

성인의 유연성 편평족에 대한 종골 연장술

인제대학교 의과대학 서울백병원 정형외과, 인제대학교 의과대학 해운대백병원 정형외과*

최홍준* · 조재호 · 왕배건

Calcaneal Lengthening Osteotomy for the Symptomatic Flexible Flatfoot in Adults

Hong Joon Choi, M.D.*, Jae ho Cho, M.D., Bae Gun Wang, M.D.

*Department of Orthopedic Surgery, Seoul Paik Hospital, Inje University College of Medicine, Seoul, Korea,
Department of Orthopedic Surgery, Haeundae Paik Hospital, Inje University College of Medicine, Seoul, Korea**

=Abstract=

Purpose: Calcaneal lengthening osteotomy is one option for the treatment of symptomatic flexible flatfoot in adults. The aim of the study was to evaluate the short term clinical and radiologic results and analyze its complications.

Materials and Methods: Twelve feet who had undergone calcaneal lengthening osteotomy without flexor digitorum longus transfer between December 2009 and July 2011 were included. The mean age was 40.6 years (23~75 years). The mean follow-up was 17.3 months (13~25 months). Clinical outcome were assessed using American Orthopadics Foot and Ankle Society (AOFAS) score and visual analogue scale (VAS) for pain. Four radiologic parameters were measured from weightbearing radiographs to evaluate the difference between preoperatively and postoperatively measures. To analyze the complications, calcaneocuboid joint subluxation and degenerative change were measured postoperatively.

Results: The mean AOFAS score improved from 55.3 points preoperatively to 82.2 points at latest follow-up (p=0.000). The mean VAS improved from 6.3 points preoperatively to 3.2 points postoperatively (p=0.002). All radiologic parameters, the mean talonavicular coverage angle on AP view, the mean talo-1st metatarsal angle on AP and lateral view and the mean calcaneal pitch angle, significantly improved after calcaneal lengthening osteotomy. Nine feet (75%) were shown the degenerative change in the calcaneocuboid joint at latest follow-up radiographs.

Conclusion: Calcaneal lengthening osteotomy for the symptomatic flexible flatfoot in adults produced significant improvement in clinical and radiologic parameters, but calcaneocuboid joint osteoarthritis occurred postoperatively remained a major problem.

Key Words: Flatfoot, Adult flexible, Calcaneal lengthening osteotomy

Received: April 13, 2013 Revised: May 10, 2013
Accepted: May 21, 2013

• **Corresponding Author: Jae Ho Cho**

Department of Orthopedic Surgery, Seoul Paik Hospital, Inje University College of Medicine, 85 Jeo-Dong 2-ga, Seoul 100-032, Korea
Tel: +82-2-2270-0042 Fax: +82-2-2270-0023
E-mail: hohotoy@nate.com

• 본 논문의 요지는 2012년도 대한족부족관절학회 추계학술대회에서 발표되었음.

서 론

유연성 편평족은 전족부의 외전, 후족부의 외반, 내측 종아치의 소실 및 거골의 내측 아탈구 등의 복합적인 변형의 복합체로 정의할 수 있다. 성인 편평족은 선천적인 원인이 골 성숙이 된 후 잔존하는 변형과 후천적인 편평족을 말한다.¹⁾ 이는 선천성 편평족이 지속되거나

나 외상, 류마티스 관절염 같은 전신 질환, 후 경골건 기능 장애 등 원인이 있는 경우와 뚜렷한 원인이 없이 발생한 특발성으로 구분될 수 있다. 이와 같은 변형에 대하여 비수술적인 치료가 실패할 경우, 과거로부터 연부조직에 대한 수술, 절골술, 관절 유합술, 관절 체동술 등 여러 가지 수술 방법들이 제시되었고 각각의 치료에 많은 문헌 보고들이 있었다.²⁾ 하지만, 수술적 치료의 선택에 있어서는 아직 논란이 많다.

Evans³⁾에 의해 제시된 종골 연장술은 족부의 모든 관절을 보존하면서 편평족 변형을 교정하는 술식으로 유연성 성인 편평족에서 술 후 임상적 및 방사선학적 결과를 보고한 많은 문헌들이 있다.⁴⁻⁶⁾ 하지만, 대부분의 보고들은 후 경골건 기능장애를 동반한 성인의 유연성 편평족에서 장족지 굴근건 이전술과 함께 시행한 결과들이다. 장족지 굴근건 이전술은 부분적으로 내측 종아치 회복에 관여하는 것으로 알려져 있으므로⁷⁾ 이들 결과가 종골 연장술의 효과인지 건 이전술과 병합된 효과인지 구분되어야 하지만 이들 보고에서는 이에 대한 언급은 없었다. 또한, 종골 연장술 후 발생한 합병증에 대해서도 서로 다르게 보고하고 있다.⁴⁻⁶⁾

따라서, 저자들은 성인의 유연성 편평족에서 장족지 굴근건 이전술 이외에 다른 단순 연부조직 술식을 추가로 시행한 종골 연장술의 임상적 및 방사선학적 결과와 술 후 발생한 합병증을 확인하고자 하였다.

대상 및 방법

본 연구는 임상 시험 연구 위원회의 인증을 받았으며 연구 대상은 2009년 12월부터 2011년 7월까지 성인의 유연성 편평족으로 수술적 치료를 받은 환자 중 종골 연장술을 시행 받은 후 최소 1년 이상 추시가 가능했던 환자를 대상으로 하였다. 체중을 부하하지 않거나 수동적으로 정복 시 편평족 변형이 뚜렷하지 않은 유연성 편평족 환자 중 골단판이 닫힌 나이에서 선천성 편평족이 지속된 경우, 후천성 편평족 중 후 경골건 기능 장애나 부주상골이 있는 경우 그리고 뚜렷한 원인이 발생한 특발성인 경우가 본 연구대상에 포함되었다. 그러나, 외상, 신경 근육성 질환, 또는 전신성 질환에 의한 편평족, 수술 시 장족지 신전건 이전술이나 다른 골 술식을 같이 시행한 경우는 본 연구 대상에서 제외하였다. 총 12명 12예가 연구 대상에 포함되었고 남자가 5

명, 여자가 7명이었다. 평균 연령은 40.6세(23~75세)였고, 평균 추시 기간은 17.3개월(13~25개월)이었다.

본 연구에 포함된 질환은 후 경골건 기능 장애 병기 2A 1예, 부주상골이 동반된 편평족 2예, 선천성 편평족이 지속되었거나 특발성인 경우가 9예였다. 모든 예에서 보존적 치료에 통증이 호전되지 않아 수술적 치료를 시행하였다. 수술적 치료로 Evans³⁾에 의해 제시된 종골 연장술 시행하였고 모든 예에서 자가 장골에서 골 이식을 시행하였다. 추가적으로 연부조직 술식을 시행하였는데 1예에서 후 경골건의 변연절제술을, 2예에서 부주상골 제거술 및 후 경골건 재 부착술을, 10예에서 비복근 근막 절개술을 시행하였다.

임상적 결과는 술 전 및 최종 추시 시 미국 족부 정형외과 학회(American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS)의 후족부 점수 및 통증지수(VAS)를 이용하였다. 수술 후 주관적 만족도를 4단계(Excellent, good, fair and poor)로 구분하여 조사하였고, 수술 후 통증에 대한 위치를 구체적으로 파악하였다. 방사선학 결과는 수술 전 및 최종 추시에서 체중부하 전후면상 거주상골 피복각(talonavicular coverage angle)⁸⁾과 거골-제 1중족골간 각(talo-first metatarsal angle)⁸⁾을, 체중부하 측면상 거골-제 1중족골간 각,⁸⁾ 종골 경사각(calcaneal pitch angle)⁹⁾을 측정하여 그 차이를 확인하였다. 종입방 관절의 아탈구 정도¹⁰⁾는 종입방 관절에서 입방골에 대한 종골의 배부 전이 정도를 전체 종골의 관절면 길이에 대한 백분율로 하였다(Fig. 1). 추가로 종입방 관절의 관절염



Figure 1. Radiograph representing the amount of calcaneocuboid joint subluxation. The line (a) represents the total length of the articular surface of the calcaneus at the calcaneocuboid joint. Line (b) represents the dorsal height of the articular surface of the calcaneus above the cuboid. The percentage of calcaneocuboid joint subluxation was calculated as follows: $a/b * 100$.

정도에 대한 측정은 Kellgren & Lawrence의 분류 기준¹¹⁾에 따라 등급을 나누었다.

임상적 결과와 방사선적 결과의 술 전 및 술 후 비교 분석은 SPSS 12.0을 이용하였다. 모든 인자들이 정규 분포를 보인 경우 대응 표본에 대한 모수적 검정법인 paired t-test를, 정규분포를 보이지 않은 경우 대응 표본에 대한 비모수적 검정법인 Wilcoxon sign-rank test를 이용하였다. 종입방 관절의 아탈구와 관절염의 관계를 분석하기 위하여 Spermán's rank 상관 분석을 시행하였다. 통계적 유의수준은 p값이 0.05 이하인 경우로 하였다.

결 과

미국 족부 정형외과 학회의 후족부 점수는 술 전 평균 55.3 점에서 술 후 평균 82.2점으로 향상되었다($p < 0.000$). 통증 지수는 술 전 평균 6.3 점에서 술 후 평균 3.2 점으로 감소하였다($p = 0.002$). 수술 후 주관적 만족도는 Excellent가 3예, Good이 4예, Fair가 4

예 그리고 Poor가 1예를 보였다(Table 1).

방사선학적 결과는 술 후 전후면상 거주상골 피복각, 전후면상 및 측면 거골-제 1중족골간 각 그리고 측면상 종골 경사각 모두에서 통계적으로 유의한 향상을 보였다(Table 2).

종입방 관절의 아탈구 정도는 술 전 평균 $9.0 \pm 5.9\%$ 에서 술 후 평균 $11.4 \pm 5.1\%$ 로 아탈구 정도가 증가하였으나 통계학적으로 유의하지는 않았다($p = 0.212$). 종입방 관절의 관절염 정도는 Kellgren & Lawrence 등급상 술 전 평균 0.2 ± 0.40 에서 술 후 평균 2.0 ± 1.35 로 통계학적으로 유의하게 진행이 된 소견을 확인할 수 있었다($p = 0.001$).

종입방 관절의 아탈구와 종입방 관절의 관절염 정도 변화의 상관 관계를 알아보기 위하여 분석한 결과 통계학적으로 유의하지 않은 상관 관계를 보였다(Spearman's $\rho = 0.197$, $p = 0.540$).

수술 후 외측 족부 통증을 호소한 환자는 9례(75%)였고, 통증 부위 별로 구분하여 종입방 관절의 통증을 호소한 환자는 7례(58%), 제 5 중족골 외측 부위의 통

Table 1. Summary of Cases.

No	Age/ Sex	Follow-up (months)	Additional procedure	AOFAS* score		VAS [§] score		CCJ [¶] subluxation (%)		Kellgren and Lawrence grade		Lateral foot pain site	Satisfaction**
				Preop [†]	Postop [‡]	Preop	Postop	Preop	Postop	Preop	Postop		
1	23/F	20	GR ^ε	63	75	7	4	11.1	3.7	0	3	CCJ	F
2	56/F	12	GR	56	65	7	6	12.3	16.4	1	3	CCJ	P
3	75/M	17	GR	55	71	4	6	3.5	11.4	1	2	CCJ	F
4	34/M	17	GR, AN	55	72	8	5	4.9	8.3	0	3	CCJ	F
5	45/F	12	GR, AN	59	74	7	6	7.5	10.7	0	3	CCJ	F
6	29/F	19	GR	60	85	5	2	7.3	7.1	0	3	CCJ	G
7	28/M	20	GR	64	87	4	1	15.2	19.7	0	3	CCJ	G
8	51/F	14		55	90	7	1	0.0	8.2	0	3		E
9	23/M	13	GR	62	90	4	2	5.8	7.4	0	0		E
10	21M	18	GR, PTTD [¶]	52	90	6	3	22.6	10.9	0	1	5th MT [*]	G
11	47/F	25	GR	26	100	8	0	8.0	13.3	0	0		E
12	50/F	20		57	87	8	2	9.6	20.0	0	0	5th MT	G

* AOFAS: American Orthopaedic Foot and Ankle Society Ankle-hindfoot Score

§ VAS: Visual Analogue Scale

† Preop: Preoperative

‡ Postop: Postoperative

ε GR: Gastrocnemius recession

AN: accessory navicular excision and posterior tibialis tendon reattachment

¶ PTTD: Posterior tibialis tendon debridement

¶ CCJ: Calcaneocuboid joint

* MT: Metatarsal bone

** Satisfaction, E: Excellent, G: Good, F: Fair, P: Poor.

증을 호소한 환자는 2례(17%)였다. 수술 후 외측 족부 통증을 호소한 환자 9례와 호소하지 않은 3례로 나누어 각 군의 종입방 관절의 아탈구 변화 및 종입방 관절염 정도 변화를 비교 분석하였으나 통계학적으로 유의한 차이를 보이지는 않았다(각각 $p=0.444$, $p=0.229$). 추시 상 수술의 실패로 재수술한 경우는 없었으며, 창상 감염 및 신경학적 손상 등의 합병증을 보이는 경우도 없었다.

고 찰

성인의 유연성 편평족은 시상면상 내측 종아치의 소실, 관상면상 후족부 외반 및 전족부 내반, 수평면상 전족의 외전을 특징으로 한다. 이 세 방향의 변형에서 좀더 정상적으로 생체역학적인 회복을 하기 위한 수술적 치료로 절골술은 중요한 역할을 한다.¹²⁻¹⁴ 절골술의 종류로 종골 연장술, 내측 전위 종골 절골술 그리고 이중 종골 절골술이 있다. 이중 종골 연장술은 성인의 유연

성 편평족의 치료로 보편적으로 사용되어 왔으며, 유연성 편평족에서 세 방향의 변형 모두에서 임상적 및 방사선학적으로 효과가 입증된 보고가 있었다.¹⁵ 대부분의 보고에서 종골 연장술은 내측의 연부조직 수술 즉, 장족지 굴곡근 이전술과 같이 시행되어 임상적 및 방사선학적으로 좋은 결과를 보여주고 있다.⁴⁻⁶ 장족지 굴곡근 이전술은 후족부 내반력을 강화시키고 뒤꿈치 거상을 가능하게 하며, 부분적으로 내측 종아치 회복에 관여하는 것으로 알려져 있다.¹⁶ 따라서 저자들은 종골 연장술만의 효과를 보기 위해서는 사체 연구처럼 순수한 절골술은 아니더라도 최소한 건 이전술을 같이 시행한 경우는 제외하는 것이 옳다고 생각하였다. 또한, 서양인이 동양인에 비하여 후경골건의 기능 장애의 빈도가 높기 때문에 건 이전술 없이 종골 연장술의 임상적 및 방사선학적 결과를 보고한 논문은 찾기 힘들었고 이러한 배경에서 본 연구를 하게 되었다. 본 연구에서는 비복근 근막 절개술, 부주상골 제거술 및 후 경골건 재부착술 그리고 후 경골건 변연절제술이 연부조직 수술

Table 2. Mean and SD* of the Radiographic Measurements.

	Preoperative	Final follow up	P-value
TNC [†] (°)	27.9 ± 10.5	9.9 ± 9.9	<0.001**
ATMT [‡] (°)	19.2 ± 9.5	6.6 ± 6.8	0.001**
LTMT [§] (°)	22.0 ± 12.4	7.2 ± 10.6	<0.001**
CP [¶] (°)	10.4 ± 3.5	18.4 ± 6.0	0.001**

* SD: Standard deviation

† TNC: Talonavicular coverage angle

‡ ATMT: Talo-first metatarsal angle on anteroposterior view

§ LTMT: Talo-first metatarsal angle on lateral view

¶ CP: Calcaneal pitch angle

** : Statistically significant.

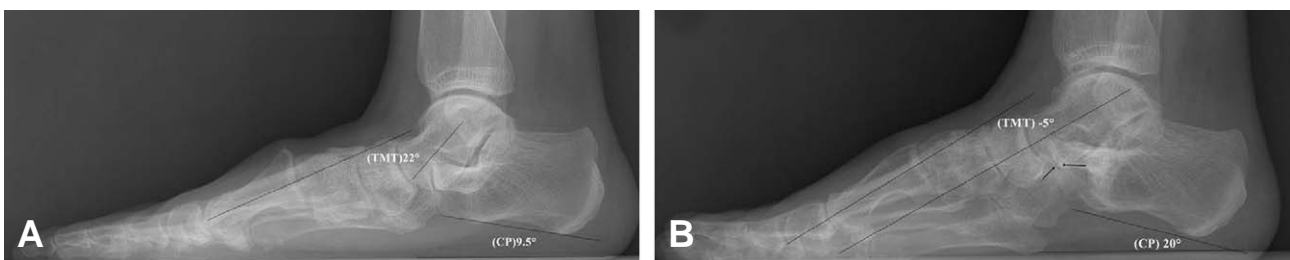


Figure 2. Preoperative (A) and postoperative (B) radiographs of 56-year-old woman with flexible flatfoot. On lateral weightbearing radiographs, the talo-first metatarsal angle (TMT) and calcaneal pitch angle (CP) were significantly improved postoperatively. But, significant degenerative change in calcaneocuboid joint were shown postoperatively compared to preoperatively (arrow).

로 포함되어 있으나, 이들이 내측 종아치 회복에 관여한다는 논문은 찾기 힘들었다. 본 연구 결과, 성인의 유연성 편평족 환자에 대한 치료로 건 이진술 없이 종골 연장술을 시행하였을 때 임상적 및 방사선학적 결과가 수술 전보다 수술 후에 유의하게 호전됨을 확인하였다.

성인의 편평족 교정에 있어서 종골 연장술이 임상적 및 방사선학적으로 우수하다는 보고가 있음에도 불구하고 종입방 관절의 이차적인 압력 증가 때문에 많은 의사들이 종골 연장술에 의구심을 가져왔다.¹⁵⁾ 종골 연장술 후에 종입방 관절의 압력 증가가 이차적인 종입방 관절의 관절염을 증가시킬 위험도가 있다는 실험적 연구도 있었다.¹²⁾ 하지만, 종입방 관절의 압력 증가와 관절염과 관계는 확실하지 않다. Cooper 등¹⁷⁾은 종골 연장이 10 mm 되었을 때 종입방 관절의 압력이 8배로 증가한다고 보고한 반면에 Momberger 등¹⁸⁾은 사체 연구에서 종골 연장술 시에 압력의 차이가 없다고 보고하였다. 실제 임상적 연구에서도 종골 연장술 후 종입방 관절염에 대해서 논란의 여지가 있다. Phillips¹⁹⁾는 Evans 종골 연장술 후 13년 추시 관찰에서 23예 중에 15예의 종입방 관절염을 방사선적으로 확인하였다고 기술하였고, Hintermann 등⁴⁾은 평균 23개월 추시 관찰 상 19예 중에서 단 2예만 종입방 관절의 퇴행성 변화를 보였다고 보고하였다. 본 연구에서는 평균 17개월의 단기 추시 관찰에서 12예 중에서 9예에서 종입방 관절의 퇴행성 변화를 방사선적으로 확인할 수 있었다 (Fig. 2). 또한, 임상적으로 종골 연장술 후 추시 관찰 상 방사선적으로 종입방 관절의 퇴행성 변화가 확인된 9예 중에서 7예에서 통증의 부위는 종입방 관절이었고, 주관적 만족도가 Fair 혹은 Poor인 5예 모두 종입방 관절염을 보였다. 따라서, 종골 연장술 후 합병증으로 단기간에 종입방 관절염이 발생할 가능성이 높고 종입방 관절염이 수술 후 임상적인 만족도 측면에서도 중요한 역할을 하고 있다고 사료된다.

종골 연장술 후 발생 가능한 다른 합병증은 종골의 전방 돌기가 술 후에 배부로 전이되는 종입방 관절의 아탈구이다. Thomas 등⁶⁾은 종골 연장술을 시행한 17예 중에서 2예의 종입방 관절의 아탈구를 보고하였다. 본 연구에서는 12예 중에서 9예의 종입방 관절의 아탈구를 보였다. Cooper 등¹⁷⁾은 종입방 관절의 아탈구가 종입방 관절의 압력을 더 증가시켜서 퇴행성 변화를 가속화한다고 주장하였지만, 본 연구에서는 종입방 관절

의 아탈구 정도와 관절염 변화 정도가 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 따라서, 종입방 아탈구를 방지하기 위한 술식이 종골 연장술 시에 추가적으로 필요한지는 확실하지 않다고 사료된다.

본 연구의 한계로는 첫째, 추시 기간이 짧은다는 점을 들 수 있다. 종골 연장술만을 통해 단기 추시 결과 상 임상적 및 방사선학적 결과 상 만족할만한 효과를 보여 주고 있으나 75%에서 종입방 관절염이 방사선적으로 확인이 되어 장기적인 결과에 어떤 영향을 미치는지 확실하지 않다. 향후 장기 추시를 통해 종골 연장술만의 효과에 대한 보완이 필요할 것으로 사료된다. 둘째, 연구 대상의 수가 많지 않아 종골 연장술 후 발생하는 종입방 관절염의 빈도를 일반화 하기에는 향후 더 많은 대상을 추가하여 보완하여야 할 것으로 사료된다.

결 론

성인의 유연성 편평족에 대해서 시행한 종골 연장술의 단기 추시 결과 상 임상적 및 방사선학적으로 유의한 향상을 보였으나 술 후 합병증으로 종입방 관절염의 높은 발생 빈도를 보였다. 따라서, 종입방 관절염은 종골 연장술을 통한 편평족 교정 시에 중요한 합병증으로 사료된다.

REFERENCES

1. **JH Park JM, WC Lee, WH Bae, JG Seo.** Short-term Results of Medial Displacement Calcaneal Osteotomy for Flexible Flatfoot. *J Korean Foot Ankle Soc.* 2009;13:113-7.
2. **Zaw H, Calder JD.** Operative management options for symptomatic flexible adult acquired flatfoot deformity: a review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010;18:135-42.
3. **Evans D.** Calcaneo-valgus deformity. *J Bone Joint Surg Br.* 1975;57:270-8.
4. **Hintermann B, Valderrabano V, Kundert HP.** Lengthening of the lateral column and reconstruction of the medial soft tissue for treatment of acquired flatfoot deformity associated with insufficiency of the posterior tibial tendon. *Foot Ankle Int.* 1999;20:622-9.
5. **Richter M, Zech S.** Lengthening osteotomy of the calcaneus and flexor digitorum longus tendon transfer in flexible flatfoot deformity improves talo-1st metatarsal-Index, clinical

- outcome and pedographic parameter. *Foot Ankle Surg.* 2013;19:56-61.
6. **Thomas RL, Wells BC, Garrison RL, Prada SA.** Preliminary results comparing two methods of lateral column lengthening. *Foot Ankle Int.* 2001;22:107-19.
 7. **Feldman NJ, Oloff LM, Schulhofer SD.** In situ tibialis posterior to flexor digitorum longus tendon transfer for tibialis posterior tendon dysfunction: a simplified surgical approach with outcome of 11 patients. *J Foot Ankle Surg.* 2001;40:2-7.
 8. **Younger AS, Sawatzky B, Dryden P.** Radiographic assessment of adult flatfoot. *Foot Ankle Int.* 2005;26:820-5.
 9. **Thomas JL, Kunkel MW, Lopez R, Sparks D.** Radiographic values of the adult foot in a standardized population. *J Foot Ankle Surg.* 2006;45:3-12.
 10. **Adams SB, Jr., Simpson AW, Pugh LI, Stasikelis PJ.** Calcaneocuboid joint subluxation after calcaneal lengthening for planovalgus foot deformity in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop.* 2009;29:170-4.
 11. **Kellgren JH, Lawrence JS, Bier F.** Genetic Factors in Generalized Osteo-Arthrosis. *Ann Rheum Dis.* 1963;22:237-55.
 12. **Dinucci KR, Christensen JC, Dinucci KA.** Biomechanical consequences of lateral column lengthening of the calcaneus: Part I. Long plantar ligament strain. *J Foot Ankle Surg.* 2004;43:10-5.
 13. **Thordarson DB, Hedman T, Lundquist D, Reisch R.** Effect of calcaneal osteotomy and plantar fasciotomy on arch configuration in a flatfoot model. *Foot Ankle Int.* 1998;19:374-8.
 14. **Toolan BC, Sangeorzan BJ, Hansen ST, Jr.** Complex reconstruction for the treatment of dorsolateral peritalar subluxation of the foot. Early results after distraction arthrodesis of the calcaneocuboid joint in conjunction with stabilization of, and transfer of the flexor digitorum longus tendon to, the midfoot to treat acquired pes planovalgus in adults. *J Bone Joint Surg Am.* 1999;81:1545-60.
 15. **Mosier-LaClair S, Pomeroy G, Manoli A, 2nd.** Operative treatment of the difficult stage 2 adult acquired flatfoot deformity. *Foot Ankle Clin.* 2001;6:95-119.
 16. **Mann RA, Thompson FM.** Rupture of the posterior tibial tendon causing flat foot. Surgical treatment. *J Bone Joint Surg Am.* 1985;67:556-61.
 17. **Cooper PS, Nowak MD, Shaer J.** Calcaneocuboid joint pressures with lateral column lengthening (Evans) procedure. *Foot Ankle Int.* 1997;18:199-205.
 18. **Momberger N, Morgan JM, Bachus KN, West JR.** Calcaneocuboid joint pressure after lateral column lengthening in a cadaveric planovalgus deformity model. *Foot Ankle Int.* 2000;21:730-5.
 19. **Phillips GE.** A review of elongation of os calcis for flat feet. *J Bone Joint Surg Br.* 1983;65:15-8.