

# 성인 편평족

김 성 재 · 이 봉 군 · 성 일 훈 | 한양대학교 의과대학 정형외과학교실

## Adult flatfoot

Sung-Jae Kim, MD · Bong-Gun Lee, MD · Il-Hoon Sung, MD

Department of Orthopaedic Surgery, Hanyang University College of Medicine, Seoul, Korea

Flatfoot deformity in adults is a type of postural deformity of the foot in which the arch collapses. This condition includes a wide spectrum of clinical situations, ranging from asymptomatic to progressive and disabling pathology. The common causes of adult-acquired flatfoot deformity are sustained flexible flatfoot from childhood, posterior tibial tendon insufficiency, tarsal coalition, generalized inflammatory diseases, neuropathic arthropathy, and posttraumatic deformities. The treatment of adult acquired flatfoot deformity should be individualized in each case, depending on the causes, symptoms, severity of deformity, and flexibility of the deformity. Therefore, it is mandatory for physicians to be acquainted with the basic pathomechanics of flatfoot deformity as well as the diagnostic procedures and treatments for each condition. The treatment usually begins with conservative methods and variable surgical procedures could be selectively performed. This article reviews the basic pathoanatomy, the diagnostic procedures for various causes and the treatment of flatfoot deformity in adult.

**Key Words:** Adult flatfoot; Diagnosis; Therapeutics

### 서론

발의 독특한 구조 중 하나인 족부 궁(아치)과 관련된 특징적인 변형과 관련하여 요족과 편평족을 임상적으로 많이 접하게 된다. 성인 편평족은 족부의 근골격의 성장이 끝난 후에 발생한 발의 세로 궁이 낮아지게 되는 정렬 변형상태 (postural deformity)를 일컫는 것이지만 소아기부터 지속된 편평족도 이에 포함한다. 편평족은 단순히 내측 세로 궁

이 소실되는 변형으로 이해할 수 있겠으나 족부 전반에 걸쳐 다양한 범위의 변형 및 기능의 장애를 유발하는 질환이다. 문헌고찰을 통하여 족부 궁의 구조 및 기능과 함께 성인 편평족의 원인, 진단과 치료에 대하여 서술하고자 한다.

### 발의 구조와 기능 그리고 족부의 아치

족부의 골격구조는 부골과 종자골을 제외하면 일반적으로 14개의 족지골, 족지와 대응하는 5개의 중족골, 3개의 설상골과 입방골, 주상골, 거골 및 종골로 구성되어 있다. 족부를 기능적 단위로 구분하면, 전족부는 족지골과 중족골로, 중족부는 입방골, 주상골 및 설상골로, 그리고 후족부는 거골과 종골로 구성되어 있고, 전족부와 중족부의 경계는 중족족관절(tarsometatarsal joint, Lisfranc joint)로,

Received: February 13, 2014 Accepted: February 27, 2014

Corresponding author: Bong-Gun Lee  
E-mail: lbgwej@hanmail.net

© Korean Medical Association

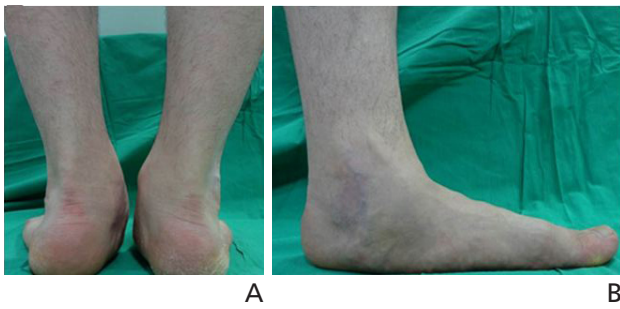
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

중족부와 후족부는 횡족근간 관절(transverse midtarsal joint, Chortpart joint)로 연결된다. 시상면상에서 제1, 2, 3 중족골, 제1, 2, 3 설상골, 주상골, 거골 및 종골은 내측 세로 궁을 형성하고 있으며 제4, 5 중족골, 입방골 및 종골이 외측 세로 궁을 구성하고 있다. 관상면에서는 전족부 가로 궁을 다섯 개의 중족골 두부들이 형성하며 중족골 기저부와 중족부의 족근골이 중족부 가로 궁을 이루고 있다[1,2]. 족부 세로 궁의 유지는 동적 및 정적 안정력에 의하여 유지된다. 동적 안정력에 적용되는 기전으로는 족저부에 위치한 내재근 및 외재근 건에 의한 지지, 후경골근을 포함하여 족부의 내변을 유도하는 다양한 기전과 중족족지 관절의 배굴에 의한 족저 건막의 감아 올림 기전(windlass 기전) 등이 있으며, 이는 보행 시 족부가 단단한 지지대 역할을 할 수 있게 하여 족부 세로 궁을 보존하는 기능을 제공한다. 정적 안정력 또한 다양한 기전으로 설명된다. 두 개의 경첩 보(hinged beams)를 연결하는 연결 봉(tie-rod)의 역할을 하는 족저 건막(plantar aponeurosis)의 기능에 주안점을 두는 형구 모델의 기전과 족부 골격들의 곡선형의 분절 보(curved segmented beam)를 이루는 형태적 구조와 그들을 연결하는 족저부 인대들의 기능을 주된 지지력으로 간주하는 보 모델(beam model)이 가장 대표적인 두 가지 모델로 알려져 있다[1,2]. 전족부의 가로 궁은 체중 부하 시 모든 중족 골두가 바닥에 닿게 되면 사라지지만[3,4], 중족부의 가로 궁과 내, 외측 세로 궁은 체중 부하 시에도 마치 천장과 같은 형태를 유지하며 오목한 구조를 형성하여 혈관, 신경 및 건 등의 족부의 중요 구조물이 체중부하 시에도 직접적인 압력을 피할 수 있게 한다[5]. 또한 이들은 족부에 전달되는 충격을 흡수하는 역할을 하며 보행 시 전, 중 및 후족부의 고유 기능을 제대로 할 수 있게 한다. 보행 시 족부 족관절에서 관찰되는 현상 중에서 특히 종반 입각기에서의 쇼파트(Chopart) 관절을 구성하고 있는 종입방 및 거주상 관절의 두 축이 이루는 배열 상태는 세로 궁의 동적 안정에 매우 특별한 역할을 담당한다. 후경골근 등의 작용은 종골의 내변으로 인하여 이들 관절축의 평행 배열이 사라지게 하며, 이로써 쇼파트 관절이 강직되는 중요한 생역학적 효과가 발생하게 된다. 발

바닥 전체가 지면에 닿은 후 입각기 후반부까지 보이는 후족부의 내변으로써 족부는 보행 시의 부하로부터 내측 세로 궁 전반의 동적 안정성을 확보하게 되어 단 하지 지지(single limb support) 동안 족부가 강직된 지레(lever)로서의 역할을 담당한다. 보행 주기의 입각기에서는 최초 접촉기(initial contact)에 발뒤축이 닿으며(heel contact) 후족부가 외변되고 체중 부하기에는 발 뒤축 닿음에서 발바닥 전체가 닿게 되며 뒤꿈치 구름(heel rocker)이 작용한다. 종반 입각기는 발바닥 닿음에서 발뒤축 들림까지이고, 후족부는 내변되며 족관절 구름(ankle rocker)이 발생한다. 종반 입각기는 발뒤축 들림에서 반대측 발의 발뒤축 닿음까지이고, 후족부는 내변 상태이다. 이 시기는 전족부가 체중 부하를 담당하는 전족부 구름(forefoot rocker)이 작용한다. 정상적인 발을 지닌 사람에게서 족부 궁의 정적 또는 동적 안정력에 작용하는 기전에 문제가 발생하면 편평족이 발병하게 된다[6].

## 성인 편평족의 임상 양상

발의 성장은 여러 요인에 의한 차이가 있지만 대개 5세까지 빠르게 성장하다가 이후 여아는 10-12세, 남아는 12-14세까지 일정한 속도로 성장이 유지된다[7]. 또한 족부의 종아치는 성인이 될 때까지 편평족이 남게 되는 10% 내지 20%를 제외하고 10세까지도 자발적으로 발달된다[8]. 편평족의 유병률에 대한 보고는 다양한데 전체 소아 및 성인 인구에서 5%가 편평족이라는 문헌이 있는가 하면[9,10], Harris와 Beath [11]는 증상이 없는 편평족을 포함한다면 전체의 23%에서 편평족이 있다고 기술하였다. 성인 편평족은 크게 소아 때부터 발생한 평발이 지속되거나 혹은 그 양상의 변화가 발생한 경우와 근골격의 성장이 끝난 후에 새롭게 발생한 편평족으로 지칭할 수 있다. 특히 성인기에 변형이 발병한 편평족은 성년기 발병 편평족(adult acquired flatfoot)이라 하여 따로 구분하는 경향이 있다. 구미 지역에서는 성년기 발병 편평족의 원인으로 후경골건 부전(posterior tibial tendon deficiency)이 동양인에 비하여 흔



**Figure 1.** (A) Posteroanterior view of both feet, hindfoot valgus deformity is prominent on left side. (B) Medial view of left foot, medial longitudinal arch is markedly collapsed.

하여 이를 성년기 발병 편평족으로 혼용하여 사용하기도 한다[12]. 성년기에 발병한 편평족은 대부분의 경우에 원인이 되는 기저 질환이 있으며 적절한 조치가 없는 경우 변형이 심화(progression)할 수 있는 양상을 보이는 경우가 많기 때문에 소아 때부터 지속되어온 선천성 유연성 편평족과는 그 양상이 다르다고 할 수 있다. 원인이 되는 질환과는 관계없이 기본적으로 편평족의 확인한 변형은 내측을 포함한 종아치의 소실이 생기는 것이다(Figure 1). 이런 일반적인 변형은 체중 부하 시 후족부의 비정상적 회내전으로서 발생하는 내측 종아치의 침강과 관련되며, 거골은 내전 및 굴곡되고 종골은 외반 및 굴곡된다[13]. 또한 거골하 관절의 회내전과 동반하여 횡족근관절 원위 부위의 외전도 야기하게 된다. 이러한 변형은 중족 족근 관절을 포함한 전족부에도 영향을 미치고 결국, 전족부의 보상적 내반(compensated forefoot varus) 변형을 일으킬 수 있다.

성인에서의 편평족의 발병 원인에는 크게 선천적 문제, 외상, 관절염, 전신적 질환의 족부 이환, 건 손상 등이 있는 바, 이는 지속되어온 선천성 유연성 편평족, 후경골건의 기능장애에 의한 편평족, 족근 결합(tarsal coalition)에 의한 편평족, 의인성 편평족, 신경병성 관절병증(Charcot 관절)에 의한 편평족, 신경근육성 편평족, 염증성 관절염에 의한 편평족과 외상성 변형에 의한 편평족 등으로 병인적 원인에 의한 분류를 할 수 있다[14]. 정상인의 약 10~14%에서 발견되는 부주상골이 편평족과 동반되어 있는 경우를 볼 수도 있지만 부주상골과 편평족과의 관계는 확실하지가 않다. 드물지만 족저건막염에 대한 스테로이드 주사치료 후 족저건막 파열로 인하여 편평족이 발생하기도 하며 이는 성

인기의 의인성 편평족의 범주에 속한다. 간과된 후경골건의 열상이나 스프링인대의 파열에 의한 편평족의 보고도 있다[12,15]. 한편 편평족은 공통적인 변형을 보일 때도 있지만 원인에 따라서 전형적이지 않은 다양한 변형을 보일 수도 있다. 한편으로 편평족을 야기시키는 원인적 분류와 관계없이 성인 편평족 자체를 유연성과 강직성 편평족으로 분류할 수 있으며 또한 증상의 유무에 따라서 분류할 수도 있다. 대체적으로 유연성 또는 강직성 편평족은 치료방침이 서로 다른 경우가 많으므로 감별이 필요하다. 유연성 또는 강직성의 정도가 원인에 따라서 확실히 편향되어 나타나는 경우도 있지만 별 증상이 없던 유연성의 예에서 변형이 심화되며 증상이 생기는 경우도 있으며 퇴행성 관절염이 발생할 수도 있고, 유연성이 소실되어 강직이 생길 수도 있다. 일반적으로 증상이 있는 편평족이 치료의 대상이 되고 무증상 편평족은 관찰만 필요한 경우가 대부분이나 무증상인 경우에도 변형이 진행할 잠재성을 가진 경우가 있어 임상 상황에 따라 치료가 필요한 경우가 있다[12]. 편평족의 증상은 다양하게 나타날 수 있는데 무증상으로부터 내측 족부와 족저아치에 구조적 과부하와 중족부의 붕괴로 인한 내측 통증이 발생할 수 있고, 종골 외반에 의한 비골 하 충돌로 인하여 외측 후족부 동통과 함께 하지와 발의 근육의 피로 및 경련 등을 유발 할 수도 있다. 주로 편측으로 발생하는 후경골건 기능장애에 의한 편평족 변형은 변형의 진행에 따라 유연성 편평족에서 관절 유합술이 필요하게 되는 후족부와 전족부의 강직성 변형으로 진행하게 되므로 적기에 수술적 치료가 필요한 경우가 많다. 후경골건 기능장애의 임상양상은 질환의 단계에 따라 확연히 달라진다. 특정의 분류 구분에 모두 동의하는 것은 아니나 병의 진행 양상이나 치료방침의 결정에 도움이 될 수 있는 분류이다[16]. 제1단계는 후경골건의 초기 건염이나 건초염의 상태로 편평 외반 변형이 없는 상태(no planovalgus deformity)로 외형상 후족부 골관절의 어떠한 변형도 없다. 건초염 또는 초기 건염을 의미하는 후족부의 내측(후경골건의 주행을 따라) 부종 및 동통이 특징이고 건 주행 부위의 열감, 부종, 압통을 보이나, 일반적으로 건 기능의 약화는 동반되지 않는다. 뒤꿈치 거상 검사 시 증상은 있을 수 있으나, 어려움 없이 단측 뒤꿈치의 거상이

가능하다. 제2단계는 편평 외반 변형이 발생되어 있으며 변형이 유연하여 수동적으로 변형을 교정할 수 있는 가역적인 상태(reducible or flexible planovalgus deformity)로써 건기능(내번력)의 약화 또는 소실을 보이며 단측 뒤꿈치 거상을 잘 못하고 특히 이는 반복적인 검사를 통하여 확인할 수 있다. 건 주행 부위에 열감, 부종, 압통 등의 내측 증상보다 외측의 통증이 심해지고 변형이 시작되고 진행되는 양상을 보이나, 관절의 유연성은 유지된다. 제2단계를 2A, 2B로 세분화하기도 하며 제2A단계에서는 후경골건 부전의 악화, 후족부의 경한 외반, 내측 종아치의 감소 등이 특징적으로 나타날 수 있다. 후족부에 비해 전족부의 외전이 더 심한 경우에 후방에서 보면 외측 소족지가 더 많이 보이는 것을 관찰(too many toe sign)할 수 있다. 단측 뒤꿈치 거상을 할 수 있지만 이를 시행할 때 어려움과 통증을 호소하기 쉽다. 제2B단계에서는 제2A단계에서와 유사하지만 후족부의 외반 변형의 심화로 뚜렷한 외반 변형을 볼 수 있다. 족근동 및 비골하 부위인 외측 동통과 거골하 관절 운동의 감소 소견을 보일 수 있다. 제3단계에서는 변형이 고정되어 수동적으로 정복되지 않는 상태(fixed planovalgus deformity)로써 변형이 더 심해지고 관절유연성이 소실된다. 양측 뒤꿈치 거상 검사 시 심한 외반 상태로 외측 동통이 뚜렷해진다. 단측 뒤꿈치 거상은 불가능해지며, 전족부는 거의 보상적 내반 변형을 보이게 된다. 제4단계는 거골까지 외반 변형이 동반된 상태(fixed planovalgus deformity with valgus tilt of talus)로써 족관절 내측의 삼각 인대를 포함하여 내측 연부 조직이 악화되어 족관절 격자 내에서 거골의 외반 변형을 보이며 족관절의 퇴행성 변화를 일으킬 수 있다.

## 기본 진단과정

편평족의 진단의 기본 과정을 보면 먼저 문진으로는 변형의 시점, 증상 지속 기간, 과거와 현재 증상의 정도 비교, 가족력, 직업, 활동도, 비만 정도, 외상 및 수술의 과거력, 이전 치료 경력 여부, 슬관절, 고관절, 척추질환과의 연관성 여부, 류마티스질환, 혈청 음성 관절병증과 같은 염증성질환

및 당뇨병 등 전신질환의 병력 등을 조사하게 된다. 시진으로는 내측 종아치의 소실, 비체중부하 시 및 기립 시 후족부의 외반 정도, 후족부에 대한 전족부의 외전(too many toe sign 여부), 후족부와 전족부의 정렬상태, 관절의 유연성 및 운동범위 확인, 하지 길이 부동, 외반슬이나 염전의 문제 등의 근위부 정렬 확인, 착용 신발 형태, 보행 시 병적 보행 여부, 보행각의 증가와 족부 회외전의 지연, 추진력의 감소, 단측 및 양측 뒤꿈치 거상 검사 등을 시행하게 된다. 촉진으로는 족부, 족관절 및 하퇴부(후경골건, 후족부 외측의 비골하부 또는 족근동 부위 및 족저 건막) 등의 압통 위치, 아킬레스 건의 구축, 비골근의 경직, 제1열 관절의 불안정성 여부, Hubscher maneuver or Jack Test, 수기 근육검사(manual muscle test) 등을 시행한다. 체중부하 단순 방사선검사로 는 전후면, 측면 및 사면 족부 영상, 전후면 족관절 영상, Harris-Beath 영상, 양측 후족부 정렬영상, 양측 하지 정렬 영상을 검사하게 된다. 선택적 추가 보조검사로 는 특수 영상검사로서 단순자기공명검사, 전산화단층촬영, 핵의학검사가 있고, 보행 분석이 필요할 수도 있다. 신경학적 검사로는 신경전도검사와 근전도검사를 시행하게 되며, 족저압력 검사로는 잉크프린트매트, 해리스매트, 전산화 압력분석기 등이 있다. 또한 진단적인 목적으로 부분 마취를 시행해 볼 수 있다. 변형에 대하여 전면, 측면 및 후면에서의 변화를 검사해야 한다. 영상검사로 는 기본적으로 단순 방사선검사 중 방사선 체중부하 족부 전후면과 측면 영상과 함께 사면 및 Harris-Beath 영상을 검사한다. 체중부하 영상에서 전후면 거골-제1중족골간 각(talar 1st metatarsal angle)과 거종각(talocalcaneal angle), 거주상골 피복각(talonavicular coverage angle), 종입방골간 외전 각(calcaneocuboid abduction angle), 측면 거골-제1중족골간 각과 거종각, 종골 피치각(calcaneal pitch angle), 씨마 선(cyma line), 제1중족골-제5중족골 기저족저부 간격 등을 관찰한다. 족근 결합이나 관절염 여부도 관찰한다. 후족부나 발목의 정렬상태의 확인을 위하여 체중 부하 후족부 정렬 영상(hindfoot alignment view)과 족관절 전후면 영상을 필요에 따라 검사한다. 전체적인 하지 정렬의 확인이 필요한 경우에는 체중부하 하지 정렬 영상을 촬영한다.

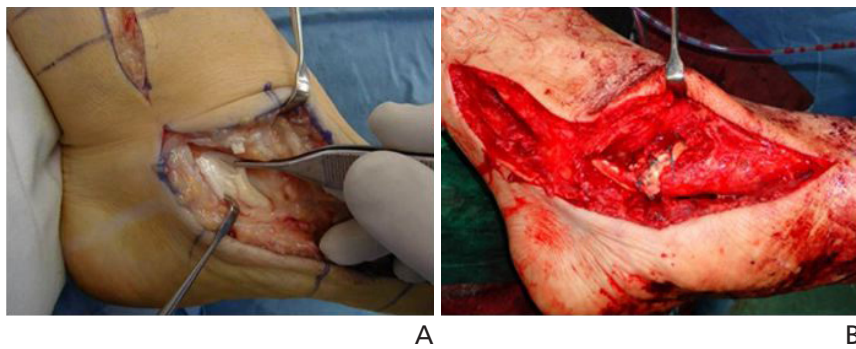


## 치료

증상 없는 편평족의 경우에는 환자교육, 예후에 대한 설명 및 상태 관찰을 한다. 증상 있는 편평족의 경우에서도 우선 비수술적 치료를 초기 치료의 수단으로 한다[17-19]. 보조기나 깔창은 변형을 교정하는 것에 초점을 두는 것이 아니며, 비수술적 치료의 목적은 주로 활동의 감소, 체중감소, 석고 고정, 보조기 사용, 신발 변형, 항소염제와 물리치료 등으로써 증상과 기능의 호전에 도움이 되게 하는 데에 중점을 둔다[12]. 비수술적 치료를 시행하며 회내전 변형과 보상 변형의 진행 여부를 잘 관찰하고 이를 방지하도록 하는 것에 주의를 한다[20]. 특히 족부의 신경병성 관절병증(Charcot 족부)에 의한 편평족의 경우 특별한 주의를 요하며 급성기에는 부목, 석고 붕대, 탈부착 가능 보조기 등으로 우선적으로 하지 고정과 체중 부하를 완전 금지하여 더 이상의 변형을 막는 것이 매우 중요하다[12]. 고정은 염증, 홍반과 부종이 사라지게 되어 병적 과정이 중지될 때까지 계속해야 한다. 불안정적 만성 Charcot 족부에서는 슬개관 체중부하, 족부 족관절 보조기(ankle-foot orthoses, AFO), 보조적 신발과 같은 다양한 형태의 보조기가 쓰이나 이런 치료는 쉽지 않으며 반응이 적은 경우도 종종 있다. 류마티스 관절염 같은 전신적 염증성 질환에 의하여 발생한 편평족의 발생에 있어서 최근 치료방침과 약물치료의 발전으로 인하여 적응증이 되는 경우에는 관절유합술 보다는 관절을 보존하는 재건술의 요구가 증가하는 추세이다[21].

수술적 치료는 비수술적 치료가 증상을 개선시키지 못할 경우, 변형이나 불안정성이 진행할 경우나 기능 회복에 실패했을 경우 시행한다. 다양한 수술적 방법이 편평족의 치료로 사용된다. 환자의 상태에 따라서 절골술, 관절 제동술, 관절 유합술 및 연부조직 수술 등을 단독 혹은 병합하여 사용할 수 있으며 술기 방법은 임상적 상태, 방사선학적 검사, 관절염의 정도, 환자 나이 및 활동 정도와 경우에 따라, 혹은 수술의 선호에 따라 선택된다. 후경골근 부전(PTTD)에 의한 편평족의 치료는 그 단계에 따라 치료가 달라진다. PTTD 1단계에서는 보존적 치료로서 소염제, 4-6주 동안 단하지 석고붕대고정이나 보조신발, 후경골근에 대해 재활치료를

시도하거나, 족관절 보장구를 착용해 볼 수 있다. 수술적 치료로는 후경골근의 활액막 절제술과 함께 건 감압술을 시행해 볼 수 있다. PTTD 2단계에서는 급성 족부 동통에는 석고고정을 시도할 수 있다. 상당한 변형의 경우에는 UCBL (University of California Biomechanics Laboratory shoe insert) 또는 AFO가 필요하다. 내측 연장 카운터(extended medial counter)나 내측 종부 썰기(medial heel wedge)와 같은 신발교정이 도움이 될 수 있다. 수술적 치료로는 활액막 절제술, 건 감압술 및 일차 봉합을 시도할 수 있으나 건 기능장애에 대한 장족지굴건 이전술과 변형에 대해 후방종골 내측 전위 절골술이나 Evans 종골 절골술을 시행할 수 있다. 후족부 단독 관절 유합술은 변형이 심한 경우에서 종입방골간 신연유합술이나 거골하 관절과 내측주 관절 유합술을 포함한다. 후경골근 기능 장애(posterior tibial tendon dysfunction, PTTD)의 2단계 이상에서는 진행성으로 보고 특별한 경우가 아니라면 수술을 초기에 권고하는 경우도 있다. 많은 방법의 절골술 또는 관절 유합술 중의 어떤 술식을 선택하는 문제는 환자와 의사의 치료 목적과 기대뿐 아니라 임상상태에 따라서 결정한다. PTTD 2A단계에서 활액막 절제술, 건 감압술 및 일차 봉합을 할 수 있다. 건 기능장애가 있으면 건이전술을 한다. 변형이 있을 때에는 절골술을 동반한다. PTTD 2B단계에서 건 이전술과 함께 보통 변형이 진행해 있으므로 절골술이나 선택적 관절 유합술을 하여 정렬을 다시 할 필요가 있다. 내측주 절골술 또는 유합술도 동반할 수 있다. 후족부 단독 관절 유합술은 2B단계에서 시행한다. PTTD 3단계에서 보존적 치료로써 일반적인 족관절 가동성의 AFO나 과상 보조기(supramalleolar brace)를 사용한다. 변형이 고정되면 특히 후족부 외반변형이 심하면 어떤 형태의 AFO도 착용하기 힘들어진다. 수술적 치료로는 보통 관절 유합술이 필요하다. 단독 관절 유합술 또는 만약 관절 중의 범위가 넓고 후족부를 모두 포함한다면 삼중 관절 유합술, 대개 장기적으로 볼 때 강직성 변형, 고정된 전족부 내반 변형에서 삼중 관절 유합술을 해야 한다. PTTD 4단계에서 일반적으로 관절 없는 일체형 AFO를 사용한다. 수술적 치료로는 퇴행성 변화 없이 관절 외반 변형이 있는 환자에서 삼각인대 봉합술과 재건술, 내측 전위 종골 절골술과 함께 삼



**Figure 2.** Photographs, taken at the surgical field, markedly degenerated posterior tibial tendon was shown (A). Flexor digitorum longus tendon was transferred to the navicular bone, adjacent to the insertion of degenerated posterior tibial tendon (B).

을 알아야 한다. 샤코 족부에서 급성기에서도 수술적 치료를 할 수 있으나 합병증 등이 매우 높아서 매우 신중히 선택해야 한다.

편평족에서 사용되는 일반적인 수술 방법으로는 첫째, 연부조직 수술(soft tissue procedures)로써 변형이 적지만 증상 있는 유연성 편평족의 경우 연부 조직 수술을 고려 할 수 있다. 편평족의 원인에 따라서 키드너(Kidner) 후경골건

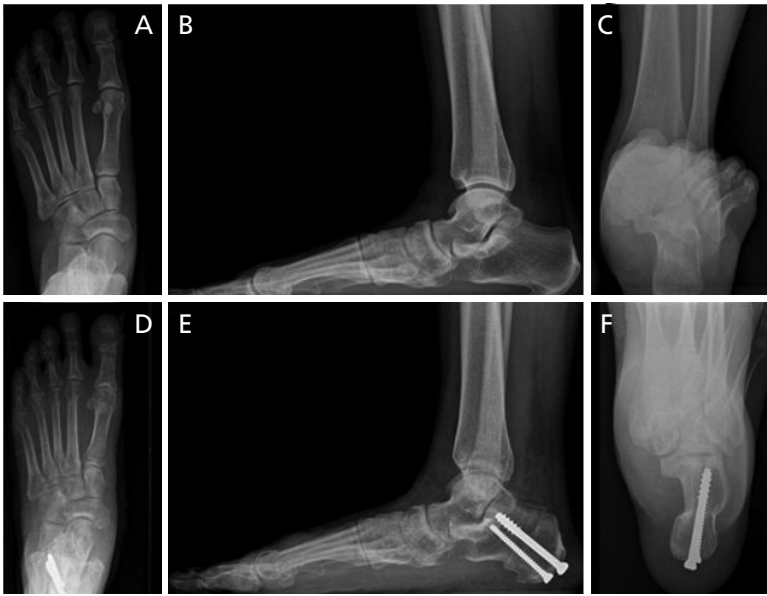


**Figure 3.** Example of anterior calcaneal distraction osteotomy (Evan's procedure). Preoperative anteroposterior radiographs reveals accessory navicular bone, abducted forefoot, pronation of entire foot in weight bearing position (A). Lateral radiographs showing talocalcaneal coalition, negative talar first metatarsal angle, decreased calcaneal pitch angle (B). Excision of bone bridge and anterior calcaneal distraction osteotomy were done (C,D). Note that the osteotomy plane was made just posterior to the calcaneocuboid joint.

중 관절 유합술을 시행할 수 있다. 퇴행성 변화가 후족부와 족관절에서 생기면 전거골 관절 유합술을 한다. 족관절 전 치환술이나 과상 절골술을 또는 삼중 관절 유합술과 연계하여 사용할 수도 있다. 어떠한 원인에 의해 발생하였건 간에 수술적 치료로써 족부가 해부학적으로 원상 복구가 될 수 없다는 것과 회복기간이 길고 또한 수술적 치료 후에도 교정을 유지하고 증상과 변형의 재발을 막기 위해 필요하다면 추가 수술 또는 수술 후 보장구나 보조기를 사용하는 경우가 있음

전진술, 장족지 굴근 이전술(Figure 2), 영의 건술식(Young tenosuspension) [22], 스프링 인대의 재건술 등을 선택하여 수술한다. 그러나 최근에는 필요한 경우에 연부 조직 수술에 정렬회복에 필요한 골성 수술(bony procedure)을 같이 시행하는 경향이다. 또한 단축된 하퇴 삼두근건이 동반되어 있는 경우가 종종 있으므로 하퇴 삼두근건 연장술을 편평족 재건술 시행과 함께 시행할 수 있으며 이에 비복근 후전술, 비복-가자미근 후전술 또는 아킬레스건 연장술이 있다[13]. 적절한 연장술을 시행한 후에 근육 강도의 감소는 거의 문제가 되지 않는다고 한다.

정렬 회복과 변형 교정을 위하여 절골술(osteotomy)이 필요하며 성인 편평족의 치료에 대한 다양한 교정 절골술이 연구되고 사용되고 있다. 관절 주위 절골술의 장점은 구조적 정렬을 향상시키면서 관절 기능의 유지가 가능하다는 점이다. 대표적으로 Evans 종골 절골술은 종골의 전방돌기에서 절골 후 구조적 동종골 또는 자가골 이식술로써 외측주를 연장시키는 술식이다(Figure 3) [23]. 종골의 외반을 줄이고 거주상관절과 거종골 이탈구를 회복시키며, 전족부 외반을 줄여 족근골간 관절을 재정렬시킨다. 사체를 이용한 생역학 연구에서 외측주 연장술 후에 종입방 관절의 압력 증가가 있었으나, 이러한 관절에서의 압력 증가는 편평족 모형의 경우에는 중요하게 발견되지 않았다[24]. 후 종골 내측 전위 절골술(posterior calcaneal medial displacement osteotomy)은 후족부의 외반을 줄이기 위해 사용되어 최근 연구에서 좋은 결과를 나타내었다(Figure 4) [25,26]. 이 술기는 외반된 종골에 부착되어



**Figure 4.** Preoperative anteroposterior radiograph (A). Lateral radiographs shows negative talar first metatarsal angle (B). Hindfoot alignment view reveals marked laterally translated hindfoot (C). Postoperative radiographs. Medial calcaneal displacement osteotomy and the flexor digitorum longus tendon transfer were done (D,E,F).



**Figure 5.** Preoperative radiographs reveals markedly pronated entire foot position and abductus forefoot, note that the uncoverage of medial talar head due to lateral subluxation of navicular bone (A). Markedly negative talar first metatarsal angle and calcaneal pitch angle were seen (B), and hindfoot alignment radiographs reveals severe valgus angulation of hindfoot (C). Arthroereisis procedure was done. Postoperatively, forefoot abduction and pronation of foot were corrected (D). Talar first metatarsal angle and calcaneal pitch angle were restored (E), and valgus angulation of hindfoot was greatly improved (F).

있는 아킬레스 건의 부착위치와 회외전 지면 반응력(supinatory ground reactive forces)을 복원시키고 내측 아치 부하를 감소시킨다[26]. 하지만 다른 연구에서는 족관절의

운동과 관절 접촉성에서의 변화를 시켜 조기 관절증을 발생시킬 수 있다는 주장 및 전족부 외전과 침강된 내측 종아치의 복구에 일관적인 결과를 보이지 못한다는 주장도 있다[27]. 변형이 심한 경우에는 적절한 교정을 위해 이중 종골 절골술인, Evans와 후 종골 내측 전위 절골술을 동시에 시행하는 경우도 있다. 내측 설상골을 통한 코튼 개방성 췌기 절골술(Cotton opening wedge osteotomy)은 전족부의 고정된 회외 변형이 동반된 편평족에 대하여 후족부의 교정 후에 내측주의 족저 굴곡을 시킬 수 있는 술식이다[28]. 변형 교정 시 구조적 동종골 또는 자가골 이식이 시행된다. 변형 교정을 위하여 관절유합술이나 절골술 외에 사용할 수 있는 방법으로는 관절 제동술(arthroereisis)이 있으며 거골과 종골 사이의 운동과 회내전 운동을 제한하는 여러 내고정 장치가 고안되어 사용되고 있다(Figure 5) [29]. 성인 유연성 편평족에서의 관절 제동술에 대한 장기 추시 결과가 확립되어 있지 않지만 양호한 임상결과를 보고하는 연구도 있다. 내고정물의 삽입과 관련된 위험이나 제거술이 필요하다는 점 등 내고정물과 관련된 문제점과 지속적인 족근동의 통증의 제한점 등 때문에 거골하 관절 제동술 사용을 반대하기도 하며 이와 관련한 장기 추시 결과는 아직 보고되지 않았다[12]. 성인에서 관절 제동술은 독립된 술식으로 거의 사용되지 않아야 한다는 견해도 있지만 제한적으로 유합술과 동반 또는 단독으로 이용되는 수술 중 하나이다. 관절염이 동반되었거나 변형이 고정되어 있어 관절 운동이 되지 않아 관절기능이 소실된 변형에 대하여는 관절 유합술(arthrodesis)이 수술적 치료로서 사용된다

[30]. 주상설상 관절과 중족설상 관절을 포함해서 내측주가 심하게 붕괴되었을 때에도 침범된 내측주에 대한 관절 유합술이 사용될 수 있다. 거주상 관절 유합술은 아탈구된 거





**Figure 6.** Severe inflammatory arthritis on triple joint accompanying collapse of medial longitudinal arch were observed in patient with rheumatoid arthritis (A,B). Medial calcaneal displacement osteotomy and triple arthrodesis with correction of joint alignment were done, postoperatively, medial longitudinal arch was greatly restored (C,D).

골 두의 교정이 가능하지만 후족부의 운동이 거의 제한 된다[10]. 종입방 관절 신연 유합술은 전족부 외전이 있는 편평족의 교정을 위해 사용된다. Evans 절골술과 적응증은 유사하지만 이 유합술은 Evans 절골술 후 성인환자에서 발생할 수 있는 종입방 관절의 압력 증가가 없지만 불유합 빈도가 있기 때문에 자가골 이식술이 선호된다. 이중 유합술(거주상, 종입방 관절) 역시 편평족 변형 시 교정을 위해 사용되며 거주상 관절에 국한된 유합술식보다는 사용 빈도가 적은 편이다[10]. 거골하 관절 유합술이나 삼중 관절 유합술도 편평족 교정을 위해 시행할 수 있다(Figure 6). 고정된 전족부의 보상된 내반의 경우에는 삼중 유합술이 필요하다. 또한 삼중 유합술은 거골하와 중족근 관절에 관절증을 가진 강직성 편평족의 경우에 사용된다[16]. 거골하 관절 유합술은 전족부의 변형을 고려하여, 전족부에 보상성 내반 변형이 없거나 혹은 유연한 변형을 가진 편평족의 경우에 적응증이 된다. 전거골 유합술은 후족부와 족관절 퇴행성 변화가 있는 경우에 사용된다. 족관절 격자 내에 거골의 외반 변형과 퇴행성 변화가 있는 경우에는 경거중골 관절 유합술이 유용하다.

기타의 수술적 치료에는 부주상골 증상이 있는 부주상골을 제거할 때 편평족이 동반되어 있으면 이에 대한 수술을 같이 해야 하는가에 대한 통일된 의견은 없으나, 후경골건 부전의 양상이 있다면 부주상골의 제거와 후경골건 부전증의 병기에 합당한 수술을 선택하여 시행하는 것이 좋다[16]. 족근 결합과 동반된 편평족의 경우에는 족근 결합 절제술 외에 상태에 따라서 절골술 또는 관절 유합술을 고려한다[12]. 불안정적 만성 샤코 족부에서는 만약 보존적 치료에 효과가 없다면 관절 유합술로써 보조기 착용이 가능한 정도의 변형 교정과 수술 후 보조기 등으로 부가적 치료가 필요할 수 있으며 경우에 따라 절단이 필요할 수도 있다. 일반적으로 신경병성 편평족은 정적이거나 진행이 더딘 경우에 건이전술, 절골술로도 치료 결과가 좋은 반면, 진행이 빠른 질환은 관절유합술로 치료하는 것이 일반적이다. 수술 후 족부 보조기, AFO, 하지 보장구, 보조 기구로 부가적 치료가 필요한 경우가 많고 신경학적 질환과 그 임상적 후유증은 흔히 진행성이거나 재발하기 때문에 주기적으로 진찰, 재평가 및 치료계획의 수정이 필요하다.

## 결론

성인 편평족은 족부의 근골격의 성장이 끝난 후에 성인에게서 발견한 또는 발생한 족부 내측 중 궁(아치)의 소실을 보이는 발의 형태 변형 상태이다. 이들 각각의 변형은 이미 알려져 있거나 또는 밝혀지지 않은 수많은 원인에 의하여 발생하며 지속되어온 선천성 유연성 편평족, 후경골건 기능장애, 족근 결합, 신경병성 관절병증, 신경근육성, 관절염성, 외상성 편평족 등이 대표적이다. 성인 편평족은 무증상으로 우연히 발견될 수도 있지만 통증 등의 증상이나 기능제한에서부터 변형의 양태가 경증에서 중증까지의 다양한 양상을 동반한다. 원인 및 병기에 따라서 병리 상태, 변형의 정도, 증상과 예후 등에 다양한 임상 상태를 보이게 되며 이에 따라서 치료방침을 달리하여야 하므로 적절한 진단이 필수적이다. 따라서 성인 편평족의 치료방법은 개별적



편평족 상태에 따른 병리상태 및 변형의 정도와 증상 등을 토대로 하여 다양한 비수술적 또는 수술적 치료가 선택적으로 적용되어야 한다.

#### 찾아보기말: 성인 편평족; 진단; 치료

#### ORCID

Sung-Jae Kim

<http://orcid.org/0000-0003-4785-8154>

Bong-Gun Lee

<http://orcid.org/0000-0003-1653-2231>

Il-Hoon Sung

0000-0002-4757-5210

#### REFERENCES

1. Lee KT, Gwak GD, Kim DY, Kim ES, Kim CR, Kim JY, Song JY, Song HH, Ahn JH, Yang KW. Foot and ankle surgery. Seoul: Koonja Publishing; 2004.
2. Sarrafian SK. Sarrafian's anatomy of the foot and ankle: descriptive, topographic, functional. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott; 1993.
3. Hayda R, Tremaine MD, Tremaine K, Banco S, Teed K. Effect of metatarsal pads and their positioning: a quantitative assessment. Foot Ankle Int 1994;15:561-566.
4. Cavanagh PR, Rodgers MM, Liboshi A. Pressure distribution under symptom-free feet during barefoot standing. Foot Ankle 1987;7:262-276.
5. Scott SH, Winter DA. Biomechanical model of the human foot: kinematics and kinetics during the stance phase of walking. J Biomech 1993;26:1091-1104.
6. Perry J. Gait analysis: normal and pathological function. Thorofare: SLACK; 1992.
7. Anderson M, Blais MM, Green WT. Lengths of the growing foot. J Bone Joint Surg Am 1956;38:998-1000.
8. Staheli LT, Chew DE, Corbett M. The longitudinal arch: a survey of eight hundred and eighty-two feet in normal children and adults. J Bone Joint Surg Am 1987;69:426-428.
9. Ferciot CF. The etiology of developmental flatfoot. Clin Orthop Relat Res 1972;85:7-10.
10. Chang TJ, Lee J. Subtalar joint arthroereisis in adult-acquired flatfoot and posterior tibial tendon dysfunction. Clin Podiatr Med Surg 2007;24:687-697.
11. Harris RI, Beath T. Hypermobile flat-foot with short tendo achillis. J Bone Jt Surg Am 1948;30:116-150.
12. Deland JT. Adult-acquired flatfoot deformity. J Am Acad Orthop Surg 2008;16:399-406.
13. Coughlin MJ, Mann RA, Saltzman CL. Surgery of the foot and ankle. 8th ed. Philadelphia: Mosby; 2007.
14. Murphy GA. Disorders of tendons and fascia and adolescent and adult pes planus. In: Campbell WC, Canale ST, Beaty JH, editors. Campbell's operative orthopaedics. 11th ed. Philadelphia: Elsevier; 2013. p. 3907-3978.
15. Deland JT, de Asla RJ, Sung IH, Ernberg LA, Potter HG. Posterior tibial tendon insufficiency: which ligaments are involved? Foot Ankle Int 2005;26:427-435.
16. Deland JT, Page A, Sung IH, O'Malley MJ, Inda D, Choung S. Posterior tibial tendon insufficiency results at different stages. HSS J 2006;2:157-160.
17. Alvarez RG, Marini A, Schmitt C, Saltzman CL. Stage I and II posterior tibial tendon dysfunction treated by a structured non-operative management protocol: an orthosis and exercise program. Foot Ankle Int 2006;27:2-8.
18. Augustin JF, Lin SS, Berberian WS, Johnson JE. Nonoperative treatment of adult acquired flat foot with the Arizona brace. Foot Ankle Clin 2003;8:491-502.
19. Chao W, Wapner KL, Lee TH, Adams J, Hecht PJ. Nonoperative management of posterior tibial tendon dysfunction. Foot Ankle Int 1996;17:736-741.
20. Myerson MS. Adult acquired flatfoot deformity: treatment of dysfunction of the posterior tibial tendon. Instr Course Lect 1997;46:393-405.
21. Lin JS, Myerson MS. The management of complications following the treatment of flatfoot deformity. Instr Course Lect 2011;60:321-334.
22. Kim BC, Choi SJ, Yoo CI, Eun IS, Kim JK. Operative treatment of adult flexible flatfoot with young's tenosuspension: case report. J Korean Foot Ankle Soc 2005;9:110-112.
23. Choi HJ, Cho JH, Wang BG. Calcaneal lengthening osteotomy for the symptomatic flexible flatfoot in adults. J Korean Foot Ankle Soc 2013;17:115-120.
24. Tien TR, Parks BG, Guyton GP. Plantar pressures in the forefoot after lateral column lengthening: a cadaver study comparing the Evans osteotomy and calcaneocuboid fusion. Foot Ankle Int 2005;26:520-525.
25. Park JH, Moon JS, Lee WC, Bae WH, Seo JG. Short-term results of medial displacement calcaneal osteotomy for flexible flatfoot. J Korean Foot Ankle Soc 2009;13:113-117.
26. Otis JC, Deland JT, Kenneally S, Chang V. Medial arch strain after medial displacement calcaneal osteotomy: an in vitro study. Foot Ankle Int 1999;20:222-226.

27. Michelson JD, Mizel M, Jay P, Schmidt G. Effect of medial displacement calcaneal osteotomy on ankle kinematics in a cadaver model. *Foot Ankle Int* 1998;19:132-136.
28. Hirose CB, Johnson JE. Plantarflexion opening wedge medial cuneiform osteotomy for correction of fixed forefoot varus associated with flatfoot deformity. *Foot Ankle Int* 2004; 25:568-574.
29. Moon JS, Bae WH, Seo JG, Lee WC. Clinical results of the subtalar arthroereisis for the flat foot. *J Korean Foot Ankle Soc* 2008;12:117-121.
30. Lee KT, Bae JW. The strain of the spring ligament complex at different arthrodesis of the hindfoot for treatment of the flatfoot. *J Korean Foot Ankle Soc* 1997;1:38-42.

## Peer Reviewers' Commentary

본 논문은 편평족에 대한 종합적인 이해를 바탕으로 성인 편평족에 대한 원인 및 치료에 대해 기술한 논문이다. 성인 편평족에 있어서 원인과 편평족 상태에 따른 병리 상태 및 변형의 정도, 그리고 증상을 토대로 한 치료가 필요함을 기존에 보고된 연구와 자료를 근거로 체계적으로 기술하였다. 특히 각각의 상태에 따른 수술 방법을 구체적으로 제시함으로써 성인 편평족의 치료에 대한 이해를 높였다는 점에서 의의가 있는 논문이라 판단된다. 또한 평발의 정도에 따른 단계와 그 단계에 따른 각각 치료법을 자세하게 설명해주고 있어서, 평발환자를 진료시 그 원인을 파악하고 치료 방향을 결정할 때 도움이 될 것으로 기대한다.

[정리: 편집위원회]