



수술 후 중족골통의 치료

천동일

순천향대학교 부속 서울병원 정형외과

Treatment of Metatarsalgia after a Surgery

Dong-il Chun

Department of Orthopaedic Surgery, Soonchunhyang University Seoul Hospital, Seoul, Korea

Metatarsalgia is a generalized term used to describe forefoot pain. The possible etiologies can range from direct to indirect pathologies. Metatarsalgia has several causes. This paper evaluates the recent literature to provide an in-depth review of metatarsalgia after forefoot surgery.

Key Words: Metatarsalgia, Osteotomy

서 론

중족골통(metatarsalgia) 또는 중심 중족골통(central metatarsalgia)은 전신적 또는 국소적인 원인들에 의해 전족부의 통증이 두 번째, 세 번째 또는 네 번째 중족골두 근처에서 발생하게 되는 상황으로 단일한 진단이라기보다는 포괄적인 증상을 지칭하는 용어이다. 주로 생역학적인 변화에 의하여 전족부의 족저 부분에 압력이 높아져 생기는 경우가 많으며 보행 과정 중 전족부의 모든 부위가 체중을 골고루 나눠 갖지 못하고 일부분에 반복적으로 집중되는 경우에 발생한다. 또한 무지외반증, 소족지의 갈퀴족지 변형, 요족으로 인한 전족부의 과도한 회내(pronation), 아킬레스건의 단축으로 인한 족관절의 운동범위 감소 등과 같은 족부관절의 다양한 원인들에 의해 중족골통이 발생할 수 있다.

해부학 및 생역학

해부학적 구조상 전족부의 제 1열 및 제 4, 5열은 시상면에서 굴신 운동이 일부 가능하지만 제 2열과 제 3열의 경우, 해당 중족골의 기저부는 설상골들과 안정적인 관절을 형성해 굴신 운동이 상대적으로 허용되지 않아 족저로부터 가해지는 과도한 압력으로 인한 충격에 취약하다.

체중부하 보행 과정 중 각각의 시기를 구분하여 이해하는 것이 중족골통의 생역학적 원인 파악에 도움이 된다. 만약 보행 과정 중 뒤꿈치가 땅에 닿은 후 발바닥 전체가 지면에 닿는 시기(mid-stance 또는 second-rocker phase)에 하나 또는 그 이상의 중족골에 해부학적으로 과도하게 족저 굴곡된 변형이 있는 경우, 해당 골두의 위치가 다른 골두들에 비하여 시상면에서 낮게 위치하게 됨으로 이곳으로 압력이 과도하게 집중된다. 한편, 뒤꿈치가 들리면서(heel rise) 제 1족지를 포함한 전족부가 땅을 박차고 나가는 시기(third-rocker phase)에 다른 중족골들에 비해 지나치게 긴 중족골이 있다면 이곳으로 과도한 압력이 작용하여 통증의 원인이 된다.¹⁾

Received February 17, 2020 Revised February 24, 2020 Accepted February 27, 2020

Corresponding Author: Dong-il Chun

Department of Orthopaedic Surgery, Soonchunhyang University Seoul Hospital, 59 Daesagwan-ro, Yongsan-gu, Seoul 04401, Korea
Tel: 82-2-709-9250, Fax: 82-2-710-3191, E-mail: orthochun@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7255-8984

Financial support: None.

Conflict of interest: None.

중족골통의 원인과 분류

Espinosa 등²⁾은 중족골통을 일차성, 이차성, 외인성의 세 가지로 분류하였으며(Table 1) 이러한 원인에 따른 분류는 치료의 계획을

Table 1. Different Types of Metatarsalgia

Category	Cause
Primary metatarsalgia	Insufficiency of the first ray Excess of metatarsal plantar slope or plantar flexed metatarsal bone Metatarsal head protuberance (arthritis, tumor, infection, congenital, hereditary) Metatarsal length discrepancy
Secondary metatarsalgia	Equinus (pes cavus, contracture of gastroc-soleus complex) Metabolic disorders (gout) Systemic disorders (rheumatoid arthritis) Arthritis of MP joints Trauma Neurologic disorders (Morton's neuroma, tarsal tunnel syndrome) Freiberg's disease
Iatrogenic metatarsalgia	Failed hallux valgus surgery Failed MP joint fusion Failed corrective metatarsal osteotomies (indication vs. technical error) Failed shortening of 2nd ray

Data from the article of Espinosa et al. (Foot Ankle Int. 2008;29:871-9).²⁾

MP: metatarso-phalangeal.

세우는 데 도움을 준다. 일차성 중족골통은 환자에게 내재한 중족골의 이상, 즉 과도한 족저 굴곡 또는 길이의 부조화뿐만 아니라 제 1열의 과운동성(hypermobility first ray), 족저 패드(plantar pad)의 위축, 전족부의 과도한 회내 등으로 이환된 중족골에 과도한 압력이 집중될 때 발생한다. 이차성 중족골통은 흔하게는 중족골의 골절 후 회전 또는 각형성 부정유합으로 인한 부정렬(malalignment)이 원인이다. 여기에 중족골두들 사이로 지나가는 지간신경이 압박되며 신경증상을 유발하기도 한다. 의인성 중족골통들 중에서는 전이성 중족골통이 가장 흔하며 이는 무지외반증에 대한 절골술 후 제 1중족골두가 거상되거나 소족지 중족골에 대한 절골술 이후 과도한 단축이나 중족골두의 거상이 발생하여 이차적으로 유발되는 경우가 많다.

중족골통의 진단

기본적인 중족골통의 진단으로 환자의 과거력 청취를 통해 외상 또는 수술에 대한 기왕력과 전신적인 병증을 알아보는 것이 중요하다. 신체검사에서 환자를 서게 하거나 걷게 하여 특정 동작에서의 통증 악화 여부를 알아보아야 한다. 평소에는 신는 신발과의 관계를 파악하는 것도 도움이 된다. 족관절 운동과의 연관성도 고려해야 한다. 족배 굴곡 운동범위의 제한을 보일 때, 비복근(gastrocnemius) 단독 또는 가자미근(soleus)과 병합된 단축을 구별하기 위하여 Silfver-skiöld 검사를 시행하고 지간신경에 대한 압박을 포함한 신경과 혈관의 상태를 관찰해야 한다. 그리고 골단축으로 인하여 증상이 발생하면 무지의 위약감을 호소하고 내재근이 상대적 이완 효과에 의해 무지가 약간 들리면서 올라가는 형태가 생긴다. 제 2족지도 평소보다 더 굴곡되는 형태가 된다. 이는 무지의 굴곡전에 의해 제 2족지

굴곡전이 같이 근위부로 약간 이동해서 발생하는 것으로 추정된다. 환자는 무지 자체의 단축을 호소하기도 하고 제 2중족골두 밑에 중족골통을 호소하기도 한다.

기본적인 방사선 검사로 체중을 부하한 상태에서 양측 족부의 전후면과 측면을 촬영하여 중족골들 간의 상대적 길이와 측면 경사의 정도를 파악한다. 또한 내사면(internal oblique) 촬영을 추가하여 중족지간 관절의 아탈구나 탈구를 확인한다.

수술 후 발생하는 의인성 중족골통

여러 가지 원인에 의한 중족골통이 존재하지만 본 고찰에서는 의인성(특히 무지외반증 수술 후) 중족골통에 대해 기술하고자 한다.

무지외반증은 족부 질환 중에서도 흔히 수술적 치료를 필요로 하는 질환 중 하나이다. 하지만 수술 후 과교정, 부족한 교정, 무지내반증, 골단축, 제 1중족지 부정유합, 불유합 등의 합병증도 적지 않다. 수술 이후 제 1열이 보행의 제 2, 3 rocker 단계에서 무게를 온전히 받혀주지 못하면 그 힘은 다른 열 쪽으로 전달되며 종종 의인성 중족골통이 발생하게 된다.

1. 절골술 후 발생하는 중족골통

원위 갈매기형 절골술은 평균 2.2 mm 골단축, 근위 절골술은 평균 2 mm 골단축이 발생했다는 보고가 있다.^{3,4)} 절골술에 따라 골단축의 정도가 다르나 이외에 단축이 많이 생기는 절골술로는 Mitchell 절골술, Wilson 절골술 등이 있다.

가장 흔히 발생하는 합병증으로 재발, 골단축, 무혈성 괴사가 있으며 이들에 의하여 전이성 중족골통이 발생되기도 한다. 재발의 가장 큰 원인은 대부분 중증도 이상의 무지외반증에 이 절골술을 시행한

경우이다. 절골 시 골제거가 많이 되지 않도록 조심하고 전이시킬 때 절골 부위가 해면질 골이라 단단하지 않으므로 견고하게 고정되지 않으면 골단축이 생길 수 있다. 큰 골단축이 발생하면 전이성 증족골통(transfer metatarsalgia)이 발생하는 경우가 많고 골단축으로 인해 무지가 들리거나 굴곡력이 떨어지게 된다. 대부분의 술자에서 다른 절골술에 비해 원위 갈매기형 절골술에서 골단축이 많이 발생함을 경험하게 된다. 특히 이중면 내측 켜기 절골술(biplanar medial wedge osteotomy)을 추가적으로 시행할 때에는 골단축에 특히 주의를 요한다. 이때 발생하는 전이성 증족골통은 주로 제 2증족골두 밑에 발생하며 골단축과 족배 굴곡 변형이 동반되면 더욱 심해진다. 어느 정도의 골단축으로 인해 전이성 증족골통이 발생하는지는 확실하지 않으며 여기에는 술 전 증족골 길이, 동반된 족배 굴곡 변형 등 다양한 요인이 작용한다.

원위 증족골 절골술 다음으로 흔히 행해지는 근위 증족골 절골술의 경우, 발생할 수 있는 합병증은 다른 절골술과 비슷하나 특히 주의해야 할 합병증으로는 제 1증족골 단축이나 연장, 족배 굴곡 변형, 과교정, 재발 등이 있다. 약간의 골단축이나 족배 굴곡 변형은 증상이 없으나 심할 경우 전이성 증족골통이 발생할 수 있다. 근위 개방성 절골술은 골연장으로 증족지 관절 주위의 내재근이 긴장되어 관절 운동 제한이나 변형의 재발, 관절염이 생길 가능성이 있다. 그리고 이로 인하여 다른 형태의 증족골통이 발생할 수도 있다.



Figure 1. Hallux valgus with 1st Tarso-Metatarsal joint hypermobility. (A) Severe hallux valgus with 2nd Metatarsophalangeal joint subluxation and 1st Tarsometatarsal joint hypermobility. (B) Correction was made by 1st Tarsometatarsal arthrodesis using plate & screw and Weil osteotomy on 2nd metatarsal head.

2. 제 1증족-설상관절 고정술 후 발생하는 증족골통

무지외반증 교정을 위해 사용되는 증족-설상관절 고정술은 Lapidus에 의해 대중화 되었으며 이를 'Lapidus 술식'이라고 한다(Fig. 1).⁵⁾ Lapidus 관절 고정술은 다른 수술에 비해 기술적으로도 어렵고 회복 기간도 길며 다양한 합병증이 발생할 수 있다. 우선 만족할 만한 골유합을 얻기가 어렵고 술 후 5%~24%의 가관절 발생이 보고되어 있다.⁶⁾ 평균 8 mm의 골단축이 보고되며 충분한 증족골의 족저 굴곡이 골유합 시 이루어져야 한다. 이러한 가관절 및 골단축이 발생할 경우 대부분 전이성 증족골통이나 제 1열 증족골통이 발생하기 쉬우며 적절한 각을 이루어 골유합이 이루어지지 않으면 대부분 전이성 증족골통이 술 후에 발생하게 된다.

3. 제 1증족-족지관절 고정술 후 발생하는 증족골통

제 1증족-족지관절 고정술은 평균 78%~93%의 만족할 만한 결과를 보인다고 보고되어 있다.⁷⁻²⁰⁾ 골유합의 성공률은 평균 90%이며 불유합이나 가관절 형성도 대개 증상이 없어 만족할 만한 결과인 경우가 많다. 따라서 수술 후 결과에 가장 중요한 것은 관절 고정 위치이다. 이상적인 골유합 각도는 15도 외반, 20~25도 족배 굴곡으로, 15도 외반보다 작은 경우에 지간관절의 관절염이 발생할 가능성이 높아지고 무지 내측 끝이 신발과 마찰을 일으킬 확률도 높다. 지간관절의 관절염은 Steinmann 강선으로 고정한 경우 40%에서 발생한다고 보고되어 있으나¹⁵⁾ 임상적으로 증상이 없는 경우가 대부분이다. 족배 굴곡이 20도보다 작은 경우에도 지간관절에 관절염이 증가한다는 보고가 있는데,¹⁰⁾ 족배 굴곡이 작은 경우는 무지 끝에 압력이 증가하고 족배 굴곡이 큰 경우는 종자골의 압력이 높아지며 지간관절이 굴곡 변형될 수 있다. 이로 인해 제 1열 또는 이외의 부위에 전이성 증족골통이 유발될 수 있다.

수술 후 발생한 의인성 증족골통의 치료

증족골통의 원인에 대한 깊은 이해와 평가를 바탕으로 보존적 치료를 우선적으로 시행하게 되며 증상의 호전이 없는 환자들에 대하여 수술적 치료를 고려하게 된다. 해당 증족골두로의 과도한 압력 집중을 회피하기 위한 목적으로 증족골에 대한 절골술을 시행하는 술기들이 주를 이룬다. 절골을 시행하는 해부학적 위치에 따라 증족골의 경부 또는 골간단(metaphysis)에서 시행하는 원위 절골술과 간부에서 시행하는 절골술로 나눌 수 있으며 절골의 모양에 따라 폐쇄 켜기형 절골술(closing wedge osteotomy), 횡 절골술(transverse osteotomy), 사선형 절골술(oblique osteotomy) 또는 계단 절골술(step-cut osteotomy) 등의 방법들이 있다.

이러한 술식들을 종합하여, 제 1증족골을 늘리거나 제 2증족골을 줄일 수 있으며 경우에 따라서는 두 술식을 같이 할 수도 있다. 선천적으로 짧은 증족골을 늘리는 것은 어려우나 이 경우는 본래

의 길이에서 줄어든 중족골이라 늘리는 것이 어렵지 않다. 골단축으로 발생한 증상을 해결하는 데에는 줄어든 중족골을 직접 늘리는 것이 가장 효과적이다. 골연장은 변형된 scarf 형태로 절골 후 lamina spreader로 원하는 만큼 늘리고 나사못으로 고정하는 방법을 고려할 수 있다. 제 1중족골을 늘리고 나서 제 2중족골과의 길이를 비교하여 필요시 제 2중족골에 Weil 절골술을 시행하기도 한다. 제 2중족골 단독으로 골단축을 시행할 수도 있으며 간혹 제 1중족골의 체중부하를 늘리기 위해 족저 굴곡 절골술을 시행할 수도 있으나 어느 정도 교정을 할지 정하기 어렵고 무지 갈퀴 변형이 생길 수 있어 신중히 고려하여야 한다. 족배 굴곡 변형이 중족골통의 주 원인인 경우 소족지 중족골 절골술을 시행해 볼 수 있다.²¹⁻²⁵⁾

1. 소족지 중족골 절골술

중족골의 족배 굴곡 또는 단축을 유도하여 중족골통을 유발하는 중족골두를 상방 또는 근위부로 이동시키는 것이다. 하지만 중족골두의 이동이 부족할 경우에는 중족골통의 재발이, 과할 경우에는 다른 소족지로 전이성 중족골통을 유발할 수 있다.

1) 소족지 원위 중족골 절골술

중족골 원위부에서 갈매기형 절골술을 실시하여 원위 골편의 내측 전위와 동시에 배부로 2~3 mm 회전시키면 족저부의 피부못도 치료할 수 있다. 하지만 중족골두가 작고 절골술 후의 접촉면이 좁아서 수술 시 정확한 술기가 요구된다. 그 외 사선형 절골술, 중족골 경부 Mitchell 절골술, 내측 폐쇄 뼈기형 절골술 및 Weil 절골술 등이 있다(Fig. 2).²⁶⁾

2) 소족지 중족골 골간부 절골술

사선형 절골술과 역 scarf 절골술이 있으며 원위부 절골술로 하기에는 변형이 심한 경우 사용할 수 있다. 원위부 절골술보다 교정력은 좋지만 지면 유합이나 불유합 가능성이 높다(Fig. 3).

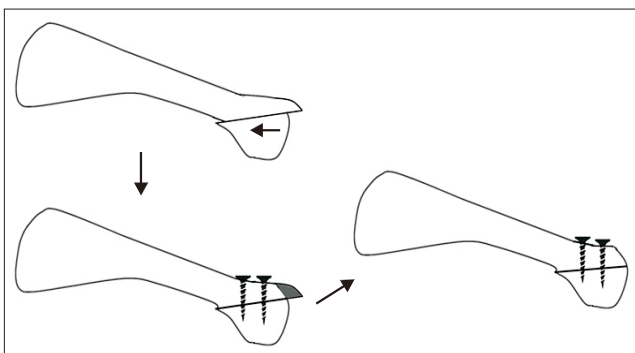


Figure 2. Distal metatarsal osteotomy (Weil osteotomy). After an osteotomy parallel to the supporting surface, distal fragment is repositioned proximally and fixed with the dorsal fragment.

이외에도 Wolf²⁷⁾는 배측 폐쇄 뼈기형 절골술을 원위 간부에서 시행하였고 Trnka 등²⁸⁾은 원위 간부로부터 시작하여 약 45도의 각도로 사선형 절골술을 시행한 후 내교정을 시행하지 않은 채로 체중부하 보행을 허용하여 원위 절골편의 자연스러운 거상 및 근위부로의 이동을 유도하는 술식을 보고하였다. Fleischli 등²⁹⁾은 중족-설상골

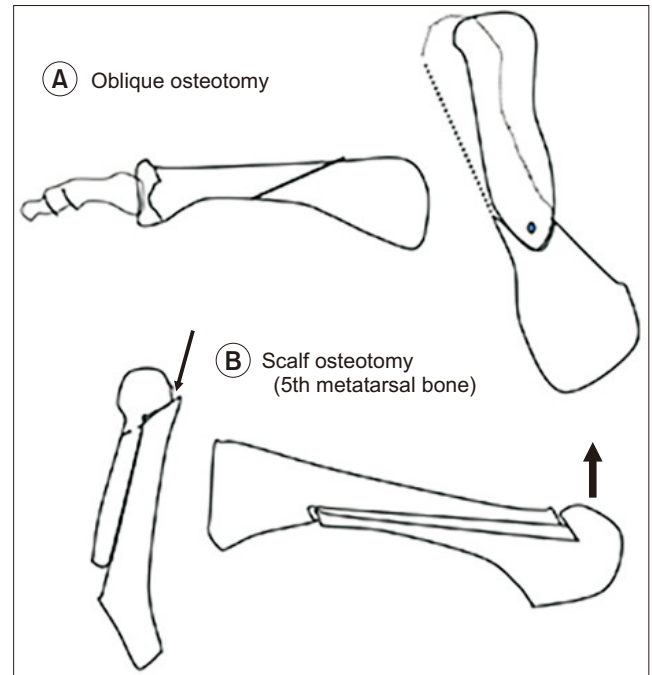


Figure 3. Metatarsal shaft osteotomy (lesser toes). (A) Oblique osteotomy: after an oblique osteotomy of metatarsal shaft on sagittal plane, rotate the distal fragment from dorsoplantar plane to medial plane. (B) Scalf osteotomy (5th metatarsal bone): after an Z-shaped osteotomy of the metatarsal shaft on the sagittal plane, medially translate and dorsally rotate the distal fragment.

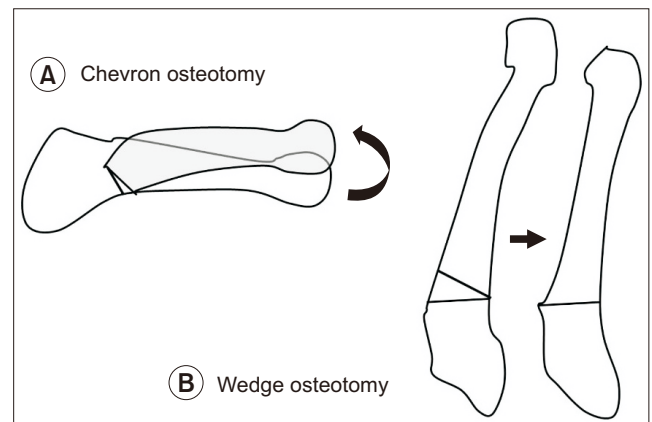


Figure 4. Proximal metatarsal osteotomy (5th metatarsal bone). (A) Chevron osteotomy: after a chevron osteotomy of the proximal metatarsal bone on the sagittal plane, medially translate and dorsally rotate the distal fragment. (B) Wedge osteotomy: after a medial wedge osteotomy on the dorsoplantar plane, medially rotate the distal fragment.

간 관절로부터 약 1 cm 원위부에서 치밀골을 약 2 mm에서 5 mm 가량 절제하는 배측 폐쇄 췌기형 절골술을 제시하였다.

3) 소족지 근위부 절골술

제 4-5중족골간 각이 크거나 변형이 심해 많은 교정각을 얻기 위해 시행할 수 있으며 내측 폐쇄 췌기형 절골술이나 중족골 근위 갈매기형 절골술 등이 있다(Fig. 4).

REFERENCES

1. Feibel JB, Tisdell CL, Donley BG. Lesser metatarsal osteotomies. A biomechanical approach to metatarsalgia. *Foot Ankle Clin.* 2001;6:473-89. doi: 10.1016/s1083-7515(03)00108-6.
2. Espinosa N, Maceira E, Myerson MS. Current concept review: metatarsalgia. *Foot Ankle Int.* 2008;29:871-9. doi: 10.3113/FAL2008.0000.
3. Hirvensalo E, Böstman O, Törmälä P, Vainionpää S, Rokkanen P. Chevron osteotomy fixed with absorbable polyglycolide pins. *Foot Ankle.* 1991;11:212-8. doi: 10.1177/107110079101100405.
4. Mann RA, Rudicel S, Graves SC. Repair of hallux valgus with a distal soft-tissue procedure and proximal metatarsal osteotomy. A long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 1992;74:124-9.
5. Lapidus PW. A quarter of a century of experience with the operative correction of the metatarsus varus primus in hallux valgus. *Bull Hosp Joint Dis.* 1956;17:404-21.
6. Coughlin MJ, Mann RA. *Surgery of the foot and ankle.* 7th ed. St. Louis (MO): Mosby; 1999.
7. Beauchamp CG, Kirby T, Rudge SR, Worthington BS, Nelson J. Fusion of the first metatarsophalangeal joint in forefoot arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1984;(190):249-53.
8. Chana GS, Andrew TA, Cotterill CP. A simple method of arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint. *J Bone Joint Surg Br.* 1984;66:703-5.
9. Coughlin MJ. Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint with mini-fragment plate fixation. *Orthopedics.* 1990;13:1037-44.
10. Coughlin MJ. Rheumatoid forefoot reconstruction. A long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82:322-41.
11. Coughlin MJ, Abdo RV. Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint with Vitallium plate fixation. *Foot Ankle Int.* 1994;15:18-28. doi: 10.1177/107110079401500105.
12. Goucher NR, Coughlin MJ. Hallux metatarsophalangeal joint arthrodesis using dome-shaped reamers and dorsal plate fixation: a prospective study. *Foot Ankle Int.* 2006;27:869-76. doi: 10.1177/107110070602701101.
13. Henry AP, Waugh W, Wood H. The use of footprints in assessing the results of operations for hallux valgus. A comparison of Keller's operation and arthrodesis. *J Bone Joint Surg Br.* 1975;57:478-81.
14. Kumar S, Pradhan R, Rosenfeld PF. First metatarsophalangeal arthrodesis using a dorsal plate and a compression screw. *Foot Ankle Int.* 2010;31:797-801. doi: 10.3113/FAL2010.0797.
15. Mann RA, Oates JC. Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint. *Foot Ankle.* 1980;1:159-66. doi: 10.1177/107110078000100305.
16. Mann RA, Schakel ME 2nd. Surgical correction of rheumatoid forefoot deformities. *Foot Ankle Int.* 1995;16:1-6. doi: 10.1177/107110079501600101.
17. Mann RA, Thompson FM. Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint for hallux valgus in rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg Am.* 1984;66:687-92.
18. Moynihan FJ. Arthrodesis of the metatarso-phalangeal joint of the great toe. *J Bone Joint Surg Br.* 1967;49:544-51.
19. Sung W, Kluesner AJ, Irrgang J, Burns P, Wukich DK. Radiographic outcomes following primary arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint in hallux abductovalgus deformity. *J Foot Ankle Surg.* 2010;49:446-51. doi: 10.1053/j.jfas.2010.06.007.
20. Thompson FR, McElvenny RT. Arthrodesis of the first metatarsophalangeal joint. *J Bone Joint Surg.* 1940;22:555-8.
21. Khurana A, Kadamabande S, James S, Tanaka H, Hariharan K. Weil osteotomy: assessment of medium term results and predictive factors in recurrent metatarsalgia. *Foot Ankle Surg.* 2011;17:150-7. doi: 10.1016/j.fas.2010.04.003.
22. Leventen EO, Pearson SW. Distal metatarsal osteotomy for intractable plantar keratoses. *Foot Ankle.* 1990;10:247-51. doi: 10.1177/107110079001000501.
23. O'Kane C, Kilmartin TE. The surgical management of central metatarsalgia. *Foot Ankle Int.* 2002;23:415-9. doi: 10.1177/107110070202300508.
24. Pearce CJ, Calder JD. Metatarsalgia: proximal metatarsal osteotomies. *Foot Ankle Clin.* 2011;16:597-608. doi: 10.1016/j.fcl.2011.08.007.
25. Schuh R, Trnka HJ. Metatarsalgia: distal metatarsal osteotomies. *Foot Ankle Clin.* 2011;16:583-95. doi: 10.1016/j.fcl.2011.08.009.
26. Grimes J, Coughlin M. Geometric analysis of the Weil osteotomy. *Foot Ankle Int.* 2006;27:985-92. doi: 10.1177/107110070602701121.
27. Wolf MD. Metatarsal osteotomy for the relief of painful metatarsal callosities. *J Bone Joint Surg Am.* 1973;55:1760-2.
28. Trnka HJ, Kabon B, Zettl R, Kaider A, Salzer M, Ritschl P. Helal metatarsal osteotomy for the treatment of metatarsalgia: a critical analysis of results. *Orthopedics.* 1996;19:457-61.
29. Fleischli JE, Anderson RB, Davis WH. Dorsiflexion metatarsal osteotomy for treatment of recalcitrant diabetic neuropathic ulcers. *Foot Ankle Int.* 1999;20:80-5. doi: 10.1177/107110079902000203.