대 한 골 절 학 회 지
Vol. 10, No. 3, July, 1997

중등도 이상 전위된 S-H 제2형 요골 원위부 성장판 손상의 보존적 치료
- 5례 보고 -

한양대학교 의과대학 정형외과학교실

김태승 · 박예수 · 김덕근 · 조재림

—Abstract—

Conservative Treatment of Moderately Displaced S-H type II Injury in Distal Radius - a Report of 5 Cases -

Tai Seung Kim, M.D., Ye Soo Park, M.D., Duck Keun Kim M.D. and Jae Lim Cho M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Hanyang University School of Medicine, Seoul, Korea

Epiphyseal injury in children is most frequently developed in distal radius. Type II injury in Salter Harris classification is known to be most common. In most cases of Salter Harris type II injury, the conservative treatment such as closed reduction and cast immobilization is reported to be effective. However, in moderately displaced epiphyseal injury, repeated manipulation would give further damage to the epiphyseal plate and then results in premature closure of the epiphyseal plate and growth arrest.

We experienced five cases of moderately displaced S-H type II injury of distal radius, which had been reduced immediately after injury by closed method at privatic clinic, but redisplaced. We did not try to get realignment because it had passed 6 to 14 days since fracture occurred. Rather, we thought maintaining of present position could be best.

After the conservative treatment for five cases, we have evaluated follow up results over one year. The results were excellent.

We hereby report it with literature review.

Key Words : Distal radius, Epiphyseal injury, Conservative treatment

※ 통신저자 : 김 태 승
서울시 성동구 행당동 17번지
한양대학병원 정형외과학교실

• 본 논문의 요지는 1996년 골절학회 춘계 학술대회에서 구연되었음

서 론

소아에서 흔히 발생하는 성장판 손상은 1863년 Foucher[5]가 처음 보고한 이래, 여러 저자들에 의해 분류 소개되었으며, 1963년 Salter 와 Harris[20]에 의해 정립되어 최근까지도 이들에 의한 분류법이 흔히 사용되어지고 있다.

Salter 와 Harris[20]는 성장판 손상을 5 가지 유형으로 분류하였으며, 이중 제 2 형을 가장 빈도가 높은 유형으로 소개 하였으며, 1965년 Neer 와 Horowitz[18]는 소아 성장판 손상중 원위 요골 성장판의 손상 빈도가 약 30%로 가장 높다고 보고 한 바 있다. 10세 이후 소아에서 호발하는 제 2 형은 주 골절선이 골단판의 비후성 Zone(Hypertrophic zone)을 통해 골절이 발생하며, 골절선이 골간단을 통과하여 단순 방사선 소견상 삼각형의 골간단 골편을 동반하는 유형으로 보존적인 방법으로 잘 치료가 되는 골단판 손상으로 알려져 있다. 하지만 중등도 이상으로 전위되어 3일 이상 간과된 성장판 손상의 경우는 도수 정복을 시행할 경우 더 많은 성장판 손상을 초래하여 추후에 성장판의 조기 유합 및 성장 장애를 유발할 수 있으므로 추가적인 도수 정복을 시행치 않고 우선 석고 고정만으로 그 골절 부위를 안정시키고, 일단 골 유합이 이루어지면 추시 검사를 통해서 성장 장애의 여부를 주시하여야 한다. 간혹 성장판의 정지가 발생한 경우 차라리 교정 절골술 등을 시행하여 치료하는 것이 여러 번의 도수 정복으로 인한 성장판 손상을 초래하는 것 보다 더 많은 이점이 있다.

저자들은 수상후 타병원에서 일차로 정복을 시행하였으나 중등도 이상의 전위가 잔존한 채로 내원한 환자 5례를 추가적인 정복없이 전위 상태를 그대로 유지한 채 유합을 시도한 후 최소 1년간 추시 관찰 결과 양호한 결과를 얻어 문헌 고찰과 함께 보고하고자 한다.

연구 대상 및 방법

1991 년 7월 부터 1995년 3 월 까지 중등도 이상 전위된 상태로 수상 후 6 일 에서 14일이 지나 내원하여 재정복을 시행하지 않고 전위 상태를 그대로 유지한 채 유합을 시도하였던 제 2형 요골 원위부 성장판 손상 5례를 대상으로 하였으며, 전위 정도를 저자들은 편의상 35% 이내를 경도, 35-70% 이내를 중등도, 70% 이상을 고도로 정의 하였다. 보존적 치료법으로는 전 례에서 석고붕대 고정을 사용하였다. 방사선학적 평가는 원위 골편의 전위 정도, 성장판에서의 각형성, 요측 관절면의 경사를 측정하였으며 임상적 평가는 Scheck[21]의 평가 기준에 따랐다(Table 1).

증례 보고

증례 1: 김 ㅇ ㅇ

9세 10개월 된 여아로 계단에서 넘어지며 발생한 우측 제 2 형 요골 원위부 성장판 손상으로 타병원에서 도수 정복술 및 U자 석고부목 고정 시행 후 10일째 요골 원위부 동통을 주소로 본원에 내원하였다. 내원 당시 방사선 소견상 요골 원위부 골편이 후외측 으로 전위되어 후방 전위 50%, 후방 각형성 20°, 요측 관절면 경사 2°를 보여 주었다(Fig. 1).

Table 1. Subjective evaluation by Scheck

Result	Subjective Evaluation
Excellent	Fully satisfied with cosmetic result; no pain, weakness, or limitation of motion; no restriction in occupation or recreational activity
Good	Just noticeable difference in appearance or mild and occasional discomfort after exertion, or both; minor restriction in motion or strength, or both; continuation of former occupation and recreational activity
Poor	Deformity, pain, weakness and limitation of motion; patient has not continued with former occupation or recreational activity

(Scheck, Clin Orthop, 1962)

본원에서는 U자 석고 부목 및 장상지 석고를 재시술 하였고 2 주후 장상지 석고로 교체하였다.

수상후 2 개월 추시 관찰 방사선 소견상 골 유합 진행되어 석고 고정 제거후 완 관절의 운동을 시행하였으며(Fig. 2), 14 개월 최종 추시 방사선 소견상 전방 각형성은 7°, 요측 관절면 경사 20°의 소견을 보여주었으며, Scheck의 임상적 평가는 우수에 해당하였다(Fig. 3).

증례 2: 이 ㅇ ㅇ

11세 5개월 된 남아로 씨름하다 넘어지며 발생한 좌측 제 2형 요골 원위부 성장판 손상으로 타병원에서 전신마취하에 도수정복 및 장상지 석고 고정 시행 후 14일째 본원에 내원하였다. 내원 당시 방사선 소견상 요골 원위부 골편이 후외측으로 전위되어 후방 전위 50%, 후방 각형성 15°, 요측 관절면 경사 0°을 보여주었다(Fig. 4).

본원에서는 장상지 석고를 재시술하였으며 수상 7주째 석고 고정 제거 후 관절 운동을 시행 하였다(Fig.

Fig. 3. 14 months later, f/u x-ray shows complete bony union and good alignment (volar tilting 7 degrees, radial inclination 20 degrees).

Fig. 1. Initial x-ray, 10 days after injury, shows dorsal tilting 20 degrees, radial inclination 2 degrees.

Fig. 4. Initial x-ray, 14 days after injury, shows dorsal tilting 15 degrees, radial inclination 0 degree.

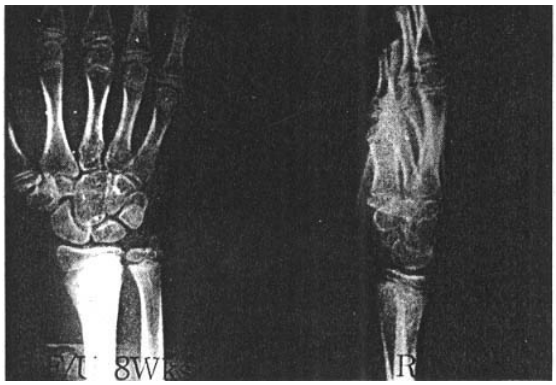

Fig. 2. 8 weeks later, f/u x-ray shows progression of bony union.

Fig. 5. 7 weeks later, f/u x-ray shows progression of bony union.

5). 12 개월 최종 추시 방사선 소견상 전방 각형성 7°, 요측 관절면 경사 20°의 소견을 보였으며, Scheck의 임상적 평가는 우수에 해당하였다(Fig. 6).

증례 3: 한 ㅇ ㅇ

10세 7개월 된 남아로 계단에서 굴러 떨어지며 발생한 좌측 제 2 형 요골 원위부 성장판 손상으로 타 병원에서 도수 정복 및 석고부목 고정 시행 후 10일째 완 관절부 동통을 주소로 본원에 내원하였다. 내원 당시 방사선 소견상 요골 원위부 골편이 후외측으로 전위되어 후방 전위 40%, 후방 각형성 35° 및 요측 관절면 경사 20°을 보여주었다(Fig. 7). 본원에서는 장상지 석고를 재시술하였으며, 수상 7주째 석고를 제거하였으나 골 재형성 소견 보이지 않아, 단상지 석고를 4주간 더 시행하였다(Fig. 8). 21 개월 최종 추시 방사선 소견상 전방 각형성 10°, 요측 관절면 경사 20°의 소견을 보여주었으며, Scheck의 임상적 평가에서 우수에 해당하였다(Fig. 9).

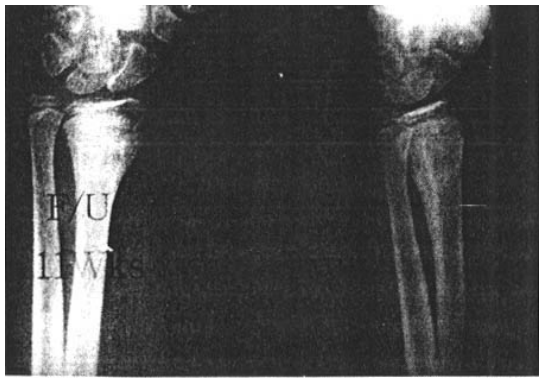

Fig. 8. 11 weeks later, f/u x-ray shows progression of bony union.

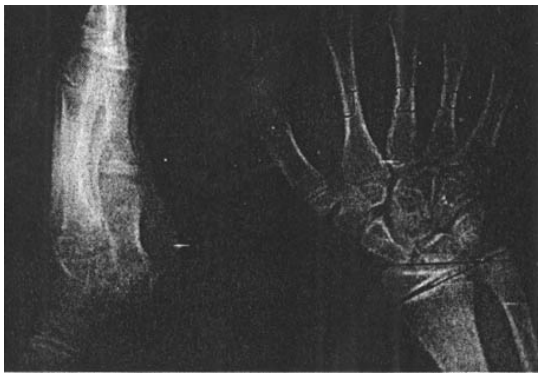

Fig. 6. 12 months later, f/u x-ray shows completely normal state(volar tilting 7 degrees, radial inclination 20 degrees).

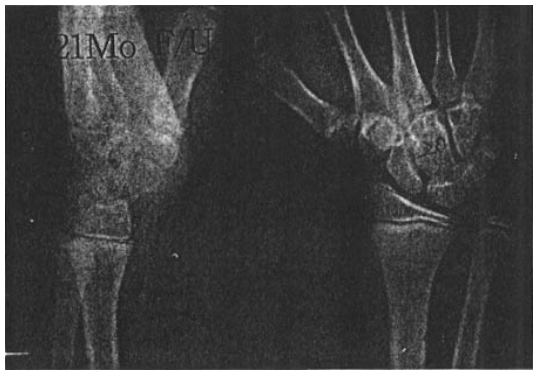

Fig. 9. 21 months later, f/u x-ray shows good alignment(volar tilting 10 degrees, radial inclination 20 degrees).

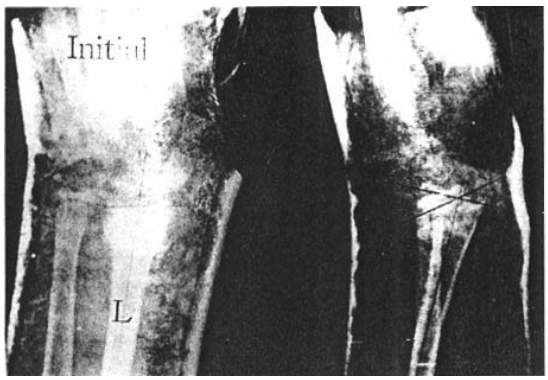

Fig. 7. Initial x-ray, 10 days after injury, shows dorsal tilting 35 degrees, radial inclination 20 degrees.

Fig. 10. Initial x-ray, 6 days after injury, shows dorsal tilting 20 degrees, radial inclination 10 degrees.

증례 4: 김 ○ ○

4세된 여아로 철봉에서 떨어지며 발생한 좌측 제 2 형 요골 원위부 성장판 손상으로 타병원에서 도수 정복을 시행하였으나, 수상 후 6 일째 방사선 소견상 정복의 소실이 있어 본원에 내원 하였다(Fig. 10). 내원 당시 방사선 소견상 후방 전위 50%, 후방 각형성 20°, 요측 관절면 경사 10°를 보여주었다. 수상 3주째 장상지 석고 고정 시행하였으며, 7주째 석고 고정 제거 후 완 관절의 점진적인 운동을 시행하였다(Fig. 11).

55개월 최종 추시 방사선 소견상 전방 각형성 5°, 요측 관절면 경사 20°의 소견을 보여주었으며, Scheck의 임상적 평가에서 우수에 해당하였다(Fig. 12).

증례 5: 이 ○ ○

11세 5개월된 남아로 책상위에서 떨어져 발생한 좌측 제 2 형 요골 원위부 성장판 손상으로 타병원에서 한 차례 도수 정복 후 석고부목 고정하였으며, 수상 14일째 재전위된 상태로 내원 하였다(Fig. 13). 내원 당시 방사선 소견상 후방 전위 70%, 후방 각형성 45°, 요측 관절면 경사 0°의 소견을 보여주었다. 내원 후 장상지 석고를 재시행하였으며, 7주째 골 유합 진행되어 관절 운동을 시작하였다(Fig. 14). 12개월 최종 추시 방사선 소견상 전방 각형성 2°, 요측 관절면 경사 20°를 보여주었으며, Scheck의 임상적 평가는 우수에 해당하였다(Fig. 15).

Fig. 11. 7 weeks later, f/u x-ray shows progression of bony union.

Fig. 12. 55 months later, f/u x-ray shows completely normal state(volar tilting 5 degrees, radial inclination 20 degrees).

Fig. 13. Initial x-ray, 14 days after injury, shows dorsal tilting 45 degrees, radial inclination 0 degree.

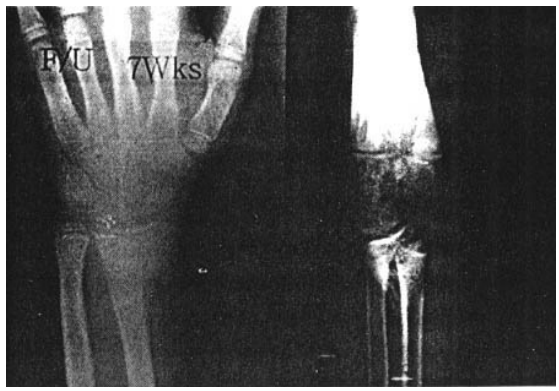

Fig. 14. 7 weeks later, f/u x-ray shows bony union, but alignment is not good.

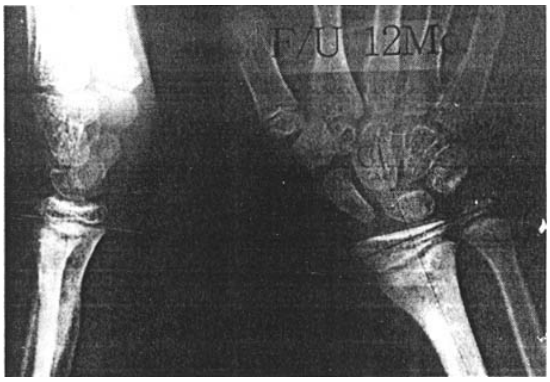

Fig. 15. 12 months later, f/u x-ray shows good alignment(volar tilting 2 degrees, radial inclination 20 degrees).

고 찰

소아 골절의 15%-30%을 차지하는 성장판 손상은 기원전 Hippocrates가 처음 언급한 이래 1863년 Foucher[6]에 의해 손상 기전과 손상부위의 병리가 규명, 분류되었으며 그 이후로 여러 저자들[1,3,15-17]에 의해 언급되어 왔다.

최근까지 임상적으로 가장 널리 사용되고 있는 Salter-Harris[20] (S-H) 분류는 손상 기전에 기초한 분류와 골단판의 골절선과 성장 장애에 의한 예후와의 관계 및 치료 방법을 제시하고 있으며, Rang[17]은 이러한 S-H 의 분류에 연골막환 손상을 제 6형으로 추가 분류하였다. Weber[22]는 도수 정복으로 치료할 수 있는 골절과 반드시 관혈적 정복이 필요한 골절로 분류하였고, Ogden 등[14]은 골간단의 골절과 골막 박리 등도 이에 포함 분류하였으나, 복잡하여 쉽게 이용할 수 없는 단점이 있다.

이러한 성장판 손상은 구조적으로 가장 약한 부위인 비대 세포층과 석회화층 사이에서 일어나며[14,18], Neer 와 Horowitz[13], Peterson[16] 과 Ogden 등[14]은 요골 원위부에서 각각 46%, 29.6%, 26%로 다른 부위에 비해 호발하며, 특히 S-H 제 2 형의 빈도가 가장 높다고 보고하고 있다. 이러한 원위 요골의 성장판 손상은 과신전력 과 회외전력에 의해 일어나며 원위 골편이 배측으로 전위되는데, 이중 S-H 제 2 형은 골절선이 성장판을 포함하며 골간단까지 침범하여 단순 방사선 소견상 특이한 Thurston-Holland 골편[9]을 형성하는데 이 골편의 압박부위는 골막이 보존되며, 신연부의 골막은 파열되는 경향이 있다. Lesko 등[11]은 이러한경우 골단부의 혈액 순환은 보존되지만 골간단의 혈액 순환은 단절 될 수 있으며 특히 파열된 골막이 골절부에 감입 (invagination) 되는 경우에는 골간단부 혈액 순환의 복원이 지연 되어 성장판 비대 세포층의 혈관 침습(vascular invasion)에 영향을 미침으로 해서 성장판의 골화 지연을 야기시켜 성장 장애를 유발할 수 있다고 주장하였으며, 골간단 혈액 공급이 비대 세포층에 다시 일어날때 감입된 골막의 퇴행화(periosteal degeneration) 와 재흡수(resorption) 현상에 의해 전위된 골절부의 재형성(remodeling)이 일어난다고 하였다.

S-H 제 2 형은 보존적 요법으로 잘 치료가 되는 것으로 알려져 있으며, 이에 대해 Lee 등[10]은 수상 당시 2 년 이상의 재형성 과정이 남아있는 소아에서 도수 정복을 시행하여 50% 이상의 재배치(opposition)가 성취될수 있다면 재정복이 요구되지 않으며 재형성 과정에 의해 양호한 결과를 얻을 수 있다고 하였다. 그러나 저자들의 증례에서는 4례는 내원 당시 Lee 등의 주장과 같이 50% 이상의 재배치 현상을 보여 주었으며, 1례 에서는 30% 이내의 재배치를 보여주었다. 저자들은 30% 이내 재배치의 경우 Lee 등의 주장과는 달리 재정복을 시행치 않았으며 최종 추시상 자연적 교정에 의한 우수한 결과를 보여 주었다. 또한 Bragdon[4]은 과도한 정복 조작은 골단판에 무리한 손상을 주어 골단판의 조기 유합(premature closure)을 야기할 수 있으므로 지양해야 한다고 주장하였다. 이에 저자들도 전 례에서 저자들이 정의한 중등도 이내의 전위는 골단판의 추가 손상 방지를 위해 정복의 재조작을 시행치 않았다.

한편 본 증례들의 방사선 소견을 관찰해 보면 기본적으로 원위 골편을 중심으로 하여 근위골편의 볼록면에서 재흡수가 일어나고 오목면에서는 골 형성이 일어났다. 그리고 요골 높이(radial height), 요측 관절면 경사(radial inclination), 전방 각형성(volar tilting)이 회복됨을 관찰할 수 있었다. 이러한 복합적인 재형성 및 각형성의 자연적 교정이 이루어지는 기전에 대해서 1974년 Ryoppy 와 Karaharju[19]는 성장판에 작용하는 생역학적 힘의 방향과 크기의 변화로 인해 성장의 재분포가 이루어

지며, 이러한 골단판 성장의 재배치는 성장판의 방향을 바꾸게 되고, 성장판 방향의 변화가 커지게 되면 성장의 재배치가 커지게 되고, 추후 방향의 변화가 적어지면 재배치도 필요치 않아 성장판이 정상적인 방향으로 회복된다고 하였다. Freiberg[6]는 전완의 원위 간부 골절에서 골절 정복후 잔존하는 각형성은 원위 골단판에서 성장의 재분포에 의해 자연 교정 된다고 하면서, 이러한 재형성 과정은 골단판 손상에서도 유사하게 일어나며, 원위 골편의 배측에서 신생골이 형성되어 일반적으로 5-8 개월 내에 골간단에 대해 정상 배열을 유지하게 된다고 하였다. 본 증례들은 그 전위가 심하였기 때문에 수상 후 6일 이상 경과하였지만 일단 재정복을 시도해 보고 싶은 충동이 있었으나, 내원시 전위 상태를 석고 고정으로 계속 유지한채 골 유합을 기다렸고 추시 관찰을 통해서 재형성이 훌륭히 이루어짐을 확인할 수 있었다.

그러나 보존적 요법으로 잘 치료가 되는 S-H 제 2 형의 경우에도 일부 굴곡건이 골절부에 감입되어 정복을 방해하는 경우[12], 후방 신전건이 감입된 경우[9], 구획 증후군이 동반된 경우[7], 골 교정 능력과 재형성력이 제한되어 있는 15세 이상 아동[11]에서는 반드시 관혈적 정복을 필요로 한다.

저자들의 증례에서는 초기 도수 정복후 정복 소실이 간과되어 재전위와 각형성이 발생하였으나 관혈적 정복을 시행하지 않고 보존적 요법으로 치료하여 전 례에서 만족할 만한 교정효과를 얻었다.

요 약

저자들은 수상 당시 타병원에서 보존적 치료 후 중등도 이상의 재전위가 발생된 S-H 제 2 형의 요골 원위부 성장판 손상 5례를 전위 상태 그대로 유지한 채 유합을 시도한 후 최소 1년간 추시 관찰 결과 성장 장애나 각형성 변형 없이 재형성이 이루어졌으며, Scheck의 임상적 평가에서도 우수한 결과를 얻어 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

REFERENCES

1) **Aitken AP** : The end results of the fractured distal radial epiphysis. *J Bone Joint Surg*, 17:302-308, 1935.

2) **Aitken AP** : Further observations on the fractured distal radial epiphysis. *J Bone Joint Surg*, 17:922-927, 1935.

3) **Bergenfeldt E** : Beitrage zur kenntnis de traumatischen epiphysenlosungen an den langen rohrenknochen der extremitaten. Acta chir scand, 73:1-422,1933(cited from Peterson HA : Physeal fractures: Part 3. Classification, *J Pediatr Orthop*, 14: 439-448, 1994).

4) **Bragdon RA** : Fracture of the distal radial epiphysis. *Clin Orthop*, 41:59-63, 1965.

5) **Foucher JTE** : De la dirulsion des epiphyses. Cong Med France, 1: 63-72, 1863(cited from Peterson HA : Physeal fractures: Part 3. Classification, *J Pediatr Orthop*, 14: 439-448, 1994).

6) **Friberg KS** : Remodelling after distal forearm fractures in children. I. The effect of the residual angulation on the spatial orientation of the epiphyseal plates. *Acta Orthop Scand*, 30:537-546, 1979.

7) **Hernandez J Jr. and Peterson HA** : Fracture of the distal radial physis complicated by compartment syndrome and Premature physeal closure. *J Pediatr Orthop*, 6:627-630, 1986.

8) **Holland CT** :Radiographic note and injuries to the distal epiphysis of radius and ulna. Proc R Soc Med 22:695-699, 1992(cited from Lesko PD, Georgis T and Slabaugh P: Irreducible Salter-Harris type II fracture of the distal radial epiphysis. *J Pediatr Orthop*, 7:719-721, 1987).

9) **Karlson J** : Irreducible fracture of the wrist in a child. *Acta Orthop Scand*, 58, 280-281, 1987.

10) **Lee BS, Esterhai JL Jr. and Das M** : Fracture of the distal radial epiphysis. *Clin Orthop*, 185:90-96, 1984.

11) **Lesko PD, Georgis T and Slabaugh P** : Irreducible Salter-Harris type II fracture of the distal radial epiphysis. *J Pediatr Orthop*, 7:719-721, 1987.

12) **Manoli A II** : Irreducible fracture separation of the distal radial epiphysis. Report of a case. *J Bone Joint Surg*, 64:1095-1096, 1982.

13) **Neer CS and Horowitz BS** : Fractures of the epiphyseal plate. *Clin Orthop*, 46:24-28, 1965.

14) **Ogden JA** : Injury to the growth mechanism of the immature skeleton. *Skel Radiol*, 6:237-253 1981.

15) **Poland J** :Traumatic separation of the epiphyses. London, Elder S Co, 1898(cited from Tachdjian M

: *Pediatric orthopedics*. 2nd ed. Philadelphia, WB Saunders Co : 3021, 1990).

16) **Peterson CA and Peterson, HA** : Analysis of the incidence of injuries to the epiphyseal growth plate. *J Trauma*, 12:275-281, 1972.

17) **Rang M** : The growth plate and its disorders. Baltimore: Williams and Wikins, 1969(cited from Peterson HA : Physeal fractures: Part 3. Classification, *J Pediatr Orthop*, 14: 439-448, 1994).

18) **Rockwood CA, Wilkins KA and King RE** : *Fractures in children*. 3rd ed. Philadelphia, JB Lippincott Co: 98-121,1991.

19) **Ryoppy S and Karaharju EO** : Alteration of epiphyseal growth by an experimentally produced angular deformity. *Acta Orthrop Scand*. 45: 490-498, 1974.

20) **Salter RE and Harris WR** : Injuries involving the epiphyseal plate. *J Bone Joint Surg*, 45A:587-622, 1963.

21) **Scheck M** : Long term follow-up of treatment of communited fractures of the distal end of the radius by transfixation with Kirschner wires and cast. *Clin Orthrop*, 44:337-351, 1962.

22) **Weber BG** : Treatment of fractures in children and adolescents. New York: Springer-Verlag, 20-57, 1980(cited from Peterson HA : Physeal fractures: Part 3. Classification, *J Pediatr Orthop*, 14: 439-448, 1994).