



Halluks valgusta etiyoloji ve biyomekanik

Etiology and biomechanics in hallux valgus

Bilgehan Çatal¹, Mehmet Orçun Akkurt²

¹İstanbul Medipol Üniversitesi Uluslararası Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul

²Ankara Bilkent Şehir Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Ankara

Halluks valgus deformitesi, yatkınlık yaratan çeşitli etiyojik faktörlerin varlığında gelişen ön ayak biyomekanik bozulmasının bir sonucudur. Halluks valgusun etiyojisinde yer alan faktörler olarak kadın cinsiyet, uygunsuz ayakkabı kullanımı, travmalar, heredite ve ligamentöz laksite gösterilebilir. Bu durumların varlığında ayak biyomekanik belirli bir sıra izleyerek bozulur. Birinci metatarsofalangeal eklemin medial yapılarının bozulması ile başlayan süreç deformitenin artmasıyla yeri değişen anatomik yapıların da etkisiyle ilerler. Ayak birinci sırasının instabilitesi, metatars başının anatomik özellikleri, sesamoidle metatars ilişkisinin bozulması, pes planus deformitesi, aşil tendonunun kısalığı ve fonksiyonel halluks limitus gibi durumlar biyomekanik olarak deformitenin gelişimine katkı sağlarlar. Halluks valgusun biyomekanik ve patoanatomik özelliklerinin bilinmesi, kişiye özel cerrahiler planlayıp tedavinin başarısını artırıp aynı zamanda da deformitenin nüksetme olasılığını azaltacaktır.

Anahtar sözcükler: halluks valgus; etiyojik faktörler; biyomekanik; patoanatomik

Hallux valgus deformity is a result of the disruption of fore-foot biomechanics that develops in the presence of various etiological and predisposing factors. Factors involved in the etiology of hallux valgus include female gender, inappropriate footwear use, trauma, hereditary transmission, and ligamentous laxity. In the presence of these conditions, foot biomechanics are disrupted following a specific sequence. The process begins with the disruption of the medial structures of the first metatarsophalangeal joint and progresses with the displacement of anatomical structures as the deformity increases. Instability of the first ray of the foot, anatomical characteristics of the metatarsal head, disruption of the sesamoid and metatarsal relationship, pes planus deformity, shortening of the Achilles tendon, and functional hallux limitus contribute biomechanically to the development of the deformity. Understanding the biomechanical and pathoanatomical characteristics of hallux valgus will enable planning personalized surgeries, enhance treatment success, and reduce the likelihood of recurrence of the deformity.

Key words: hallux valgus; etiological factors; biomechanics; pathoanatomy

ETİYOLOJİ

Halluks valgus (HV) deformitesinin gelişmesine yatkınlık yaratan birçok intrinsek ve ekstrinsek etiyojik faktörler mevcuttur. Demografik verilere bakıldığında toplumda HV deformitesinin %2-7 oranında bulunduğu ve bu oranın yaşla birlikte arttığı görülmektedir.^[1,2] Buna rağmen yaşla deformitenin şiddeti arasında bir korelasyon saptanamamıştır.^[3] Fakat erken başlayan deformitelerin anatomik bozukluklarla daha fazla ilişkili olduğu görülmüştür. Coughlin ve ark.'nın juvenil HV'li hastalarda yaptığı çalışmada deformite başlangıç yaşı 10 ve altı olan hasta grubunda daha yüksek distal metatarsal

artiküler açı (DMAA) olduğu saptanmıştır.^[4] Halluks valgustaki cinsiyet dağılımına bakıldığında yaklaşık olarak 3:1 oranında kadın baskınlığı olduğu görülmektedir.^[5] Cinsiyet dağılımındaki kadın baskınlığı semptomatik olup cerrahi olarak tedavi edilen vakalarda kadın baskınlığı daha da fazladır. Bu durum kadınların ayakkabı giyme alışkanlıklarından veya ligamentöz laksiteye erkeklerle nazaran daha yatkın olmalarından olabilir. Erkeklerde görülen HV'de ise kadınlara nazaran, özellikle anne geçişli kalıtsallığın daha fazla olduğu, daha erken başladığı ve deformitenin daha ileri olduğu gösterilmiştir.^[6] Halluks valgusun bilateral görülme oranı

İletişim / Contact: Doç. Dr. Bilgehan Çatal • E-posta / E-mail: drbilgehancatal@gmail.com

ORCID ID: Bilgehan Çatal, 0000-0002-4883-4317 • Mehmet Orçun Akkurt, 0000-0003-4935-0143

Geliş / Received: 28 Nisan 2024 • **Revizyon / Revised:** 15 Mayıs 2024, 27 Mayıs 2024 • **Kabul / Accepted:** 28 Mayıs 2024

%84 olarak bulunmuştur ve bilateral deformiteli hastalarda ailesel kalıtım daha fazla oranda görülmüştür.^[7]

Halluks valgusa yatkınlık yaratan ekstresek faktörler arasında en bilineni uygunsuz ayakkabı kullanımıdır. Özellikle *stiletto* olarak da adlandırılan yüksek topuklu ve önü dar ayakkabılar adeta HV kalıbı gibi görev yapar. Bu tarz ayakkabılar birinci metatarsofalangeal (MTF) eklemin medialindeki stabilize edici yapılara tekrar eden mikro travmalar uygulayarak uzun dönemde bu yapıların yapısal olarak bozulup fonksiyon dışı kalmasına neden olmaktadır. Kültürel olarak ayakkabı giymeyen topluluklar incelendiğinde HV oranının ciddi şekilde az olduğu görülmüştür.^[8] Japon toplumunda yapılan bir çalışmada, geleneksel sandaletlerden modern tarzda ayakkabılara geçişin olduğu 1970'li yıllardan itibaren HV görülme oranının arttığı kaydedilmiştir.^[9] Juvenil HV'li hastalarda ise uygunsuz ayakkabıyla deformite gelişimi arasında bir ilişki saptanamamıştır.^[4]

Tekrar eden mikrotravmalar gibi akut travmaların da HV deformitesine yol açtığı bildirilmiştir. Birinci MTF eklemin medial kapsülünün rüptürü ve Lisfranc yaralanmasına sekonder HV geliştiğini gösteren vaka serileri yayımlanmıştır.^[10,11]

Halluks valgus deformitesinin etiolojisinde genel kabul gören diğer bir faktör ise herediter geçiştir. Literatürde erişkin HV serilerinde ailesel geçişin %58-88 gibi yüksek oranlarda olduğu belirtilmiştir.^[7,12] Juvenil HV ise ailesel geçişin daha da yüksek olduğu ve herediter geçişin neredeyse tamamının anneden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ailesel HV öyküsü olanlarda deformitenin başlangıç yaşının daha erken olduğu saptanmıştır.^[4] Halluks valgusun inkomplet penetrasyonlu otomozal dominant bir genetik geçiş paterni olduğu ve kollajen gen ailesindeki alel anormalliğinin ailesel olarak aktarıldığı düşünülmektedir.^[12] Halluks valgusun genetik özelliklerinin ileriki yıllarda daha iyi anlaşılması deformitenin ilerleme ihtimalini gösteren genetik testlerin geliştirilmesini sağlayabilir.

Ligamentöz laksite HV'ye yatkınlık yaratan diğer bir etiolojik faktördür. Ligamentöz laksite aşağıdaki biyomekanik bölümünde de anlatılacağı üzere hem birinci MTF eklemin medialindeki yapıların daha kolay hasarlanmasına hem de birinci sıranın hiper mobil olmasına neden olduğu için deformitenin gelişmesine neden olmaktadır. Juvenilarda daha fazla olmak üzere HV hastalarında %66'lara varan bir ligamentöz laksite oranı bildirilmiştir.^[13]

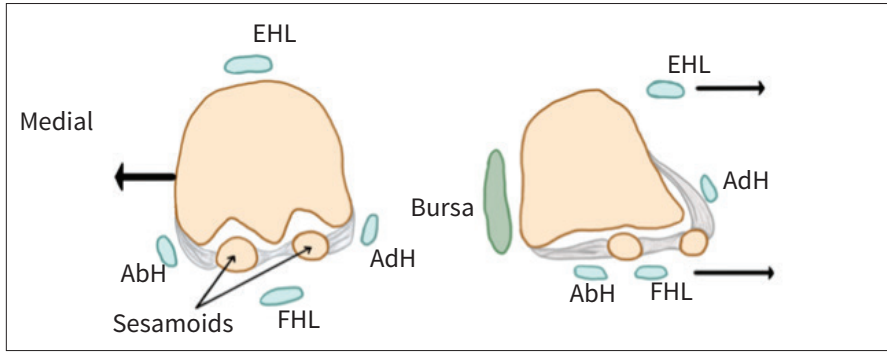
BİYOMEKANİK

Halluks valgus, yukarıda anlatılan etiolojik predispozan faktörlerin varlığında, belirli bir sıra hâlinde meydana

gelen biyomekanik değişikliklerin bir sonucudur.^[14] Birinci metatars başına hiçbir tendon yapışmadığı için anatomik olarak instabilidir. Birinci MTF eklemine çevreleyen dokuların fonksiyonunu yerine getirmesi eklem stabilizasyonu için çok önemlidir. Halluks valgus deformitesinin başlamasına neden olan ilk patoloji birinci MTF eklemin medial destekleyici yapıları olan medial kollateral ligament ile medial sesamoid kemiğin yapısının ve fonksiyonun bozulmasıdır.^[15] Metatars başının mediale kaymasıyla birlikte fleksör hallusis brevisin içinde olan ve proksimal falanksın plantarıyla bağlantılı sesamoidlerle metatars başının ilişkisi azalır ve sesamoidler zamanla metatars başının altından laterale deplase olur. Derin transvers ligament, sesamoid bağlantısı ve adduktör hallusis tendonunun çekmesiyle proksimal falanks valgus pozisyonunu alır. Metatars başı medial sesamoidin üzerine biner ve bunun sonucu olarak eklem plantarında kırık hasarı gelişir. Bu durum metatarsın plantarında ağrıya neden olabilir. Lateral sesamoid ise intermetatarsal alanda kalır ve gerçek anlamda hareket etmez. Metatars başının medialinde ayakkabıların sıkıştırmasına bağlı bursitler gelişebilir. Eklem merkezindeki kayma nedeniyle fleksör ve ekstansör hallusis longus tendonları lateralize olurlar ve proksimal falanksın valgus deformitesini arttırıcı bir etki gösterirler.^[16] Metatars başının sesamoidlerden kurtulması başın pronasyona gitmesine neden olur. Abdüktör hallusis normalde falanksın valgusuna karşı koyarken medial ve plantar yapışma yerinin pronasyon etkisiyle inferiora kayması nedeniyle fonksiyonunu kaybeder.^[17] Adduktör hallusis de lateralde proksimal falanksın plantarına yapıştığı için onun gerginliği pronasyonu arttırıcı bir etki yapar. Deformite ilerledikçe medialdeki yapılar daha gevşek hâle gelirken lateraldeki yapılar, özellikle eklem kapsülü daha sıkı hâle gelmektedir (Şekil 1).

Halluks valgusun patoanatomisinde birinci sıranın biyomekanik özellikleri ve stabilitesi önemli yer kaplar. Birinci sıra hem medial arki oluşturur hem de esas yük taşıyan yapıdır.^[18] Yine plantar aponevroz, yürüme esnasında halluksun dorsifleksiyonuyla kısalarak metatars başını deplase ederek plantar fleksiyona alır. Bu durum Windlass mekanizması olarak adlandırılır ve hem yük aktarımına hem de birinci sıranın stabilitesine katkı sağlar.^[19] Plantar fasyanın normalden daha gergin olması ise başparmağın dorsifleksiyonunu kısıtlar, yük vermenin başparmak üzerindeki pronasyon ve valgus yönlü gücünün artmasına neden olur. Uzun dönemde bu aşırı yük binme birinci MTF eklemin medialindeki stabilize edici yapıların hasarlanmasına neden olarak halluks valgus deformitesinin başlamasına neden olabilir.

Metatars başının anatomik özellikleri birinci MTF eklem stabilitesi için önemlidir. Düz bir yapıda olan metatars başlarının daha yuvarlak olan metatars başlarına



Şekil 1. Metatars başının mediale kayıp pronasyona gitmesiyle abdükör hallusis (AbH) plantara kayıp fonksiyonunu kaybeder. Addükör hallusis gerginliğinin artması ve eksenin değişmesi ise proksimal falanksta pronasyonu arttırıcı etki yapar. Metatars başı deformitenin artmasıyla medial sesamoidin üzerine biner lateral sesamoid ise intermetatarsal alana kayıp fonksiyonsuz bir hâl alır. Ekstansör hallusis longus (EHL) ve fleksör hallusis longus (FHL) tendonları ise deformite arttıkça lateralize olup valgusu arttırıcı etki yaparlar.

göre daha stabil olduğu bildirilmiştir. Metatarsofalangeal eklemin uyumlu olması da uyumsuz ya da subluksye ekleme göre eklem stabilitesini arttıran bir faktördür.^[20]

Sesamoid kemikler birinci MTF eklem stabilitesine katkıda bulunan diğer bir anatomik yapıdır. Yük binme gücünü absorbe ederek birinci sıranın yük taşıma kapasitesinin artmasına katkıda bulunur. Sesamoidler, halluksun plantar fleksiyonuna güç veren fleksör hallusis brevisin moment kolunu arttırır.^[21] Halluksun dorsifleksiyonu sırasında metatars başının anterioruna doğru konularak metatarsın plantar fleksiyona gelip daha stabil bir hâl almasına neden olur. Halluks valgus deformitesi ilerledikçe hem metatars başının pronasyona gitmesi hem de zamanla metatarso-sesamoidal eklemin ortasındaki kemik çıkıntının atrofiye uğramasıyla stabilize edici özelliğini kaybetmeye başlar.^[22]

Birinci sıranın stabilitesine katkı sağlayan diğer bir anatomik yapı ise tarsometatarsal (TMT) eklemlerdir.^[23] Özellikle birinci TMT eklemin hipermobilitesi metatars şaftının daha hareketli olmasına neden olmaktadır. Halluks valguslu hastalar üzerinde yapılan bir çalışmada normal ayaklara göre birinci metatarsın hem sagittal hem de frontal planda daha hareketli olduğu gösterilmiştir.^[24]

Yukarıda da bahsedildiği gibi birinci metatars başında tendon insersiyosu yoktur ve birinci MTF eklemin statik stabilize edici yapıları medial kapsül, medial kollateral ligament ve medial sesamoidal ligamenttir. Deformitenin başlangıcında ilk bu yapıların bozulduğu görülür. Halluks valguslu hastalarda yapılan bir histopatoloji çalışmasında yapılarıdaki tip 1-3 kollajen düzeninin bozulduğu gösterilmiştir.^[25] Bu durumun ligamentöz laksiteye neden olup deformiteyi başlattığı düşünülmektedir.

Birinci MTF eklemin dinamik stabilizatörleri denge içinde çalışırlar ve plantar rotator kılıf olarak da adlandırılırlar. Abdükör hallusis ayak başparmağına abdüksiyon,

plantar fleksiyon ve inversiyon yaptırırken, addükör hallusis ise ayak parmağına addüksiyon, plantar fleksiyon ve eversiyon yaptırarak birinci MTF eklemi bir denge hâlinde tutmaya çalışır. Yapılan elektrofizyolojik çalışmalarda halluks valguslu hastalarda abdükör hallusisin fonksiyonunda azalma olduğu tespit edilmiştir.^[26] Hem bu fonksiyon kaybına bağlı gelişen imbalans hem de yukarıda bahsedildiği gibi deformitenin ilerlemesiyle gelişen tendonların anatomik yerlerinin değişmesi halluks valgusun ilerlemesine neden olmaktadır.

Pes planusun da HV deformitesinin oluşumunda yeri olduğu düşünülmektedir.^[27] Pes planus birinci metatars başının göreceli elevasyonuna ve metatarsın fonksiyonel olarak uzamasına sebep olarak birinci MTF eklem hareketini sınırlandırır.^[28] Aynı zamanda planovalgus ayakta ki arka ve orta ayak eversiyonu birinci MTF eklemdaki yükü azaltıp medial arkın ortasına daha fazla yük binmesine yani tripod etkisinin azalmasına neden olur. Medial arkın kollapsı ile metatarsal pronasyon ilişkilendirilmiştir.^[29] Ön ayak abdüksiyonu ve birinci metatarsın pronasyonu proksimal falanksın abdükör güçlere daha fazla maruz kalmasına neden olur. Bu durum birinci MTF eklemin medial yapılarının tekrar eden yıpranmalara maruz kalıp eklemi stabilize edici özelliklerini kaybetmesine yol açar ve valgus deformitesi gelişir.^[30]

Gergin aşil tendonunun da HV'ye neden olabileceği bildirilmiştir.^[31] Gergin bir aşil tendonu ön ayağın yürüme sırasında erken ve artmış bir şekilde yüklenmesine neden olur. Ayağın doğal olarak eksternal rotasyona gitmeye eğilimi azalmış ayak bileği dorsifleksiyonu ile birleşince birinci MTF eklem üzerinde valgusa itme kuvveti yaratmaktadır. Kısa aşil tendonun ön ayak yüklenmesine neden olduğunun diğer bir kanıtı ise diyabetiklerde gergin aşil tendonuna neden olduğu ön ayak ülserleridir.^[32] On dereceden daha düşük miktarda ayak bileği dorsifleksiyonuyla sonuçlanacak kadar şiddetli bir

aşil tendon gerginliğinin halluks valgus ile ilişkili olduğu gösterilmiştir.^[33] Yine gergin aşil tendonun varlığı halluks valgus cerrahisi sonrası yüksek rekürrens oranlarıyla da ilişkilendirilmiştir.^[34]

Yapısal halluks limitus hem yük altında hem de yük binmeden gelişen birinci MTF eklem dorsifleksiyon kısıtlılığı olup halluks rijidus ile ilgili bir kavramdır. Fonksiyonel halluks limitus ise sadece ayak başparmağına yük binmesiyle meydana gelen dorsifleksiyon hareketinin kısıtlı olmasıdır ve halluks valgus deformitesiyle ilişkilendirilmiştir.^[35] Özellikle eversiyonda kalkaneus, fleksible ön ayak, valgus ve plantar fleksiyon pozisyonunda birinci sıra gibi anatomik değişikliklerin varlığında yürüme esnasında birinci metatars başının üzerindeki yer reaksiyon gücü artar.^[36] Yük binme sırasında birinci MTF'nin dorsifleksiyonu birinci sırasının dorsifleksiyona gitme eğilimini karşılar. Ama birinci MTF dorsifleksiyonu kısıtlı ve birinci sırada hiper mobil ise birinci sıra yük binme esnasında normalden fazla dorsifleksiyona uğrar. Bu durumun birinci MTF eklem aksının inversiyona uğrayıp aşırı valgus yüklenmesine uğramasına ve sonuç HV deformitesine neden olduğu düşünülmektedir.^[37]

Sonuç olarak halluks valgus, zemin hazırlayıcı etiyolojik ve anatomik faktörlerin varlığında gelişen kompleks biyomekanik değişikliklerin neden olduğu bir deformitedir. Normal bir ayakta da başparmağın valgusa gitme eğiliminde olduğu unutulmamalıdır. Diğer MTF eklemlere göre daha instabil olan birinci MTF eklem bu doğal valgusa kaçış eğiliminden statik ve dinamik stabilizatörleri sayesinde korunmaktadır. İlk statik stabilizatörlerin fonksiyon kaybıyla başlayan biyomekanik süreçte, metatars başının mediale kaçmaya başlamasıyla dinamik stabilizatörler deformiteyi arttırıcı güçlere dönüşmektedir. Halluks valgus gelişimine neden olan etiyolojik ve biyomekanik faktörlerin bilinmesi hastaya özel bir cerrahi planlama yapılmasına olanak sağlayıp cerrahi sonrası rekürrens ihtimalini azaltacaktır.

KAYNAKLAR

1. Myerson MS. Hallux valgus. In: Myerson MS, editor. Foot and ankle disorders. Philadelphia: WB Saunders; 2000. p. 213-289.
2. Menz HB, Marshall M, Thomas MJ, Rathod-Mistry T, Peat GM, Roddy E. Incidence and progression of hallux valgus: A prospective cohort study. Arthritis Care Res (Hoboken) 2021;11:200.
3. Coughlin MJ, Thompson FM. The high price of high-fashion footwear. Instr Course Lect 1995;44:371-7.
4. Coughlin MJ, Roger A, Mann Award. Juvenile hallux valgus: Etiology and treatment. Foot Ankle Int 1995;16:682-97. [Crossref](#)
5. Owoeye BA, Akinbo SR, Aiyegbusi AL, Ogunsola MO. Prevalence of hallux valgus among youth population in Lagos, Nigeria. Nigerian Postgrad Med J 2011;18:51-5. [Crossref](#)
6. Nery C, Coughlin MJ, Baumfeld D, Ballerini FJ, Kobata S. Hallux valgus in males--part 1: Demographics, etiology, and comparative radiology. Foot Ankle Int 2013;34(5):629-35. [Crossref](#)
7. Coughlin MJ, Jones CP. Hallux valgus: Demographics, etiology, and radiographic assessment. Foot Ankle Int 2007;28:759-77. [Crossref](#)
8. Sim-Fook L, Hodgson AR. A comparison of foot forms among the non-shoe and shoe-wearing Chinese population. J Bone Joint Surg Am 1958;40:1058-62. [Crossref](#)
9. Kato T, Watanabe S. The etiology of hallux valgus in Japan. Clin Orthop Relat Res 1981;157:78-81. [Crossref](#)
10. Fabeck LG, Zekhnini C, Farrokh D, Descamps PY, Delincé PE. Traumatic hallux valgus following rupture of the medial collateral ligament of the first metatarsalphalangeal joint: A case report. J Foot Ankle Surg 2002;41:1258. [Crossref](#)
11. Coughlin MJ, Shurnas PS. Hallux valgus in men. Part II: first ray mobility after bunionectomy and factors associated with hallux valgus deformity. Foot Ankle Int 2003;24:73-8. [Crossref](#)
12. Arbeeve L, Yau M, Mitchell BD, Jackson RD, Ryan K, Golightly YM, et al. Genome-wide meta-analysis identified novel variant associated with hallux valgus in Caucasians. J Foot Ankle Res 2020;13:11. [Crossref](#)
13. Clark HR, Veith RG, Hansen ST Jr. Adolescent bunions treated by the modified Lapidus procedure. Bull Hosp Jt Dis Orthop Inst 1987;47:109-22.
14. Perera AM, Mason L, Stephens MM. The pathogenesis of hallux valgus. J Bone Joint Surg Am 2011;93(17):1650-61. [Crossref](#)
15. Wilson DW. Treatment of hallux valgus and bunions. Br J Hosp Med 1980;24:548-9.
16. Haines RW, McDougall A. The anatomy of hallux valgus. J Bone Joint Surg Br 1954;36:272-93. [Crossref](#)
17. Stein HC. Hallux valgus. Surg Gynecol Obstet 1938;66:889-98.
18. Morton DJ. Structural factors in static disorders of the foot. Am J Surg 1930;9:315-26. [Crossref](#)
19. Fuller EA. The windlass mechanism of the foot. A mechanical model to explain pathology. J Am Podiatr Med Assoc 2000;90(1):35-46. [Crossref](#)
20. Okuda R, Kinoshita M, Yasuda T, Jotoku T, Kitano N, Shima H. The shape of the lateral edge of the first metatarsal head as a risk factor for recurrence of hallux valgus. J Bone Joint Surg Am 2007;89:2163-72. [Crossref](#)
21. Glasoe WM, Yack HJ, Saltzman CL. Anatomy and biomechanics of the first ray. Physical Therapy 1999;79:854-9. [Crossref](#)
22. Aper RL, Saltzman CL, Brown TD. The effects of hallux sesamoid resection on the effective moment arm of the flexor hallucis brevis. Foot Ankle Int 1994;15:462-70. [Crossref](#)
23. Phillips RD, Law EA, Ward ED. Functional motion of the medial column joints of the foot during propulsion. J Am Podiatr Med Assoc 1996;86:474-86. [Crossref](#)
24. Glasoe WM, Allen MK, Yack HJ. Measurement of dorsal mobility in the first ray: Elimination of fat pad compression as a variable. Foot Ankle Int 1998;19:542-6. [Crossref](#)

25. Uchiyama E, Kitaoka HB, Luo ZP, Grande JP, Kura H, An KN. Pathomechanics of hallux valgus: Biomechanical and immunohistochemical study. *Foot Ankle Int* 2005;26:732-8. **Crossref**
26. Arinci Incel N, Genç H, Erdem HR, Yorgancioglu ZR. Muscle imbalance in hallux valgus: An electromyographic study. *Am J Phys Med Rehabil* 2003;82(5):345-9. **Crossref**
27. Atbaşı Z, Erdem Y, Kose O, Demiralp B, Ilkbahar S, Tekin HO. Relationship between hallux valgus and pes planus: Real or fiction? *J Foot Ankle Surg* 2020;59(3):513-7. **Crossref**
28. Phillips RD, Phillips RL. Quantitative analysis of the locking position of the midtarsal joint. *J Am Podiatry Assoc* 1983;73:518-22. **Crossref**
29. 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. **Crossref**
30. Shereff MJ, Bejjani FJ, Kummer FJ. Kinematics of the first metatarsophalangeal joint. *J Bone Joint Surg Am* 1986;68:392-8. **Crossref**
31. Hansen ST Jr. Hallux valgus surgery. Morton and Lapidus were right! *Clin Podiatr Med Surg* 1996;13:347-54. **Crossref**
32. Armstrong DG, Stacpoole-Shea S, Nguyen H, Harkless LB. Lengthening of the achilles tendon in diabetic patients who are at risk for ulceration of the foot. *J Bone Joint Surg Am* 1999;81:535-8. **Crossref**
33. Coughlin MJ, Jones CP. Hallux valgus: Demographics, etiology, and radiographic assessment. *Foot Ankle Int* 2007;28:759-77. **Crossref**
34. Grebing BR, Coughlin MJ. Evaluation of Morton's theory of second metatarsal hypertrophy. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86:1375-86. **Crossref**
35. Laird PO. Functional hallux limitus. *Illinois Podiatrists* 1972;9:4.
36. Kappel-Bargas A, Woolf RD, Cornwall MW, McPoil TG. The windlass mechanism during normal walking and metatarsophalangeal extension. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 1998;13:190-4. **Crossref**
37. Scherer PR, Sanders J, Eldredge DE, Duffy SJ, Lee RY. Effect of functional foot orthoses on first metatarsophalangeal joint dorsiflexion in stance and gait. *J Am Podiatr Med Assoc* 2006;96:474-81. **Crossref**