

원위 경골 골단판 및 골단손상에 대한 분석

*서울대학교 의과대학 정형외과학교실, **남서울병원
충무병원, *강남병원, *****한라의료원

최인호* · 이춘기* · 이덕용* · 석세일* · 최 송**
김용훈*** · 태석기**** · 김성일*****

— Abstract —

Analysis of the Distal Tibial Physeal and Epiphyseal Injury

In Ho Choi, M.D.*, Choon Ki Lee, M.D., Duk Yong Lee, M.D.*, Se Il Suk, M.D.*
Song Choi, M.D.,** Yong Hoon Kim, M.D.,*** Suk Kee, Tae, M.D. ****
Seong Il, Kim, K.D.*****

*Department of Orthopaedic Surgery, *Seoul National University Hospital, Seoul, Korea*
***Nam Seoul Hospital, Seoul, Korea, ***Chungmu Hospital, Seoul, Korea*
*****Kangnam General Hospital, Seoul, Korea*
******Hanla General Hospital, Cheju, Korea*

We have reviewed 21 cases of physeal and epiphyseal fracture of the distal tibia including one case of juvenile Tillaux fracture and four cases of triplane fracture. The patterns of fracture were correlated with the mechanism of injury using the modified Lauge-Hansen method and systemic classification of the triplane fracture was proposed. Treatment included closed reduction and cast(9 cases), closed reduction and percutaneous pin fixation(4 cases), and open reduction(8 cases). Two of the nine patients treated by means of closed reduction and cast had ankle joint incongruity or progressive varus deformity requiring corrective osteotomy. These two patients had either Salter-Harris Type III or Type IV fracture after supination-inversion injury. In one patient, who had 100 per cent displacement of the distal tibial epiphysis and degloving injury of the ankle, premature physeal arrest developed after open reduction and internal fixation for Salter-Harris Type Type I fracture.

If there are triangular metaphyseal ledge along with the juvenile Tillaux fracture-like vertical epiphyseal fracture line on the antero-posterior view and Salter-Harris Type II or Type IV fracture on the lateral view, a certain type of triplane fracture is strongly suggested. Plain radiographs, however, could not accurately demonstrate the detailed configuration of the

* 본 논문의 요지는 1989년 제9차 대한골절학회에서 구연된 바 있음

※ 본 논문은 1989년도 서울대학교 병원 임상연구비 보조로 이루어졌음

triplane fracture, instead computerized axial tomography was very helpful us to analyse the true dimensions of the triplane fracture. We agree that displaced Salter-Harris Type III or Type IV and transitional fractures with a fracture gap of more than two millimeters in the weight-bearing portion of the epiphysis require open reduction.

Key words : Physeal and epiphyseal fracture, distal tibia, Triplane fracture.

I. 서 론

소아 족관절골절은 전체 족관절골절의 약 4%만을 차지할 정도로 그 발생빈도가 낮으나⁴⁾, 원위 경골 골단판을 중심으로 해서 골절이 일어나므로 골단판의 조기유합으로 인한 골단축, 족관절변형 및 관절비대응(joint incongruity)으로 인한 퇴행성 관절염등의 심각한 합병증이 초래될 수 있다.

원위 경골 골단판손상은 환자의 연령, 수상시 발의 위치, 외력의 방향과 크기등에 따라 골절의 양상이 변화될 수 있다. 1964년 Kleiger와 Mankin¹⁵⁾은 성장기아동에서는 원위 경골의 내측단으로부터 약 1cm의측 근방에 존재하는 골단의 hump와 비대칭적으로 골유합이 전내측, 후외방, 전외측순으로 진행되는 해부학적 특성때문에 10세 이후부터 성장완료시기까지의 기간에는 사춘기 특유의 골절인 연소기 Tillaux골절이나 삼평면(triplane)골절이 발생될 수 있다고 하였다. Von Laer²⁹⁾은 이를 전환기골절(transitional fracture)라고 명명하였다.

원위 경골 골단판손상의 분류에는 해부·방사선학적분류인 Salter-Harris 분류법²⁶⁾과 이를보다 세분화한 Ogden분류법²¹⁾이었다. 발의 위치와 외력의 방향에 따른 분류법에는 Crenshaw 분류법⁹⁾과 Dias와 Tachdjian분류법¹¹⁾이 있으며 후자가 더 보편적으로 사용되고 있다. Dias와 Tachdjian¹¹⁾은 성인에서 흔히 사용되는 Lauge-Hansen 분류법¹⁷⁾을 변형시켜 회외-내번(supination-inversion), 회외-족저굴 supination-plantar flexion), 회외-외회전(supination-external rotation), 회내-외번-외회전(pronation-eversion-external rotation)으로 나누고 후에 수직압박(axial compression), 연소기(Tillaux)골절, 삼평면 골절 및 기타골절을 추가하여 분류²³⁾ 하였

다.

국내에서는 원위 경골 골단판손상에 대하여 최근 문명상등¹⁾, 이석현등²⁾ 및 정영기등³⁾이 보고한 바 있으나, 이들 연구 가운데서 삼평면골절에 대한 언급은 문명상등¹⁾이 3례, 이석현등²⁾이 2례, 그리고 정영기등³⁾이 1례씩 있었다고 보고하였을 뿐 이 골절에 대한 자세한 분석은 이루어지지 않았다.

저자들은 본 연구에서 첫째, 여러 골절유형을 modified Lauge-Hansen 분류법^{11,25)}과 Salter-Harris 분류법²⁶⁾에 맞추어 대비시켜본 후 문제점들을 지적 해보고 둘째, 5례의 전환기골절에 대한 보다 자세한 분석을 해보고자 하였다.

II. 연구대상 및 방법

1984년 1월부터 1989년 5월까지 서울대학교병원, 지방공사 강남병원, 충무병원 남서울 병원 및 제주한라의료원에서 치료받았던 21명 21례의 원위 경골 골단판 및 골단손상 환자를 연구대상으로 하였다. 수상 당시의 발생원인과 기전, 이학적 소견, 단순 방사선학적소견 및 전산화단층 촬영소견, 수술 소견등을 종합하여 골절의 유형을 modified Lauge-Hansen 분류법 및 Salter-Harris분류법에 맞추어 분류하였고 치료방법 및 치료결과와 합병증을 분석하였다. 환자의 연령의 평균 11.1(3.5~15)세 이었고 남자가 13례 여자 8례이었다. 우측손상이 좌측손상보다 16:5로 월등하였다. 추시기간은 평균 19개월(6개월~4년)이었다.

III. 종례분석

1. 손상원인 및 손상기전

손상원인(Table 1)은 교통사고가 8례로 가장 많았고 스포츠손상 7례, 추락 혹은 넘어지면서 다친

Table 1. Etiology of Injury

Etiology	Salter-Harris				Ogden	Miscellaneous	
	I	II	III	IV		Tillaux	Triplane
Traffic Accident	2	5	1				
Sports Injury		3		1		1	2
Failling or Slipping			1	1	2		2

Fig. 1. A. Fifteen years-old-boy with 100 per cent anterolateral displacement of the distal tibial epiphysis and associated fracture of the fibula.

B. Immediate postoperative radiograph showing anatomical reduction by open method.

C. Four months after surgery, premature closure of the physis was noted.

Table 2. Summary of the Patients with Distal Tibial Epiphyseal and Physeal Injury

Etiology	Salter-Harris				Ogden	Miscellaneous	
	I	II	III	IV		Tillaux	Triplane
S-ER		1					
S-PE		2(1)*					
S-I			2(1)*	2			
P-E-ER	1*	3(1)**			2(1)**		
Tillaux						1**	
Triplane							4**
Other	1**	2(1)*					

*:Closed reduction and percutaneous pinning

** :Open reduction and internal fixation.

경우가 6례이었다. 교통사고가 원인이었던 1례는 피부의 degloving 손상을 동반한 경한 개방성 골절의 Salter-Harris I형이었다(Figure 1).

손상기전(Table 2)은 회내-외번-외회전이 6례로 가장 많았고 그 다음이 회외-내번 4례, 삼평면골절 4례, 회외-족저굴 2례, 연소기 Tillaux 골절 1례 및 회외-외회전 1례의 순이었으며, 어느 분류항에도 해당되지 않는 것이 3례로서 이들은 아마도 전단력, 배굴력 또는 내회전력 등이 원인이었던 것으로 추정되는 손상병력과 방사선 소견이 있었다. Salter-Harris 분류법²⁶⁾에 의하면 제II형이 8례로 으뜸이었고, 골절선이 골단판을 통과하지 않고 대신 내과의 골단이 회내-외번력에 의하여 견열된 Ogden 제VII형이 2례 있었다.

2. 치료 및 합병증

골절의 치료(Table 2)는 도수정복후 석고붕대 고정술이 9례, 도수정복후 경피적 핀내고정술이 4례, 그리고 관혈적 정복 및 내고정술이 8례이었다. 경피적 핀내고정술은 수술장에서 마취하에 C-arm 투시 장치의 도움을 받아 도수정복시킨후 골절의 재전위를 막기 위하여 시행하였으며, 이 방법에 의한 치료 결과는 모두 만족스러웠다. 연소기 Tillaux 골절 1례와 삼평면골절 4례는 모두 관혈적 정복 및 내고정이 필요하였는데 이는 도수정복으로 골절편의 간격이 2mm 이상으로 계속 벌어진 상태였기 때문이었다. 합병증은 3례에서 발생하였는데 도수정복 및 석고붕대고정술 후에 생긴 골단판의 비대칭성 조기유합에 의한 족관절 내반변형 1례, 관절면의 비대응 1례 및 100% 골단전위의 관혈적 정복후에 발생한 골단판 조기유합 1례(Fig. 1)이었다. 도수정

복후에 생긴 합병증 2례는 모두 회외-내번손상에 의한 Salter-Harris IV형에 속하였다. 족관절내반 변형은 수상 3년후 상과 절골술이 필요했고, Sel-Salter-Harris III형의 내과골절후 생긴 관절면 비대응은 수상 6개월까지는 임상적으로 무증상이었다.

3. 전환기골절(Transitional Fracture)

저자들은 모두 5례의 전환기골절을 경험하였다 (Table 3). 연소기 Tillaux 골절 1례(case 1)는 스포츠손상에 의한 외회전력에 의하여 발생하였다. 삼평면골절은 1례는 골절선이 내과를 통과하는 2분 삼평면골절(case 2, Figure 2)이었고, 3례는 3분 삼평면골절(case 3,4,5, Figure 3,4)이었다. 전자는 회외-외회전력에 의한 스포츠손상인 반면 후자 2례(case 3,4)는 족저굴-외회전력에 의한 스포츠손상, 그리고 1례(case 5)는 교통사고에 의한 손상으로 정확한 손상기전을 확인할 수 없었다. 삼평면골절례중 case 4(Figure 4)는 전후방 방사선소견상 전외측 골단편이 떨어져나가는 연소기 Tillaux 골절로 오인할 뻔 했던 예로서, 희미한 삼각형 모양의 골간단선반(metaphyseal ledge)은 삼평면골절임을 의심하게 하는 단서였고 이어 시행한 전산화 단층촬영에서 3분 삼평면골절임이 확인되었다. 마찬가지로 전산화단층 촬영을 시행한 case 3,4 에서도 3분 삼평면골절이 잘 나타났다. 전환기 골절 5례는 모두 마취하에 도수정복 실패로 관혈적 정복이 필요하였다. 2분 삼평면 골절은 전외측 종 피부절개 하나로 정복이 가능하였으나, 3분골절은 족관절 전외측 및 후내측부 두군데의 종 피부절개후 정복하였다. 비골골절은 case 2와 case 5에서 동반되었으며 경골 골단내고정시 비골도 함께 내고정하였다. 술후 석고

Table 3. Summary of the Patients with Transitional Fracture

Case	Sex	Age at Onset	Diagnosis	Treatment	Follow-up	Complication
1	M	15 yrs	Tillaux	ORIF *	3 yrs	None
2	F	12 yrs	Triplane, 2 Part	ORIF *	2.2 yrs	None
3	F	13.5 yrs	Triplane, 3 Part	ORIF *	0.6 yrs	None
4	M	14.5 yrs	Triplane, 3 Part	ORIF *	0.8 yrs	None
5	M	15 yrs	Triplane, 3 Part	ORIF *	3 yrs	None

*ORIF:open reduction and internal fixation

Fig. 2. Twelve years-old-girl with two part triplane fracture.

- A.** An antero-posterior radiograph showing the fracture line traversing the medial malleolus. Note the triangular shaped metaphyseal ledge and assoiated fibular fracture.
- B.** A lateral radiograph showing Salter-Harris Type II-like epiphyseal fracture.
- C.** Two part fragments are shown on the epiphyseal level C-T.
- D.** Two part fragments are shown on the metaphyseal level C-T.
- E.** Immediate post-operative roentgenogram demonstrating perfect reduction of the fracture with three screws.
- F.** An antero-posterior radiograph 3 years after open reduction showing the fracture well healed.

붕대 고정은 연소기 Tillaux 골절은 약 6주간 하였고 삼평면골절은 평균약 7주(6주~10주)간 하였다. 평균 1.9년(0.6년~3년)의 추사에서 임상적 및 방사선 검사상 모두 만족스러웠다.

IV. 고 찰

원위 경골 골단판 손상은 원위 요골 골단판손상 다음으로 흔하다²³⁾. MacNealy, et al¹⁹⁾은 원위 경골 골단판손상 환자 194명의 연구에서 Salter-Harris 제 II 형이 46.4%로 가장 흔하고, 그 다음의 III 형

25.2%, IV형 10.3%, 삼평면골절 9.8%, I 형 5.7%, 기타 2.6%이라고 보고하였다.

Salter가 자신의 제 IV형의 골단판골절은 정복이 완전 무결하게 이루어져야 한다고 보고한 이래, 많은 학자들^{5,16,27)}도 Salter-Harris III형과 IV형에서의 합병증에 대하여 보고하면서 보다 완전한 골절정복의 중요성을 강조하였다²⁵⁾. Spigel, et al²⁷⁾은 1978년에 골절간격이 2mm이상의 Salter-Harris III형과 IV형, 연소기 Tillaux 골절, 삼평면 골절 및 원위 경골 골단 분쇄골절을 고도 위험군 골절로 나누고, 이 군에서는 1cm이상의 골단축, 조기 골단판유합,

관절면의 비대응성 및 5도 이상의 족관절 각변형등의 합병증이 32%에서나 존재하였다고 보고한 바 있다. Kling, et al¹⁾도 대부분이 Salter-Harris III형과 IV형이었던 급성 원위 경골 골단판손상예들의 치료결과를 발표하면서 성장장애는 관혈적 정복술을 받았던 20례중 1례에서만 발생한 반면, 도수정복후 석고붕대고정만으로 치료받았던 9례에서는 5례가 골단판 골가교를 형성하는 합병증을 병발하였다고

Fig. 3. Fourteen years and six month-year-old boy with three part triplane fracture.

- A.** Typical Salter-Harris Type III juvenile Tillaux fracture is noted along with the faint shadow of the metaphyseal ledge on the antero-posterior view, and Type IV fracture of the tibial epiphysis is noted on the lateral view.
- B.** Three part frgments are shown on the epiphyseal level C-T.
- C.** Two part fragments are shown on the metaphyseal level C-T.
- D.** Immediate post-operative radiographh showing anatomical reduction.
- E.** A radiograph at nine months after open reduction.

하면서 Salter-Harris III형과 IV형 및 일부 II형골절은 도수정복이건 관혈적정복이건간에 골단판의 해부학적 정복이 요구된다고 강조하였다.

원위 경골 골단판 손상기전은 예후에도 영향을 미치는데, 그 예로서 회외-내번손상은, 비록 Chadwick⁶⁾이 내번변형의 자연적교정을 증례보고하는 했으나, 일반적으로 내과를 포함하는 Salter-Harris IV형이나 III형을 유발하여 비대칭적 골단판

Fig. 4. Thirteen years and six month-year-old girl with three part triplane fracture.

- A. An antero-posterior radiograph showing definite Salter-Harris Type III fracture(long arrow) and faint shadow of the triangular metaphyseal ledge(arrow head).
- B. A lateral view suggestive of Salter-Harris Type IV fracture.
- C. Three part fragments are shown on the epiphyseal level C-T.
- D. Two part fregments are shown on the metaphyseal level C-T.
- E. An antero-posterior radiograph at six months after open reduction showing the fracture well healed.
- F. A lateral radiagraph at six months after open reduction showing the fracture well healed.

TWO PART

THREE PART

Fig. 5. Two part triplane fracture.

조기유합에 의한 내번변형이나, 관절면 비대응성등의 합병증을 초래할 확률이 높기 때문이다. 본 연구에서는 3례의 합병증중 2례가 회외-내번 손상에 의한 것으로서, 1례는 Salter-Harris IV형으로 계속 내번변형이 증가하여 상과절골교정술이 필요했고

Fig. 6. Three part triplane fracture.

FOUR PART

Fig. 7. Four part triplane fracture.

1례는 Salter-Harris III형으로서 석고붕대고정후 내과의 부정유합으로 인한 관절면 비대응이 초래되었다. Degloving 손상을 동반했던 100%의 전이가 있었던 Salter-Harris I형 1례에서는 완전무결한 관절적 정복이었음에도 불구하고 술후 4개월만에 골단판의 조기유합이 뚜렷하였다. Cass와 Peterson⁵⁾은 Salter-Harris 32례의 IV형 골절연구에서 실제로 완전무결하게 정복되었던 예들인에도 불구하고 골단판 골가교가 형성되는 것으로 보아서는 아마도 골단판 손상의 원인에는 여러가지가 있으리라 가정하였고, 특히 손상당시 방사선소견상 인지되지 않는 골단판세포의 손상이나 배세포로 가는 혈류의 차단 등이 한 원인일 것이라 추측하였는데 저자도 이 설명이 합리적이라고 생각한다.

연소기 Tillaux 골절^{12,21,24,25)}은 이 평면골절로서 전외측 골단판만이 떨어져 나오는 것인데 반하여 Lynn¹⁸⁾이 처음으로 삼평면골절이라 명칭한 이 골절은 골절면이 시상면, 관상면 및 횡단면의 삼차원적 형상으로 이루어져 있으며^{21,24,25)} 그 골절유형도 다양하다.

저자들은 현재까지 단편적으로 보고되었던 골절 유형들은 체계적으로 다음과 같이 분류하여 보았다. Fig. 5에서 보듯이 2분 삼평면골절은 전외측 골단이 후방 골단-골간단편에 부착되고 전내측 골단

이 경골에 붙어있는 경우를 A형, 전내측 골단이 후방 골단-골간단편에 부착되고 전외측 골단이 경골에 붙은 경우를 B형으로 구분하였다. Cooperman, et al⁸⁾은 15례의 삼평면골절을 보고하면서 자신의 예들을 모두 2분골절이었다고 하면서 대부분이 도수정복후 석고붕대 고정만으로 치료 잘 되었다고 주장하였다. 그러나 그는 도수정복후에도 골절간격이 2mm이상되는 경우에는 관절적 정복이 필요하다고 하였다. Kärrholm, et al¹⁴⁾도 2분 삼평면골절 A형에 대해 기술한 바 있으며, Ogden²¹⁾은 A형, B형 모두 기술하였다. Case 2는 골절선이 내과를 지나가는 기본적으로 이분 삼평면골절 A형에 해당되는데 이는 Von Laer²⁹⁾가 보고한 증례와 같다.

저자들은 3분 삼평면 골절도 셋으로 나누어 (Figure 6) 전외측 골단편이 후방 골단-골간단편 뿐만아니라 전내측 골단이 부착되어 있는 경우로부터 떨어져 있는 경우를 A형, 전외측 골단이 후방 골단-골간단편에 연결되고 전내측 골단편이 경골로부터 유리된 경우를 B형, 전외측 골단편이 전내측 골단이 연결되어 있는 후방 골단-골간단편과 경골로부터 유리된 경우를 C형으로 분류하였다. 저자의 A형은 Lynn¹⁸⁾, Von Laer²⁹⁾의 예와 동일하고, B형은 Cooperman, et al⁸⁾, Ogden²¹⁾, Von Laer²⁹⁾, 및 Peiro²²⁾의 예와 같고, C형은 Marmor²⁰⁾, Torg와 Regiene²⁸⁾, Rang²⁴⁾, Dias와 Giegerich¹⁰⁾, Kärrholm, et al¹⁴⁾ 및 Dias와 Tachdjian¹¹⁾의 보고와 같다. 전산화 단층촬영은 삼평면 골절의 해부학적 양상을 정확히 파악하는데 큰 정보를 제공하였고 치료에 보다 만전을 기할 수 있었다. 본 연구에서는 A형에 해당하는 것이 2례(case 3,4)이었고 C형도 1례(case 5)이었다.

삼평면골절의 손상기전에 대해서는 학자마다 의견의 일치가 되어 있지 않다. 예를들어 Ogden²¹⁾과 Dias와 Tachdjian¹¹⁾은 이 골절은 족저굴위의 발에 외회전력이 가해지면서 발생한다고 한 반면, Dias와 Giegerich¹⁰⁾은 순수한 외회전력에 의해서, Peiro, et al²²⁾과 Von Laer²⁹⁾는 외변과 외회전력에 의하여, 그리고 Kärrholm, et al¹⁴⁾은 회외-외회전력에 의하여 발생한다고 각기 다르게 주장하였다. 저자들의 견해로는 A형처럼 후방 골단-골간단편이

(측면 방사선소견상 흡사 Salter-Harris IV형처럼 보이는) 전외측 골단편이나 전내측 골단이 연결되어 있는 경골로 부터 유리된 경우에는 아마도 발이 족저굴된 상태에서 외회전력을 받을 때 이 골절이 생기지 않을까 생각한다. 4분 삼평면골절 Figure 7은 현재까지 Kärholm, et al¹⁴⁾의 의하여 1례만이 보고되어 있을 뿐이다. Clement와 Worlock⁷⁾은 Kleiger와 Mankin¹⁵⁾의 설명처럼 원위 경골 골단의 hump 때문에 골단판의 내측이 유합되지 않더라도 삼평면 골절이 일어날 수 있다고 보고하였으나, 저자들의 예에서는 모두 내측 골단판이 유합되어 있어서 이들의 예와는 일치하지 않았다.

치료의 관점에서 볼 때 대부분의 학자들은 도수 정복후 골절간격이 2mm²⁾만일 때는 석고붕대 고정 만으로도 좋은 결과를 얻을 수 있다고 보고 하였지만, 최근 Ertl, et al³⁾은 23명의 삼평면골절 환자들에 대한 장기추시 연구에서 수술후 기간이 경과할 수록 양호했던 치료성적이 줄어든다고 보고하면서 도수정복후 2mm 이상의 골절간격을 나타내는 골절은 관혈적 정복이 꼭 필요하다고 주장하였다. 저자들의 삼평면골절 4례는 모두 도수정복이 만족스럽지 못하여 관혈적 정복술이 필요하였으며, 술후 평균 1.7년 추시까지는 모두 임상적, 방사선학적으로 만족할 만한 결과를 얻을 수 있었다. 그러나 이들에 대한 장기적인 예후 보다 더 긴 추시기간이 필요할 것이다.

IV. 요 약

저자들은 1984년 1월부터 1989년 5월까지 21례의 원위 경골 골단판 및 골단손상 환자들의 치료예들을 중례분석하면서 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 원위 경골 골단판 및 골단손상 환자 21례중 3례(14%)는 modified Lauge-Hansen 분류항에 일치하지 않았다.

2. 단순방사선 전후방 검사 소견상 연소기 Tillaux 골절과 같은 Salter-Harris III형과 함께 골간단에 삼각형 모양의 골간단 선반(ledge)이 존재하면 이는 아마도 삼평면골절을 암시하는 좋은 단서가 된다.

3. 전산화 단층촬영술은 삼평면 골절과 같은 원위

경골 골단판의 복잡골절의 양상을 파악하는데 큰 도움을 주었다.

4. 도수정복후에 석고속에서 발생할 수 있는 골절 재전위를 막기 위해서는 경피적 핀고정술이 아주 효과적이었다.

5. 도수정복이 실패했던 연소기 Tillaux 골절과 삼평면골절은 관혈적 정복 및 내고정술로 만족스럽게 치료되었다.

6. 21례중 32례(14%)에서 합병증이 있었다. 이는 각기 관절면 비대응, 골단판 조기유합 및 족관절 내번 변형이었다.

REFERENCES

1. 문명상, 옥인영, 하기용, 김양: 소아 족관절 골절의 임상적 고찰. 대한정형외과학회지 22:4, 849-859, 1987.
2. 이석현, 장재석, 송해룡, 이인회: 소아 족관절 골절에 대한 임상적 고찰. 대한정형외과학회지 22:1, 54-63, 1987.
3. 정영기, 이기병, 정남화: 소아 족관절 성장판 손상에 대한 연구. 대한정형외과학회지 22:5, 753-759, 1987.
4. Carothers, C.O. and Crenshaw, A.H.: *Clinical Significance of a Classification of Epiphyseal Injuries at the Ankle. Am. J. Surg.*, 89:879-889, 1955.
5. Cass, J.R. and Peterson, H.A.: *Salter-Harris Type IV Injuries of the Distal Tibial Epiphyseal Growing Plate with Emphasis on those Involving the Medial Malleolus. J. Bone Joint Surg.*, 65-A:1059-1070, 1983.
6. Chadwick, C.J.: *Spontaneous Resolution of Varus Deformity at the Ankle Following adduction Injury of the Distal Tibial Epiphysis. A Case Report. J. Bone Joint Surg.*, 64-A: 774-776, 1982.
7. Clement, D.A. and Worlock, P.H.: *Triplane Fracture of the Distal Tibia. A Variant in Cases with an Open Growth Plate. J. Bone Joint Surg.*, 69-B:412-415, 1987.
8. Cooperman, D.R., Spiegel, P.G. and Laros, G. S.: *Tibial Fractures involving the Ankle in Children. The So-Called Triplane Epiphyseal Fracture. J. Bone Joint Surg.*, 60-A:1040-1046, 1978.
9. Crenshaw, A.H.: *Injuries of the Distal Tibial Epiphysis. Clin. Orthop.*, 41:98-107, 1965.

10. Dias, L.S. and Giegerich, C.R.: *Fractures of the Distal Tibial Epiphysis in Adolescence. Joint J. Bone Joint Surg.*, 64-A: 774-776, 1982.
11. Dias, L.S. and Tachdjian, M.D.: *Physeal Injuries of the Ankle in Children. Classification. Clin. Orthop.*, 136:230-233, 1978.
12. Dingeman, R.D. and Shaver, G.B. Jr.: *Operative Treatment of Displaced Salter-Harris III Distal Tibial Fractures. Clin. Orthop.*, 135:101-103, 1978.
13. Ertl, J.P., Barrack, R.L., Alexander, A.H. and VanBuecken, K.: *Triplane Fracture of the Distal Tibial Epiphysis. Long-Term Follow-up J. Bone Joint Surg.*, 70-A:967-976, 1988.
14. Kärrholm, J., Hansson, L.I. and Laurin, S.: *Supination-Eversion Injuries of the Ankle in Children. A Retrospective Study of Radiographic Classification and Treatment. J. Ped. Orthop.*, 2:147-159, 1982.
15. Kleiger, B. and Mankin, H.J.: *Fractures of the Lateral Portion of the Distal Tibial Epiphysis. J. Bone Joint Surg.*, 46-A:25-32, 1964.
16. Kling, T.F., Bright, R.W. and Hensinger, R.N.: *Distal Tibial Physeal Fractures in Children that May Require Open Reduction. J. Bone Joint Surg.*, 66-A:647-657, 1984.
17. Lange-Hansen, N.: *Fractures of the Ankle. II. Combined Experimental Surgical and Experimental Roentgenologic Investigations. Arch. Surg.*, m 60 :957-985, 1950.
18. Lynn, M.D.: *The Triplane Distal Tibial Epiphyseal Fracture. Clin. Orthop.* 86:187-190, 1972.
19. MacNealy, G.A., Rogers, L.F., Hernandez, R. and Poznanski, A.K.: *Injuries of the Distal Tibial Epiphysis: Systemic Radiographic Evaluation. Am. J. of Radiolog.*, 138:683-689, 1982.
20. Marmor, L.: *An Unusual Fracture of the Tibial Epiphysis. Clin. Orthop.*, 73:132-135, 1970.
21. Ogden, J.A.: *Skeletal Injury in the Child. pp. 5 96-619, Philadelphia, Lea and Febiger, 1982.*
22. Peiró, A., Aracil, J., Martos, F. and Mut, T.: *Triplane Distal Tibial Epiphyseal Fracture. Clin. Orthop.* 160:196-200, 1981.
23. Peterson, C.A. and Peterson, H.A.: *Analysis of the Incidence of Injuries to the Epiphyseal Growth Plate. J. Trauma*, 12:275-281, 1972.
24. Rang, M.: *Children's Fractures.*, 2nd Ed. p. 31 5, Philadelphia, Lippincott Co., 1983.
25. Rockwood, C.A., Jr. Wilkins, K.E. and King, R.E.: *Fractures. Vol 3, pp. 1014-1042, Philadelphia, Lippincott Co, 1984.*
26. Salter, R.B. and Harris, W.R.: *Injuries Involving the Epiphyseal Plate. J. Bone Joint Surg.*, 45-A: 587-622, 1963.
27. Spiegel, P.G., Cooperman, D.R. and Laros, G. S.: *Epiphyseal Fractures of the distal Ends of the Tibia and Fibula. A Retrospective Study of Two Hundred and Thirty-seven Cases in Children. J. Bone Joint Surg.*, 60-A:1046-1050, 1978.
28. Torg, J.S. and Ruggiero, R.A.: *Comminuted Epiphyseal Fracture of the Distal Tibia. A Case Report and Review of the Literature. Clin. Orthop.* 110:215-217, 1975.
29. Von Laer, L.: *Classification, Diagnosis and Treatment of Transitional Fractures of the Distal Part of the Tibia J. Bone Joint Surg.*, 67-A:687-698, 1985.