

유연성 편평족에 대한 내측 전위 종골 절골술의 단기 추시 결과

인제대학교 의과대학 서울백병원 정형외과학교실

박종호 · 문정석 · 이우천 · 배우한 · 서정국

Short-term Results of Medial Displacement Calcaneal Osteotomy for Flexible Flatfoot

Jong-Ho Park, M.D., Jeong-Seok Moon, M.D., Woo-Chun Lee, M.D., Woo-Han Bae, M.D., Jeong-Gook Seo, M.D.

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

=Abstract=

Purpose: To evaluate the short-term results of medial displacement calcaneal osteotomy without flexor digitorum longus transfer for flexible flatfoot deformity.

Materials and Methods: Twenty four patients (25 feet) who had undergone medial displacement calcaneal osteotomy without flexor digitorum longus transfer for flexible flatfoot between July 2004 and May 2007 were included. The mean age was 43.6 years (16~78 years). The mean follow-up was 26 months (14~50 months). Clinical outcomes were assessed using American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) score and visual analogue scale (VAS). Six radiographic parameters were measured from weightbearing radiographs to assess the difference between preoperative and postoperative radiographs.

Results: The mean AOFAS score improved from 57.9 points preoperatively to 89.2 points at latest follow-up ($p=0.000$). The mean VAS improved from 62 points preoperatively to 23 points at latest follow-up ($p=0.000$). The mean talonavicular coverage angle on anteroposterior (AP) view changed from 20.2 degrees to 16.0 degrees ($p=0.002$). The mean calcaneal pitch angle on lateral view changed from 12.6 degrees preoperatively to 14.5 degrees at latest follow-up ($p=0.001$). Regarding these radiographic parameters, the difference between interobserver measurements was larger than that between pre- and post-operative measurements. The calcaneus was transferred medially by average 11.8 mm ($p=0.003$), which was 27.9% of the width of calcaneal tuberosity ($p=0.000$). The mean talo-first metatarsal angle on AP and lateral views, and navicular height on lateral view were not significantly changed.

Conclusion: Medial displacement calcaneal osteotomy without flexor digitorum longus transfer for flexible flatfoot could lead to improve the clinical outcomes, although the restoration of medial longitudinal arch was not clinically significant.

Key Words: Flatfoot, Medial displacement calcaneal ostoteotomy

서 론

• Address for correspondence

Jeong-Seok Moon, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Inje University College of Medicine, Seoul Paik Hospital, 85, Joo-dong 2-ga, Jung-gu, Seoul, 100-032 Korea

Tel: +82-2-2270-0028 Fax: +82-2-2270-0023

E-mail: moonbak502@hanmail.net

* 본 논문의 요지는 2008년도 대한족부족관절학회 추계학술대회에서 발표되었음.

성인 편평족은 골 성숙이 된 후 내측 종아치의 부분 또는 완전 소실이 지속적으로 있거나 혹은 새로 발생한 경우를 말한다. 이는 선천성 편평족이 지속되거나 외상, 류마티스 관절염 같은 전신 질환, 후 경골근건 기능장애 등 다양한 원인에 의해 발생한다. 발 모양은 시상면(sagittal plane)상 내측 종아치의 소실, 관상면(frontal plane)상 후족부 외반

(valgus) 및 전족부 내반(varus), 수평면(transverse plane) 상 전족부 외전(abduction)을 특징으로 한다. 수술적 치료는 이들 세 방향의 변형을 어떻게 교정하는가에 따라서 다양한 조합이 가능하다. 크게 나누면 절골술, 관절 고정술, 관절 제동술(arthroereisis), 그리고 연부조직 술식이 있다.

내측 전위 종골 절골술은 유연성 성인 편평족, 특히 후 경골근건 기능장애에서 장족지 굴근건 이전술을 시행하면서 가장 많이 시행되는 골 술식 중의 하나이다⁵⁾. 내측 전위 종골 절골술이 후족부 외반에 대한 교정력이 우수하다는 것은 일반적으로 받아들여지고 있다. 내측 종아치의 재형성 정도는 저자들 간 차이는 있으나 정상에 미치지 못하는 것도 수술 전에 비해 회복되는 것으로 보고되고 있다^{4,8,9,14)}. 이들은 대부분 후 경골근건 기능장애에서 장족지 굴근건 이전술과 함께 시행한 결과들이다. 장족지 굴근건 이전술은 부분적으로 내측 종아치 회복에 관여하는 것으로 알려져 있으므로¹⁵⁾ 이들 결과가 종골 절골술의 효과인지 건 이전술과 병합된 효과인지 구분되어야 하지만 이들 보고에서는 이에 대한 언급은 없었다. 따라서, 저자들은 건 이전술 이외의 다른 연부조직 술식을 시행한 내측 전위 종골 절골술의 결과를 살펴보기로 하였다. 이에 유연성 편평족에서 단순 연부조직 술식을 시행한 내측 전위 종골 절골술의 임상 및 방사선학적 결과를 확인하고자 하였다.

대상 및 방법

연구 대상은 2004년 7월부터 2007년 5월까지 유연성 편평족으로 수술적 치료를 받은 환자 중 내측 전위 종골 절골술을 시행 받은 후 최소 1년 이상 추시가 가능했던 24명의 25예를 대상으로 하였다. 유연성 편평족 환자 중 골단판이

달린 나이에서 선천성 편평족이 지속된 경우, 후천성 편평족 중 후 경골근건 기능장애나 부주상골이 있는 경우는 본 연구대상에 포함하였다. 그러나 외상, 신경 근육성 질환, 또는 전신성 질환에 의한 편평족, 수술 시 건 이전술과 다른 골 술식을 같이 시행한 경우는 본 연구대상에서 제외하였다. 남자가 10명, 여자가 14명이었고, 평균 연령은 43.6세(16~78세)였다. 평균 체중은 61.5 kg이었다. 평균 추시기간은 26개월(14~50개월)이었다.

본 연구에 포함된 질환은 선천성 편평족 9예, 후 경골근건 기능 장애 병기 2A 8예, 부주상골에 동반된 편평족은 8예였다. 호소하는 증상은 15예에서 중족부의 내측 통증을, 6예에서 외측부 족근동 주위 통증을, 4예에서 내측 및 외측부 통증을 호소하였다. 모든 예에서 양측 및 환측 뒤꿈치 거상이 가능하였고 거골하 관절은 유연하였다. 전례에서 보존적 치료에 통증이 호전되지 않아 수술적 치료를 시행하였다. 수술적 치료로 내측 전위 종골 절골술을 시행하였고 부가적으로 연부조직 술식을 시행하였다. 21예에서 비복근 근막 절개술을, 8예에서 후 경골근건의 변연 절제술을, 8예에서 부주상골 제거술 및 후 경골근건 재 부착술을 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. 방사선학 결과는 수술 전 및 최종 추시에서 체중부하 전 후면상 거주상골 피복각(talonavicular coverage angle)²⁰⁾ 과 거골-제 1중족골간 각(talo-first metatarsal angle)²⁰⁾ 을, 체중부하 측면상 거골-제1중족골간 각²⁰⁾, 종골 경사각(calcaneal pitch angle)¹⁷⁾, 주상골 높이(navicular height)¹⁸⁾, Saltzman 영상¹³⁾에서 종골 절골편 내측 이동거리 및 종골 넓이에 대한 이동비율을 측정하여 그 차이를 확인하였다.

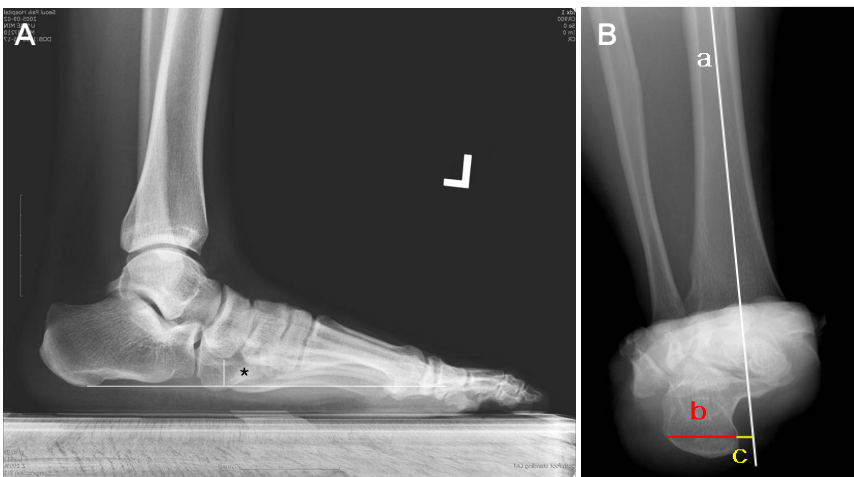


Figure 1. Radiographs representing navicular height and amount of calcaneal displacement. (A) navicular height(*) is defined as a vertical distance of the inferior border of navicular tuberosity from a line connecting inferior border of calcaneal tuberosity with that of the first metatarsal head. (B) The amount of calcaneal displacement is defined as two parameters, which consist of distance (mm) and percentage (%) of medial displacement. The former is the distance (c) between medial border of calcaneal tuberosity and tibial axis(a). The latter is the percentage of the distance (c) to the width of calcaneal tuberosity (b): $c/b \times 100(\%)$.

주상골 높이¹⁸⁾는 종골 하연과 제1중족골두 하연을 연결한 선과 주상골 하연과의 수직거리로 하였다(Fig. 1A). 종골 절골편 내측의 전위 정도는 Saltzman 영상에서 경골 고평부로부터 5 cm과 15 cm 상방에 경골을 이분하는 점을 찍어 이를 연결한 축과 종골 결절의 내측연과의 거리를 측정하여 ‘종골 절골편 내측 이동거리’로 하였고, 이를 종골 결절의 폭 길이로 나눈 값을 ‘종골 넓이에 대한 이동비율’로 하였다(Fig. 1B). 경골 중심축이 종골의 내측연을 기준으로 내측에 위치하였을 때는 음의 값으로, 외측에 위치하였을 때는 양의 값으로 하였다.

임상적 결과와 방사선학적 결과의 술 전 및 술 후 비교분석은 SPSS 12.0을 이용하였다. 모든 인자들이 정규분포를 보여 대응 표본에 대한 모수적 검정법인 paired *t*-test 이용하였다. 방사선학적 평가에서 통계적으로 유의한 변화를 보인 지표에 대해서는 관찰자간 측정오차가 있는지 알아보기 위해 paired *t*-test를 이용하여 관찰자간 비교를 시행하였다. 통계적 유의수준은 *p*값이 0.05 이하인 경우로 하였다.

결 과

미국 족부 정형외과 학회의 후족부 점수는 술 전 평균 57.9점에서 술 후 평균 89.2점으로 향상되었다(*p*=0.000). 통증지수는 술 전 평균 62점에서 술 후 평균 23점으로 감소하였다(*p*=0.000).

방사선학적 결과는 술 후 전후면상 거주상골 피복각, 측면상 종골 경사각, 후족부 정렬상 종골 절골편 내측 이동거리 및 이동비율에서 통계적으로 유의한 향상을 보였다. 전후면상 거주상골 피복각은 술 전 평균 20.2도에서 술 후 평균 16.0도로 평균 4.2도 교정되었다(*p*=0.002). 측면상 종골 경사각은 술 전 평균 12.6도에서 술 후 평균 14.5도로 평균 1.9도 교정되었다(*p*=0.001). 종골 절골편 내측 이동거리

는 평균 11.8 mm였고(*p*=0.003), 종골 넓이에 대한 이동비율은 평균 27.9%였다(*p*=0.000). 그러나 관찰자간 비교에서 거주상골 피복각과 종골 경사각은 평균 4.7도, 3.3도 차이를 보였고, 이는 통계적으로 유의하였다(각각 *p*=0.001, *p*=0.000). 반면에 종골 절골편 내측 이동거리는 평균 0.14 mm 차이를 보였고, 통계적 유의성은 없었다(*p*=0.520). 전후면상 및 측면상 거골-제1중족골간 각과 측면상 주상골 높이는 술 후 유의한 향상을 보이지 않았다(각각 *p*=0.981, *p*=0.762, *p*=0.072) (Table 1).

추시상 수술의 실패로 재수술한 경우는 없었으며, 창상 감염 및 신경학적 손상 등의 합병증을 보이는 경우도 없었다.

고 찰

내측 전위 종골 절골술은 1893년 Gleich³⁾에 의해 후족부의 역학적 축을 중립위치(neutral position)로 이동시키기 위한 방법으로 처음 기술되었으며, 성인 편평족에서 가장 많이 사용되는 골 술식 중의 하나이다⁵⁾. 생역학적으로 크게 두 가지 기전이 알려져 있다. 첫째, 후족부 축을 경골의 중심축에 가깝게 외측에서 내측으로 이동시켜 준다. 둘째, 아킬레스 건의 당김력(pull)을 내측으로 이동시킴으로써 아킬레스 건을 후족부에 대한 내반력으로 작용하게 된다. 이로써 후족부의 외반변형이 교정되고 후 경골근건에 대한 과도한 스트레스를 감소시킨다^{11,12)}. 내측 종아치에 미치는 영향에 대한 연구는 크게 사체연구와 임상연구로 구분할 수 있다. Nyska 등¹⁰⁾은 인위적으로 편평족을 만든 10명의 사체에서 내측 전위 종골 절골술을 시행한 결과 방사선학적으로 거골-제1중족골간 각이 8.5도에서 2.5도로 유의한 향상을 보였고, 내측 설상골 높이에서 5 mm의 유의한 향상을 보였다고 하였다. 사체연구가 단독으로 시행한 절골술의 결과를

Table 1. The Comparison between the Preoperative and Postoperative Radiographic Parameters

	Preoperative		Final follow up		<i>p</i> (paired <i>t</i> -test)
	Mean	SD**	Mean	SD	
TNC* (°)	20,2	9,6	16,0	9,1	0,002 ^{††}
ATMT [†] (°)	15,3	8,7	13,7	9,3	0,981
LTMT [‡] (°)	11,3	5,1	10,7	8,7	0,762
NH [§] (mm)	15,5	6,0	17,6	5,8	0,072
CP (°)	12,6	5,3	14,5	5,1	0,001 ^{††}
CD [¶] (mm)	-3,5	8,1	8,3	9,4	0,003 ^{††}
CD [¶] (%)	-9,2	10,7	18,7	11,2	0,000 ^{††}

*TNC, talonavicular coverage angle; [†]ATMT, talo-first metatarsal angle on anteroposterior view; [‡]LTMT, talo-first metatarsal angle on lateral view; [§]NH, navicular height; ^{||}CP, calcaneal pitch angle; [¶]CD, calcaneal displacement; **SD, standard deviation; ^{††}, statistically significant.

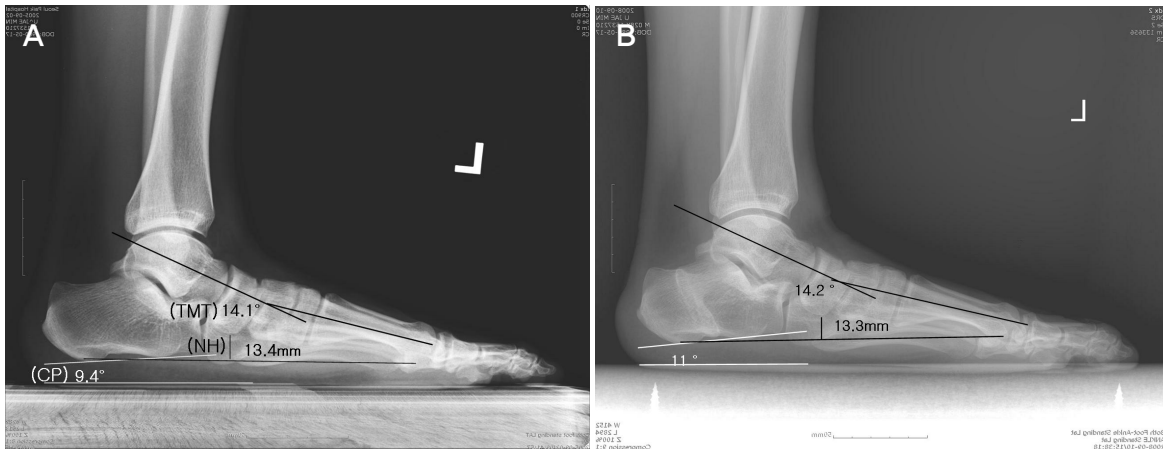


Figure 2. Preoperative (A) and postoperative(B) radiographs of 25-year-old man with congenital flatfoot. On lateral weightbearing radiographs, the differences of talo-first metatarsal angle (TMT), calcaneal pitch angle (CP), and navicular height(NH) between pre-and post-operative radiographs were not significant.

보고한 반면^{10,16)}, 임상연구는 장족지 건 이전술이나 장무지 건 이전술을 함께 시행한 결과를 보고하고 있다^{2,4,7-9,14,19)}. 장족지 굴근건 이전술은 후족부 내반력을 강화시키고 뒤꿈치 거상을 가능하게 하며, 부분적으로 내측 종아치 회복에 관여하는 것으로 알려져 있다^{6,15)}. 따라서 저자들은 내측 전위 종골 절골술의 내측 종아치에 대한 영향을 보기 위해서는 사체 연구처럼 순수한 절골술은 아니더라도 최소한 건 이전술을 같이 시행한 경우는 제외하는 것이 옳다고 생각하였다. 그러나 건 이전술 없이 내측 전위 종골 절골술의 임상 결과를 보고한 문헌은 찾기 힘들었고 이러한 배경에서 본 연구를 하게 되었다. 본 연구에서는 비복근 근막 절개술, 부주상골 제거술 및 후 경골근건 재 부착술이 연부조직 술식으로 포함되어 있으나, 이들이 내측 종아치 회복에 관여한다는 논문은 찾기 힘들었다.

본 연구에서 미국 족부 정형외과 학회의 후족부 점수는 술 전 평균 57.9점에서 술 후 평균 89.2점으로 향상되었으며 통증지수는 술 전 평균 62점에서 술 후 평균 23점으로 감소되었다. 기존의 보고에서 Myerson과 Corrigan⁹⁾은 장족지 건 이전술과 내측 전위 종골 절골술을 시행한 32명의 환자에서 20개월 추시상 미국 족부 정형외과 학회의 후족부 점수가 술 전 48점에서 술 후 84점으로 향상되었다고 하였다. Sammarco와 Hockenbury¹⁴⁾은 장무지 건 이전술과 내측 전위 종골 절골술을 시행한 17명의 환자에서 18개월 추시상 미국 족부 정형외과 학회의 후족부 점수가 술 전 62.4점에서 술 후 83.6점으로 향상되었다고 하였다. 이외에도 술 후 임상적 결과가 향상되었다는 보고는 다수 있으나^{2,4,8,19)}, 나빠졌다고 보고한 논문은 없었다.

본 연구 결과에서 내측 종아치에 관계된 방사선학적 지

표인 거골-제1중족골간 각, 종골 경사각, 주상골 높이 중 종골 경사각이 1.9도 향상을 보여 통계적으로 유의하였다. 그러나 관찰자간 오차가 이보다 커서 임상적으로 유의하다고 할 수는 없다. Myerson 등⁸⁾은 129명의 환자에게 장족지 건 이전술과 함께 내측 전위 종골 절골술을 시행한 결과, 측면상 거골-제1중족골간 각이 -27도에서 -12도로 유의하게 향상되었다고 하였다. 그리고 내측 설상골 높이는 7 mm에서 19 mm로 유의하게 향상되었다고 하였다. 또한 Marks 등⁷⁾은 14명의 환자들에게 장족지 건 이전술과 내측전위종골 절골술을 함께 시행한 결과 술 후 측면상 거골-제1중족골간 각은 1도 교정되어 유의하지 않았고, 종골 경사각은 15도에서 19도로 유의하게 향상되었고 내측 설상골 높이는 2 mm에서 6 mm로 유의하게 향상되었다고 하였다. 이들이 내측 종아치가 유의하게 향상되었다고 보고한 반면, Sammarco와 Hockenbury¹⁴⁾은 내측 종아치의 변화가 없었다고 하였다. 이들은 17명의 환자를 대상으로 장무지 건 이전술과 내측 전위 종골 절골술을 시행한 결과, 거골-제1중족골간 각은 -17.9도에서 -14.7도로, 내측 설상골 높이는 19.4 mm에서 19.8 mm로, 종골 경사각은 16.3도에서 12.5도로 변화되었으나 통계적인 유의성은 없었다고 하였다. 이와 같이 저자들마다 내측 종아치의 교정 효과에 대한 차이를 보이고 있으나 일반적으로 내측 전위 종골 절골술은 내측 종아치의 교정 효과는 크지 않은 것으로 알려져 있다¹⁾. 본 연구에서도 건 이전술없이 내측 전위 종골 절골술을 시행한 결과 내측 종아치의 교정 효과는 기존 논문들에 비해 작았다. 이로써 내측 전위 종골 절골술은 내측 종아치의 회복에 대해서는 한계가 있는 것으로 사료된다.

본 연구의 한계로는 첫째, 추시기간이 짧다는 점을 들 수

있다. 내측 전위 종골 절골술을 통해 후족부 외반이 교정되고 족관절에 대한 내반력이 강화되어 임상증상이 호전된 것으로 사료되나 내측 종아치가 회복되지 않은 것이 장기적인 결과에 어떤 영향을 미치는지 알 수 없다는 것은 본 연구의 한계로 들 수 있다. 향후 장기 추시를 통해 이에 대한 보완이 필요할 것으로 사료된다. 둘째, 대조군이 없다는 것이다. 내측 전위 종골 절골술에서 장족지 건 이전술을 시행한 경우와 시행하지 않은 경우를 비교했다면 방사선학적 결과의 차이점을 좀 더 잘 보여줄 수 있었을 것이다. 그러나 본 기관에서 장족지 건 이전술을 함께 시행한 예가 적어 본 연구에서는 제외하였다.

결 론

유연성 편평족에 대해서 단순 연부조직 술식을 시행한 내측 전위 종골 절골술의 단기 추시 결과 임상적 결과는 유의한 향상을 보였으나 내측 종아치는 임상적으로 의미 있는 변화가 없었다.

REFERENCES

1. **Bolt PM, Coy S and Toolan BC:** *A Comparison of lateral column lengthening and medial translational osteotomy of the calcaneus for the reconstruction of adult acquired flatfoot.* *Foot Ankle Int*, 28: 1115-1123, 2007.
2. **Fayazi AH, Nguyen HV and Juliano PJ:** *Intermediate term followup of calcaneal osteotomy and flexor digitorum longus transfer for treatment of posterior tibial tendon dysfunction.* *Foot Ankle Int*, 23: 1107-1111, 2002.
3. **Gleich A:** *Beitrag zur operativen Plattfussbehandlung.* *Arch Klin Chir*, 46: 358-362, 1893.
4. **Guyton GP, Jeng C, Krieger LE and Mann RA:** *Flexor digitorum longus transfer and medial displacement calcaneal osteotomy for posterior tibial tendon dysfunction: a middle term clinical follow-up.* *Foot Ankle Int*, 22: 627-632, 2001.
5. **Hiller L and 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*, 24: 701-705, 2003.
6. **Mann RA and Thompson FM:** *Rupture of the posterior tibial tendon causing flatfoot.* *J Bone Joint Surg Am*, 67: 556-561, 1985.
7. **Marks RM, Long JT, Ness ME, Khazzam M and Harris GF:** *Surgical reconstruction of posterior tibial tendon dysfunction: prospective comparison of flexor digitorum longus substitution combined with lateral column lengthening or medial displacement calcaneal osteotomy.* *Gait Posture*, 29: 17-22, 2009.
8. **Myerson MS, Badekas A and Schon LC:** *Treatment of stage II posterior tibial tendon deficiency with flexor digitorum longus tendon transfer and calcaneal osteotomy.* *Foot Ankle Int*, 25: 445-450, 2004.
9. **Myerson MS and Corrigan J:** *Treatment of posterior tibial tendon dysfunction with flexor digitorum longus tendon transfer and calcaneal osteotomy.* *Orthopedics*, 19: 383-388, 1996.
10. **Nyska M, Parks BC, Chu IT and Myerson MS:** *The contribution of the medial calcaneal osteotomy to the correction of flatfoot deformities.* *Foot Ankle Int*, 22: 278-282, 2001.
11. **Otis JC, Deland JT, Kenneally S and Chang V:** *Medial arch strain after medial displacement calcaneal osteotomy: an in vitro study.* *Foot Ankle Int*, 20: 222-226, 1999.
12. **Resnick RB, Jahss MH, Choueka J, Kummer F, Hersch JC and Okereke E:** *Deltoid ligament force after tibialis posterior tendon rupture: effect of triple arthrodesis and calcaneal displacement osteotomies.* *Foot Ankle Int*, 16: 14-20, 1995.
13. **Saltzman CL and el-Khoury GY:** *The hindfoot alignment view.* *Foot Ankle Int*, 16: 572-576, 1995.
14. **Sammarco GJ and Hockenbury RT:** *Treatment of stage II posterior tibial tendon dysfunction with flexor hallucis longus transfer and medial displacement calcaneal osteotomy.* *Foot Ankle Int*, 22: 305-312, 2001.
15. **Shereff MJ:** *Treatment of ruptured of the posterior tibial tendon with direct repair and FDL tenodesis.* *Foot Ankle Clin*, 2: 281-296, 1997.
16. **Sung IH, Lee S, Otis JC and Deland JT:** *Posterior tibial tendon force requirement in early heel rise after calcaneal osteotomies.* *Foot Ankle Int*, 23: 842-849, 2002.
17. **Thomas JL, Kunkel MW, Lopez R and Sparks D:** *Radiographic values of the adult foot in a standardized population.* *J Foot Ankle Surg*, 45: 3-12, 2006.
18. **van der Krans A, Louwerens JW and Anderson P:** *Adult acquired flexible flatfoot, treated by calcaneocuboid distraction arthrodesis, posterior tibial tendon augmentation, and percutaneous Achilles tendon lengthening: a prospective outcome study of 20 patients.* *Acta Orthop*, 77: 156-163, 2006.
19. **Wacker JT, Henessy MS and Saxby TS:** *Calcaneal osteotomy and transfer of the tendon of the flexor digitorum longus for stage II dysfunction of the tibialis posterior. Three to five results.* *J Bone Joint Surg Br*, 84: 54-58, 2002.
20. **Younger AS, Sawatzky B and Dryden P:** *Radiographic assessment of adult flatfoot.* *Foot Ankle Int*, 26: 820-825, 2005.