

HALLUKS VALGUS CERRAHİ TEDAVİSİ SONRASI METATARS UZUNLUĞUNDAKİ DEĞİŞİMİN KLİNİK SONUCA ETKİLERİ

EFFECTS OF THE CHANGE IN THE METATARSAL LENGTH ON THE CLINICAL OUTCOME AFTER SURGICAL TREATMENT HALLUX VALGUS

Hakan SOFU¹, Yalkın ÇAMURCU², Nizamettin KOÇKARA¹, Mehmet Nuri KONYA³, Bahattin Kerem AYDIN⁴

¹Erzincan Üniversitesi Tıp Fakültesi

²Zonguldak Devrek Devlet Hastanesi

³Afyon Kocatepe Üniversitesi Tıp Fakültesi

⁴Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi

ÖZ

AMAÇ: Bu çalışmanın amacı halluks valgus tanısı ile proksimal metatarsal osteotomi ya da distal metatarsal osteotomi uygulanarak cerrahi yöntemle tedavi edilmiş hastalarda metatars uzunluğundaki değişimin klinik sonuca etkilerini araştırmaktır.

GEREÇ VE YÖNTEM: Toplam 62 hasta çalışmaya dahil edildi. Hastaların 9 tanesi erkek ve 53 tanesi kadındı. Çalışma grubunda ameliyat esnasında ortalama yaş 45.9 yıldı. Hastaların 30 tanesine kresentik proksimal osteotomi (KPO) ve 32 tanesine distal chevron osteotomisi (DCO) uygulandı. Ortalama ameliyat sonrası takip süresi 24.3 aydı. Ameliyat sonrası 4. haftada, 3, 6, 12. aylarda ve daha sonra yıllık takip muayenelerinde klinik ve radyolojik değerlendirme yapıldı. American Orthopedic Foot and Ankle Society (AOFAS) skoru, Visual Analogue Scale (VAS) skoru, metatarsal uzunluk, halluks valgus açısı (HVA) ve intermetatarsal açı (IMA) değerlendirme kriterleri olarak belirlendi.

BULGULAR: Hem distal chevron osteotomisi hem de kresentik proksimal osteotomi uygulanan hastalarda ortalama HVA ve ortalama IMA ameliyat öncesi döneme göre ameliyat sonrası takiplerde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde gerilemiştir. Birinci metatars uzunluğundaki ortalama değişim distal chevron osteotomisi sonrası -2.8 mm iken kresentik proksimal osteotomi sonrası -1.2 mm ölçüldü. Halluks valgus açısının ortalama düzelme miktarı distal chevron grubunda 13.6 derece ve kresentik proksimal osteotomi grubunda 20.4 derece idi. 3 mm'den fazla metatars kısalması olan hastalarda anlamlı olarak daha kötü VAS skorları tespit edildi. Çalışmamızda hiçbir hastada kaynamama veya metatars başında avasküler nekroz gözlemlenmemiştir. Son kontrolde DCO grubundan 8 hasta ve KPO grubundan 5 hasta benzer şikayetleri olan başka hastalara ameliyatı tavsiye etmeyeceğini bildirmiştir.

SONUÇ: Distal chevron osteotomisi kresentik proksimal osteotomiye kıyasla birinci metatars uzunluğunda daha yüksek oranda kısaltmaya ve bununla bağlantılı olarak daha yüksek oranda transfer metatarsaljiye yol açmaktadır.

ANAHTAR KELİMELER: Halluks valgus, Chevron osteotomisi, Proksimal osteotomi, Metatarsal uzunluk

ABSTRACT

OBJECTIVE: The main purpose of the present study was to evaluate to what degree the change in metatarsal length can affect the clinical outcomes in patients who underwent either a distal chevron or a proximal crescentic metatarsal osteotomy for hallux valgus.

MATERIALS AND METHODS: Sixty-two patients were included in this study. Nine of the patients were male and 53 were female. The mean age of the patients during the surgical intervention was 45.9 years. Thirty patients underwent crescentic proximal metatarsal osteotomy and 32 underwent distal chevron metatarsal osteotomy as the treatment of hallux valgus. The mean follow-up was 24.3 months. Postoperatively, clinical as well as the radiographic evaluation was carried-out at the end of the fourth week, third, sixth and twelfth months, and annually thereafter. The American Orthopedic Foot and Ankle Society forefoot (AOFAS) score, Visual Analogue Scale (VAS), metatarsal length, hallux valgus angle (HVA), and intermetatarsal angle (IMA) were evaluated.

RESULTS: The mean HVA as well as the mean IMA improved significantly in both groups of patients. The mean change in the length of the first metatarsal was -2.8 mm in distal chevron group and -1.2 mm in crescentic proximal osteotomy group. The mean correction of hallux valgus angle was 13.6 degrees in distal chevron osteotomy whereas it was 20.4 degrees in crescentic proximal osteotomy. The patients with >3 mm of shortening had significantly worse VAS scores. We did not observe any non-union or avascular necrosis of the metatarsal head. At the latest follow-up, 8 patients from DCMO group and 5 patients from CPMO group mentioned that they would not recommend surgery to others with similar complaints.

CONCLUSION: Distal chevron osteotomy lead shortening of the first metatarsal bone resulting in transfer metatarsalgia and worse pain scores more commonly than crescentic proximal metatarsal osteotomy.

KEYWORDS: Hallux valgus, Chevron osteotomy, Proximal osteotomy, Metatarsal length

GİRİŞ

Halluks valgus (HV) birinci metatarsın varusa açılanması ve sesamoid kemiklerin laterale deviasyonu ile karakterize ilerleyici bir ön ayak deformitesidir (1). Ortopedik cerrahinin günlük pratiğinde en sık karşılaşılan erişkin hastalıkları arasında yer almaktadır ve görülme sıklığı %23'e kadar literatürde bildirilmiştir (2, 3). Hastaları cerrahi tedaviye yönlendiren temel yakınmalar ayakkabı giyememe, ağrılı bunion, ikinci metatars başı altında ağrı ve görüntüyle alakalı kozmetik problemlerdir (4). Tüm bunlara ilaveten, literatürde bazı yazarlar HV ile bağlantılı yürüyüş paterninde ve vücut dengesinde bozulma olabileceğini vurgulamışlardır (5, 6).

Tedavi yaklaşımı ve cerrahi planlamasında radyolojik ölçümler temel araçlardır. Ayakta basarak çekilmiş grafilerde ölçülen halluks valgus açısı (HVA) (15 derecenin altında normal), intermetatarsal açı (IMA) (9 derecenin altında normal) ve distal metatarsal artiküler açı (DMAA) (10 derecenin altında normal) deformitenin derecesini belirlemede kullanılan ana ölçümlerdir. Ölçülen açılara göre belirlenen deformite derecesi hafif, orta veya ileri HV olarak adlandırılabilir (7, 8). Cerrahi tedavi seçenekleri bunyonektomi, metatarsal ve falangeal osteotomi, rezeksiyon interpozisyon artroplastisi ve metatarsofalangeal eklem artrodezi cerrahi tedavide seçenekleri oluşturmaktadır. Metatarsal osteotomiler uygulandıkları anatomik kemik bölgesine göre proksimal, şaft ve distal osteotomi olarak adlandırılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı HV tanısı ile proksimal ya da distal metatarsal osteotomi uygulanarak tedavi edilmiş hastalarda metatars uzunluğundaki değişimin klinik sonuca etkilerini araştırmaktır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Cerrahi yöntemle tedavi edilmiş 62 hasta çalışmaya dahil edildi. Hastaların 30 tanesine kresentik proksimal osteotomi (KPO) ve 32 tanesine distal chevron osteotomisi (DCO) uygulandı. Tüm ayaklarda bunyonektomi ve eklem kapsülü plikasyonunu içeren distal yumuşak doku prosedürü aynıydı. Tüm vakalar tek taraflı ameliyat olmuş hastalardı ve çalışmada bilateral

HV cerrahisi geçirmiş vaka yoktu. Daha önce geçirilmiş ayak ameliyatı veya ayak kırığı hikayesi olan, ayak eklemlerinde osteoartrit bulguları olan, nöromusküler zeminde gelişmiş HV tanısı olan ve rutin klinik takiplere uyumsuz hastalar çalışma dışı bırakıldı. Cerrahi için genel endikasyonlar konservatif tedaviye cevapsız ağrı, günlük aktivitelerde ve/veya yürüyüş mesafesinde kısıtlanma, 20 derecenin üzerinde HVA, ve 10 derecenin üzerinde IMA olarak belirlendi. Hastaların 9 tanesi erkek ve 53 tanesi kadındı. Çalışma grubunda ameliyat esnasında ortalama yaş 45.9 ± 14.6 (17 – 70 arası) yıldı.

Tüm ameliyatlar spinal anestezi altında ve uyluk turnikesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tüm hastalara cerrahi girişimden 30 dakika önce 1 gr intravenöz sefazolin profilaksisi uygulandı ve fiksasyon metodu olarak tüm ayaklarda Kirschner teli (K teli) kullanıldı. Postoperatif dönemde kısa bacak atel, DCO uygulanan vakalarda ortalama 4 ± 0.9 hafta ve KPO uygulananlarda 4 ± 0.7 hafta süreyle uygulandı. Tüm hastalara ameliyattan 12 saat sonra başlanmak suretiyle 60 mg/gün dozda düşük molekül ağırlıklı heparin tedavisi 3 hafta süreyle devam edildi. Altı hafta sonunda tam yük vermeye izin verildi. Ortalama ameliyat sonrası takip süresi 24.3 ± 5.8 (12 – 36 arasında) aydı.

Ameliyat sonrası 4. haftada, 3. 6. 12. aylarda ve daha sonra yıllık takip muayenelerinde klinik ve radyolojik değerlendirme yapıldı. The American Orthopedic Foot and Ankle Society (AO-FAS) skoru ve Visual Analogue Scale (VAS) skoru klinik değerlendirme araçları olarak kullanıldı. Osteotomi kaynama durumu 2 yönlü radyolojik görüntüleme ile takip edildi. Metatars boyundaki değişim, HVA ve IMA ölçümleri yapıldı. Aynı zamanda tüm hastalara son kontrolde aynı ameliyatı benzer durumdaki başka hastalara tavsiye edip etmeyeceği sorularak her hastanın cevabı not edildi. Tüm komplikasyonlar kaydedildi.

İstatistiksel analizde ameliyat öncesi ve sonrası verilerin kıyaslanmasında Wilcoxon signed-rank test ve bağımsız değişkenlerin kıyaslanmasında Mann-Whitney U test uygulandı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak belirlendi.

Etik Kurul Onayı:

Bu çalışma Erzincan Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu tarafından değerlendirilerek onaylanmıştır.

BULGULAR

Hem DCO hem de KPO uygulanan hastalarda ortalama HVA ve ortalama IMA ameliyat öncesi döneme göre ameliyat sonrası takiplerde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde gerilemiştir (**Figür 1a ve 1b**). Ayrıca, her iki grupta da ortalama AOFAS ve VAS skorları belirgin olarak iyileşme göstermiştir (**Tablo 1**). Birinci metatars uzunluğunda ölçülen değişim miktarı DCO



Figür 1a ve 1b: Distal chevron ve kresentik proksimal osteotomi sonrası 2. yıl kontrol grafileri

Tablo 1: Osteotomi türüne göre ameliyat öncesi ve postoperatif 12. ay sonunda çalışma hastalarının radyolojik ölçümleri ve klinik skorları

| | Distal Chevron Metatarsal Osteotomi | Kresentik Proksimal Metatarsal Osteotomi | p değeri |
|------------------------------|--|---|----------|
| Pre-op HVA (Derece) | 30.9 ±6.2 | 38.6 ±6.3 | <0.001 |
| Post-op HVA (Derece) | 17.3 ±6.2 | 18.2 ±8.1 | |
| p değeri | <0.001 | <0.001 | |
| Pre-op IMA (Derece) | 13.8 ±3.1 | 17.3 ±2.7 | <0.001 |
| Post-op IMA (Derece) | 6.9 ±3 | 6.7 ±3.1 | |
| p değeri | <0.001 | <0.001 | |
| Pre-op AOFAS (Ortalama ±SD) | 54 ±8.4 puan | 49.5 ±6.8 puan | 0.367 |
| Post-op AOFAS (Ortalama ±SD) | 88 ±10.9 puan | 85.7 ±12 puan | |
| p değeri | <0.001 | <0.001 | |
| Pre-op VAS (Ortalama ±SD) | 3.7 ±0.8 puan | 4.1 ±0.8 puan | 0.102 |
| Post-op VAS (Ortalama ±SD) | 2.4 ±1.2 puan | 2.4 ±1 puan | |
| p değeri | <0.001 | <0.001 | |

grubunda -2.8 ± 2.3 mm, KPO grubunda -1.2 ± 2.5 mm olarak ölçülmüştür ($p < 0.05$). Diğer taraftan, birinci metatars uzunluğundaki kısalma miktarı göz önüne alınarak VAS skor değişimleri kıyaslandığında osteotomi türünden (DCO veya KPO) bağımsız olarak 3 mm'den fazla metatars uzunluğunda kısalma olan hastalarda sonuçların istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha kötü olduğu saptanmıştır. (**Tablo 2**) ($p < 0.05$). Son kontrolde DCO grubundan 8 hasta (%25) ve KPO grubundan 5 hasta (%16.6) benzer şikayetleri olan başka hastalara ameliyatı tavsiye etmeyeceğini bildirmiştir.

Tablo 2: Birinci metatars uzunluğundaki kısalma miktarına göre ameliyat sonrası dönemde ortalama Visual Analogue Scale (VAS) skorları

| | Metatarsal Osteotomi | Metatarsal Osteotomi | p değeri |
|-------------------|--------------------------------|----------------------|----------|
| Post-op VAS skoru | >3 mm kısalma 3.6 ±1 puan | 3.6 ±0.8 puan | 0.99 |
| (Ortalama ±SD) | ≤3 mm kısalma 1.8 ±0.7 puan | 1.9 ±0.7 puan | 0.646 |
| p değeri | <0.001 | <0.001 | |

Çalışmamızda hiçbir hastada kaynamama veya metatars başında avasküler nekroz gözlemlenmemiştir. En belirgin komplikasyon çalışmaya dahil edilen toplam 62 ayağın 9 tanesinde (%14.5) tespit edilen Sudeck atrofisidir. Distal chevron osteotomisi grubundan 5 hasta (%15.6) ve KPO grubundan 4 hasta (%13.3) Sudeck atrofisi tanısı almıştır. Bu hastalarda nonsteroid anti-inflamatuar ilaçlar, sıcak-soğuk kontrast banyo uygulaması ve fizik tedavi ile Sudeck atrofisi tedavi edilmiştir. Transfer metatarsalji son kontrolde DCO grubundan 4 hastada (%12.5) ve KPO grubundan 2 hastada (%6.6) teşhis edilmiştir. Çalışma grubunda yer alan toplam 62 ayaktan 2 tanesinde ameliyat sonrası erken dönemde insizyon sahası çevresinde selülit görülmüş olup primer yara bakımı ve antibiyoterapi ile tedavi edilmiştir. Hastaların hiçbirisinde derin enfeksiyon veya osteomyelit gözlemlenmemiştir. İnsizyon skarı üzerinde hipoestezi ise 1 hastada (%1.6) not edilmiştir.

TARTIŞMA

Halluks valgus cerrahi tedavisi yumuşak doku girişimleri ile kombine edilmiş uygun metatarsal osteotomi uygulanarak dizilimin düzeltilmesini amaçlamaktadır (9). Literatürde pek çok farklı osteotomi yeri ve şekli tanımlanmıştır (7, 8, 10-12). Lakin, literatürde

halen en iyi sonuçları sağlayan ideal cerrahi yöntemi yoktur. Distal chevron osteotomisi hafif ve orta düzey HV deformitesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (8). Intermetatarsal açının daha fazla bozulduğu ileri deformiteler için daha proksimal düzeltici osteotomiler uygulanmaktadır (11). Klinik uygulamada HV cerrahisinin etkinliği temel olarak radyolojik ölçümlerle değerlendirilmektedir ve HVA en güvenilir radyolojik değerlendirme aracıdır (13). Bu çalışmada HVA ve IMA ana radyolojik değerlendirme kriterleri olarak kullanılmıştır. Prospektif randomize bir çalışmada DCO ile HVA'nın ortalama 31 dereceden 16 dereceye gerilediği bildirilmiştir (10). Başka bir sistematik derleme çalışmasında ise DCO ile IMA'nın ameliyat öncesine göre ortalama 5.33 derece düzeldiği tespit edilmiştir (12). Bazı araştırmacılar tarafından distal chevron osteotomisi sonrası uzun dönemde radyolojik rekürrens sıklıkla görüldüğü rapor edilmiş olmasında rağmen, HVA 11-18 derece ve IMA 4-8 derece arasındaki vakalarda uygun sınırlarda düzeltme sağlanması koşuluyla mükemmel sonuçların elde edilebileceği vurgulanmıştır (14). Schuh ve arkadaşları sistematik bir derleme çalışması yayınlamış ve proksimal osteotomiler ile HVA'nın ortalama 20.1 derece düzeltilebildiğini bildirmişlerdir (15). Coughlin and Jones 122 ayakta oluşan serilerinde HVA'nın ortalama 20 derece ve IMA'nın ortalama 9.1 derece düzeldiğini belirtmişlerdir (16). Bizim çalışmamızda DCO grubunda HVA ortalama 13.6 derece ve IMA 6.9 derece düzeltilmiştir. Kresentik proksimal osteotomi hastalarında ise HVA ortalama 20.4 derece ve IMA 10.6 derece düzeltilmiştir. Dolayısıyla, çalışmamızda elde edilen ortalama düzeltme miktarı her iki osteotomi tipi için de literatürdeki başka çalışmalarla uyumlu bulunmuştur.

Halluks valgusa sekonder bozulan ayak basma dengesi sonucu transvers arkta çökme ve başparmağın daha az yük alması ile bozulan yürüme biyomekaniğinin düzeltilmesi cerrahi tedavide temel rekonstrüksiyon prensibidir (2). Bu nedenle ameliyat öncesi ölçümler ve planlama çok önemlidir (17). Brodsky ve arkadaşları KPO sonrası radyolojik olarak metatars kılmasının basma esnasında basınç dağılımını değiştirmede başarılı oldukları bildirilmiştir (18). Güncel HV cerrahisi sonrası metatars

uzunluğunda kılmanın ne sıklıkta meydana geldiği konusunda literatürde veri olmamasına rağmen, metatarsal kemiğin iyatrojenik kılmasının transfer metatarsalji ile ilişkisi gösterilmiştir (19, 20). Rose ve arkadaşları birinci metatars uzunluğunun ve diziliminin sağlanması ile zamanla transfer metatarsaljinin azalabileceğini belirtmişlerdir (21). Robinson ve Limbers KPO ile birinci metatarsal kemik kılmasının minimal olduğunu bildirmişlerdir (7). Park ve arkadaşları da distal osteotomiler ile birinci metatars kılmasının proksimal osteotomilerden daha belirgin olduğunu vurgulamışlardır (22). Bizim çalışmamızda birinci metatarsal kemik uzunluğunda DCO ile KPO uygulanan vakalara göre iki kat daha fazla kılma tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Transfer metatarsalji 62 ayağın 6 tanesinde (4 ayak DCO sonrası ve 2 ayak KPO sonrası) gözlemlendi. Son kontrolde transfer metatarsalji tanısı konan ayakların tümünde birinci metatars boyundaki kılma 3 mm'den fazlaydı. Bu nedenle, çalışmamızda elde edilen verilere dayanarak metatarsal uzunlukta kılmanın DCO ile belirgin olarak daha fazla görüldüğü ve birinci metatars boyundaki kılmanın klinikte transfer metatarsalji sıklığı ile korrelasyon gösterdiği ortaya konmuştur ($p < 0.05$).

Cerrahi olarak tedavi edilen HV hastalarında klinik sonucu değerlendirmek için AOFAS, Short Form-36 (SF-36), VAS gibi pek çok farklı enstrümanlar kullanılabilir (11). Thordarson ve arkadaşları deformite derecesi, düzeltme miktarı veya ameliyat tekniğinin klinik skoru etkilemediğini savunmuşlardır (23). Park ve arkadaşları da distal ve proksimal osteotomiler arasında AOFAS skorları açısından fark olmadığını bildirmiştir (22). Bizim çalışmamızda hem hekim merkezli değerlendirme için AOFAS skorlaması hem de hasta merkezli değerlendirme için VAS skoru klinik değerlendirmede kullanılmıştır. Hem DCO hem de KPO uygulanmış hastalarda klinik skorlamalar arasında anlamlı farklılık saptanmamasına rağmen, çalışmamızın en önemli bulgusu birinci metatars uzunluğunda radyolojik olarak 3 mm'den fazla kılmanın klinik olarak anlamlı düzeyde daha kötü VAS skorlarına sebep olduğunun gösterilmiş olmasıdır.

Metatarsal osteotomi sonrası pek çok farklı komplikasyon bildirilmiştir (8, 14, 24).

Distal osteotomiler sonrası metatars başı avasküler nekrozu %20'ye varan oranlarda görülebilmektedir (25). Ameliyat öncesi HVA 15 derecenin üzerindeki vakalarda DCO sonrası radyolojik rekürrens %73 kadar yüksek olabilmektedir (14). Schuh ve arkadaşları genel komplikasyon oranını %19.9 olarak bildirmişlerdir (15). Bizim çalışmamızda, 9 Sudeckatrofisi, 6 transfer metatarsalji, 2 selülit ve 1 yara hattında hipoestezi olmak üzere toplam 62 ayaktan 18 tanesinde (%29) komplikasyon tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, klinik skorlamalar, hasta tatmin düzeyleri ve komplikasyon oranları belirgin farklılık göstermemesine rağmen; DCO birinci metatars uzunluğunda daha yüksek oranda kısaltmaya ve bununla bağlantılı olarak iki kat daha fazla transfer metatarsaljiye sebep olmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Klugarova J, Hood V, Bath-Hextall F et al. The effectiveness of surgery for adults with hallux valgus deformity: a systematic review protocol. *The JBI Database of Systematic Reviews and Implementation Reports* 12(7):3-11, 2014.
2. Wen J, Ding Q, Yu Z et al. Adaptive changes of foot pressure in hallux valgus patients. *Gait Posture*. 36(3):344-349, 2012.
3. Nix S, Smith M, Vicenzino B. Prevalence of hallux valgus in the general population: a systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res*. 3(1):21, 2010.
4. Kristen KH, Berger C, Stelzig S et al. The SCARF osteotomy for the correction of hallux valgus deformities. *Foot Ankle Int*. 23:221-229, 2002.
5. Menz HB, Lord SR. Gait instability in older people with hallux valgus. *Foot Ankle Int*. 26:483-489, 2005.
6. Menz HB, Lord SR. The contribution of foot problems to mobility impairment and falls in community-dwelling older people. *J Am Geriatr Soc*. 49:1651-1656, 2001.
7. Robinson AHN, Limbers JP. Modern concepts in the treatment of hallux valgus. *J Bone Joint Surg Br*. 87(8):1038-1045, 2005.
8. Schuh R, Trnka HJ. Hallux Valgus-Distal Osteotomies. *European Surgical Orthopaedics and Traumatology: The EFORT Textbook*. 3417-3432, 2014.
9. Gallentine JW, Deorio JK, Deorio MJ. Bunion surgery using locking-plate fixation of proximal metatarsal chevron osteotomies. *Foot Ankle Int*. 28:361-368, 2007.
10. Buciuto, R. Prospective Randomized Study of Chevron Osteotomy Versus Mitchell's Osteotomy in Hallux Valgus. *Foot Ankle Int*. 35(12):1268-1276, 2014.
11. Glazebrook M, Copithorne P, Boyd G et al. Proximal opening wedge osteotomy with wedge-plate fixation compared with proximal chevron osteotomy for the treatment of hallux valgus: a prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg Am*. 96(19):1585-1592, 2014.
12. Smith SE, Landorf KB, Butterworth PA, Menz HB. Scarf versus chevron osteotomy for the correction of 1-2 intermetatarsal angle in hallux valgus: a systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Surg*. 51(4):437-444, 2012.
13. Lee KM, Ahn S, Chung CY et al. Reliability and relationship of radiographic measurements in hallux valgus. *Clin Orthop Relat Res*. 470(9):2613-2621, 2012.
14. Pentikainen I, Ojala R, Ohtonen P et al. Preoperative Radiological Factors Correlated to Long-Term Recurrence of Hallux Valgus Following Distal Chevron Osteotomy. *Foot Ankle Int*. 35(12):1262-1267, 2014.
15. Schuh R, Willegger M, Holinka J et al. Angular correction and complications of proximal first metatarsal osteotomies for hallux valgus deformity. *Int Orthop*. 37(9):1771-1780, 2013.
16. Coughlin MJ, Jones CP. Hallux valgus and first ray mobility: A prospective study. *J Bone Joint Surg Am*. 89(9):1887-1898, 2007.
17. Bettazzoni, F, Leardini A, Parenti-Castelli V, Giannini S. Mathematical model for pre-operative planning of linear and closing-wedge metatarsal osteotomies for the correction of hallux valgus. *Med Biol Eng Comput*. 42(2):209-215, 2004.
18. Brodsky JW, Beischer AD, Robinson AH et al. Surgery for hallux valgus with proximal crescentic osteotomy causes variable postoperative pressure patterns. *Clin Orthop Relat Res*. 443:280-286, 2006.
19. Goldberg A, Singh D. Treatment of Shortening Following Hallux Valgus Surgery. *Foot Ankle Clin*. 19(2):309-316, 2014.
20. Maceira E, Monteagudo M. Transfer Metatarsalgia Post Hallux Valgus Surgery. *Foot Ankle Clin*. 19(2):285-307, 2014.
21. Rose B, Bowman N, Edwards H et al. Lengthening scarf osteotomy for recurrent hallux valgus. *Foot Ankle Surg*. 20(1):20-25, 2014.
22. Park CH, Jang JH, Lee SH, Lee WC. A comparison of proximal and distal chevron osteotomy for the correction of moderate hallux valgus deformity. *Bone Joint J*. 95(5):649-656, 2013.
23. Thordarson D, Ebramzadeh E, Moorthy M et al. Correlation of hallux valgus surgical outcome with AOFAS forefoot score and radiological parameters. *Foot Ankle Int*. 26(2):122-127, 2005.
24. Green MA, Dorris MF, Baessler TP et al. Avascular necrosis following distal Chevron osteotomy of the first metatarsal. *Foot Ankle Surg*. 32(6):617-622, 1992.
25. Meier PJ, Kenzor, JE. The risks and benefits of distal first metatarsal osteotomies. *Foot Ankle Int*. 6(1):7-17, 1985.