

소아의 유연성 편평족에서 내측 세로궁 지지대의 효과

고려대학교 의과대학 정형외과학교실

송해룡 · 김학준 · 윤용철

The Effect of Medial Arch Support for Flexible Flat Foot of Children

Hae Ryong Song, M.D., Hak Jun Kim, M.D., Yong Cheol Yoon, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Korea University Guro Hospital, Korea University College of Medicine, Seoul, Korea

=Abstract=

Purpose: The author evaluated the clinical and radiological results after wearing the medial arch supports in children.

Materials and Methods: 103 patients who had symptomatic flat feet were evaluated from march, 2002 to may 2009. All patients wore the medial arch supports according to the symptoms. We measured parameters at weight-bearing radiographs before and after medial arch support were worn. We also evaluated the clinical scores using the AOFAS score.

Results: Mean age of patients was 97 months (11-204 months), all foot of patients involved bilaterally. Mean talo-first metatarsal angle of right foot was 17.7 ± 9.4 and left foot was 19.96 ± 9.5 degrees at AP radiograph in pre-wearing state. Mean calcaneal pitch angle of right foot was 12.0 ± 5.3 and left foot was 11.9 ± 5.8 degrees at lateral radiograph in pre-wearing state. Mean talo-first metatarsal angle of right foot was 14.4 ± 8.05 and left foot was 13.1 ± 8.77 degrees at AP radiograph in post-wearing state. Mean calcaneal pitch angle of right foot was 16.4 ± 5.75 left foot was 16.5 ± 5.6 degrees at lateral radiograph in post-wearing state. The radiographic angles between pre-wearing and post-wearing state were statistically significant ($p < 0.05$). Mean pre-wearing AOFAS hindfoot score was 66.7 ± 9.25 , midfoot score was 60.0 ± 9.34 forefoot score was 57.1 ± 11.8 . Mean post-wearing AOFAS hindfoot score was 73.2 ± 9.73 , midfoot score was 68.1 ± 10.1 , forefoot score was 67.2 ± 11.4 . The forefoot score was highest improving scores among the AOFAS scores.

Conclusion: From our study, we concluded that medial arch support was effective for symptomatic flat feet of children in radiological and clinical results from our study.

Key Words: Flexible flat foot, Medial arch supports

서 론

편평족 변형은 전족부, 중족부, 후족부 사이의 복합적인 작용을 통해 내측 세로궁이 가라앉는 현상을 일컫는다.¹⁾ 대부분의 경우 경도 및 중등도의 편평족은 정상적인 소견이며 무증상이다. 그러나 편평족의 병적인 형태는 심각한 휴유증과 활동 장애를 야기할 수 있고, 병적인 편평족은 유연성 혹은 경직성 모두에서 나타날 수 있다. 강직성 형태의 경우는 선천적 유합, 관절염, 수직 거골, 외상성 구조적 결함에 의해 발생한다.²⁾

Received October 24, 2010 Accepted November 18, 2010

• Hak Jun Kim, M.D., Ph.D.

Department of Orthopedic Surgery, Guro Hospital, Korea University College of Medicine, 80 Guro 2-dong, Guro-gu, Seoul 152-703, Korea
Tel: +82-2-2626-3090 Fax: +82-2-2626-1164
E-mail: dakjul@hanmail.net

* 본 논문의 요지는 2009년도 대한족부족관절학회 추계학술대회에서 발표되었음.

심각한 편평족 환자들은 다양한 증상과 방사선학적 이상 소견을 가지고 있다. 검사를 통해 내측 세로궁의 높이 감소와 후족부 외반을 동반한 전족부 외전이 발견되며, 외측 거골하 관절의 아탈구가 일어날 수 있다.⁸⁾ 골변형은 운동 역학의 변화를 가져와 이차적 아킬레스건의 단축과 후경골 인대의 병적 변화를 가져오며, 편평족은 그 자체만으로도 통증, 운동장애, 삶의 질 저하를 야기한다.

편평족의 치료를 위한 보조기의 사용에 대해서는 많은 저자들의 의견이 아직 분분하다. Kulcu 등은 최근 편평족이 환자의 보행 유형에는 영향을 미치지 않는다고 하였다.⁵⁾ 하지만 Kuhn 등은 유연성 보조기의 사용 전후의 방사선학적 측정 척도를 비교한 결과 유의한 차이가 있었음을 주장하였다.⁴⁾

이에 저자들은 소아의 유연성 편평족에서 내측 세로궁 지지대 착용 전후의 임상적, 방사선학적 변화를 알아보고 내측 세로궁 지지대의 높이에 따른 변화의 정도를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

2002년 3월부터 2009년 5월까지 편평족의 증상으로 본인 외래를 방문한 103명의 소아를 대상으로 하였고, 모든 연구는 병원 윤리위원회로부터 승인받은 범위 내에서 이루어졌다.

총 추시 기간은 6년이었으며, 수직 거골, 거골 유합, 사형족, 관절의 과운동성, 신경학적 질환, 교원질 질환과 같은 경직성 편평족 환자와 추시 관찰에 실패하였거나 적합한 치료 순응도를 보이지 않은 46명은 연구에서 배제되었다. 이를 제외한 55명 중 33명은 남아였으며 22명은 여아였다. 모든 환자는 족부 내측 통증, 중족통증, 종아리 통증, 일반적인 보행 거리에 비해 쉽게 피로함, 보행 장애 등의 증상이 양측 모두에서 나타났다. 평균 나이는 97개월이며 범위는 11~204개월이다. 환자 중 내측 세로궁이 정상이거나 약간 감소한 경우를 경도라 정의하였고, 보행중 입각기 때 세로궁이 보이지 않는 경우는 중등도라 정의하였다. 만약 족부의 내측 경계가 불룩하거나 거골두가 족부의 족저쪽에 나타나거나 전방에서 내측 복사뼈 사이에 있을 경우 이를 중증도로 정의한 Lin 등의 분류를 따랐다.⁶⁾ 양측 족부의 전후면 및 측면 체중 부하 방사선 검사가 시행되었으며 미국족부족관절학회점수(AOFA score)는 전족부, 중족부, 후족부로 각각 나누어 측정되었다. 내측 세로궁 지지대의 높이는 후족부의 정열이 교정되고 환자가 편안한 높이에서 결정하여 신발 내에 착용하였다(Fig. 1). 본인의 의사 표현을 제대로 하지 못하는 경우에는 부모의 의견을 청취하여 시행하였다. 내측 세로궁 지지대는 강도가 높고 가벼운 폴리프로필렌(polypropylene)을 사용하여 환자의 발에 맞게 개별 제작(custom-made)하였다. 착용 전의 방사선 사진과

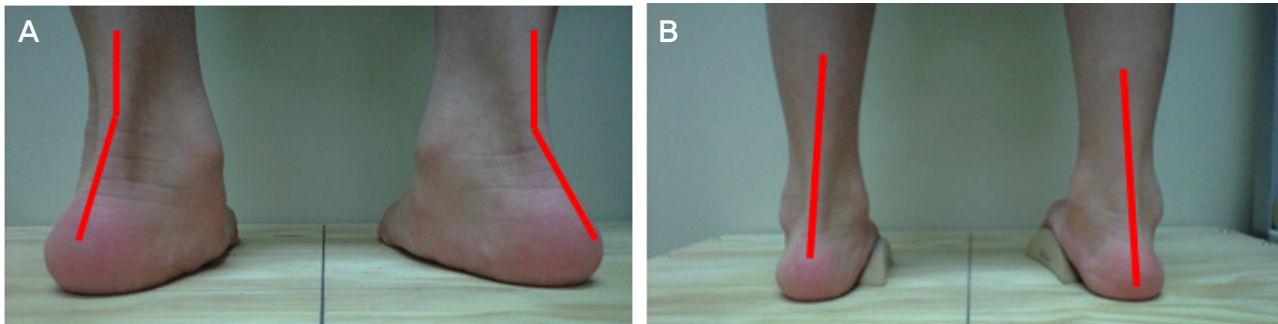


Figure 1. Clinical photo, male 13 years old (A) excess hindfoot pronation, (B) after medial longitudinal arch, reduced excess hind foot pronation.

Table 1. The Analysis Between the Pre-wearing and Post-wearing State According to Chosen Radiographic Parameters

Angles	Mean Pre-wear Right	Mean Post-wear Right	Mean difference post-pre wear	p-value	Mean Pre-wear Left	Mean Post-wear Left	Mean difference post-pre wear	p-value
Lateral TFM*	13.2±8.52	10.5±7.0	-3.28±8.25	0.07	15.6±9.08	10.6±6.45	-5.24±8.8	0.001
Lateral TC†	32.2±10.1	24.5±8.68	-8.55±10.9	0.001	34.6±10.5	26.6±8.41	-8.53±9.50	0.001
Calcaneal pitch	12.0±5.31	16.4±5.75	3.81±5.62	0.0003	11.9±5.86	16.5±5.58	4.29±5.13	0.0001
AP TC	40.6±15	35.1±14	-6.75±15.1	0.5	39.2±14.5	36±12.7	-4.49±14.1	0.23
AP TFM	17.7±9.9	14.4±8.05	-4.17±7.54	0.033	19.9±9.53	13.1±8.77	-7.25±8.86	0.0002

*TFM, talo-first metatarsal angle; †TC, talo- calcaneal angle.

착용 후의 방사선 사진을 촬영하였으며 AOFAS 점수를 측정하였다.

모든 방사선 검사는 전후면상에서 거중골간각(정상 20~40도), 거골-제1 중족골간각(정상 0~15도), 측면 방사선 사진에서의 종골 경사각(정상 15~20도), 거주상골간각(정상 35~50도)을 각각 측정하였다. 내측 세로궁 지지대 높이에 따른 착용 후의 방사선학적, 임상적 결과의 차이를 알아보기 위해 1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cm 착용군으로 환자를 구분하여 통계학적 분석을 시행하였다. 각도는 STARPACS Piview STAR 5.0.6.1 software (Infinitt Co. Ltd, Seoul, Korea)를 이용해 측정되었다. 측정된 각도들과 AOFAS 점수의 통계적 결과는 SPSS 10.0® (IBM, NY)를 이용하였으며, $p < 0.05$ 이하를 통계학적으로 의미 있는 것으로 판정하였다.

결 과

환자군들은 같은 연령대로 환자군 간의 성별, 키, 몸무게에 의한 편차는 없었다. 착용 전후의 방사선학적 수치의 변

Table 2. The Comparison of Various Scores of AOFAS Between the Pre-wearing and Post-wearing State After 6 Year

AOFAS score	Mean pre-wearing score	Mean post-wearing score	<i>p</i> -value
Forefoot score	57.11±11.8	67.2±11.4	0.001
Midfoot score	60.6±9.34	68.1±10.1	0.0001
Hind foot score	66.7±9.25	73.2±9.73	0.0005

화에 대해 통계학적 검증을 시행하였다(Table 1). 측면 거중골간각(정상 35~50도)은 우측 발이 착용 전 평균 32.2±10.1도에서 착용 후 평균 24.5±8.68도로, 좌측 발이 착용 전 평균 34.6±10.5도에서 착용 후 평균 26.6±8.41도로 통계적으로 의미 있는 감소를 가져왔으며($p < 0.05$), 종골 경사각(정상 15~20도)은 우측 발에서 착용 전 평균 12.0±5.31도에서 착용 후 평균 16.4±5.75도로, 좌측 발에서 착용 전 평균 11.9±5.86도에서 착용 후 평균 16.5±5.58로 통계적으로 의미 있는 증가를 가져왔다($p < 0.05$). 좌측 발의 전후면 거골-제1 중족골간각(정상 0~15도)은 착용 전 평균 19.9±9.53도에서는 착용 후 평균 13.1±8.77도로 통계적으로 의미 있는 감소를 보였으나($p < 0.05$), 우측 발의 전후면 거골-제1 중족골간각은 착용 전 평균 17.7±9.9도에서, 착용 후 평균 14.4±8.05도로 통계적으로 의미 있는 감소를 보이지 않았다(Table 1, $p > 0.05$). 전후면 거중골간각(정상 20~30도)은 우측 발에서 착용전 평균 40.6±15도에서 착용 후 평균 35.1±14도로, 좌측 발에서는 착용 전 평균 39.2±14.5도에서 착용 후 평균 36±12.7로 통계적으로 의미 있는 감소를 보이지는 않았다($p > 0.05$, Fig. 2).

6년 추시 관찰 후의 임상적 결과는 AOFAS 전족부, 중족부, 후족부 점수 모두에서 보조기 착용 후 통계적으로 의미 있는 점수의 향상이 관찰되었으며($p < 0.05$, Table 2), AOFAS 중족부 점수에서 통계학적 차이가 가장 크게 나타났다($p = 0.0001$).

하지만 세로궁 지지대 높이에 따른 방사선학적 변화는 모두 통계학적으로 의미 있는 변화를 보이고 있지 않았으며, AOFAS 점수 또한 세로궁 지지대 높이에 따른 의미 있는 향상은 관찰되지 않았다(Table 3).

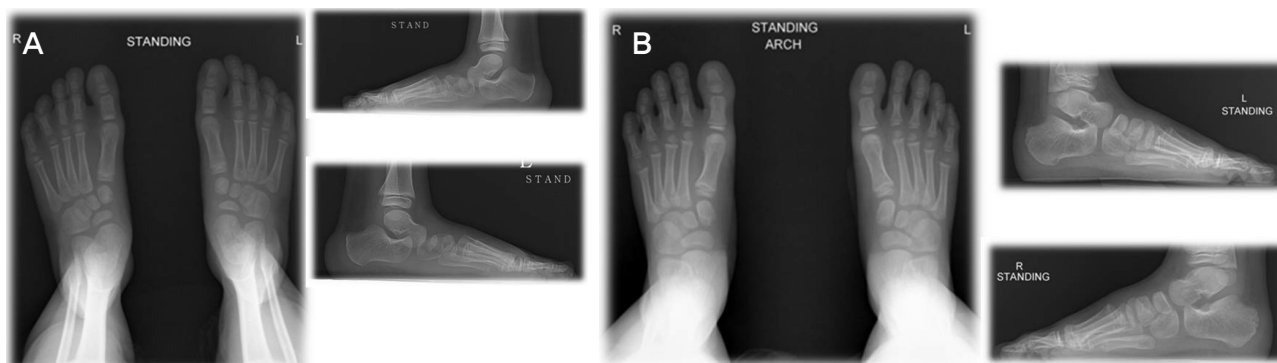


Figure 2. (A) A female 5 years old before medial longitudinal arch who measured talo first metatarsal angle 18°, talonavicular angle 45°, talocalcaneal angle 37° at Foot standing AP radiogram, calcaneal pitch angle 5°, talocalcaneal angle 34°, Talo-first metatarsal angle 12° at foot standing lateral radiogram. (B) But, she was improvement symptom and radiogram after application of medial longitudinal arch, talo first metatarsal angle 10°, talonavicular angle 30°, talocalcaneal angle 28° at Foot standing AP radiogram, calcaneal pitch angle 15°, talocalcaneal angle 28°, Talo-first metatarsal angle 7° at foot standing lateral radiogram.

Table 3. The Analysis of Radiographic Parameters According to the Height of Medial Arch Support

Angles	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm	p-value
Lateral TFM* difference	5.11±0.35	6.90±0.24	6.04±0.65	5.63±0.25	0.12
Lateral TC [†] difference	12.1±0.47	9.60±0.32	4.05±0.51	4.11±0.26	0.25
Calcaneal pitch difference	4.14±0.25	5.37±0.33	2.46±0.33	1.43±0.19	0.14
AP TC difference	5.29±0.14	2.43±0.24	6.08±0.37	4.29±0.42	0.23
AP TFM difference	6.01±0.19	5.42±0.74	6.42±0.40	1.59±0.26	0.25

*TFM, talo-first metatarsal angle; [†]TC, talo- calcaneal angle.

고 찰

정상 보행에서 발뒤꿈치 닿음을 통해 체중 부하가 시작된다. 점진적인 족부의 회내의 경우 경골의 내회전, 종골의 외전, 거골-주상골 관절과 종골-입방골 관절의 잠김 풀림, 체중 부하의 충격 감소로 인해 이루어진다. 편평족이 바닥에 닿으면 체중부하를 받는 축은 전상장 골극, 슬개골, 두번째 중족골로 이루어지게 된다. 이후 나머지 절반의 보행은 경골의 외회전과 종골의 내전으로 이루어진다. 거골 관절은 후방경골 인대의 당김, 세로궁의 견고화, 족부의 회외전의 유지로 인해 잠기게 된다. 편평족 환자에서 보행 중 체중 부하 축이 내측으로 옮겨지게 되어 족부의 인대와 근육에 과도한 부하가 가해지게 되어 전반적인 운동 역학의 변화를 야기한다.

내측 세로궁은 출생 당시에는 나타나지 않으며 유아의 내측 세로궁에는 지방조직이 존재하므로 편평족의 여부를 판정하기는 어렵고 정상적인 족부의 형성은 6세경에 이루어지기 때문에¹⁶⁾ 비록 중대한 장애를 일으키지는 않지만 환자의 부모는 상당한 관심을 가지게 된다. 내측 세로궁의 형성이 나이, 성별, 관절의 과운동성, 후족부의 배열 등을 포함한 많은 요소에 의해 영향을 받는다는 것이 Ozlem 등과 Mickle 등에 의하여 밝혀졌다.^{8,10)}

본 연구는 편평족 환자에서 내측 세로궁 지지대를 착용한 후 6년간 추시 관찰한 결과에서 임상적 증상 및 방사선학적 측정 계수의 향상을 보였다. 전후면 및 측면 방사선 사진에서의 거골-제1 중족골간각이 통계적으로 의미 있는 감소를 보였는데, 이는 내측 세로궁 지지대가 거골의 경사 형성을 감소시키는 역할을 하여 증상의 호전을 가져온다고 볼 수 있다. 거골의 경사 증가는 후족부의 회내를 증가시키는 운동 역학의 변화를 가져온다. 또한 거골-제1 중족골간각이 중요한 인자이며, 이것의 변화는 증상의 발현에 2.41배 영향을 미친다는 Pehlivan 등의 연구와 일치한다.¹¹⁾ 그러나 Pehlivan 등은 외측 방사선 사진만 조사한 데 반해 본 연구에서는 체중 부하 전후면 거골-제1 중족골간각의 통계학적으로 유의한 감소를 보임을 알 수 있었고, 종골 경사

각은 통계적으로 유의하게 증가함을 알 수 있었다. Pehlivan 등에 따르면 종골 경사각은 증상의 발현에는 큰 영향은 없으나 증상 발현에 부정적 상관관계로 작용한다고 하였으나,¹¹⁾ 본 연구에서는 종골 경사각의 의미 있는 변화가 AOFAS 점수의 향상에 통계적으로 유의한 연관성이 있었으며 이는 종골 경사각이 증상 발현의 중요한 예측 인자를 알 수 있었다.

거중골간각은 많은 저자들에 의해 증상 발현의 유무와의 연관성에 대하여 논의되어 왔다. Toolan 등의 연구에서는 중입방 신연 고정술(calcaneocuboidal distraction arthrodesis)을 통한 세로궁 재건에서 측면 방사선 사진상의 거골-종골 각도는 차이를 보이지 않았다고 하였다.¹⁵⁾ 그러나 Kuhn 등은 방사선학적으로 측정된 거중골간각의 결과 분석에서 유연성 편평족 환자에서의 보조기를 이용한 골배열의 효과가 통계적으로 유의하다고 밝혔고,⁴⁾ Toolan 등은 체중 부하(체중의 10%)를 이용해 거골하 아탈구를 유도하였으며 CT를 통해 거골과 종골의 관절면의 접촉면을 측정하여 편평족 환자에서의 아탈구가 높음을 주장하였다.¹⁵⁾ 최근에는 Ferri 등이 비체중 부하와 체중 부하(체중의 50%)군에서 CT를 이용하여 편평족 환자와 정상군에서 거골과 종골간의 관계에 대하여 연구하였는데, 특히 정상군에서는 아탈구가 없었으나 편평족에서는 체중 부하가 증가할수록 아탈구가 늘어남을 알 수 있었다고 하였다.³⁾ 본 연구 결과에서는 통계적으로 유의한 측면 방사선 사진상의 거중골간각의 향상을 보였으나 전후면 방사선 사진상에서는 통계적 유의성을 보이지 않았다. 이는 내측 세로궁 지지대는 수평면보다는 시상면에서의 거골-종골간의 관계에 영향을 미침을 알 수 있었으며, 내측 세로궁 지지대가 중족부의 하강을 막는 역할을 하여 AOFAS 점수의 향상을 가져올 수 있었을 것으로 생각된다. 그러므로 편평족 환자의 평가에 있어서 전후면 거중골간각의 측정보다는 측면 거중골간각의 측정이 의미 있음을 알 수 있었다.

족부의 기능적 향상을 알아보기 위해 전족부, 중족부, 후족부의 AOFAS 점수를 활용하였으며, 본 연구에서 사용한 내측 세로궁 지지대의 높이는 환자들이 편안해 하는 높이

로 정하였다. 내측 세로궁 지지대는 추시 기간 내에 지속적으로 착용하게 하였다. AOFAS 전족부, 중족부, 후족부 점수에서 모두 통계적으로 의미 있는 점수의 향상을 가져왔는데, 특히 AOFAS 중족부 점수의 향상은 내측 세로궁 지지대가 과도한 거골 주위 아탈구, 특히 거골-종골 아탈구를 막고 외측 거골 차폐를 감소시킴으로써 전족부의 외전을 감소시키는 역할을 하는 것으로 생각된다. 이러한 증상의 개선과 골정열의 향상은 Basmajian과 Stecko 등이 발견한 골-인대 복합체와 근육간의 안정성에 의해 족부의 모양이 변한다는 주장과 일치하였다.²⁾

내측 세로궁 지지대의 높이에 따른 환자의 증상이나 방사선학적 수치의 변화는 통계학적으로 의미 있는 차이를 보이지 않아 내측 세로궁 지지대의 높이를 결정하는 데는 육안으로 후족부의 정열이 회복되고 환자가 제일 편한 상태의 높이가 가장 적당한 것으로 생각된다.

본 연구는 조사 대상의 수가 비록 적고, 환자군은 대부분이 유아로써 AOFAS 설문지가 부모에 의해 이루어져 반드시 환자의 증상과 일치하지 않는다는 제한점이 있으며, 내측 세로궁 지지대를 착용하지 않은 유연성 편평족과의 비교가 없다는 연구의 제한점을 가지고 있다.

결 론

소아의 유연성 편평족 환자에서 내측 세로궁 지지대는 임상적 호전을 가져올 수 있으며, 시상면에서는 거골-제1 중족골간간, 거중골간각 및 종골 경사각의 변화에 영향을 주며, 수평면에서는 거골-제1 중족골간간에 영향을 준다. 또한 외번된 후족부의 정열을 회복시키는 정도의 내측 세로궁의 높이는 방사선학적 결과에는 영향을 미치지 않는다.

REFERENCES

1. **Ananthkrishnan D, Ching R, Tencer A, Hansen S, Sanzeorgan B.** Subluxation of talocalcaneal joint in adults who have symptomatic flat foot. *J Bone Joint Surg.* 1999;81:1147-54.
2. **Basmajian JV, Stecko G.** The role of muscles in arch support of the foot: an electromyographic study. *J Bone Joint Surg Am.* 1963;45:1184-90.
3. **Ferri M, Schrafenberger AV, Goplen G, Daniels TR, Pearce D.**

Weightbearing CT scan of severe flexible pes planus deformities. Foot ankle Int. 2008;29:199-204.

4. **Kuhn DR, Shibley NJ, Austin WM, Yochum TR.** Radiographic evaluation of weight-bearing orthotics and their effect on flexible pes planus. *May.* 1999;22:221-6.
5. **Kulcu DG, Yavuzer G, Sarmer S, Ergin S.** Immediate effects of silicone insoles on gait patterns in patients with flexible flat foot. *Foot Ankle Int.* 2007;28:1053-57.
6. **Lin CJ, Lai KA, Kuan TS, Chou YL.** Correlating factors and clinical significance of flexible flat foot in preschool children. *J Pediatr Orthop.* 2001;21:378-82.
7. **Mann RA.** Biomechanics of foot and ankle, in surgery of foot and ankle. In: Mann RA, Coughlin MJ, ed. *Surgery of the Foot and Ankle.* 6th ed. St. Louis: Mosby-Year Book Inc; 1993. 3-43.
8. **Mickle KJ, Steele JR, Munro BJ.** Is the foot structure of preschool children moderated by gender? *J Pediatr Orthop.* 2008;28:593-6.
9. **Mueller M, Smith K, Commeon P, Robertson D, Johnson J.** Use of computed tomography and plantar pressure management of neuropathic ulcers in management of diabetes. *Physical Therapy.* 1999;79:296-307.
10. **El O, Akcali O, Kosay C, et al.** Flexible flat foot and related factors in primary school children: a report of screening study. *Rheumatol Int.* 2006;26:1050-3.
11. **Pehlivan O, Cili F, Mahirogullari M, Karabudak O, Koksali O.** Radiographic correction of symptomatic and asymptomatic flat foot in young adult males. *Int Orthop.* 2009;33:447-50.
12. **Staheli LT, Chew DE, Corbett M.** The longitudinal arch. A survey of eight hundred and eighty-two feet in normal children and adults. *The longitudinal arch. J Bone Joint Surg Am.* 1987;69:426-8.
13. **Sullivan JA.** Paediatric flat foot: evaluation and management. *J Am Acad Orthop Surg.* 1999;7:44-53.
14. **Tareco J, Miller, Mac Williams B, Michaelson J.** Defining flat foot. *Foot Ankle Int.* 1999;20:456-60.
15. **Toolan BC, Sangeorzan BJ, Hansen ST Jr.** complex reconstruction for the treatment of dorsolateral peritalar subluxation of 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.* 1999;81:1545-60.
16. **Volopon JB.** Footprint analysis during growth period. *J Pediatr Orthop.* 1994;14:83-5.
17. **Younger AS, Sawatzky B, Dryden P.** Radiographic assessment of adult flat foot. *Foot Ankle Int.* 2005;26:820-5.