



Birinci distal metatarsal artiküler set açısı ölçümüne pronasyon ve inklinasyonun etkisi

Gökhan ÇAKMAK¹, Ulunay KANATLI², Barış KILINÇ³, Haluk YETKİN²

¹Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Ankara;

²Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, Ankara;

³Türkiye Diyanet Vakfı 29 Mayıs Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Ankara

Amaç: Bu çalışmada pronasyon ve inklinasyonun birinci distal metatarsal artiküler set açısı (DMAA) ölçümü üzerine etkisini, 10 adet kadavra birinci metatarsı üzerinde değerlendirmeye çalıştık.

Çalışma planı: On adet kadavra birinci metatarsı bir cihaz üzerine tespit edildi. Metatarsların inklinasyon ve pronasyon açıları bu cihaz yardımıyla değiştirilebilmekteydi. Medial ve lateral eklem yüzeylerinin kenarlarına ve dorsal metatarsal diyafizer kenara radyoopak macun ile işaretleme yapıldıktan sonra 15-30-45 derece inklinasyon ve 0-10-20 derece pronasyon açıları metatarslara ayrı ayrı uygulanarak, metatarsların radyografileri ve dijital fotoğrafları çekildi. DMAA ölçümü bilgisayarda grafik programı kullanılarak yapıldı. İstatistiksel değerlendirme eşleştirilmiş örneklem t-testi ile gerçekleştirildi.

Bulgular: İnklinasyonun DMAA üzerinde etkisi olmadığı görüldü ($p>0.1$). Birinci metatarsın pronasyonunun ise DMAA üzerine pozitif etkisi olduğu saptandı ($p<0.005$). Pronasyon açısı arttıkça DMAA'nın da arttığı izlendi. Direkt radyografiler ile dijital fotoğraflar üzerinde yapılan ölçümler arasında herhangi bir fark bulunmadı.

Çıkarımlar: Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara baktığımızda, klinik ve cerrahi karar aşamasında DMAA ölçümünün uygun olmadığı görülmektedir. Birinci metatarsın inklinasyonu medial longitudinal arkın yüksekliğine bağlı olarak artmaktadır. Bu çalışmada, pes kavus ve pes planus deformiteleri ile pronasyonun birinci metatarsın radyolojik ölçümü üzerine etkileri canlandırılmaya çalışılmıştır. Sonuçlarımıza göre, inklinasyonun DMAA ölçümü üzerine etkisi olmadığı izlenmiştir. Bununla birlikte, birinci metatarsın rotasyonel deformitesinin DMAA ölçümü üzerine etkili olduğu kaydedilmiştir.

Anahtar sözcükler: Birinci metatars deformitesi; distal metatarsal artiküler set açısı; inklinasyon; pronasyon.

En sık görülen patolojik durumlardan biri olan halluks valgus, başparmağın lateral deviasyonu ve birinci metatarsın medial deviasyonu sonucu oluşur. Farklı çalışmalarda popülasyonun %2 ila 4'ünün bu deformiteye sahip olduğu bildirilmektedir.^[1]

Halluks valgus deformitesini değerlendirmek ve uygun cerrahi yöntemini seçebilmek için klinisyenler farklı

radyolojik ölçümler kullanmaktadır. En önemli radyografik açı ölçümlerinden biri, distal metatarsal artiküler set açısıdır (DMAA). Bu açı, birinci metatarsın longitudinal aksı ile distal metatarsal artiküler yüzeyin medial ve lateral kenarlarını birleştiren çizgi arasındaki eğim açısının değeridir. Bu açının normal değeri -2.6 ila 8.6 derece arasında değişmektedir (ortalama: 5 derece).^[2] DMAA,

Yazışma adresi: Dr. Gökhan Çakmak, Başkent Üniversitesi Alanya Araştırma ve Uygulama Merkezi, Saray Mah, Yunusemre Cad, No: 1, 07400 Alanya, Antalya.

Tel: 0532 - 263 70 00 e-posta: gokhancakmak75@gmail.com

Başvuru tarihi: 27.04.2011 **Kabul tarihi:** 16.10.2012

©2013 Türk Ortopedi ve Travmatoloji Derneği

Bu yazının çevrimici İngilizce versiyonu
www.aott.org.tr adresinde
doi:10.3944/AOTT.2013.2669
Karekod (Quick Response Code):



operasyon öncesi birinci metatarsın artiküler ilişkisinin değerlendirilmesinde faydalı bir ölçümdür.^[3]

DMAA ölçümlerinde değerlendiriciler arası farklılıkları inceleyen diğer bazı çalışmalar da mevcuttur.^[4] Birinci raydaki deformite birinci metatarsdaki rotasyonla da ilişkilidir.^[4] Birinci metatars üç boyutlu bir kemik olduğu için ve deformite diğer anatomik yapılara da bağlı olduğundan, halluks valgus deformitesi üç planda değerlendirilmelidir.^[5,6]

Yapılan birçok çalışmada, gözlemciler ve radyolojik yöntemlere bağlı olan DMAA değişkenlikleri incelenmiştir. Öte yandan, birinci metatarsın inklinasyon ve rotasyonu gibi DMAA'yı etkileyen pozisyonel faktörler de bulunmaktadır. Birinci metatarsın rotasyonunun birinci parmağın halluks valgus deformitesine olduğu kadar, göreceli olarak radyolojik açısal ölçümler üzerine de etkisi vardır. Deformitenin tedavisi planlanırken birinci parmağın inklinasyonu ve rotasyonu açısal ölçümlerde farka yol açabilir.

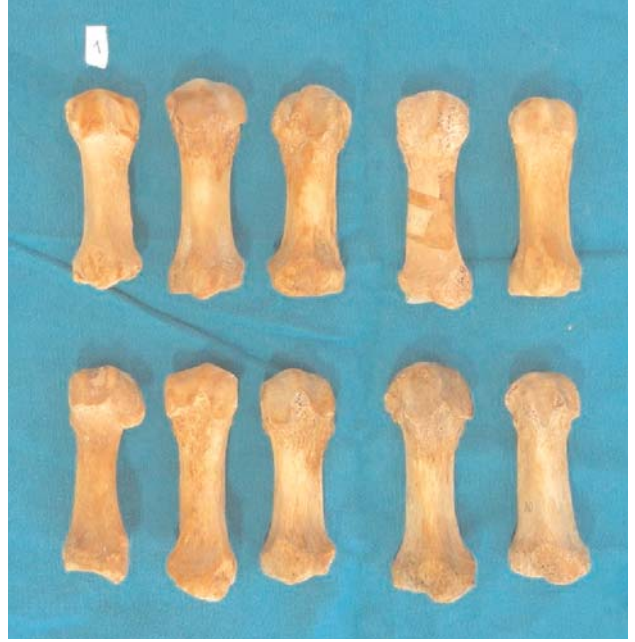
Bu çalışmanın amacı, birinci parmağın DMAA ölçümü üzerine pronasyon ve inklinasyon açılarının etkilerini belirlemek idi.

Gereç ve yöntem

On adet kuru kadavra birinci metatarsı çalışmaya alındı (Şekil 1). Radyopak macun, metatarsların distal eklem yüzlerinin medial ve lateral kenarına ve metatarsların dorsal diyafizer kenarına uygulandı (Şekil 2). Metatarsların proksimal eklemleri radyopak macun ile distal inferior eklem aksı plana dik olacak şekilde bir çubuğa tespit edildi. Macun ile tespit edilen kemik ve çubuk, cihaza yapılan manipülasyonlar sırasında stabildi. Çubuk ve metatarslar radyolusent bir cihaza, çubuk da bir açıölçere tespit edildi (Şekil 3). Metatarsların inklinasyon ve pronasyonu bu cihaz ile değiştirilebildi. Metatars başının plantar yüzü yere paralel ve tepe noktası masada (cihazın masası) bulunan küçük basamağa dayanacak şekilde yerleştirildi ve nötral rotasyon olarak kabul edildi. Rotasyonel aks çubuğun rotasyonu ile değiştirildi ve çubuk üzerine tespit edilen gonyometre ile rotasyon açısı ölçüldü. Cihazda önceden hazırlanan, üç inklinasyon açısındaki menteşeler üzerinde, çubuğun yerin superior ve inferioruna doğru hareket ettirilmesi ile inklinasyon değiştirildi.

Kemiklere 15-30-45 derece inklinasyon ve 0-10-20 derece pronasyon uygulandı. Cihaza tespit edilen metatarsların farklı inklinasyon ve pronasyon derecelerinde düz radyografik ve dijital fotoğraf görüntüleri alındı (Şekil 4 ve 5).

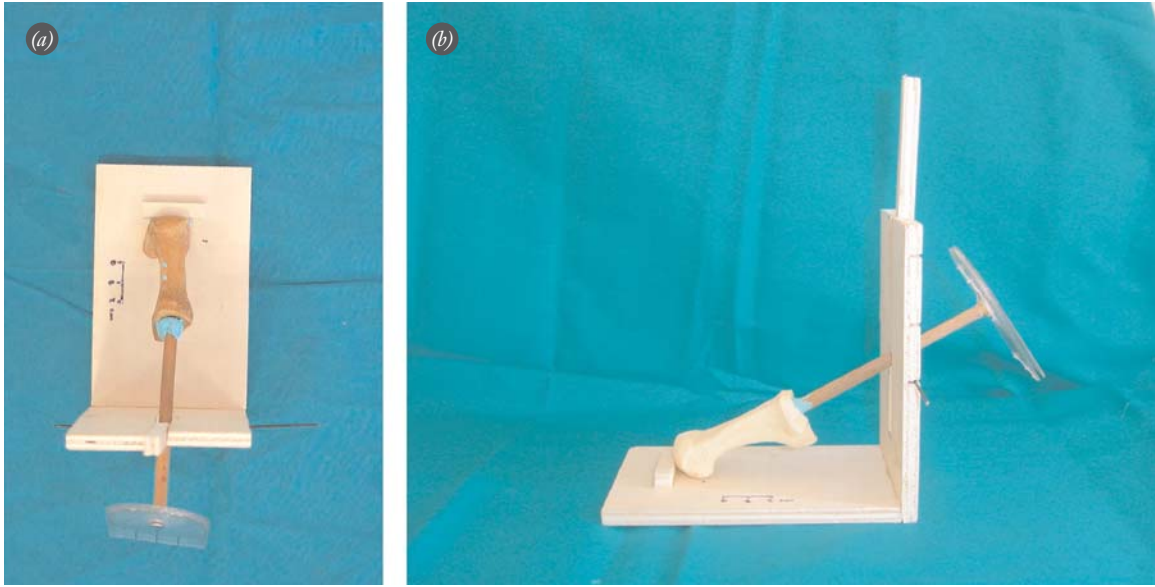
Metatarsların radyografik ve fotografik görünimleri bir dijital görüntüleme grafik programında incelendi. Bi-



Şekil 1. Kuru kadavra birinci metatarsları. [Bu şekil, derginin www.aott.org.tr adresindeki çevrimiçi versiyonunda renkli görülebilir.]



Şekil 2. Radyopak macunun metatarsların distal eklem yüzlerinin medial ve lateral kenarına ve metatarsların dorsal diyafizer kenarına uygulanması. [Bu şekil, derginin www.aott.org.tr adresindeki çevrimiçi versiyonunda renkli görülebilir.]



Şekil 3. (a, b) Birinci metatarsın cihaza tespiti. [Bu şekil, derginin www.aott.org.tr adresindeki çevrimiçi versiyonunda renkli görülebilir.]

rinci parmak distal metatarsal artiküler set açıları farklı inklinasyon ve pronasyonlarda ölçüldü.

İstatistiksel incelemeler, SPSS v17.0 istatistik programı (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) ile yapıldı. Tüm sayısal değişkenler ortalama±standart sapma (SS) olarak ifade edildi. Verilerin istatistiksel analizi eşleştirilmiş örneklem t-testi ile yapıldı. $P<0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular

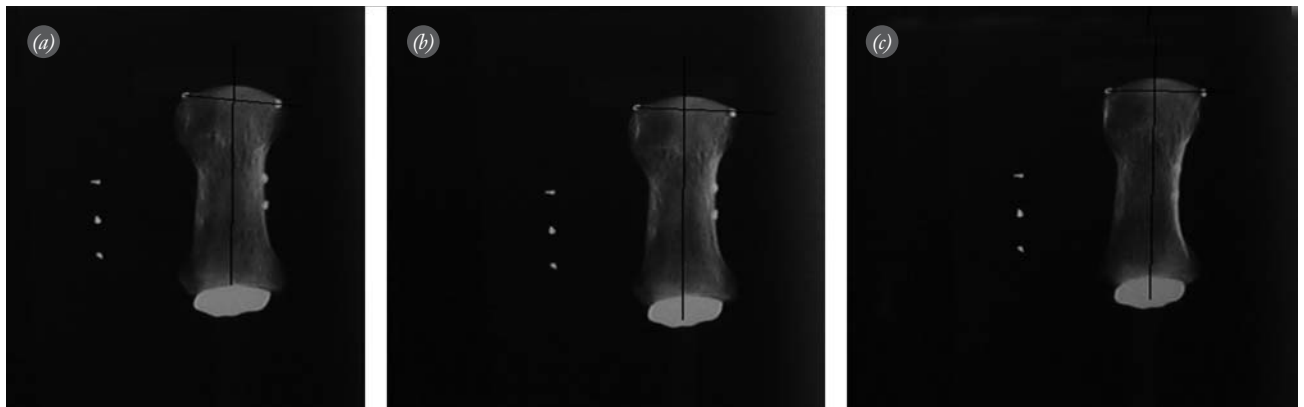
Tüm distal metatarsal artiküler set açıları farklı pronasyon ve inklinasyon derecelerinde ölçüldükten sonra elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirildi. Metatarsların inklinasyonu arttırıldığında, DMAA ölçümlerinde bir fark oluşmadı ($p>0.1$). Öte yandan, metatarsal pronasyonun DMAA üzerinde pozitif etkisi

olduğunu gördük ($p<0.005$). Pronasyon derecesi artınca, DMAA derecesi de artmaktaydı. Radyografik ve dijital fotoğraf görüntülerin ölçümlerinde istatistiksel herhangi bir fark görülmedi (Tablo 1 ve 2).

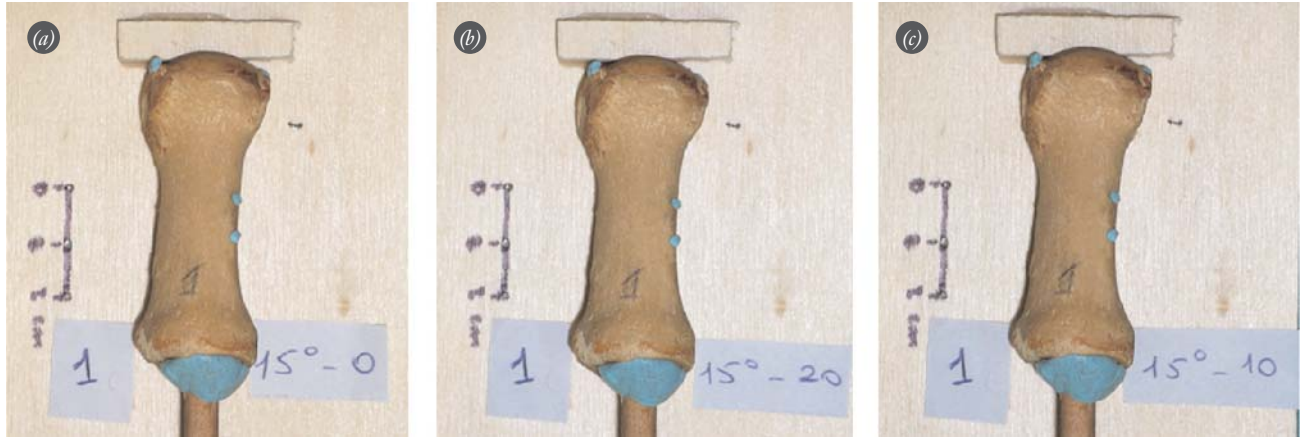
Tartışma

Halluks açılarının radyografik açısal ölçümleri, halluks valgus deformitesinin ciddiyetini belirlemede ve düzgün düzeltme için en iyi cerrahi tekniğin seçiminde karar vermede kullanılırlar.^[7]

Rossi ve Ferreira, açılardaki gelişmelerle birlikte halluks valgus cerrahisi başarısının arttığını belirtmişlerdir.^[8] Bu açılardan önemli olanlardan biri de DMAA'dır. Birinci metatarsın DMAA'sı cerrahi öncesi değerlendirme ve cerrahi teknik hakkında karar vermede önem taşır.



Şekil 4. Metatarsların 15° inklinasyon ve (a) 20°, (b) 10° ve (c) 0° pronasyonda radyografik görünüşleri.



Şekil 5. Metatarsaların 15° inklinasyon ve (a) 20°, (b) 10° ve (c) 0° pronasyonda dijital fotoğraf görüntüleri. [Bu şekil, derginin www.aott.org.tr adresindeki çevrimiçi versiyonunda renkli görülebilir.]

Bir test veya ölçüm aynı koşullarda aynı sonuçları verdiği takdirde güvenilirdir ve değişkenliği yoktur. Yapılan çalışmalarda, DMAA'nın radyografik ölçümlerinin distal eklem yüzeyinin medial ve lateral kenarlarının kesin referans noktalarının belirlemedeki zorluk nedeniyle güvenilir olmayabileceği vurgulanmıştır.^[9] DMAA'nın radyografik ölçümleri birçok çalışmada geniş bir aralıkta değişkenlik göstermektedir.^[9]

Eustace ve ark.,^[4] yaptıkları bir kadavra çalışmasında birinci metatarsın pronasyon ve varus deviasyonu arasındaki ilişkiye dikkat çekmiştir. Her ikisi de halluks valgus deformitesinde rol oynamaktadır. İntermetatarsal açı arttıkça, halluksun pronasyonu da artmaktadır.

Birinci metatars aksının pozisyonu ve yönelimi, 1953 yılında Hicks tarafından tanımlanmıştır. Aks, navikula ve üçüncü metatars tabanı arasında çizilir. Pronasyon, nötral ve supinasyon ayak postürlerinde, metatarsal aks oryantasyonu ark yüksekliğinin fonksiyonu ile birlikte değişir ve bu aks oryantasyonundaki değişikliklere bağlı olarak halluks valgus gelişebilir.^[10] Medial longitudinal arkin yüksekliğine bağlı olarak birinci metatarsın inklinasyonu da farklılık gösterebilir. Yaptığımız çalışmadan elde ettiğimiz verilere göre, inklinasyonun DMAA ölçümü üzerinde herhangi bir etkisi bulunmamaktadır.

Tablo 1. Dijital görüntülerde farklı inklinasyon ve rotasyon açılarında standart sapmaları ile beraber birinci metatars DMAA ortalamaları.

Pronasyon açıları	İnklinasyon açıları		
	15 derece	30 derece	45 derece
0 derece	4.54±1.33	4.55±1.04	5.60±0.84
10 derece	6.95±1.1	9.43±1.1	10.19±1.06
20 derece	9.1±1.32	14.24±1.09	15.31±0.81

Talbot ve Saltzman,^[11] standart metod olan ön-arka basarak radyografilerde sesamoidal sublüksasyonu ölçmenin halluks valgusta bulunan rotasyon nedeniyle geçerli olmadığına kanaat getirmişlerdir. Başka bir çalışmada,^[12] halluks valgus deformitesinin metatarsofalangeal eklem aksiyel ve koronal rotasyonları ile üç boyutlu bir klinik durum olduğu vurgulanmış, sesamoid rotasyonun ölçümünde basarak tanjansiyel radyografiler (sesamoid grafiler) önerilmiştir. Saltzman ve ark.'nın çalışmasında, tanjansiyel basarak (sesamoid grafi) radyografilerde ölçülen birinci metatarsal rotasyon ve ön-arka basarak radyografilerde ölçülen birinci metatarsofalangeal açı veya birinci ile ikinci metatarslar arasındaki intermetatarsal açı arasında korelasyon olmadığı vurgulanmıştır.^[13]

Tüm bu çalışmalar halluks valgus deformitesinin değerlendirilmesinde rotasyonun etkisini vurgulamaktadır. Bunlara ek olarak, yaptığımız çalışmadan elde ettiğimiz veriler; ön-arka radyografik ve dijital görüntülerde DMAA ölçümlerinin değişken olduğunu ve birinci metatarsın aksiyel rotasyon yapması durumunda bundan etkilenebileceğini göstermektedir.

Amarnek ve ark., cerrahi öncesi radyografiler ile cerrahi sırasında direkt olarak yapılan DMAA ölçümleri arasında belirgin bir fark olduğunu göstermişlerdir.

Tablo 2. Radyografik görüntülerde farklı inklinasyon ve rotasyon açılarında standart sapmaları ile beraber birinci metatars DMAA ortalamaları.

Pronasyon açıları	İnklinasyon açıları		
	15 derece	30 derece	45 derece
0 derece	3.72±0.97	4.09±1.27	3.66±1.05
10 derece	6.57±0.79	7.83±1.08	8.81±1.22
20 derece	8.65±0.73	12.04±1.19	16.03±1.07

dir.^[14] Elsaid ve ark.^[9] DMAA'da ortalama 8.2 derece olacak şekilde -14 ila 30 derece aralığında büyük bir değişkenlik olduğunu ve DMAA'nın yaşla birlikte az olarak arttığını bulmuşlardır. Yazarlar, bunun halluks valgus deformitesi tarafından uygulanan tekrarlanan stres nedeniyle DMAA'da oluşan ilerleyici deformasyona bağlı olabileceği sonucuna varmışlardır.

Deenik ve ark.'nın^[7] çalışmasında, halluks valgus hastalarının cerrahi öncesi ve sonrası halluks valgus açısı, intermetatarsal açı ve DMAA ölçümleri değerlendirilmiştir. Yazarlar, cerrahi sonrası halluks valgus açısının mantıksal regresyonunu öngörmede DMAA'nın anlamlı olmadığı sonucuna varmışlar, ancak şiddetli halluks valgus olan hastalarda önemli ölçüde arttığını belirlemişlerdir. Öte yandan, Brodsky ve ark.'nın yaptıkları çalışmada, rotasyonel proksimal kresenterik osteotomi uygulanan metatarsalarda, beklentinin aksine, cerrahi sonrası DMAA değerlerinin daha düşük olduğu görülmüştür.^[15] Bu durum, açılal ölçümdeki değişkenliği gösteren başka bir kanıttır.

Çalışmamızın bazı sınırlamaları vardır. *In vitro* bir çalışma olması nedeniyle metatarsus primus varus varlığına dair veya üzerinde çalıştığımız kuru kadavra kemiklerindeki yumuşak dokuların durumu hakkında bir bilginiz bulunmamaktadır. Çalışmamızın tasarımı, radyografik görünümü etkileyen bu gibi *in vivo* şartları taklit edememektedir.

Bu çalışmamızda, pronasyon arttığı zaman DMAA'nın radyolojik ölçümünün de arttığını gördük. Bununla beraber, pronasyonun deformitenin önemli komponentlerinden biri olduğu sonucuna vardık. Bu DMAA'nın ölçümündeki değişkenliği göstermektedir. Bu çalışmadaki verilere göre, ön-arka radyografilerde yapılan DMAA ölçümü klinik ve cerrahi karar vermede uygun olmayabilir. Halluks valgus cerrahisi sırasında birinci metatarsın gerçek eklem yüzüne odaklanmamız gerekmektedir. 'Gerçek' DMAA miktarını elde etmek için bilgisayarlı tomografi incelemesi gibi birinci metatarsın üç boyutlu görüntülenmesini sağlayan görüntülemeler yapılmıyorsa da, klinik kullanımda bu pratik bir yöntem değildir.

Sonuç olarak, DMAA cerrahi öncesi değerlendirme ve cerrahi teknik hakkında karar vermede önemlidir. Bu *in vitro* çalışma ile, DMAA'nın klinik kullanımını göz ardı etmek yerine ön-arka radyografilerde DMAA ölçümünün halluksun rotasyonel deformitesine bağımlı olabileceğini vurgulamak istedik. Bu çalışma ile aç

ölçümünde değişkenlik olabileceği ve yüksek dereceli rotasyonel deformitelerde ölçümde düzeltme gerekebileceğini akılda tutmalıyız.

Çıkar Örtüşmesi: Çıkar örtüşmesi bulunmadığı belirtilmiştir.

Kaynaklar

1. Coughlin MJ, Jones CP. Hallux valgus: demographics, etiology, and radiographic assessment. *Foot Ankle Int* 2007;28:759-77.
2. Ferrari J, Malone-Lee J. Relationship between proximal articular set angle and hallux abducto valgus. *J Am Podiatr Med Assoc* 2002;92:331-5.
3. Palladino S, Towfigh A. Intra-evaluator variability in the measurement of proximal articular set angle. *J Foot Surg* 1992;31:120-3.
4. Eustace S, O'Byrne J, Stack J, Stephens MM. Radiographic features that enable assessment of first metatarsal rotation: the role of pronation in hallux valgus. *Skeletal Radiol* 1993;22:153-6.
5. Umberger BR, Nawoczenski DA, Baumhauer JF. Reliability and validity of first metatarsophalangeal joint orientation measured with an electromagnetic tracking device. *Clin Biomech* 1999;14:74-6.
6. Christman RA, Ly P. Radiographic anatomy of the first metatarsal. *J Am Podiatr Med Assoc* 1990;80:177-203.
7. Deenik AR, de Visser E, Louwerens JW, de Waal Malefijt M, Draijer FF, de Bie RA. Hallux valgus angle as main predictor for correction of hallux valgus. *BMC Musculoskelet Disord* 2008;9:70.
8. Rossi WR, Ferreira JC. Chevron osteotomy for hallux valgus. *Foot Ankle* 1992;13:378-81.
9. ElSaid AG, Tisdell C, Donley B, Sferra J, Neth D, Davis B. First metatarsal bone: an anatomic study. *Foot Ankle Int* 2006;27:1041-8.
10. Glasoe WM, Nuckley DJ, Ludewig PM. Hallux valgus and the first metatarsal arch segment: a theoretical biomechanical perspective. *Phys Ther* 2010;90:110-20.
11. Talbot KD, Saltzman CL. Assessing sesamoid subluxation: how good is the AP radiograph? *Foot Ankle Int* 1998;19:547-54.
12. Talbot KD, Saltzman CL. Hallucal rotation: a method of measurement and relationship to bunion deformity. *Foot Ankle Int* 1997;18:550-6.
13. Saltzman CL, Brandser EA, Anderson CM, Berbaum KS, Brown TD. Coronal plane rotation of the first metatarsal. *Foot Ankle Int* 1996;17:157-61.
14. Amarnek DL, Mollica A, Jacobs AM, Oloff LM. A statistical analysis on the reliability of the proximal articular set angle. *J Foot Surg* 1986;25:39-43.
15. Brodsky JW, Beischer AD, Robinson AH, Westra S, Negrine JP, Shabat S. Surgery for hallux valgus with proximal crescentic osteotomy causes variable postoperative pressure patterns. *Clin Orthop Relat Res* 2006;(443):280-6.