



Pes kavus deformitesinin radyolojik özelliklerinin değerlendirilmesi

Radiological features of pes cavus deformity

Ş. Sarper YALÇINKAYA, Remzi Arif ÖZERDEMOĞLU, Ethem F. MUMCU

Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı

Amaç: Pes kavus (PK) deformitesi için tipik olan ayak izi ve diğer lokal muayene bulgularının radyolojik ölçümlere nasıl yansıdığını araştırmak ve PK deformitesini en iyi yansıtan radyolojik ölçüm kriterini belirlemek.

Çalışma planı: Isparta il merkezinde bulunan dokuz ilköğretim okulunda muayene edilen 3511 öğrenci (ort. yaş 10) arasında, en az bir ayağında olmak üzere, PK'lı 406 olgu saptandı. Ayrıntılı lokal muayene ile birlikte podoskop üzerindeki ayak izleri incelendi. Olgulardan 261'inin her iki ayak basarak yan grafipleri çekilebildi. Ayrıca, 42 normal kişiden bir kontrol grubu oluşturuldu. Bu şekilde toplam 606 ayağın radyolojik olarak değerlendirilmesi yapıldı. Elde edilen veriler yaş ve muayene bulgularına göre incelendi.

Sonuçlar: Ayak izine göre yapılan değerlendirmeye göre, 1, 2 ve 3. derece PK'lı olgular arasında çoğu parametreler açısından anlamlı bir fark yoktu. Dördüncü derece PK'lı ayaklardan elde edilen ölçümler belirgin olarak farklı bulundu. Genel olarak, yaş arttıkça modifiye birinci metatars eğim açısı, Hibbs ve Meary açılarının arttığı; kalkaneal eğim-talar eksen açısının ise azaldığı görüldü. Diğer açılar ile yaş arasında anlamlı bir ilişki saptanmadı. Deformite ilerledikçe, Hibbs açısı ve kalkaneometatarsal eğimler arası açının azaldığı, diğer açıların ise arttığı saptandı. Ayrıca kalkaneus genişlik/uzunluk oranının PK'lı olgularda anlamlı derecede yüksek olduğu görüldü ($p=0.004$). Pes kavus deformitesini en iyi yansıtan radyolojik ölçüm kriterinin Hibbs açısı olduğu bulundu ($p=0.000$).

Çıkarımlar: Pes kavus deformitesini en iyi yansıtan radyolojik ölçüm kriteri Hibbs açısıdır.

Anahtar sözcükler: Kalkaneus/fizyopatoloji; ayak deformite-leri/epidemioloji/tanı/radyografi.

Objectives: To analyze the relationships between footprints, local examination findings, and radiological measurements in pes cavus and to define the most appropriate radiologic parameter in the evaluation of this deformity.

Methods: Footprints of 3,511 primary school children (mean age 10 years) in Isparta, were screened and 406 children were found to have pes cavus deformity, at least in one foot. Detailed local examinations were performed and footprints were evaluated with the use of podoscope. Weight bearing X-rays were obtained in 261 patients. The results were compared with those of a control group consisting of 42 age-matched normal children. Radiological findings obtained from 606 feet were evaluated in comparison with age and local examination findings.

Results: Radiological measurements did not differ significantly between feet having 1st, 2nd, and 3rd degree pes cavus footprints, whereas measurements of feet with 4th degree pes cavus footprints differed significantly. The modified first metatarsal inclination angle, Hibbs' and Meary angles showed increases, and the lateral talocalcaneal angle showed decreases with age. The other angles were not found in correlation with age. Hibbs' angle and the inferior cortex of calcaneus-first metatarsal angle decreased, and all the other angles increased with the severity of the deformity. In addition, calcaneus width/length ratio was significantly higher in cases with pes cavus ($p=0.004$). Of all measurements, Hibbs' angle showed the highest correlation with the severity of the deformity ($p=0.000$).

Conclusion: Hibbs' angle seems to be the most instrumental radiological parameter in pes cavus deformity.

Key words: Calcaneus/physiopathology; foot deformities/epidemiology/diagnosis/radiography.

International Society of Orthopaedic Surgery and Traumatology (SICOT/SIROT), "1st Annual International Conference and 13th Trainees Meeting" toplantısında sözlü bildiri olarak sunulmuştur (30 Ağustos-1 Eylül 2001, Paris, Fransa).

Yazışma adresi: Dr. Remzi A. Özerdemoğlu, Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, 32000 Isparta. Tel: 0246 - 237 17 32 (5 hat) / 2316 Faks: 0246 - 227 69 55 e-posta: remziarif@superonline.com remziarif@hotmail.com

Başvuru tarihi: 14.12.2000 **Kabul tarihi:** 09.08.2001

Pes kavus (PK) tanısında başta kalkaneal eğim, Hibbs ve Meary açıları olmak üzere birçok radyolojik ölçüm kullanılır.^[1-12] İlerlemiş PK'lı olgularda bu açılar belirgin olarak değişir. Hafif PK'lı olgularda mevcut olan radyolojik değişiklikler hakkında literatürde çok az bilgi vardır. Özellikle ayak izi dış kenarında ortaya çıkan kademeli kaybolmanın radyolojik olarak nasıl yansıdığına dair hiçbir bilgiye rastlamadık.

Bu çalışmada pes kavus deformitesinin ciddiyetine göre değişen radyolojik bulgular incelendi. Buna göre, ayak izi ve muayene bulguları ile radyolojik bulgular arasında nasıl bir ilişkinin var olduğu araştırıldı. Ayrıca, PK deformitesini en iyi yansıtan radyolojik ölçüm kriterlerinin belirlenmesine çalışıldı.

Hastalar ve yöntem

Isparta il merkezinde bulunan dokuz ilköğretim okulunda toplam 3511 öğrenciyi kapsayan prospektif bir çalışma yapıldı. Tüm öğrenciler çıplak ayakla basma tahtası (podoskop) üzerine çıkarıldı ve Carpintero ve ark.nın^[13] belirttiği kriterler temel alınarak ayak izleri değerlendirildi. Buna göre birinci derece PK, ayak izi dış kenarında belirgin incelmeye olduğu durum-

dur. İkinci derece, ön ayak ve topuk kısmına ait izlerin birleşmemesi, ayak izi dış kenarında kopukluk olmasıdır. Üçüncü derece, ayak izi dış kenarının olmadığı, fakat ayak parmaklarının yere değdiği durumdur. Dördüncü derece deformitede, ayak izi dış kenarı yoktur ve ayak parmakları yere değmez.

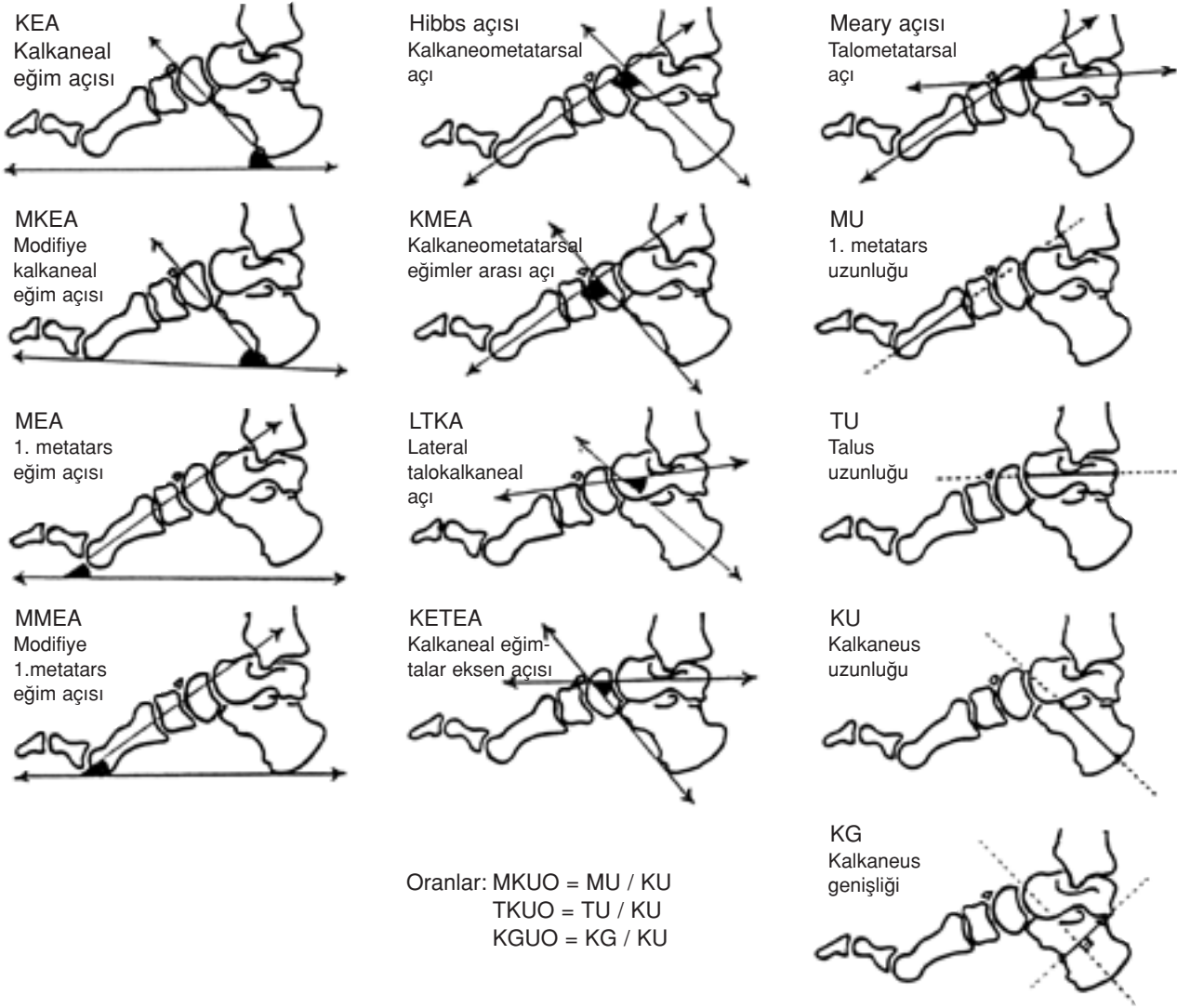
Ayrıca, Turek'in^[10] bildirdiği sınıflandırma kullanılarak, olgular lokal muayene bulgularına göre sınıflandırıldı. Sonuçta, ayak izi ve lokal muayene bulgularına göre 406 çocuğun en az bir ayağında olmak üzere PK deformitesi saptandı ve bu olgular ile ilgili tetkik ve tedavi için polikliniğimize çağrıldı. Çağrımız üzerine gelen olgular arasında 261 kişinin her iki ayak basarak yan grafilere çekildi.

Çalışma kapsamı içerisinde normal ayak izi ve muayene bulgularına sahip olan olguların arasından rastgele seçme yöntemiyle 42 kişiden oluşan bir kontrol grubu oluşturuldu. Böylece, toplam 303 olgunun 606 ayağı değerlendirmeye alındı. İnceleme için olgular gruplandırıldı; Kontrol grubunun normal ayakları (n=84) ile tek taraflı PK olan olguların normal ayakları (n=15) ayrı ayrı ve birlikte değerlendirildi. Buna ek olarak, PK'lı ayaklar (n=507) defor-

Tablo 1. Tüm ölçüm kriterlerinin ayak izi derecelendirmesine göre değişen değerleri

	Normal ayaklar (n=84)	Tek taraflı pes kavusta normal ayak (n=15)	Pes kavus derecesi				Toplam (n=606)	Katsayı değeri [†] (c)	p değeri [‡]
			1 (n=101)	2 (n=317)	3 (n=84)	4 (n=5)			
<i>Ölçülen açılar</i>									
KEA	16.4±0.5	21.1±1.2	20.8±0.5	22.6±0.3	21.9±0.5	28.8±4.8	21.3±0.2	0.349	0.000
MKEA	16.8±0.5	20.7±1.5	19.9±0.5	21.8±0.3	21.0±0.5	27.6±6.1	20.7±0.2	0.270	0.000
MEA	19.4±0.3	22.9±1.1	22.2±0.3	22.5±0.2	23.0±0.3	40.0±5.7	22.2±0.2	0.317	0.000
MMEA	19.0±0.3	23.3±1.0	23.1±0.3	23.3±0.2	23.9±0.3	41.2±5.0	22.9±0.2	0.401	0.000
Hibbs açısı	148.8±0.5	142.1±1.4	140.6±0.6	139.7±0.3	139.8±0.6	115.4±9.0	141.0±0.3	-0.435	0.000
KMEA	144.2±0.6	135.7±2.0	137.0±0.7	135.0±0.4	135.1±0.6	111.2±10.2	136.4±0.3	-0.406	0.000
LTKA	31.1±0.4	34.7±1.8	36.1±0.7	37.9±0.4	37.7±0.7	30.0±6.9	36.5±0.3	0.246	0.000
KETEA	35.7±0.6	41.2±2.1	39.7±0.8	42.6±0.4	42.4±0.8	34.2±4.9	41.0±0.3	0.258	0.000
Meary açısı	0.0±0.3	3.1±1.0	3.3±0.8	2.4±0.4	2.5±0.7	34.6±11.2	2.5±0.3	0.151	0.000
<i>Kemik ile ilgili ölçümler</i>									
MU	55.0±0.7	48.1±1.3	52.7±0.6	53.2±0.3	53.4±0.7	46.2±6.3	53.2±0.3	-0.043	AD
TU	49.9±0.7	45.9±1.8	49.4±0.6	49.9±0.3	49.9±0.6	46.0±5.4	49.7±0.2	0.024	AD
KU	69.1±1.0	61.8±2.5	66.5±0.9	67.8±0.5	67.9±0.9	64.8±9.4	67.6±0.4	0.006	AD
KG	37.7±0.4	37.9±1.9	38.1±0.4	39.2±0.3	39.1±0.4	36.6±3.5	38.7±0.2	0.104	0.010
MKUO	0.80±0.00	0.79±0.02	0.80±0.00	0.79±0.00	0.79±0.00	0.72±0.02	0.79±0.00	-0.068	0.095 [§]
TKUO	0.72±0.01	0.75±0.02	0.75±0.01	0.74±0.00	0.74±0.01	0.73±0.04	0.74±0.00	0.038	AD
KGUO	0.55±0.01	0.62±0.03	0.58±0.01	0.58±0.01	0.58±0.01	0.58±0.03	0.58±0.01	0.110	0.007

Değerler ortalama±ortalamanın standart hatası şeklinde yazılmıştır. AD: Anlamlı değil; [†]Pearson korelasyon testine göre; [‡]Trend.



Şekil 1. Çalışmamızda kullanılan radyolojik ölçüm kriterlerinin şematik görünüşleri.

KEA : Horizontal düzlem ile, kalkaneusun plantar yüzündeki en çıkıntılı iki noktaya teğet çizilen çizgi arasındaki açı.^[1,2,7,8,12] **MKEA**: Kalkaneal tuberosit ve birinci metatarsın en plantar noktaları arasından geçen çizgi ile, kalkaneal tuberositin plantar yüzündeki en çıkıntılı iki noktaya teğet çizilen çizgi arasındaki açı.^[1] **MEA**: Horizontal düzlem ile, birinci metatarsın uzunlamasına eksenleri arasındaki açı.^[2,11] **MMEA**: Kalkaneal tuberosit ve birinci metatarsın en plantar noktaları arasından geçen çizgi ile, birinci metatars uzunlamasına eksenleri arasındaki açı.^[1] **Hibbs açısı**: Birinci metatars ile kalkaneusun uzunlamasına eksenleri arasındaki açı.^[4,5,8-12] **KMEA**: Birinci metatarsın uzunlamasına eksenleri ile, kalkaneal tuberositin plantar yüzündeki en çıkıntılı iki noktaya teğet çizilen çizgi arasındaki açı.^[2,3] **LTKA**: Kalkaneus ve talusun uzunlamasına eksenleri arasındaki açı.^[1] **KETEA**: Talusun uzunlamasına eksenleri ile, kalkaneal tuberositin plantar yüzündeki en çıkıntılı iki noktaya teğet çizilen çizgi arasındaki açı.^[5] **Meary açısı**: Birinci metatars ve talusun uzunlamasına eksenleri arasındaki açı.^[1,3,5-7,9,10,12] **MU**: Birinci metatarsın uzunlamasına ekseninin, metatars korteksiyle kesiştiği distal ve proksimal noktaları arasındaki mesafe. **TU**: Talusun uzunlamasına ekseninin, metatars korteksiyle kesiştiği distal ve proksimal noktaları arasındaki mesafe. **KU**: Kalkaneusun uzunlamasına ekseninin, metatars korteksiyle kesiştiği distal ve proksimal noktaları arasındaki mesafe. **KG**: Kalkaneusa ait, talokalkaneal eklem yüzeyinin en posteriorunda bulunan çıkıntının uç noktası ile, bu noktadan kalkaneusun uzunlamasına eksenine dik çizilen çizginin kalkaneusun plantar yüzündeki korteksi kestiği nokta arasındaki mesafe. **MKUO** [Metatars - kalkaneus uzunluk oranı]: Birinci metatars uzunluğunun, kalkaneus uzunluğa bölünmesi ile elde edilen oran). **TKUO** [Talus-kalkaneus uzunluk oranı]: Talus uzunluğunun, kalkaneus uzunluğa bölünmesi sonucunda elde edilen oran. **KGUO** [Kalkaneus genişliğinin uzunluğa oranı]: Kalkaneus genişliğinin, kalkaneus uzunluğa bölünmesiyle elde edilen oran.

mitenin derecesine göre sınıflandırıldı. Tüm PK'lı ve normal ayak grafileri üzerinde Şekil 1'de görülen ölçümler uygulandı.

Veriler Student-t testi, Pearson korelasyon testi ve multivariat regresyon testi ile değerlendirildi. İstatistiksel analizler SPSS for Windows 7.5.1 programında yapıldı; *p* değerinin 0.05'ten küçük olması anlamlı olarak kabul edildi.

Sonuçlar

Kontrol grubu (10.29±2.22) ile PK'lı (10.05±2.25) olguların yaş ortalamaları benzer bulundu (Student t-testi, *p*>0.05).

Kontrol grubundaki normal ayaklar ile tek taraflı PK olgularının normal ayakları karşılaştırıldığında farklı değerler elde edildiği görüldü (Tablo 1). Lateral talokalkaneal açı (LTKA) hariç, tüm açılar için elde edilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı idi (Student t-testi); *p* değerleri kalkaneal eğim açısı (KEA) için =0.000, modifiye kalkaneal eğim açısı (MKEA) için =0.023, birinci metatars eğim açısı (MEA) için =0.000, modifiye birinci metatars eğim açısı (MMEA) için =0.001, Hibbs açısı için =0.000, kalkaneometatarsal eğimler arası açı (KMEA) için

=0.001, kalkaneal eğim-talar eksen açısı (KETE) için =0.023 ve Meary açısı için =0.007 bulundu.

İncelenen yaş aralığında KEA, MKEA, MEA, KMEA ve LTKA'nın yaşın artmasıyla anlamlı değişiklikler göstermedikleri saptandı (Tablo 2). Buna karşın, MMEA, Hibbs ve Meary açılarının anlamlı olarak arttıkları, KETE'nin ise anlamlı olarak azaldığı görüldü.

Gerek ayak izi derecelendirmesine göre (Tablo 1), gerekse lokal muayene derecelendirmesine göre açılar incelendiğinde (Tablo 3) deformitenin ilerlemesine paralel olarak KEA, MKEA, MEA, MMEA, LTKA, KETE ve Meary açılarının anlamlı olarak arttıkları, KMEA ve Hibbs açılarının ise anlamlı olarak azaldıkları saptandı.

Ayak izine göre yapılan değerlendirmede 1, 2 ve 3. derece PK'lı ayaklar için elde edilen radyolojik değerler birbirine çok yakın idi (Tablo 1). Sadece dördüncü derece PK'lı olgular için elde edilen değerler belirgin olarak daha farklı idi. Bir başka deyişle, pençeleşme nedeniyle parmakların yere değmediği durumlarda PK için tipik olan kemik deformiteleri saptandı.

Kemikler yaşla büyüdüklerinden dolayı, tüm ölçülen mesafelerin, birinci metatars uzunluğu (MU),

Tablo 2. Tüm ölçüm kriterlerin yaşa göre değişen değerleri

	6 yaş (n=33)	7 yaş (n=68)	8 yaş (n=71)	9 yaş (n=99)	10 yaş (n=90)	11 yaş (n=95)	12 yaş (n=74)	13 yaş (n=46)	14 yaş (n=30)	Katsayı değeri [†] (c)	<i>p</i> değeri [†]
<i>Ölçülen açılar</i>											
KEA	19.8±1.2	21.0±0.6	21.6±0.6	21.1±0.4	21.3±0.5	21.8±0.6	20.7±0.6	22.8±0.8	21.8±0.9	0.067	AD
MKEA	19.4±1.3	21.1±0.7	21.1±0.6	20.6±0.5	20.4±0.6	20.0±0.6	19.7±0.6	21.9±0.7	20.7±0.8	0.013	AD
MEA	22.7±1.4	22.8±0.4	22.1±0.4	21.7±0.3	22.0±0.4	22.0±0.4	21.9±0.4	22.8±0.5	24.2±0.9	0.028	AD
MMEA	23.2±1.4	22.7±0.4	22.5±0.4	22.2±0.3	23.0±0.4	22.8±0.4	22.9±0.4	23.7±0.5	25.3±0.9	0.098	0.016
Hibbs açısı	138.6±2.2	139.2±0.8	139.6±0.8	141.8±0.6	141.4±0.5	141.3±0.8	143.3±0.7	140.9±0.9	140.2±1.5	0.123	0.002
KMEA	137.4±2.5	136.2±0.9	136.4±0.8	137.2±0.6	136.7±0.7	136.2±0.8	137.5±0.7	134.5±1.0	134.0±1.5	-0.059	AD
LTKA	38.7±1.6	38.8±0.9	39.1±0.9	37.3±0.6	35.7±0.7	35.4±0.7	35.2±0.9	34.6±0.8	31.8±1.2	-0.255	0.000
KETE	39.9±1.7	41.7±1.0	42.3±0.9	41.9±0.7	40.5±0.8	40.5±0.8	41.0±1.0	41.0±1.1	38.0±1.1	-0.068	AD
Meary açısı	2.7±2.6	2.1±0.8	1.3±0.7	0.9±0.6	2.8±0.7	3.3±0.8	1.5±0.8	4.5±1.0	8.0±1.5	0.126	0.002
<i>Kemik ile ilgili ölçümler</i>											
MU	44.0±0.9	46.9±0.5	49.1±0.4	52.2±0.5	53.5±0.4	56.5±0.4	57.0±0.5	60.7±0.7	58.8±1.1	0.713	0.000
TU	40.2±0.7	43.6±0.4	45.9±0.4	48.9±0.3	50.5±0.4	53.1±0.4	53.6±0.5	54.9±0.6	54.4±1.1	0.705	0.000
KU	53.4±1.0	56.3±0.5	61.5±0.7	65.9±0.6	68.9±0.7	72.4±0.6	74.2±0.6	77.8±0.9	78.0±1.6	0.768	0.000
KG	32.7±0.7	34.9±0.4	35.8±0.4	38.3±0.3	39.0±0.4	41.1±0.5	41.3±0.4	42.6±0.5	41.6±0.7	0.594	0.000
MKUO	0.83±0.12	0.84±0.00	0.80±0.00	0.80±0.00	0.78±0.00	0.78±0.00	0.77±0.00	0.78±0.00	0.76±0.01	-0.293	0.000
TKUO	0.76±0.01	0.78±0.01	0.75±0.01	0.75±0.01	0.74±0.01	0.73±0.01	0.72±0.01	0.71±0.01	0.70±0.01	-0.309	0.000
KGUO	0.61±0.01	0.62±0.06	0.59±0.01	0.59±0.01	0.57±0.01	0.57±0.01	0.56±0.01	0.55±0.01	0.54±0.01	-0.364	0.000

Değerler ortalama±ortalamanın standart hatası şeklinde yazılmıştır. AD: Anlamlı değil; [†]Pearson korelasyon testine göre.

talus uzunluğu (TU), talkaneus uzunluğu (KU) ve kalkaneus genişliği (KG), yaşla anlamlı olarak arttığı gözlemlendi (Tablo 2). Kalkaneusun uzunlamasına büyümesi diğerlerine göre daha fazla olduğundan, tüm oranlar, metatars-kalkaneus uzunluk oranı (MKUO), talus-kalkaneus uzunluk oranı (TKUO) ve kalkaneus genişliğinin uzunluğa oranı (KGUO) yaşla anlamlı olarak azalmakta idi (Tablo 2). Deformitenin ciddiyeti arttıkça MU ve buna bağlı olarak MKUO'nun azaldığı gözlemlendi (Tablo 1 ve 3). Hem ayak izi hem de lokal muayene derecelendirmesi ile istatistiksel olarak anlamlı ilişkisi bulunan tek kemik ölçüm parametresinin KGUO olduğu gözlemlendi (Tablo 1 ve 3). Buna göre, pes kavus deformite derecesi arttıkça KGUO da anlamlı olarak artmaktadır.

Her iki değerlendirmede de (ayak izi ve lokal muayene), pes kavus deformitesini en iyi yansıtan radyolojik ölçüm kriterinin Hibbs açısı olduğu bulundu (Multivariat regresyon testi, sırasıyla $p=0.000$ ve $p=0.000$).

Tartışma

Pes kavusun radyolojik incelenmesinde en sık kullanılan açılar Hibbs, Meary ve kalkaneal eğim

açılarıdır.^[1,5,12] Bebeklerde, Hibbs açısının normalde 140 derecenin üzerinde olduğu, bu açının 135 derecenin altında olmasının PK'yı gösterdiği bildirilmiştir.^[12,14] Yetişkinlerde ise, Lehman'a göre^[5] açının 160 derecenin altında, Günel ve Ege'ye göre ise^[12] 150 derecenin altında olması PK için tipiktir. Çalışmamızda, 6-14 yaş aralığındaki normal ayaklar için bu açının ortalaması 148.8 ± 0.5 derece (138° - 160°) bulundu. Literatür bilgilerine uyumlu olarak, açının yaşla genişlediği, deformite ilerledikçe ise azaldığı saptandı. Multivariat regresyon testine göre PK deformitesini en iyi yansıtan radyolojik ölçüm kriteri Hibbs açısı idi ($p=0.000$).

Meary açısı normalde 0 derecedir, fakat normal değerler -4° ile 4° arasında değişir.^[1,3,6] Lehman^[5] bu açının normal değerlerinin -20° ile 0° arasında değiştiğini vurgulamıştır. Paulos ve ark.,^[6] 14 yaş altındaki PK'lı olgularda ameliyat öncesi ölçtükleri Meary açılarını $8-65^\circ$ arasında bulmuşlar ve ortalama olarak 20° olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda, 6-14 yaş aralığındaki normal ayaklar için bu açının ortalama 0.0 ± 0.3 (dağılım -4 ve 4) derece olduğu saptandı. Açının, literatür bilgileriyle uyumlu olarak yaş ve deformite ilerledikçe arttığı görüldü.

Tablo 3. Tüm ölçüm kriterlerin lokal muayene derecelendirmesine göre değişen değerleri

	Normal* ayaklar (n=99)	Pes kavus derecesi					Toplam (n=606)	Katsayı değeri† (c)	p değeri‡
		1 (n=485)	2 (n=16)	3 (n=2)	4 (n=3)	5 (n=1)			
<i>Ölçülen açılar</i>									
KEA	17.1±0.5	22.1±0.2	21.8±1.1	22.5±4.5	27.0±3.5	45.0±0.0	21.3±0.2	0.364	0.000
MKEA	17.4±0.5	21.3±0.2	20.4±1.5	20.5±4.5	23.7±0.9	51.0±0.0	20.7±0.2	0.282	0.000
MEA	20.0±0.3	22.4±0.2	24.6±0.8	23.0±3.0	38.3±3.7	59.0±0.0	22.2±0.2	0.464	0.000
MMEA	19.6±0.3	23.3±0.1	25.9±0.8	25.0±3.0	41.7±5.6	53.0±0.0	22.9±0.2	0.548	0.000
Hibbs açısı	147.8±0.5	140.0±0.3	136.1±1.3	141.5±3.5	116.7±8.1	89.0±0.0	141.0±0.3	-0.560	0.000
KMEA	142.9±0.6	135.5±0.3	133.6±1.3	134.5±1.5	114.7±5.8	76.0±0.0	136.4±0.3	-0.492	0.000
LTKA	31.7±0.5	37.5±0.3	38.7±2.2	28.5±4.5	37.3±9.1	76.0±0.0	36.5±0.3	0.149	0.000
KETEA	36.5±0.6	42.0±0.3	41.1±2.1	35.5±9.5	39.3±6.7	27.0±0.0	41.0±0.3	0.182	0.000
Meary açısı	0.5±0.3	2.5±0.3	5.3±1.6	10.0±8.0	26.0±5.7	77.0±0.0	2.5±0.3	0.333	0.000
<i>Kemik ile ilgili ölçümler</i>									
MU	54.0±0.7	53.3±0.3	47.1±1.0	55.5±2.5	48.7±9.3	32.0±0.0	53.2±0.3	-0.150	0.000
TU	49.3±0.6	49.9±0.3	45.6±1.3	55.5±1.5	46.7±7.0	33.0±0.0	49.7±0.2	-0.056	AD
KU	68.0±1.0	67.8±0.4	59.9±2.2	69.5±1.5	70.7±14.2	44.0±0.0	67.6±0.4	-0.077	AD
KG	37.7±0.5	39.1±0.2	35.3±0.9	41.5±0.5	38.0±4.9	28.0±0.0	38.7±0.2	0.005	AD
MKUO	0.80±0.00	0.79±0.00	0.80±0.02	0.80±0.02	0.70±0.03	0.73±0.00	0.79±0.00	-0.079	0.053‡
TKUO	0.73±0.00	0.74±0.00	0.77±0.02	0.80±0.04	0.68±0.05	0.75±0.00	0.74±0.00	0.069	AD
KGUO	0.56±0.00	0.58±0.00	0.60±0.01	0.60±0.00	0.56±0.06	0.64±0.00	0.58±0.01	0.118	0.004

*Kontrol grubu ve tek taraflı pes kavus olguların normal ayakları; AD= Anlamlı değil; †Pearson korelasyon testine göre; ‡Trend.

Kalkaneal eğim açısının normalde 20-30° arasında değiştiği kabul edilir.^[1] Açının 30 derecenin üzerinde bulunması kalkaneokavustur.^[1,8,12] Allard ve ark.^[2] Friedrich ataksisi bulunan PK olgularında KEA'nın 10-15 yaş civarında 30 derecenin altında olduğu, zamanla artarak 25-30 yaş grubunda 35 derecenin üzerine çıktığını saptamışlardır. Çalışmamızda, 6-14 yaş aralığındaki normal ayaklar için bu açının ortalaması 16.4±0.5 derece (6°-25°) bulundu. Açının yaşa göre anlamlı bir değişiklik göstermediği, buna karşın literatür bilgileriyle uyumlu olarak deformite ilerledikçe arttığı görüldü.

Çalışmamızda normal ayaklar için MKEA ortalaması 16.8±0.5 derece (6°-26°) bulundu. Açının yaşa göre anlamlı bir değişiklik göstermediği, buna karşın deformite ilerledikçe arttığı saptandı. Modifiye kalkaneal eğim açısı için elde ettiğimiz değerler KEA değerlerine yakın idi. Ayrıca MKEA için yapılan istatistiksel karşılaştırmalardan çıkan sonuçlar KEA için elde edilen sonuçlardan daha az anlamlı bulundu (Tablo 1 ve 3). Bu nedenle MKEA ölçümünün bir avantaj sağlamadığı sonucuna varıldı.

Lateral talokalkaneal açı normalde 25-50° arasındadır.^[1] Çalışmamızda normal ayaklar için bu açının ortalaması 31.1±0.4 derece (23°-41°) bulundu. Açının yaşa göre anlamlı bir değişiklik göstermediği, buna karşın deformite ilerledikçe arttığı gözlemlendi. Bununla birlikte LTKA'nın PK değerlendirilmesi için uygun olmadığını düşünüyoruz. Bunun nedeni LTKA, Hibbs ve Meary açı toplamlarının 180° etmesidir. Halbuki, PK derecesi arttıkça Hibbs açısı azalacak ve Meary açısı negatifleşecektir. Dolayısıyla, LTKA fazla değişmeden aynı kalabilmektedir. Serimiz ağırlıklı olarak hafif PK olgularından oluştuğundan, Meary açısı için yüksek değerler elde edilmedi. Böylece, Hibbs açısındaki değişikliğe paralel olarak, LTKA değeri de değişeceğinden (Pearson korelasyon testi, $r=0.365$, $p=0.000$), PK deformitesi ve LTKA arasında anlamlı ilişkiler saptandı.

Kalkaneal eğim-talar eksen açısı normalde 35-50° arasındadır.^[5] Bu açı 15 derecenin altında ise ön ayakta ekinus deformitesi vardır. Çalışmamızda, 6-14 yaş aralığındaki normal ayaklar için bu açının ortalaması 35.7±0.6 derece (27°-49°) bulundu. Açının yaşa göre azaldığı, buna karşın PK deformitesinin oluşmasıyla arttığı, fakat deformite ilerledikçe azaldığı saptandı. İleri PK olgularımızın az olması ve bunlarda yapılan ölçümlerde oldukça farklı değerler

elde edilmesi nedeniyle ("ortalamanın standart hatası" değerleri yüksekti) bu açı için elde ettiğimiz sonuçlar çok güvenilir bulunmadı.

Birinci metatars eğim açısının normalde 20-26° arasında değiştiği ve ortalama 23.7° olduğu bildirilmiştir. Windhager ve ark.^[11] bu açının idyopatik PK'da ortalama 35°(21°-48°), nörojenik PK'da ise ortalama 39° (35°-87°) olduğunu saptamışlardır. Allard ve ark.^[2] Friedrich ataksisi bulunan PK olgularında MEA'nın 10-15 yaş grubunda 28-30° arasında bulunduğunu, yaşla artarak 25-30 yaş grubunda 40 dereceye yükseldiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda, 6-14 yaş aralığındaki normal ayaklar için bu açının ortalaması 19.4±0.3 derece (11°-27°) bulundu. Açının yaşla ilişkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı, buna karşın deformite ilerledikçe literatür bilgileriyle uyumlu olarak arttığı saptandı.

Serimizde MMEA'nın 6-14 yaş aralığındaki normal ayaklar için ortalaması 19.0±0.3 derece (11°-26°) bulundu. Açının MEA'nın aksine, yaşla ve deformite ilerledikçe istatistiksel olarak anlamlı şekilde arttığı saptandı. Ayrıca, MMEA için yapılan istatistiksel karşılaştırmalarda PK deformitesi ile daha anlamlı korelasyon gösterdiği ve Hibbs açısından sonra, deformiteyi en iyi yansıtan ikinci parametre olduğu saptandı. Bu nedenle, PK deformitesini analiz etmede, MEA yerine MMEA'nın kullanılmasının daha yararlı olacağı sonucuna varıldı.

Kalkaneometatarsal eğimler arası açının normal ayaklarda ortalama 147° olduğu bildirilmiştir.^[2] Windhager ve ark.^[11] idyopatik PK'da bu açının 98-134° arasında (ortalama 115°), nörojenik PK'da ise 74-133° arasında değiştiğini (ortalama 109°) bulmuşlardır. Çalışmamızda, 6-14 yaş aralığındaki normal ayaklar için bu açının ortalaması 144.9±0.6 derece (134°-156°) bulundu. Açının yaşa göre istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik göstermediği, buna karşın literatür bilgileriyle uyumlu olarak deformite ilerledikçe azaldığı gözlemlendi.

Tüm kemik ölçümlerinde yaşla birlikte kemik uzunluklarının arttığı saptandı. Kalkaneusun, uzunlaşmasına büyümesi diğerlerine göre daha fazla olduğundan, çalışmamızda kullandığımız MKUO, TKUO ve KGUO yaşla doğal olarak düşüş gösteriyordu. Kemik ölçümleri deformite açısından değerlendirildiğinden, ayak izine göre deformite arttıkça kalkaneus genişliğinin arttığı ($p=0.010$) ve muayeneye göre deformitenin daha ağır olduğu olgularda

birinci metatars uzunluğunun daha kısa olduğu ($p=0.000$) bulundu (Tablo 1 ve 3). Buna göre deformite arttıkça KGUO anlamlı olarak artıyordu (ayak izine göre $p=0.007$; muayeneye göre $p=0.004$), MKUO'da ise azalma eğilimi (trend) vardı.

Kontrol grubundaki normal ayaklar ile tek taraflı PK olgularının normal ayakları kıyaslandığında, LTKA dışındaki tüm açılar için anlamlı farklar saptandı. Kemik ölçümleri göz önüne alındığında MU, KU ve KGUO açısından anlamlı farklılıklar gözlemlendi (Student t-testi; sırasıyla $p=0.000$, $p=0.007$ ve $p=0.041$). Buradan, tek taraflı PK olgularının normal ayaklarının, normal ayak izine sahip oldukları halde, hafif PK'lı ayakların özelliklerini taşıdıkları sonucu çıkarabiliriz.

Ayak izine göre yapılan değerlendirmede, 1, 2 ve 3. derece PK'lı ayaklar için elde edilen radyolojik değerler birbirine çok yakın idi (Tablo 1). Bu durum, ayağın dış kenarının hafif incilmesi veya tamamen kaybolmasının radyolojik olarak kemik yapısını yansıtmadığını göstermektedir. Elde edilen radyolojik ölçümler sadece parmaklarda pençeleşme komponentinin bulunduğu ayaklarda belirgin olarak farklı idi.

Çalışmamızda göz önüne alınması gereken önemli nokta, olgularımızın ağırlıklı olarak hafif derece PK'lı ayaklara sahip olan olgulardan oluşması, dolayısıyla toplumumuzun genelinde mevcut olan PK deformitesinin özelliklerini yansıtmamasıdır. Bu nedenle, elde ettiğimiz bazı sonuçlar, tıbbi yayınlarda sıkça yer alan ve ileri deformiteye sahip olan olgulardan oluşan klinik serilerin verileri ile uyumlu olmayabilir.

Çalışmamızda elde edilen önemli sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

1- Pes kavus deformitesini en iyi yansıtan radyolojik ölçüm kriteri Hibbs açısıdır.

2- Pes kavus deformitesini analiz etmede, MEA yerine MMEA'nın kullanılması daha yararlıdır. Bu açı Hibbs açısından sonra deformiteyi en iyi yansıtan ikinci parametredir.

3- Pes kavuslu ayaklarda kalkaneus genişlik/uzunluk oranı belirgin olarak daha fazladır. Fakat

bunun deformitenin ana komponentlerden biri mi olduğu, yoksa deformiteye bağlı olarak mı geliştiğini söylemek için yeterli veriye sahip değiliz.

4- Tek taraflı PK olgularının normal ayakları, normal ayak izine sahip oldukları halde hafif PK'lı ayakların radyolojik özelliklerini taşımaktadır.

5- Ayağın dış kenarının hafif incilmesi veya tamamen kaybolması, kemiklerin radyolojik olarak birbirleri ile ilişkisini yansıtmamaktadır. Bir başka deyişle, ayak dış kenarının tamamen kaybolmuş olması ileri bir PK deformitesi oluştuğunu göstermez.

Kaynaklar

1. Alemardoğlu A, Somuncu İ. Ayak ve ayak bileğinin radyolojik görüntüleme yöntemleri. In: Ege R, editör. Ayak ve ayak bileği sorunları. 1. baskı. Ankara: Bizim Büro Yayınevi; 1997. s. 99-122.
2. Allard P, Sirois JP, Thiry PS, Geoffroy G, Duhaime M. Roentgenographic study of cavus foot deformity in Friedreich ataxia patients: preliminary report. Can J Neurol Sci 1982;9:113-7.
3. Ibrahim K. Pes cavus. In: Evarts CM, editor. Surgery of the musculoskeletal system. 2 nd ed. Vol. 4, New York: Churchill Livingstone; 1990. p. 4015-34.
4. Jahss MH. Evaluation of the cavus foot for orthopedic treatment. Clin Orthop 1983;(181):52-63.
5. Lehman WB. Common foot anomalies. In: Taveras JM, Ferrucci JT, editors. Radiology. Diagnosis-imaging-intervention. Vol. 5, Philadelphia: J.P. Lippincott Co.; 1990. p. 16:1-8.
6. Paulos L, Coleman SS, Samuelson KM. Pes cavovarus. Review of a surgical approach using selective soft-tissue procedures. J Bone Joint Surg [Am] 1980;62:942-53.
7. Richardson EG. Cavus foot. In: Canale ST, editor. Campbell's operative orthopaedics. 9th ed. Vol. 2, St. Louis: Mosby; 1998. p. 1825-51.
8. Samilson RL, Dillin W. Cavus, cavovarus, and calcaneocavus. An update. Clin Orthop 1983;(177):125-32.
9. Tachdjian MO. Pediatrics orthopaedics. 2nd ed. Vol. 4, Philadelphia: WB Saunders; 1990. p. 2671-717.
10. Turek SL. Orthopaedics. Principles and their application. 3rd ed. Philadelphia: J.P. Lippincott Co.; 1977. p. 1289-302.
11. Windhager R, Lack W, Kutschera H, Wimberger W, Mayr M. Clinical and radiologic comparison of "idiopathic" and "neurogenic" pes cavus. Z Orthop Ihre Grenzgeb 1989;127:169-73. [Abstract]
12. Günel U, Ege R. Pes kavus (cavus) (çukur taban). In: Ege R, editör. Ayak ve ayak bileği sorunları. 1. baskı. Ankara: Bizim Büro Yayınevi; 1997. s. 241-59.
13. Carpintero P, Entrenas R, Gonzalez I, Garcia E, Mesa M. The relationship between pes cavus and idiopathic scoliosis. Spine 1994;19:1260-3.
14. Hsu JD, Mann DC, Imbris CE. Pes cavus. In: Jahss M, editor. Disorders of the foot and ankle. 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 1992. p. 872-91.