



무지 외반증 교정 수술 후 합병증

배서영, 이익종

인제대학교 의과대학 상계백병원 정형외과학교실

Complications after Surgical Correction of Hallux Valgus

Su-Young Bae, Oei-Jong Lee

Department of Orthopedic Surgery, Sanggye Paik Hospital, Inje University School of Medicine, Seoul, Korea

The goal of surgical correction for hallux valgus is to achieve a painless, shoe-wearable, and relatively straight toe with a balanced joint motion that results in aesthetically and functionally satisfactory toe. To date, there has not been a consensus on the ultimate surgical procedure for hallux valgus correction. Unfortunately, such a consensus may be difficult since it is not uncommon to encounter complications after hallux valgus correction. Postoperative soft tissue complications include difficult wound healing, infection, hypertrophy, or pain of the scar, joint stiffness, and tendon or sensory nerve damage. Postoperative bony complications include malunion, nonunion, failure of fixation, failure of angle correction, recurred deformity, osteomyelitis, and failure of balance between the metatarsal heads. Herein, we review common complications after surgical correction of hallux valgus, such as stiff joint, bony complications, recurrence of the deformity, and hallux varus.

Key Words: Hallux valgus, Complications

서론

무지 외반의 치료에서 교정 수술의 목표는 통증이 없고 충분히 유연하고 균형 있게 움직이면서 비교적 곧은, 즉 기능적이면서도 미용적으로 만족할 만한 발을 얻는 데 있다. 오랜 세월 동안 무지 외반증의 수술적 치료에 있어 다각적 치료법들이 시도되어 왔지만 수술 술기는 다양하고 결과의 예측은 여전히 어렵다. 술자마다 각각 다른 수술 방법을 사용하고 있는 가장 큰 이유는 수술 후 합병증이 가장 적은 수술 방법에 대한 합의가 아직 이루어지지 않았기 때문이다. 이를 바꾸어 말하면 모든 수술 방법은 여전히 어느 정도 수술 후 합병증에 취약하다고 할 수 있다.

한편 환자에게 수술적 치료를 설명함에 있어 가능한 합병증들을 가급적 모두 포함하여 설명해야 하는 국내 의료 환경의 사회적 요

구에 따라 합병증에 대한 이해와 설명 및 대처는 점점 중요해지고 있다. 수술적 치료의 모든 예상할 수 있는 합병증을 빠짐 없이 설명하거나 기술하는 것은 불가능하지만 비교적 흔히 발생하는 합병증에 대한 수술 전 후의 관심은 환자와 의사 모두에게 중요하다.

무지 외반증의 수술 후 합병증의 빈도는 수술 전 변형의 정도, 수술 방법 등에 따라 다르게 보고되며 10%~50%에 이르기까지 매우 다양하여 일정한 합병증의 빈도를 말하기 어렵다.^{1,2)} 수술 후 합병증은 창상 합병증, 감염, 상흔의 비후나 통증, 관절 강직, 괴사,³⁾ 건 손상이나 감각신경의 손상⁴⁾과 같은 연부조직 합병증과 부정유합이나 불유합,^{5,6)} 변형 각교정의 실패나 고정 실패,⁷⁾ 골수염, 무혈성 괴사,⁸⁾ 중족골 길이나 골두의 상하 위치의 부조화 등 골성 합병증으로 나누어 볼 수 있다(Fig. 1). 여기서는 비교적 흔히 발생하는 합병증에 대한 예방 및 가능한 대처 방법들을 관절의 강직, 골 유합에 관련된 합병증, 변형의 재발, 무지 내반증⁹⁻¹¹⁾ 등으로 나누어 살펴보고자 한다.

Received May 15, 2017 Revised June 8, 2017 Accepted June 8, 2017

Corresponding Author: Su-Young Bae

Department of Orthopedic Surgery, Sanggye Paik Hospital, Inje University School of Medicine, 1342 Dongil-ro, Nowon-gu, Seoul 01757, Korea

Tel: 82-2-950-1399, Fax: 82-2-950-1398, E-mail: youngos@paik.ac.kr

Financial support: None.

Conflict of interest: None.

Copyright ©2017 Korean Foot and Ankle Society. All rights reserved.

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

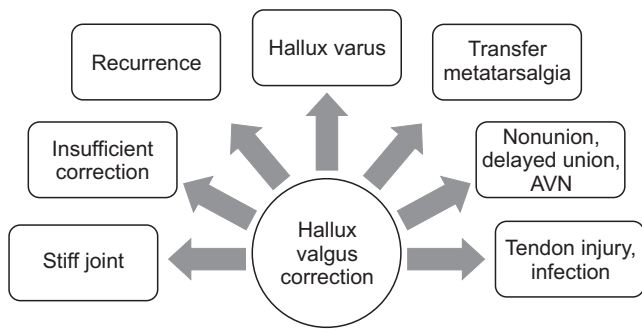


Figure 1. Several soft tissue and bony complications after hallux valgus correction surgery. AVN: avascular necrosis.

본 론

1. 관절의 강직

양호한 무지 외반증의 치료 결과를 위해서 중족족지관절의 가동성을 유지하는 것은 매우 중요하다. 수술 후 관절의 강직을 일으키는 관절 연부조직의 섬유화(arthrofibrosis)는 단순히 관절 침습적 수술 후 발생하는 반흔조직 외에도 기존의 중족지간관절 퇴행성 변화나 이미 변형된 골두와 상합하지 않는 종자골, 술 후 통증이나 부종으로 관절 가동 지연, 감염, 수술 후 관절낭을 너무 단단히 중첩시켜 봉합하는 경우 등 다양한 요인이 작용한다.

관절의 유연성을 유지하기 위해서는 부종을 빨리 완화시키고, 통증을 잘 조절하며, 조기에 관절 운동을 시작해야 하며 수술 중 과도한 관절낭의 절제나 과한 중첩 봉합을 지양하고 자연스러운 수동 운동이 가능한 범위에서 관절낭을 봉합하는 것이 중요하다. 중족골의 길이가 길어지면 관절에 과도한 압력이 가해져 운동 범위가 줄 수 있으므로 중족골의 길이 변화에 주의하여야 한다. 중족골두가 죽어 혹은 족배측으로 전위되면 그 또한 통증이나 수동 및 능동 관절 운동 범위가 줄어드는 원인이 되므로 주의해야 한다. 즉 관절의 가동성에는 연부조직과 골조직 모두가 관여한다.

관절낭의 과도한 중첩이나 관절유착에 의한 관절 운동 제한은 유착 조직의 유리술과 관절 수동 조작 등으로 어느 정도 호전될 수 있지만¹²⁾ 중족골두의 삼차원적 부정위나 종자골의 상합성 문제 등¹³⁾ 골의 구조적 요인이 동반되어 있다면 연부조직 유리술만으로는 충분하지 않고 골두의 적정 위치를 얻기 위해 재절골술을 시행하는 등 관절 감압을 위한 추가의 조치가 필요할 수 있다.

2. 골 조직 합병증

1) 불유합과 지연유합

골 구조에 의한 합병증 중 부정유합은 변형의 재발 혹은 불충분한 교정과 연관되므로 순수한 골 합병증은 불유합과 골수염, 골의 무혈성 괴사⁸⁾라고 할 수 있다. 불유합은 무지 외반증의 수술적 교정에서 그리 흔하지 않은 합병증이다. 대부분은 절골 후 고정력이

충분하지 않거나 너무 일찍 체중부하를 시도한 경우, 절골의 모양이나 전위가 부적절하여 접촉면이 너무 작은 경우 등에 발생하는데 대부분은 불유합이라기보다는 지연유합에 가깝다. 일단 불유합이 발생하면 교정의 실패가 어느 정도 동반되므로 무지 외반 잔존 변형의 정도가 받아들일 수 있는 정도라면 체중부하 및 보행의 제한만으로 대개 충분한 치료가 된다. 그러나 수술적 치료가 요구될 정도의 변형과 유합 실패가 동반되어 있다면 변형의 재교정과 골유합을 동시에 얻기 위해 처음 시행했던 수술 방법보다 더 견고한 고정물을 선택하고 필요시 골이식을 주저하지 말아야 한다. 불유합 혹은 지연유합이 관찰되는 경우 감염이 흔해져 있는지 살펴야 하며 이 경우 모든 치료 목적에 앞서 감염에 대한 치료가 우선되어야 하므로 환자와 충분한 논의를 거쳐 적극적으로 대처하도록 해야 한다.

2) 골괴사

골괴사가 발생하는 원인은 중족골의 원위 절골술, 감염, 중족족지관절 외측의 연부조직 유리술 등이다.⁸⁾ 중족골두의 혈류 공급은 관절 족배측과 외측에 위치하는 족배동맥의 망상 구조에 의한 골외 분포 및 중족골 원위 외측으로 들어가는 영양동맥에 의하는데 앞서 나열한 모든 술기는 이 혈류를 차단시킬 수 있기 때문에 골괴사의 위험 요인으로 생각된다.

원위 중족골 절골 중 가장 흔히 사용하는 갈매기형(chevron) 절골술에서 무혈성 괴사의 빈도는 그리 흔하지 않고 기존의 연구들에서는 0%~10%로 일정하지 않게 보고되고 있는데 1985년 Meier와 Kenzora¹⁴⁾가 원위 절골술만 시행하는 경우에 20%, 외측 연부조직 유리술을 함께 시행하는 경우에 40%라고 보고하면서 그 위험성에 대한 염려가 다소 과장된 바 있다. 또한 대부분의 경우에 중족골두의 골괴사는 외측 골두의 일부만을 침범하고 골두 전체의 함몰로 발전하지 않기 때문에 변형의 진행이나 증상을 반드시 동반한다고는 할 수 없다.

골괴사가 관찰되는 경우라도 골두의 침범이 광범위하지 않고 관절이 안정적이라면 조심스럽게 골두의 변화를 관찰하는 것으로 충분하고 염증반응에 의한 관절 증상이 동반되는 동안만 활동을 제한시키면 된다. 드물지만 골두 전체의 함몰이나 변형, 이차적 관절염의 진행이 일어날 수 있는데 이때는 골두 절제나 중족지간관절의 유합술을 고려해야 한다. 일단 골괴사가 일어나 관절 유합술을 시행해야 하는 경우에는 무지의 길이 유지를 위하여 지주골 이식(strut bone graft)을 시행해야 하는 경우가 대부분이며 고정도 용이하지 않아 관절 유합술에 따른 이차적 합병증, 즉 가관절(pseudarthrosis)에도 유의해야 한다.¹⁵⁾ 골괴사가 한번 발생하면 비록 유익한 증상이 동반되지 않더라도 진행 여부에 대해서는 근접 추시가 필요한 것은 사실이므로 위험 요인으로 작용할 수 있는 술기들은 주의를 기울일 필요가 있다. 즉 외측 연부조직의 조작은 최소로 하고 원위 절골술을 시행할 때 톱날이 외측으로 깊이 전진하지 않도록

록 항상 주의하여야 한다. 이와는 별개로 통풍성 관절염을 가지고 있는 환자의 무지 외반 수술 후에는 통풍 결절의 침착에 의한 골 침식으로 관절면 일부가 무혈성 골괴사처럼 보일 수 있으므로 통풍성 관절염 증상이 반복되지 않도록 관리하는 것도 중요하다.

3. 무지 외반 변형의 재발 혹은 불충분한 교정

변형의 재발은 엄밀하게 말하자면 변형이 수술에 의해 충분히 교정된 뒤 일정 시간이 경과된 후 재발하는 것을 의미하지만 대부분의 재발은 변형의 교정 과정 중에 술자의 예측 가능 여부에 상관 없이, 변형의 하나 이상의 요인이 불충분하게 교정되고 외반 변형이 다시 발생하는 원인이 되어 발생한다. 따라서 변형의 재발은 불충분한 교정과 항상 연관되어 있다. 다만 불충분한 교정은 애초에 변형이 큰 경우, 연소기 무지 외반증, 중족골 내전이 동반되거나 관절의 과도한 유연성 혹은 경직 등 여러 요인과도 연관되므로 수술 후 발생하는 변형의 재발을 술자가 완벽하게 제어하는 것은 거의 불가능하다.

원위 갈매기형 절골술 후 중족골간각이 15도 이상이거나 무지 외반 변형각이 35도 이상이면 약 10%에서 변형이 재발된다는 보고가 있고 수술 방법에 무관하게 변형의 재발은 2.7%에서 16%까지 다양하게 보고되며, 재발에 의한 재교정 수술이 필요한 빈도 역시 원위 절골술, 근위 절골술, 중족족근관절 유합술(Lapidus procedure) 간에 유의한 차이가 없다고 보고되고 있다.^{1,2,16-20} 이를 보면 심한 변형을 가진 무지 외반증에서 재발의 위험이 크지만 어떤 수술 방법을 선택하는지에 대해서는 상대적으로 덜 영향을 받는다고 할 수 있다.

일단 무지 외반 변형이 재발하면 일차 수술보다 좀 더 섬세한 수술 전략이 요구된다. 재발한 변형을 구성하는 가장 중요한 요소가

무엇인지 얼마만큼의 교정이 필요한지 숙고하고 일차적 수술 전략 외에도 만일 수술 중 충분히 교정되지 않으면 어떤 술식을 추가로 시행할 것인가에 이르기까지 치밀한 계획을 필요로 한다. 환자의 현재 변형 정도, 진행 여부, 교정 목표, 증상의 정도, 환자가 원하는 교정의 정도를 파악하고 수술 방법을 선택해야 하며 수술 방법 및 교정 목표를 정할 때뿐만 아니라 수술 후 관리에도 환자를 적극적으로 동참시키는 것이 바람직하다. 방사선적 소견만을 기준으로 재수술을 결정하는 것보다 환자가 불편을 느끼는 증상 여부와 정도에 따라 재교정술이 정말 필요한지를 판단하는 것이 우선되어야 한다.

변형의 재교정을 위해서는 관절의 진행된 관절염 여부, 중족족지관절의 상합성, 이전의 술기, 근위지골의 형태, 중족골간각의 정도, 무지 외반 변형의 각변형 정도 외에도 진행성 여부와 연부조직의 문제가 동반되어 있는가를 모두 고려하여 이차 술기를 결정하여야 한다. 이차 교정술의 방법으로는 일차 수술 방법에 동원 가능한 모든 술기를 포함하며, 중족족지관절의 유합술이나 중족족근관절의 유합술과 같은 관절 제거 수술(joint sacrificing procedure)들도 고려되며 관절의 재정렬을 유도하는 절골술 및 연부조직의 유리술이 동반되어 시행되기도 한다. 모든 이차 교정술의 구체적 방법은 각 증례마다 철저히 개별적으로 구상되어야 한다(Fig. 2, 3).

최근 들어 변형의 재발의 한 위험 요소로 중족골의 원위 관절면이 이루는 각도(distal metatarsal articular angle, DMAA)가 주목되고 있고 이의 적절한 교정을 위해 중족골의 절골 중에 원위 골편을 회전 전위시키거나 두 곳에서 절골을 시행하여 중족골간각과 원위중족골관절면각을 동시에 교정하는 ‘이중 절골술(double osteotomy)’을 시행하기도 한다. 하지만 이런 방법이 재발한 무지 외반증의 치료에 항상 필요하다고 하기 어렵고, 모든 무지 외반증



Figure 2. Insufficient correction of hallux valgus deformity (A) in a 75-year-old female patient was treated with metatarsophalangeal joint arthrodesis (B).



Figure 3. Recurred hallux valgus deformity (middle) after proximal osteotomy (A) was treated with proximal arthrodesis (B).

의 재발에 DMAA의 증가가 원인으로 작용하는 것도 아니어서 일괄적 적용은 여전히 어렵다.²¹⁾ Raikin 등⁷⁾은 2014년 제시한 재수술의 알고리즘(algorithm)을 통해 재수술을 위해 중족지간관절의 관절염 유무, DMAA의 증가 여부, 근위관절인 즉근중족관절의 불안정성, 족지골의 형태, 중족골간각의 교정 불충분 여부 등을 고려하여 관절 유합술을 시행할 것인지, 재절골술을 시행할 것인지, 어느 위치의 절골술을 선택할 것인지 등에 대한 지침을 제시하고 있다. 그러나 많은 무지외반 변형 재발의 경우 여러 가지 원인과 문제점들을 동시에 가지고 있는 경우가 많다. 예를 들어 근위관절의 불안정이 있으면서 DMAA도 증가되어 있고 근위지골의 형태는 외측으로 편향되어 있고 평행축이면서 어느 정도의 중족지간관절의 관절염을 가지고 있다면 재절골을 시행할 것인지, 관절 유합술을 시행할 것인지, 관절 유합술을 어디에서 시행할 것인지 등 여전히 쉽지 않은 고민이 남게 된다. 따라서 실제로는 대부분의 재수술에서 여러 술기를 병합하는 것을 고려해야 한다(Fig. 4).

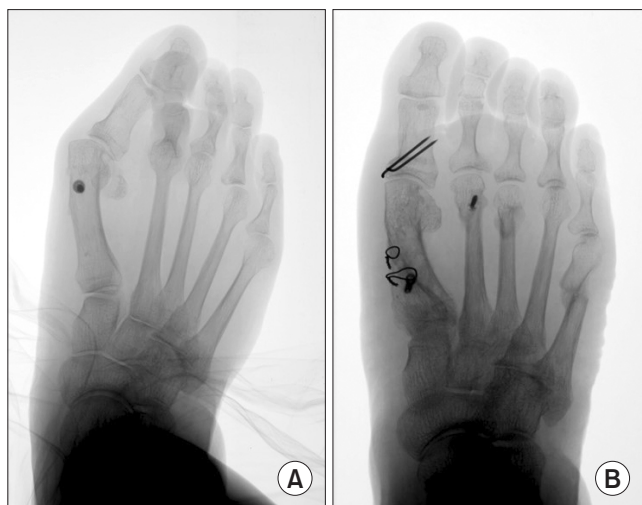


Figure 4. Additional proximal metatarsal and Akin osteotomies and combined lesser toe correction procedures were performed (B) to correct recurred hallux valgus (A).

4. 무지 내반 변형

무지 내반 변형은 무지 외반의 수술적 치료 후 그리 드물지 않은 합병증 중 하나다. McBride 술기 시행 후 약 5%에서 무지 내반 변형이 보고되었고 이후 다양한 수술 술기를 통해 2%에서 17%까지 발생하는 것으로 알려져 있다.^{1,2,9-11)} 무지 내반증 발생 역시 수술 후 무지 외반증의 재발만큼이나 그 원인을 찾아내기가 쉽지 않다. 경험이 많은 족부정형외과 전문의들 중에는 무지 내반증보다는 차라리 정도의 무지 외반 변형을 남기는 것을 수용하겠다고 하는 이들이 많은데 이는 무지 내반증이 한번 발생하면 그만큼 교정이 쉽지 않기 때문이다.

보편적으로 지목되는 무지 내반 변형과 연관된 원인 인자로는 외측 종자골의 절제에 의한 내측 종자골과 건의 내측 편위, 내측 중족골두 융기부의 과도한 절제, 내측 연부조직의 과도한 봉합, 외측 연부조직의 과도한 유리, 중족골간각의 과도한 교정, 수술 후 중족족지관절을 내전시켜 드레싱한 경우 등을 들 수 있다.

앞서 말한 것처럼 무지 내반의 교정 수술은 쉽지 않다. 내측 연부조직의 유리술, 외측 관절낭의 꺾힘 봉합, 무지 신전건의 이전술 등 연부조직에 대한 수술과 중족골간각을 다시 넓히기 위한 각종 중족골의 역교정절골술과 근위지골의 역절골술 등을 병합하여²²⁾ 술기를 결정해야 한다(Fig. 5). 무지 내반 변형은 여러 원인이 병합되어 발생하는 것과 마찬가지로 수술 방법 역시 어느 하나로 특정될 수 없다. 한번 무지 내반 변형이 발생하면 외반 변형의 재발보다 다시 재발하는 위험이 크다. 또한 심하지 않은 정도의 내반 변형은 환자가 별다른 불편을 호소하지 않는 경우가 많아 방사선학적 각도가 내반이라고 하더라도 추가 수술을 선불리 결정하는 것은 바람직하지 않다. 내반 변형은 변형 각도보다도 변형이 진행되는지 혹은 정해진 변형인지, 환자의 불편을 초래하는 정도의 변형인지 고려하여 수술적 치료 여부를 판단하는 것이 중요하다.

Crawford 등⁹⁾은 2014년 무지 내반증의 치료 알고리즘을 제안했는데 내반 변형이 이미 고정된 변형인지 유연한 변형인지가 중요한 결정 지표가 된다. 또한 수술 후 6주 이내에 생긴 변형은 일반적

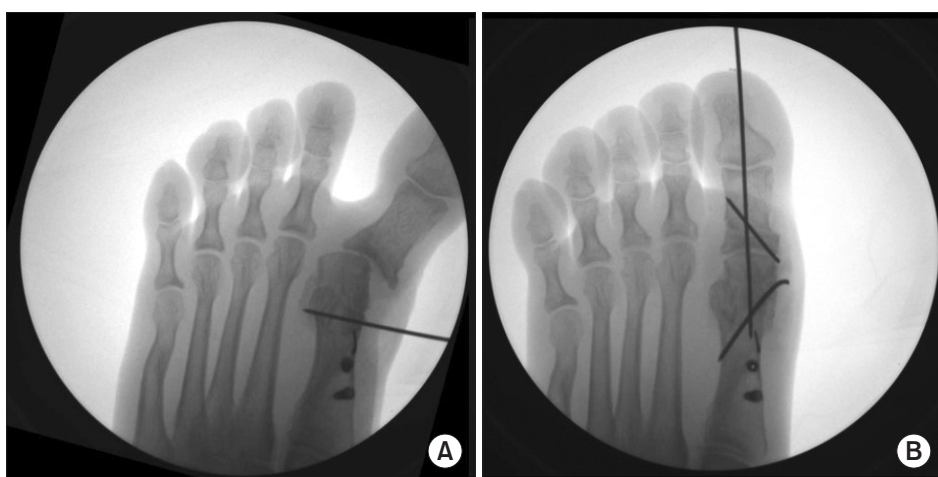


Figure 5. Hallux varus deformity (A) was corrected by reverse chevron osteotomy and lateral sliding osteotomy of proximal phalanx at a same time (B).

으로 수동 조작이나 봉대 감기의 조정, 보조기 등으로 치료하면서 관찰하여 진행하는지 볼 수 있고, 유연한 내반 변형이면서 진행성이더라도 초기에는 연부조직 유리술과 같은 간단한 수술 후 주의 깊게 관찰할 수 있다. 하지만 변형의 정도가 크고 진행성이라면 보다 적극적으로 재절골술을 고려할 필요가 있다고 하겠다.

최근에는 무지 외반증에 절개를 최소로 하고 경피적 절골술 후 고정하는 교정 수술방법들이 소개되어 사용되기도 하고 중족골간각의 교정을 절골술이 아닌 고정 장치(tightrope)를 사용하여 수술하는 방법들이 소개되기도 하며 중족골의 절골술을 시행하더라도 다양한 금속판을 사용하는 경우가 많아지고 있는데^{23,24)} 이러한 새로운 수술 방법들은 새로운 합병증을 만들기도 한다. 따라서 새로운 수술 술기를 적용하는 경우 이에 따를 수 있는 합병증 및 합병증에 대한 치료 방법까지 심사 숙고하는 자세가 필요하다.

결 론

무지 외반증의 수술적 교정 후 합병증은 여전히 다양하고 드물지 않지만 각 합병증에 대한 심도 깊은 연구들이 이루어지고 있는 만큼 수술 후 발생하는 합병증에 대해서 과거보다 잘 이해하고 대처하는 것이 가능해졌다. 다만 수술 전 혹은 수술 중에 합병증의 발생을 예측하는 것은 아직도 거의 불가능하기 때문에 수술적 치료에 앞서 다양한 합병증에 대해 충분히 설명하고 발생한 합병증에 대해서는 적극적으로 대처하는 자세가 필요하다.

REFERENCES

1. Sammarco GJ, Idusuyi OB. Complications after surgery of the hallux. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;(391):59-71.
2. Schuh R, Willegger M, Holinka J, Ristl R, Windhager R, Wanivenhaus AH. Angular correction and complications of proximal first metatarsal osteotomies for hallux valgus deformity. *Int Orthop.* 2013;37:1771-80.
3. Goforth WD, Kruse D, Brantigan CO, Stone PA. Acute ischemia after revision hallux valgus surgery leading to amputation. *J Foot Ankle Surg.* 2013;52:757-61.
4. Jastifer JR, Coughlin MJ, Doty JF, Stevens FR, Hirose C, Kemp TJ. Sensory nerve dysfunction and hallux valgus correction: a prospective study. *Foot Ankle Int.* 2014;35:757-63.
5. Goldberg A, Singh D. Treatment of shortening following hallux valgus surgery. *Foot Ankle Clin.* 2014;19:309-16.
6. Roukis TS. Nonunion after arthrodesis of the first metatarsal-phalangeal joint: a systematic review. *J Foot Ankle Surg.* 2011;50:710-3.
7. Raikin SM, Miller AG, Daniel J. Recurrence of hallux valgus: a review. *Foot Ankle Clin.* 2014;19:259-74.
8. Rothwell M, Pickard J. The chevron osteotomy and avascular necrosis. *Foot (Edinb).* 2013;23:34-8.
9. Crawford MD, Patel J, Giza E. Iatrogenic hallux varus treatment algorithm. *Foot Ankle Clin.* 2014;19:371-84.
10. Kannegieter E, Kilmartin TE. The combined reverse scarf and opening wedge osteotomy of the proximal phalanx for the treatment of iatrogenic hallux varus. *Foot (Edinb).* 2011;21:88-91.
11. Plovanich EJ, Donnenwerth MP, Abicht BP, Borkosky SL, Jacobs PM, Roukis TS. Failure after soft-tissue release with tendon transfer for flexible iatrogenic hallux varus: a systematic review. *J Foot Ankle Surg.* 2012;51:195-7.
12. Feuerstein C, Weil L Jr, Weil LS Sr, Klein EE, Argerakis N, Fleischer AE. Joint manipulation under anesthesia for arthrofibrosis after hallux valgus surgery. *J Foot Ankle Surg.* 2016;55:76-80.
13. Woo K, Yu IS, Kim JH, Sung KS. Effect of lateral soft tissue release on sesamoid position in hallux valgus surgery. *Foot Ankle Int.* 2015;36:1463-8.
14. Meier PJ, Kenzora JE. The risks and benefits of distal first metatarsal osteotomies. *Foot Ankle.* 1985;6:7-17.
15. Easley ME, Kelly IP. Avascular necrosis of the hallux metatarsal head. *Foot Ankle Clin.* 2000;5:591-608.
16. Gutteck N, Wohlrab D, Zeh A, Radetzki F, Delank KS, Lebek S. Immediate fullweightbearing after tarsometatarsal arthrodesis for hallux valgus correction: does it increase the complication rate? *Foot Ankle Surg.* 2015;21:198-201.
17. Pentikäinen I, Piippo J, Ohtonen P, Junila J, Leppilahti J. Role of fixation and postoperative regimens in the long-term outcomes of distal chevron osteotomy: a randomized controlled two-by-two factorial trial of 100 patients. *J Foot Ankle Surg.* 2015;54:356-60.
18. Rink-Brüne O. Lapidus arthrodesis for management of hallux valgus: a retrospective review of 106 cases. *J Foot Ankle Surg.* 2004;43:290-5.
19. Willegger M, Holinka J, Ristl R, Wanivenhaus AH, Windhager R, Schuh R. Correction power and complications of first tarsometatarsal joint arthrodesis for hallux valgus deformity. *Int Orthop.* 2015;39:467-76.
20. Wood EV, Walker CR, Hennessy MS. First metatarsophalangeal arthrodesis for hallux valgus. *Foot Ankle Clin.* 2014;19:245-58.
21. Park CH, Cho JH, Moon JJ, Lee WC. Can double osteotomy be a solution for adult hallux valgus deformity with an increased distal metatarsal articular angle? *J Foot Ankle Surg.* 2016;55:188-92.
22. Choi KJ, Lee HS, Yoon YS, Park SS, Kim JS, Jeong JJ, et al. Distal metatarsal osteotomy for hallux varus following surgery for hallux valgus. *J Bone Joint Surg Br.* 2011;93:1079-83.
23. Dayton P, Sedberry S, Feilmeier M. Complications of metatarsal suture techniques for bunion correction: a systematic review of the literature. *J Foot Ankle Surg.* 2015;54:230-2.
24. Iannò B, Familiari F, De Gori M, Galasso O, Ranuccio F, Gasparini G. Midterm results and complications after minimally invasive distal metatarsal osteotomy for treatment of hallux valgus. *Foot Ankle Int.* 2013;34:969-77.