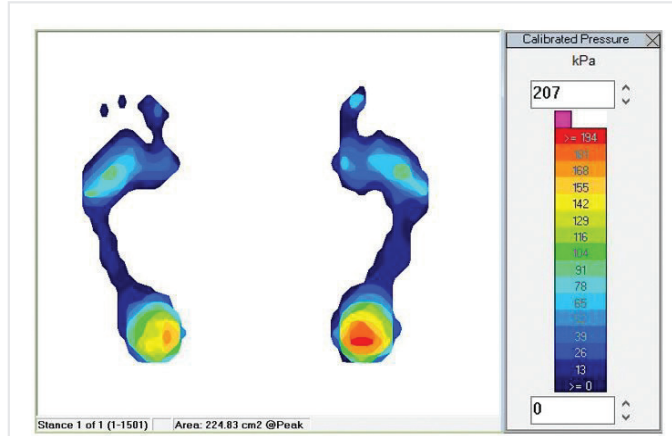
İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analizler SPSS for Windows-Versiyon 22 yazılımı kullanılarak yapıldı. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemler (Kolmogorov-Smirnov/Shapiro-Wilk testleri) kullanılarak incelendi. Demografik veriler ve pedografik analiz sonuçlarına ait parametreler tanımlayıcı analizler ile değerlendirildi ve ortanca ve çeyrekler arası aralık kullanılarak verildi. Değerlendirilen

parametrelerin normal dağılım göstermediği belirlendiğinden, bu parametrelerde gruplar arasındaki karşılaştırmaları Mann-Whitney U testi kullanılarak değerlendirildi. P değerinin 0,05'in altında olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar şeklinde değerlendirildi.

Bulgular

Çalışmaya dahil edilen her iki gruba ait yaş ($p=0,858$), boy ($p=0,412$), ağırlık ($p=0,762$) ve vücut kütle indekslerinin ($p=0,581$) benzer olduğu bulundu (Tablo 1).



Şekil 1. Pedografik analiz sonucu elde edilen plantar basınç dağılımı haritası

Halluks valgusu olan bireylerin halluks açısının kontrol grubuna göre arttığı bulundu ($p<0,001$). Plantar basınç dağılımı analiz sonuçları incelendiğinde, tepe basınç ($p=0,669$), ortalama basınç ($p=0,950$), topuk tepe kuvvet ($p=0,660$), orta ayak tepe kuvvet ($p=0,894$), ön ayak tepe kuvvet ($p=0,824$), temas alanı ($p=0,695$), kuvvet-zaman integrali ($p=0,498$), basınç-zaman integrali ($p=0,769$) ve kuvvet merkezindeki değişikliklere ($p=0,178$) ait parametrelerin her iki grup için benzer olduğu bulundu (Tablo 2).

Tartışma

Bu çalışma, hafif halluks valguslu asemptomatik bireylerde plantar basınç dağılımını araştırmak için planlandı. Elde edilen sonuçlar çalışmanın hipotezinden farklı olarak halluks valgusu olan ve olmayan bireylerin plantar basınç analizine ait sonuçların benzer olduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuçlara benzer şekilde, Iliou ve ark. (15) hafif halluks valguslu bireyler ile halluks valgusu olmayan bireylerin metatarsal bölgedeki ortalama basınçlarının benzer olduğunu fakat orta veya şiddetli seviyede halluks valgusu olan bireylerin birinci ve ikinci metatars başında ortalama basıncın arttığını rapor etmişlerdir. Elde edilen sonuçlardan farklı olarak Hida ve ark. (13) orta ve şiddetli halluks valgusa sahip bireylerin kontrol grubuna göre, yürüyüş esnasında, tepe kuvvet, temas alanı, temas zamanı ve kuvvet-zaman integralinin azaldığını fakat halluks valguslu bireylerin ön ayak tepe basınç ve kuvvet değerlerinin sağlıklı kontrol grubuna göre arttığını bildirmişlerdir. Mickle ve ark. (16) halluks valguslu yaşlı popülasyonda tepe basınç, basınç-zaman integralinin ve 1. metatarsal bölgedeki tepe basıncın arttığını bulmuşlardır.

Tablo 1. Grupların demografik özelliklerine ait ortanca (çeyreklerarası aralık / %25-%75 Ppersentil) değerleri

Parametreler	Kontrol grubu	HV'li grup	p
Yaş (yıl)	35,5 (25,5-42,5)	31,0 (25,0-46,0)	0,448
Cinsiyet (K/E)	25/3	22/3	
Boy (m)	1,62 (1,58-1,65)	1,62 (1,57-1,68)	0,140
Kilo (kg)	63,5 (55,8-70,1)	62,2 (55,4-67,2)	0,670
VKİ (kg/m²)	23,8 (21,9-26,1)	23,4 (21,4-25,6)	0,408
Halluks açısı (°)	12 (10-13)	21 (19-22)	<0,001

VKİ: Vücut kütle indeksi, HV: Halluks valgus

Tablo 2. Grupların plantar basınç analizi sonuçlarına ait ortanca (çeyrekler arası aralık / %25-%75 Persentil) değerleri

Parametreler	Kontrol grubu	HV'li grup	p
Tepe basınç (kPa)	132 (102-164)	124 (103-162)	0,238
Ortalama basınç (kPa)	108 (80-139)	108 (81-128)	0,568
Topuk tepe kuvvet (lbs)	30,9 (27,7-38,9)	31,0 (25,0-42,6)	0,566
Orta ayak tepe kuvvet (lbs)	20,4 (16,2-28,6)	21,4 (15,6-28,8)	0,254
Ön ayak tepe kuvvet (lbs)	32,7 (27,1-37,4)	30,2 (26,4-39,0)	0,910
Temas alanı (cm²)	91,8 (77,5-99,2)	91,5 (84,0-98,0)	0,827
Kuvvet-zaman integrali (lb*sn)	359,1 (325,7-407,4)	385,1 (324,1-445,9)	0,930
Basınç-zaman integrali (kPa*sn)	187,0 (165,5-198,0)	181,0 (170,0-206,0)	0,665
Kuvvet merkezindeki değişiklik (cm)	6,10 (5,2-8,2)	7,0 (6,1-8,4)	0,121

kPa: Kilopaskal, lbs: Pound

Galica ve ark. (17) halluks valguslu geriatrik popülasyonda ön ayakta tepe basıncın arttığını ve arka ayakta anormal basınç dağılımı olduğunu belirtmişlerdir. Wen ve ark. (20) orta ve şiddetli halluks valguslu bireylerde 1. ve 2. metatarsta aşırı yüklenme, halluks civarında basınç miktarında azalma ve medial longitudinal arka çökme olduğunu rapor etmişlerdir. Görüleceği üzere literatürdeki çalışmalar elde ettiğimiz sonuçlardan belirgin bir şekilde farklılık göstermektedir. Bunun birkaç önemli nedeni olabilir. Öncelikle bu çalışmaların önemli bir kısmı belirgin halluks valgusu olan ileri yaşlardaki bireyler üzerinde yapılmıştır. Ayrıca bu çalışmalara ağrısı olan bireyler dahil edilmiş veya bireylerin ağrısı sorgulanmamıştır. Bunun yanı sıra çalışmaların tamamında, halluks valguslu bireylerin ayak basınç dağılımı yürüme esnasında değerlendirilmiş, statik durumda ayak basınç dağılımı değerlendirilmemiştir.

Bu çalışma kapsamında bireylerin ayak basınç dağılımı statik durumda değerlendirilmiş ve halluks valguslu bireylerin ayak basınç merkezindeki yer değişikliğinin kontrol grubu ile benzer olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlar hafif halluks valguslu asemptomatik bireylerde postüral stabilite kaybı olmadığına işaret etmektedir. Elde ettiğimiz sonuçlara benzer olarak Kavlak (25), geriatrik popülasyonda halluks valgusun statik ve dinamik dengeyi etkilemediğini bulmuştur. Hurn ve ark. (26) halluks valgus şiddeti ile tek ayak üzerinde denge performansı arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmada, hafif ve orta şiddetli halluks valguslu bireylerde denge kaybı olmadığını, fakat şiddetli halluks valguslu bireylerde mediolateral salınım miktarının arttığını rapor etmişlerdir.

Bu çalışmanın bazı limitasyonları vardır. Öncelikle bu çalışma sadece asemptomatik, genç ve hafif halluks valguslu bireyler üzerinde yapıldı. Geriatrik hastalar ve farklı şiddette halluks valgusu olan bireyler çalışmaya dahil edilebilseydi, halluks valgus progresyonu içerisinde, plantar basınç dağılımdaki farklılıklar ortaya konulabilirdi. İkinci olarak bu çalışma kapsamında yapılan pedografik analizler çalışmaya kör olmayan bir değerlendirmeci tarafından yapıldı fakat ölçümün standart yöntemler kullanılarak yapılmasının olası önyargıları minimize ettiğini düşünmekteyiz. Son olarak bu çalışma kapsamında değerlendirilen bireylerin büyük bir kısmı kadınlardan oluşuyordu. Fakat çalışma kapsamında değerlendirilen vakaların cinsiyet dağılımı, literatürdeki halluks valguslu bireylerin cinsiyet dağılımına benzer olması bu durumun sonuçlarda belirgin bir değişikliğe neden olmayacağını düşündürmektedir.

Sonuç

Sonuç olarak, hafif halluks valguslu asemptomatik bireyler ile halluks valgusu olmayan kontrol grubunun basınç ve kuvvet dağılımlarının benzer olduğunu bulunduk. Elde edilen sonuçlar, asemptomatik hafif halluks valguslu bireylerde, halluks valgus gelişiminin plantar basınç dağılımını etkilemediğini veya plantar basınç dağılımının halluks valgus gelişimiyle ilişkili olmadığını düşündürmektedir. Ayrıca, hafif halluks valguslu asemptomatik bireyler ve kontrol grubunun kuvvet merkezindeki değişikliklerin benzer olması hafif halluks valguslu asemptomatik bireylerde postüral kontrolün etkilenmediğine işaret etmektedir.

Etik

Etik Kurul Onayı: Toros Üniversitesi Girişimsel Olmayan Etik Kurulu'ndan gerekli izin ve onay alınmıştır (Karar No:2018-03/05).

Hasta Onayı: Bu çalışmaya aydınlatılmış onam formunu okuyan ve onaylayan bireyler dahil edildi.

Hakem Değerlendirmesi: Editörler kurulu içinde olan kişiler tarafından değerlendirilmiştir.

Finansal Destek: Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

Kaynaklar

1. Glasoe WM, Nuckley DJ, Ludewig PM. Hallux valgus and the first metatarsal arch segment: a theoretical biomechanical perspective. *Phys Ther* 2010;90:110-20.
2. Hagedorn TJ, Dufour AB, Riskowski JL, Hillstrom HJ, Menz HB, Casey VA, et al. Foot disorders, foot posture, and foot function: the Framingham foot study. *PLoS One* 2013;8:e74364.
3. Choi GW, Kim HJ, Kim TW, Lee JW, Park SB, Kim JK. Sex-related differences in outcomes after hallux valgus surgery. *Yonsei Med J* 2015;56:466-73.
4. Barouk LS. The effect of gastrocnemius tightness on the pathogenesis of juvenile hallux valgus: a preliminary study. *Foot Ankle Clin* 2014;19:807-22.
5. Xiang L, Mei Q, Fernandez J, Gu Y. Minimalist shoes running intervention can alter the plantar loading distribution and deformation of hallux valgus: A pilot study. *Gait Posture* 2018;65:65-71.
6. Suzuki J, Tanaka Y, Takaoka T, Kadono K, Takakura Y. Axial radiographic evaluation in hallux valgus: evaluation of the transverse arch in the forefoot. *J Orthop Sci* 2004;9:446-51.
7. Lopez DL, Callejo Gonzalez L, Losa Iglesias ME, Canosa JL, Sanz DR, Lobo CC, et al. Quality of Life Impact Related to Foot Health in a Sample of Older People with Hallux Valgus. *Aging Dis* 2016;7:45-52.
8. Lopez DL, Fernandez JM, Iglesias ME, Castro CÁ, Lobo CC, Galván JR, et al. Influence of depression in a sample of people with hallux valgus. *Int J Ment Health Nurs* 2016;25:574-8.
9. Orlin MN, McPoil TG. Plantar pressure assessment. *Phys Ther* 2000;80:399-409.
10. Ünver B, Bek N. Tabanlık kullanımının plantar temas alanları ve basınç dağılımına etkisi. *Türk J Physiother Rehabil* 2014;2:1-7.
11. Ma CZ, Zheng YP, Lee WC. Changes in gait and plantar foot loading upon using vibrotactile wearable biofeedback system in patients with stroke. *Top Stroke Rehabil* 2018;25:20-7.
12. Fang F, Wang YF, Gu MY, Chen H, Wang DM, Xiao K, et al. Pedobarography - a novel screening tool for diabetic peripheral neuropathy? *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2013;17:3206-12.
13. Hida T, Okuda R, Yasuda T, Jotoku T, Shima H, Neo M. Comparison of plantar pressure distribution in patients with hallux valgus and healthy matched controls. *J Orthop Sci* 2017;22:1054-9.

14. Blackwood S, Gossett L. Hallux Valgus/Medial Column Instability and Their Relationship with Posterior Tibial Tendon Dysfunction. *Foot Ankle Clin* 2018;23:297-313.
15. Iliou K, Paraskevas G, Kanavaros P, Gekas C, Barbouti A, Kitsoulis P. Relationship between pedographic analysis and the Manchester scale in hallux valgus. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2015;49:75-9.
16. Mickle KJ, Munro BJ, Lord SR, Menz HB, Steele JR. Gait, balance and plantar pressures in older people with toe deformities. *Gait Posture* 2011;34:347-51.
17. Galica AM, Hagedorn TJ, Dufour AB, Riskowski JL, Hillstrom HJ, Casey VA, et al. Hallux valgus and plantar pressure loading: the Framingham foot study. *J Foot Ankle Res* 2013;6:42.
18. Koller U, Willegger M, Windhager R, Wanivenhaus A, Trnka HJ, Schuh R. Plantar pressure characteristics in hallux valgus feet. *J Orthop Res* 2014;32:1688-93.
19. Nakajima K, Kobayashi Y, Tada M, Mochimaru M. Evaluation of plantar pressures in people with hallux valgus using principal component analysis. *Technol Health Care* 2018;26:667-74.
20. Wen J, Ding Q, Yu Z, Sun W, Wang Q, Wei K. Adaptive changes of foot pressure in hallux valgus patients. *Gait Posture* 2012;36:344-9.
21. Menz HB, Fotoohabadi MR, Wee E, Spink MJ. Validity of self-assessment of hallux valgus using the Manchester scale. *BMC Musculoskelet Disord* 2010;11:215.
22. Garrow AP, Papageorgiou A, Silman AJ, Thomas E, Jayson MI, Macfarlane GJ. The grading of hallux valgus: the Manchester Scale. *J Am Podiatr Med* 2001;91:74-8.
23. Goetschius J, Feger MA, Hertel J, Hart JM. Validating Center-of-Pressure Balance Measurements Using the MatScan® Pressure Mat. *J Sport Rehabil* 2018;27.
24. Wettenschwiler PD, Stämpfli R, Lorenzetti S, Ferguson SJ, Rossi RM, Annaheim S. How reliable are pressure measurements with Tekscan sensors on the body surface of human subjects wearing load carriage systems? *Int J Ind Ergon* 2015;49:60-7.
25. Kavlak Y. The relation of hallux valgus severity with foot function and balance in older men. *Turk J Physiother Rehabil* 2015;26:93-9.
26. Hurn SE, Vicenzino B, Smith MD. Functional impairments characterizing mild, moderate, and severe hallux valgus. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2015;67:80-8.