



후천적 성인 편평족 변형의 수술적 치료

안치영, 안재훈, 김만수

가톨릭대학교 의과대학 서울성모병원 정형외과학교실

Operative Treatment of Acquired Adult Flatfoot

Chi-Young Ahn, Jae Hoon Ahn, Man-Soo Kim

Department of Orthopaedic Surgery, Seoul St. Mary's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

Acquired adult flatfoot deformity is characterized by flattening of the medial longitudinal arch and dysfunction of the posteromedial soft tissues, including the posterior tibial tendon. When the non-operative treatment fails to result in improvement of symptoms, surgery should be considered. Operative techniques include flexor digitorum longus tendon transfer, calcaneal medial slide osteotomy, lateral column lengthening, and arthrodesis of the hindfoot. The principle of correcting the deformity while avoiding overcorrection and excessive stiffness is important in achievement of good outcomes in these patients.

Key Words: Acquired adult flatfoot deformity, Posterior tibial tendon, Flexor digitorum longus tendon transfer, Calcaneal medial slide osteotomy, Lateral column lengthening

서 론

후천적 성인 편평족 변형(acquired adult flatfoot deformity)은 다양한 범위의 변형을 포함한다. 그 원인 중 가장 중요한 것은 후경골건 부전(posterior tibialis tendon dysfunction)으로 알려져 있고^{1,2)} 그 외에 유연성 편평족, 족근골 결합, 신경병성 관절병증, 신경 근육성 또는 외상성 편평족 등과 족부 궁(foot arch)을 지지하는 다른 인대들의 부전 역시 족부의 변형을 악화시키는 것으로 알려져 있다.^{3,4)} 이러한 족부의 편평족 변형은 그 중증도와 악화 정도에 따라 나뉘게 되는데, 치료는 대개 통증 완화에는 효과적이나 최대한의 기능 보존을 하는 것은 쉽지 않다. 특히 변형이 중등도 이상이고 고정되어 있다면 치료 효과는 제한적인 경우가 많다. 이러한 후천적 편평족 변형을 어떻게 치료해야 하는지에 대해서는 아

직 논란이 많으며 특히 중등도의 고정된 변형에 대해서는 더욱 그러하다.

후천적 편평족 변형의 병태 생리

후천적 편평족 변형은 각 병기(stage)에 따라 발생하는 증상이 다르다. 초기에는 후경골건 부위로 통증 및 부종이 나타나면서 퇴행성 경과를 보이며 건이나 인대가 파열되지 않았다 하더라도 기능 장애를 보이게 된다. 이러한 건의 부전은 종종 원위부 또는 내과 부위에서 발생하는데 그 원인은 매우 다양하며, 편평족이 먼저 존재하는 경우가 흔하고 비만 또한 매우 흔한데 병변 부위의 허혈성 변화 역시 가능한 원인 중 하나이다.⁵⁾ 이러한 후천적 편평족 변형은 여성에게 더 흔하며 빈도가 가장 높은 나이는 평균 55세로 알려져 있다.⁶⁾ 후경골건 외에 거주상 관절을 유지하는 스프링 인대 역시 종종 부전이 발생하며 이러한 부전은 변형을 더욱 악화시킨다. 거주상 관절의 아탈구는 골간 인대에도 영향을 미치며 결국 거골하 관절의 아탈구를 초래하게 된다.⁷⁾ 거골두의 내측 및 족저 방향으로의 이동에 따라 그 밑의 족부는 거골의 하방에서 전위되며 족부의 아치는 편평화되고 주설상(navicularcuneiform) 및 중족족근(tarsometatarsal) 관절을 지지하는 인대들은 퇴행성 변화가 오게

Received June 28, 2014 Revised July 17, 2014 Accepted July 17, 2014

Corresponding Author: Jae Hoon Ahn

Department of Orthopaedic Surgery, Seoul St. Mary's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea, 222 Banpo-daero, Seocho-gu, Seoul 137-701, Korea

Tel: 82-2-2258-2837, Fax: 82-2-535-9834, E-mail: jahn@catholic.ac.kr

Financial support: None.

Conflict of interest: None.

Copyright ©2014 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/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

되어 결국 변형을 악화시킨다. 이때 후족부의 외반 변형이 진행됨에 따라 외측 거골하 관절과 비골 원위부와의 골성 충돌이 일어나며 외측 통증이 발생하게 되는데, 보통 내측 통증이 사라지고 외측 족부의 통증이 발생하는 시기에는 통증보다 운동 기능의 약화 증상을 주로 호소하게 되지만 점차 변형이 지속됨에 따라 통증은 다시 발생하게 된다.

후천적 편평족 변형의 분류

후천적 편평족 변형의 분류는 변형의 정도에 따라 총 4기로 나뉘게 되는데 1, 2, 3기는 Johnson과 Strom⁴⁾에 의해 처음 기술되었다. 먼저, 1기는 기존의 편평족은 있을 수 있으나 후천적 편평족 변형은 없는 상태이고 건염 혹은 건초염의 상태로 나타나게 된다.⁵⁾ 2기부터는 족부의 정렬이 변하게 된다. 2기를 구분 짓는 가장 큰 특징은 수동적으로 변형이 교정될 수 있는 상태라는 점으로, 이 때 거주상 관절은 수동적으로 내변(inversion)될 수 있으며 후족부의 정렬 또한 수동적으로 교정된다. 2기는 다시 2a와 2b로 세분화되는데 2a기는 족부의 기립 전후면 방사선 사진상 거골 두부의 uncoverage가 30% 이하인 중족부의 경한 외전변형을 보이는 경우이다.^{9,10)} 2b기는 더 심한 족부의 변형이 뚜렷하게 나타나는 단계로 방사선 사진상 외측 거주상 관절의 불일치를 볼 수 있으며 거주상 관절의 외측 경계가 주상골의 외측으로 회전 및 전위를 보인다. 3기는 변형이 고정되는 단계로 거주상 및 거골하, 종입방(calcaneocuboidal) 관절의 수동적 교정이 가능하지 않으며 후족부의 외전 변형 역시 대부분 고정된다. 4기는 Myerson³⁾에 의해 처음 기술된 단계로 족부 변형뿐만 아니라 족관절의 외반 변형까지 나타난 상태이다. 족관절의 전후면 방사선 사진상 거골의 외측 경사(tilt) 및 족관절 내측 삼각인대의 부전이 나타나게 된다.

수술적 치료

후천적 편평족 변형을 치료하는 방법은 매우 다양하며, 특히 2기의 경우 술자들에 따른 선호도의 차이가 크다. 보통 1기 후천적 편

평족 변형의 치료는 비수술적인 치료를 먼저 시행하게 되는데 이는 1기뿐만 아니라 모든 병기의 후천적 편평족 변형에서도 적용되는 원칙이다. 2기의 후천적 편평족 변형에서는 종골 내측 전위 절골술(calcaneal medial slide osteotomy) 및 건 이전술(tendon transfer)이 가장 많이 시행되고 있다. 외측 주 연장술(lateral column lengthening)은 좀 더 과교정이 가능하므로 2b기 이상의 변형을 보이는 후천적 편평족 변형에서 유용하게 사용된다. 하지만 이 술식은 외측 주에 과부하가 발생할 위험이 있으므로 과도한 교정 및 강직을 피해야 한다는 제한점이 있다.⁸⁾ 3기 변형 환자에서는 후족부의 관절 유합술이 필요한데 이때 대부분 거주상 관절의 유합이 필요하게 된다. 족부의 올바른 위치를 유지하는 것은 술 후 기능적으로 이상적인 결과를 얻는 데 매우 중요하므로 과교정이나 불충분한 교정을 피해야 한다. 좀 더 진행된 4기 후천적 편평족 변형에서는 족부의 변형에 대한 치료뿐만 아니라 족관절의 변형에 대한 평가 및 그에 해당하는 적절한 치료가 필요하다.¹¹⁾ 다음에서는 각 병기에 따른 술식을 구체적으로 기술하기로 한다.

1. 1기

후천적 편평족 변형 1기 환자들의 수술적 치료에는 전통적으로 건 활액막 절제술(tenosynovectomy), 건 봉합(tendon repair), 건 이전술(tendon transfer) 등이 있으며 건의 상태에 따라 술식이 결정된다(Fig. 1). 수술은 3개월 이상의 비수술적 치료가 실패했을 때에만 진행하며 따라서 3개월 이상의 통증을 지닌 환자들은 수술적 후보군이 된다. 환자에게 이미 편평족 변형이 있을 경우 변연 절제술과 봉합 등만으로 이루어지는 수술적 치료는 장기적으로 실패율이 유의하게 높으며,¹²⁾ 따라서 논쟁의 여지는 있으나 편평족 변형이 있는 1기 환자들의 수술에서 종골 내측 전위 절골술이 추가될 수도 있다.¹³⁾

2. 2a기

2a기에서의 수술적 치료는 변형의 종류와 그 정도에 의해 결정된다. 유연하고 심하지 않은 변형과 약화된 건이 동반된 경우 주로 장족지 굴곡건 이전술(flexor digitorum longus tendon transfer)

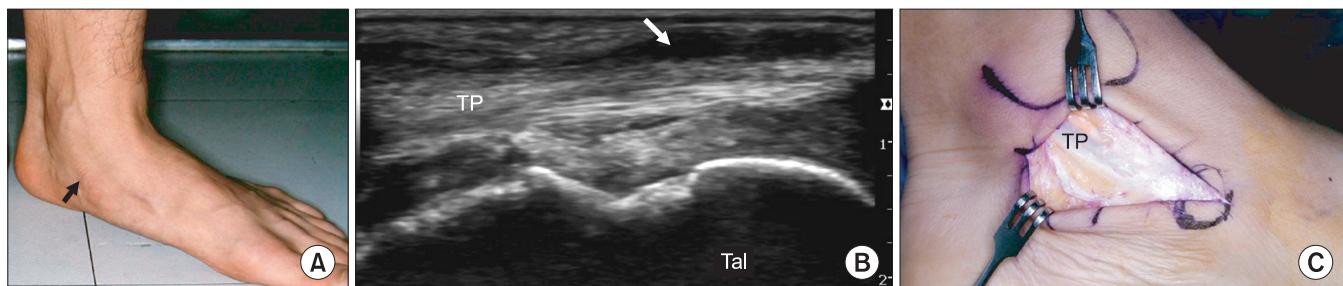


Figure 1. (A) The photograph of left foot showed swelling (black arrow) around the tibialis posterior tendon. (B) The ultrasonograph of left foot demonstrated mild thickening of the tendon with surrounding effusion (white arrow). (C) Under the diagnosis of stage 1 acquired adult flatfoot deformity or tibialis posterior tenosynovitis, a tenosynovectomy was performed. TP: tibialis posterior tendon, Tal: talus.

이 종골 내측 전위 절골술과 함께 시행된다(Fig. 2). 종골 내측 전위 절골술은 2a기의 후천적 편평족 변형 환자들에게서 변형을 교정하고 만족스러운 결과를 가져올 수 있으며 후족부 외반(heel valgus)을 교정하고 내측 인대와 후 경골건의 긴장을 완화하여 결과적으로 강직을 최소화한다.^{13,14)} 어느 정도 이상의 심한 변형에 종골 내측 전위 절골술만을 사용하여 치료했을 때 효과가 있는지에 대해서는 저자들마다 의견의 차이가 있다.^{9,15,16)} 몇몇 저자들은 종골 절골술을 하지 않고 관절제동술(arthroereisis)을 시도하기도 하며, Needlman¹⁶⁾은 관절제동술의 결과 분석 후 좋은 결과를 보고한 바 있다. 관절제동술은 절골술이나 관절 유합술을 필요로 하지 않는 장점이 있으나 그 단점으로 기구(implant)에 의한 족근관 통증이 나타날 수 있으며 장기간의 추적관찰 결과가 나와 있지 않다는 점이 지적된다. 중족족근 관절과 주설상 관절에서 변형을 치료하는 술식으로는 중족족근 관절 유합술(tarso-metatarsal fusion), Cotton 절골술이나 설상골 내측 쇄기 개방성 절골술(opening wedge medial cuneiform osteotomy), 그리고 주설상 관절 유합술(navicular-cuneiform fusion) 등이 있다.¹⁷⁾ 이때 술자는 이러한 술기들의 증상완화 효과와 이환율(morbidity)을 잘 비교해야 하며 제 2중족골에 비하여 족배 굽곡되어있지 않은 안정적인 제 1열(first ray)이 궁을 만드는 데 중요한 역할을 한다는 점에 유의해야 한다. 중족족근

관절 유합술은 제 1열을 족저 굽곡시키는 데 사용될 수 있으나 제 1열이 안정적인 경우는 중족족근 관절 유합술보다는 설상골 내측 쇄기 개방성 절골술(opening wedge medial cuneiform osteotomy)을 통해 제 1열의 족저 굽곡을 시도할 수 있다. 주설상 관절 유합술은 관절의 불안정성을 해소할 수 있으나 수술 술기상 기술적인 난이도가 있기 때문에 장단점을 잘 비교하여 술식을 결정해야 한다.

건 이전술과 종골 내측 전위 절골술 후 관리에는 일정 기간의 비체중부하가 필요한데 석고고정 등을 최소 6주간 시행해야 하며 관절 운동은 6주에 시작하고 이후 8주 정도부터는 체중부하를 한다. 환자는 6~12주 사이에는 보조기를 계속 착용해야 하며, 점진적인 근력 강화운동은 수술 후 12주에 이전된 건이 회복되고 나서 시행하는데 초기에는 서서히 시작하여야 한다. 또한 환자에게 수술 후 4~6개월간은 호전이 없을 수 있음을 주지시켜야 한다.

3. 2b기

후천적 편평족 변형 2b기에서의 치료는 다른 병기에 비해 논쟁의 여지가 많다. 몇몇 저자들은 통상적으로 외측 주 연장술을 사용하나,^{18,19)} 반대로 거의 사용하지 않는 저자들도 있다.¹⁵⁾ 외측 주 연장술은 외전된 거주상 관절을 교정하여 궁의 상승을 제공하나 외번이 감소함에 따라 족부의 족저 외측면(plantar lateral border)에

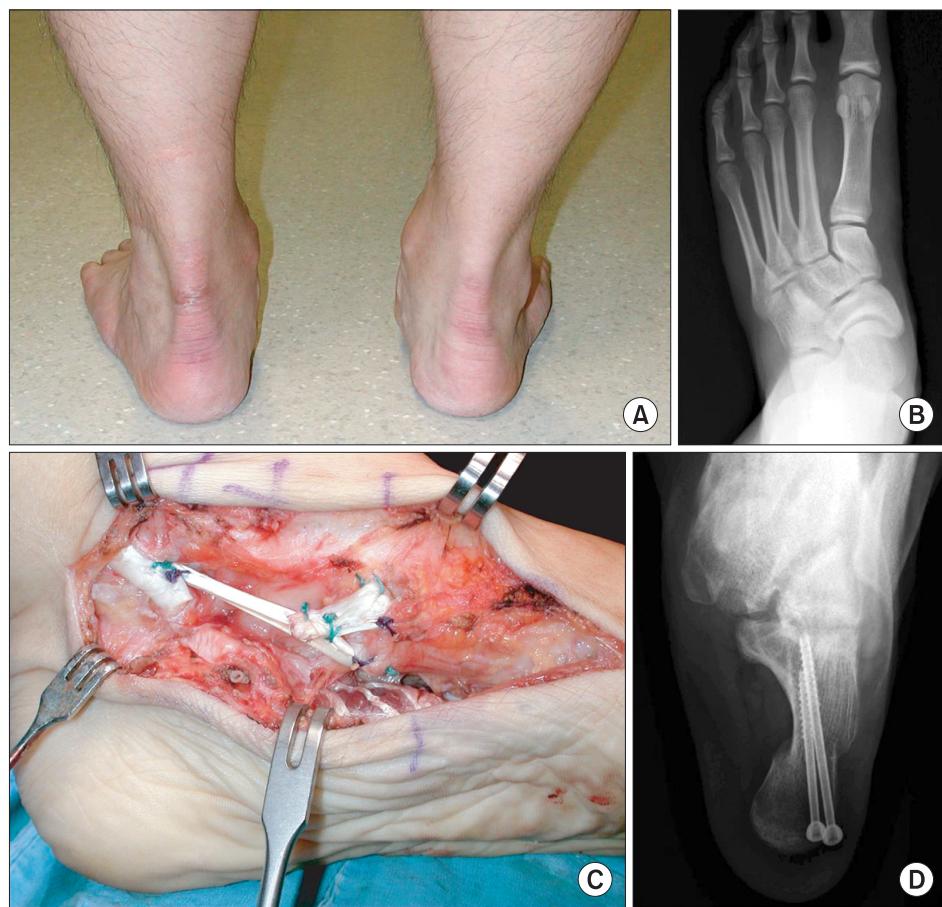


Figure 2. (A) The photograph of both heel showed a valgus deformity and ‘too many toes’ sign in the left side. (B) The standing anteroposterior radiograph of left foot demonstrated mild abduction in the midfoot. The talonavicular uncoverage was measured to be 25%. (C) Under the diagnosis of stage 2a acquired adult flatfoot deformity, a flexor digitorum longus tendon transfer was performed. (D) The tendon transfer was combined with a calcaneal medial slide osteotomy.

가해지는 압력이 커진다.²⁰⁾ 외측 주 연장술은 종골의 앞부분이나 종입방 관절에서 시행할 수 있는데 자가골이나 동종골이 연장술에 사용될 수 있으며 이러한 골이식이 유합률을 높일 수 있다(Fig. 3).^{9,21-23)} 한편 종입방 관절에서의 견인 유합술(distraction arthrodesis)은 불유합의 발생률이 높고 발에 추가적인 불편감을 초래한다는 보고도 있다.^{9,22)} 외측 주 연장술은 외전(abduction)의 교정에 아주 효과적이지만 과교정이 흔하게 일어나기 때문에 어느 정도 이상의 외전 변형이 있는 경우에만 시행되어야 한다. 이러한 외측 주 연장술은 술 후 족부의 외측면에 과도한 하중, 제 5중족골 피로 골절 및 강직 등을 초래할 수 있지만 거주상 관절에 중등도 및 고도의 외전 변형이 있는 경우에는 종골 내측 전위 절골술로는 충분한 교정 효과를 보지 못할 수 있기 때문에 시행되고 있다. 또한 이러한 외측 주 연장술의 잠재적인 문제점들 때문에 몇몇 저자들은 종골 내측 전위 절골술만으로 제한적인 교정에 만족하게 되거나 거골하 관절 고정술 등의 후족부 유합술을 선호하기도 하며 더 심한 변형의 경우에는 거주상 관절을 포함하는 유합술을 선택하기도 한다.^{22,24,25)} 종골 내측 전위 절골술을 받은 2a기와 종골 내측 전위 절골술과 외측 주 연장술을 받은 2b기 환자들을 대상으로 한 비교연구에서는 종골 내측 전위 절골술과 외측 주 연장술을 받은 그룹에

서 외측 불편감과 강직의 발생률이 더 높게 나타났으며, 종골 내측 전위 절골술과 외측 주 연장술을 받은 환자들 중 45%가 어느 정도 이상의 외측 불편감을 호소하였다.⁹⁾ 따라서 외측 주 연장술을 시행할 때에는 강직을 최소화할 수 있게 필요한 교정만을 시행하여야 하고 또한 족부의 과교정을 피하기 위해 매우 조심스럽게 교정이 행해져야 한다. 수술의 목표는 높은 궁이나 경직된 발을 만드는 것이 아니라 수용할 만한 정렬을 만드는 것이며 정상적이지만 너무 과하지 않은 외반 운동이 발에 남아 있어야 하는데 어떻게 강직을 줄이고 잔여증상을 최소화할 것인가에 대해서는 추가적인 연구가 필요하다.

수술 후 관리는 건 이전술과 내측 전위 종골 절골술을 시행한 경우보다 더 오래 걸린다. 환자들은 비체중부하 석고고정을 8주간 시행해야 하며, 체중부하 및 관절 운동은 8~10주 사이에 진행한다.

스프링 인대의 봉합이나 재건은 후천적 편평족 변형 2a와 2b기의 치료에서 한 부분을 차지하지만 이의 역할은 정확히 정의되지 않아. 스프링 인대는 퇴행성 변화가 자주 오기 때문에 봉합술 단독으로 골 정렬의 교정을 기대하기는 힘들다. 따라서 봉합술은 인대의 파열이 확실히 관찰될 때 주로 시행되나 대부분 다른 술식

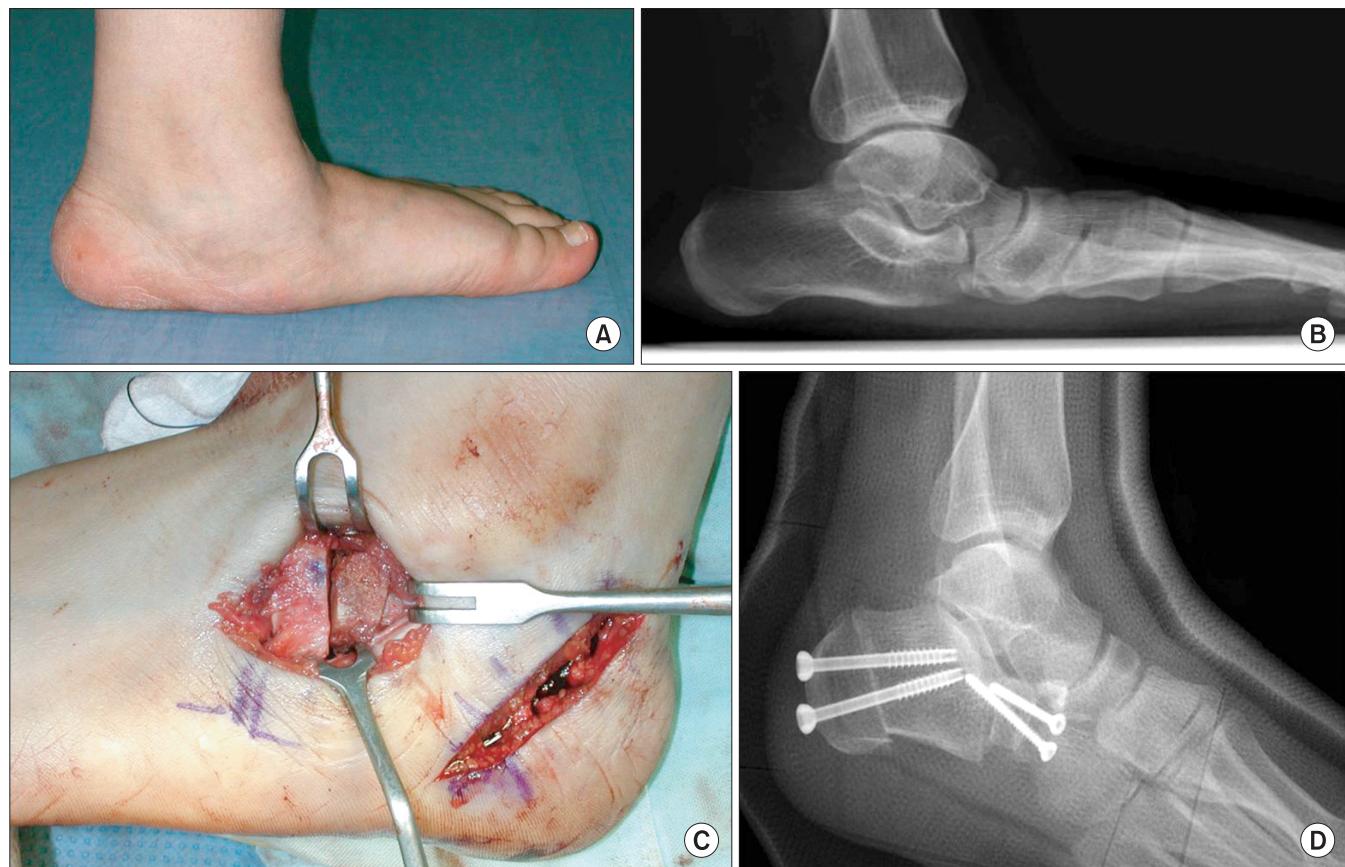


Figure 3. The photograph (A) and standing lateral radiograph (B) of left foot showed a severe flatfoot deformity, which was diagnosed as stage 2b acquired adult flatfoot deformity. (C) A calcaneal medial slide osteotomy and a lateral column lengthening were performed at the same time to correct the severe deformity. (D) Postoperative lateral radiograph showed the well-fixed double osteotomies.

과 동반 시행되므로 그 효용성을 증명하는 것은 힘들다고 볼 수 있다.⁸⁾

4. 3기

3기 후천적 편평족 변형은 수동적으로도 교정이 되지 않는 단계로, 흔히 관절 유합술이 변형의 교정과 발의 안정화를 위해 필요하게 된다. 일반적으로 거주상 관절에서의 유합이 흔히 요구되는데 이는 대부분의 변형이 이 관절에서 일어나기 때문이다. 많은 저자들은 삼중 관절 유합술(triple arthrodesis)을 선호하는데, 그 이유로는 세 관절을 모두 유합할 경우에 원하는 적절한 정도의 교정을 할 수 있기 때문이다(Fig. 4). 후족부 유합 시 정렬을 조심스럽게 확인하는 것이 중요하며 제자리 유합(*in situ fusion*)은 피해야 하는데 내반이 될 때까지 과교정을 하지 않고 적절한 교정을 하는 것이 최

선이다. 후족부는 전족부가 중립상태에서 5도 이하의 외반 상태를 유지해야 하며, 만일 전족부와 삼중 관절(triple joint complex)의 교정을 한 다음에도 과도한 후족부 외반이 남아있을 경우에는 종골 내측 전위 절골술을 추가한다. 또한 불안정한 제 1열을 위한 전족족근 관절 유합술이나 Cotton 절골술 등이 제 1중족골의 신전 변형의 교정을 위해 사용된다.

삼중 관절 유합술 후의 결과에는 몇 가지 제한점이 있으며 특히 올통불통한 길을 걷거나 운동을 하는 데 어려움을 호소할 수 있다.^{9,26)} 종골 내측 전위 절골술이나 종골 내측 전위 절골술 및 외측 주 연장술을 받은 2기 후천적 편평족 변형 환자들의 기능을 후족부 유합술을 시행받은 2b기나 3기 환자들과 비교한 연구에서는 관절 유합군에서 기능적인 제한이 훨씬 더 크게 나타났다.⁹⁾ 이러한 결과들은 변形이 진행되는 경우에 절골술 등의 적절한 교정술을 조

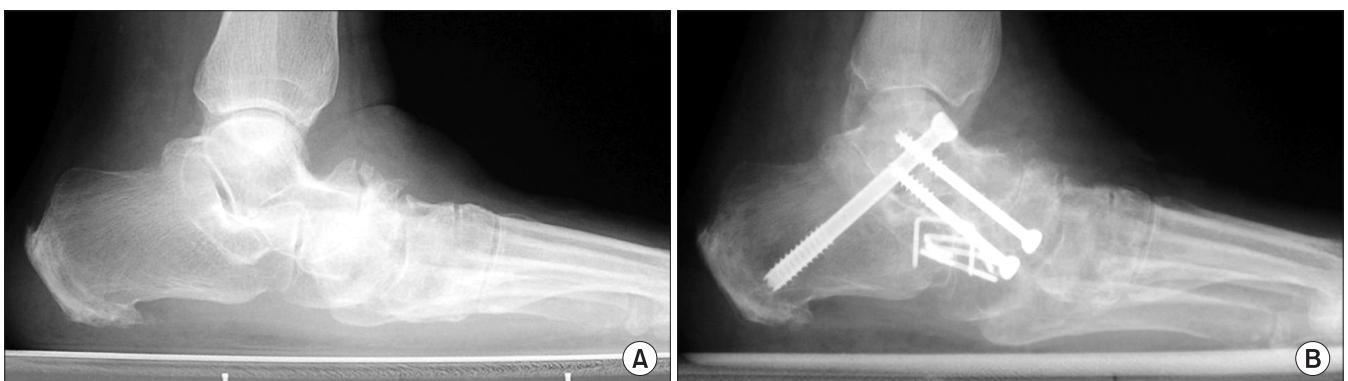


Figure 4. (A) Stage 3 acquired adult flatfoot deformity was seen at preoperative standing lateral radiograph of 47-year-old male patient. (B) Triple arthrodesis was performed for the rigid flatfoot deformity.



Figure 5. Preoperative standing anteroposterior (A) and lateral (B) radiographs of a 62-year-old female patient showed a valgus deformity of ankle joint with a severe flatfoot deformity. Postoperative anteroposterior (C) and lateral (D) radiographs showed the triple arthrodesis and extended medial column fusion combined with a deltoid ligament reconstruction, which were performed under the diagnosis of stage 4 acquired adult flatfoot deformity.

기애 시행하는 것이 변형이 고정된 후 관절 유합술을 시행하는 경우보다 발의 기능 보전에 더 유리하다는 점을 시사한다.

5. 4기

현재 4기 후천적 편평족 변형 환자들의 수술적 결과에 대한 연구는 많지 않으나 내측 삼각인대의 재건을 위한 여러 술기들은 많이 알려져 있다.^{9,11)} 한 연구에서는 건 이식을 사용해 내측 삼각인대를 재건하면서 족부 변형을 동시에 교정함으로써 족관절의 거골 경사의 교정이 가능하였다는 결과를 보고하였다.¹¹⁾ 하지만 내측 삼각인대 재건이 시술의 성공에 얼마나 기여하는지는 알 수 없으며 족부의 변형에 대한 완전한 교정 없이 단순히 족관절 인대만을 재건하는 술식은 실패 가능성성이 높을 것이라고 예상할 수 있다. 즉 4기 후천적 편평족 변형 환자들에서는 후족부 외반, 제 1열의 신전, 그리고 중족부의 외전 등을 포함한 모든 족부 변형의 교정이 치료의 성공에 중요하다(Fig. 5). 4기 편평족 변형 환자들을 삼중 관절 유합술 없이 종골 내측 전위 절골술과 외측 주 연장술만을 이용해 치료하는 경우도 있지만 대부분의 경우 삼중 관절 유합술이 주로 사용된다. 삼중 관절 유합술을 한 후에도 5도 이상의 후족부 외반이 남아 있을 경우 종골 내측 전위 절골술이 추가될 수 있다. 또한 4기 후천적 편평족 변형 환자들 중 족관절에 관절염이 동반된 경우는 족관절 유합술이나 인공관절 치환술(total ankle arthroplasty)이 요구된다. 범거골 관절유합술(pantalar fusion)은 강직 및 보행 제한 등이 심하므로 되도록 경골-종골 유합술(tibiocalcaneal arthrodesis)이나 족부 재건술과 인공관절 치환술의 동반 시행이 먼저 고려되어야 한다. 또한 거주상 관절의 유합이 없이도 변형이 적절하게 교정될 수 있다면 횡 족근 관절(transverse tarsal joint)의 관절 운동을 적절히 보존하는 것이 중요하다.

후천적 편평족 변형의 모든 병기에서 아킬레스건이나 하퇴 삼두근(gastrocnemius-soleus complex)이 단축될 수 있으며 이는 3, 4기에서뿐만 아니라 2a, 2b기에서도 변형이 심할 경우 흔하게 관찰

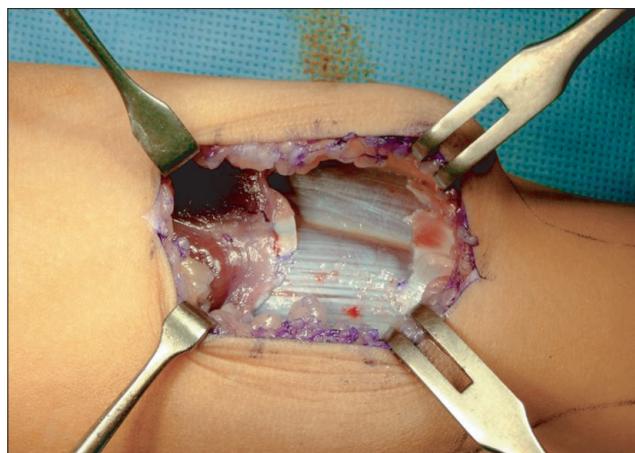


Figure 6. This photograph demonstrates the technique of gastrocnemius recession.

된다. 아킬레스건의 연장술을 시행하는 빈도는 저자들마다 다양하며, 아킬레스건의 단축 정도는 슬관절 신전 상태와 90도 굽곡 상태에서 다같이 검사해야 한다. 슬관절 신전 상태에서 후족부와 족관절이 0도 이상 족배 굽곡되지 않는다면 Strayer 술식을 이용한 비복근 연장술(gastrocnemius recession)을 고려해야 하며 비복근과 자미근(soleus muscle)이 둘 다 수축되어 있을 때는 아킬레스건의 삼중 절제술(triple cut)이 필요하게 된다(Fig. 6). 이때 술자는 과도하게 건이 연장되지 않도록 특히 주의해야 한다. 이러한 재건술 후의 관리는 10~12주간 비체중부하 석고고정을 시행하고, 이후 2~4주간 점진적인 체중부하를 하게 된다.

결 론

후천적 편평족 변형 환자의 수술적 치료는 동반된 많은 변형들을 같이 교정해야 하며 이러한 변형의 교정술 후 결과에 영향을 미치는 가장 중요한 것은 과교정 및 과도한 술 후 강직을 피하는 것이다. 모든 병기의 치료에서 적절한 정렬을 회복하면서도 가능한 한 유연성을 유지하는 것이 중요하며 이 두 가지의 목적을 최대한 달성할 때 가장 이상적인 결과가 나오게 된다.

REFERENCES

- Johnson KA. Tibialis posterior tendon rupture. *Clin Orthop Relat Res.* 1983;(177):140-7.
- Mann RA, Thompson FM. Rupture of the posterior tibial tendon causing flat foot. Surgical treatment. *J Bone Joint Surg Am.* 1985;67:556-61.
- Myerson MS. Adult acquired flatfoot deformity: treatment of dysfunction of the posterior tibial tendon. *Instr Course Lect.* 1997;46:393-405.
- Johnson KA, Strom DE. Tibialis posterior tendon dysfunction. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;(239):196-206.
- Pinney SJ, Lin SS. Current concept review: acquired adult flatfoot deformity. *Foot Ankle Int.* 2006;27:66-75.
- Deland JT, de Asla RJ, Sung IH, Ernberg LA, Potter HG. Posterior tibial tendon insufficiency: which ligaments are involved? *Foot Ankle Int.* 2005;26:427-35.
- Holmes GB Jr, Mann RA. Possible epidemiological factors associated with rupture of the posterior tibial tendon. *Foot Ankle.* 1992;13:70-9.
- Deland JT. Adult-acquired flatfoot deformity. *J Am Acad Orthop Surg.* 2008;16:399-406.
- Deland JT, Page A, Sung IH, O'Malley MJ, Inda D, Choung S. Posterior tibial tendon insufficiency results at different stages. *HSS J.* 2006;2:157-60.
- Vora AM, Tien TR, Parks BG, Schon LC. Correction of moderate and severe acquired flexible flatfoot with medializing calcaneal osteotomy and flexor digitorum longus transfer. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88:1726-34.

11. Deland JT, de Asla RJ, Segal A. Reconstruction of the chronically failed deltoid ligament: a new technique. *Foot Ankle Int.* 2004;25:795-9.
12. Teasdall RD, Johnson KA. Surgical treatment of stage I posterior tibial tendon dysfunction. *Foot Ankle Int.* 1994;15:646-8.
13. Myerson MS, Badekas A, Schon LC. Treatment of stage II posterior tibial tendon deficiency with flexor digitorum longus tendon transfer and calcaneal osteotomy. *Foot Ankle Int.* 2004;25:445-50.
14. Otis JC, Deland JT, Kenneally S, Chang V. Medial arch strain after medial displacement calcaneal osteotomy: an in vitro study. *Foot Ankle Int.* 1999;20:222-6.
15. Hiller L, Pinney SJ. Surgical treatment of acquired flatfoot deformity: what is the state of practice among academic foot and ankle surgeons in 2002? *Foot Ankle Int.* 2003;24:701-5.
16. Needleman RL. A surgical approach for flexible flatfeet in adults including a subtalar arthroereisis with the MBA sinus tarsi implant. *Foot Ankle Int.* 2006;27:9-18.
17. Hirose CB, Johnson JE. Plantarflexion opening wedge medial cuneiform osteotomy for correction of fixed forefoot varus associated with flatfoot deformity. *Foot Ankle Int.* 2004;25:568-74.
18. Evans D. Calcaneo-valgus deformity. *J Bone Joint Surg Br.* 1975;57:270-8.
19. Pomeroy GC, Pike RH, Beals TC, Manoli A 2nd. Acquired flatfoot in adults due to dysfunction of the posterior tibial tendon. *J Bone Joint Surg Am.* 1999;81:1173-82.
20. 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;26:520-5.
21. Deland JT, Otis JC, Lee KT, Kenneally SM. Lateral column lengthening with calcaneocuboid fusion: range of motion in the triple joint complex. *Foot Ankle Int.* 1995;16:729-33.
22. Thomas RL, Wells BC, Garrison RL, Prada SA. Preliminary results comparing two methods of lateral column lengthening. *Foot Ankle Int.* 2001;22:107-19.
23. Dolan CM, Henning JA, Anderson JG, Bohay DR, Kornmesser MJ, Endres TJ. Randomized prospective study comparing tri-cortical iliac crest autograft to allograft in the lateral column lengthening component for operative correction of adult acquired flatfoot deformity. *Foot Ankle Int.* 2007;28:8-12.
24. Cohen BE, Johnson JE. Subtalar arthrodesis for treatment of posterior tibial tendon insufficiency. *Foot Ankle Clin.* 2001;6:121-8.
25. Deland JT, Page AE, Kenneally SM. Posterior calcaneal osteotomy with wedge: cadaver testing of a new procedure for insufficiency of the posterior tibial tendon. *Foot Ankle Int.* 1999;20:290-5.
26. Coetzee JC, Hansen ST. Surgical management of severe deformity resulting from posterior tibial tendon dysfunction. *Foot Ankle Int.* 2001;22:944-9.