

소아에서 요골 원위 골단판 골절

김휘택 · 윤명수 · 이종서 · 최영준 · 성윤재

부산대학교 의과대학 정형외과학교실

목 적: 소아에서 발생한 요골 원위 골단판 골절의 치료 결과를 분석하였다.

대상 및 방법: 치료 후 1년 이상 추시 (평균 3.2년)된 23예를 도수 정복과 석고고정을 시행한 1군 (6예)과 도수 정복 및 K-강선 고정술과 석고고정을 시행한 2군 (17예)으로 나누었다. 술 후 및 추시 관찰 엑스선에서 골단판의 잔여 전이 정도와 골단판의 경사도를 비교하였다. 결과는 방사선학적 기준 (요골측 경사, 수장측 경사, 요골 단축)과 임상적 기준 (운동 범위 제한, 동통, 파악력, 완관절의 변형)으로 양호, 보통, 불량으로 분류하였다.

결 과: 1군은 양호 5예, 보통 1예를 보였으며 2군은 양호 14예, 보통 2예, 불량 1예를 보여 양 군 간 통계학적 차이를 보이지 않았다. 정복 후 30% 이하의 골단판 전위는 만족스럽게 재형성되었다. 불량을 보인 예는 조기 골단판의 폐쇄와 함께 요골 단축, 완관절의 변형을 호소하는 경우였다. 골단판 폐쇄가 발생한 예에서는 골교 제거술, 지방 조직의 이식, 요골 절골술, 척골 골단 유합술, 요골 연장술 등을 시행하여 만족할 만한 결과를 얻었다.

결 론: 전위된 소아 요골 원위 골단판 골절은 비교적 풍부한 재형성력을 기대할 수 있다. 정확한 정복을 이루기 위한 과도한 도수 정복은 이차적 골단판 손상을 야기할 수 있으므로 주의해야 한다.

색인 단어: 요골 원위 골단판 골절

Epiphyseal Fractures of the Distal Radius in the Children

Hui Taek Kim, M.D., Myung Soo Youn, M.D., Jong Seo Lee, M.D.,
Young Jun Choi, M.D., Yoon Jae Seong, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, College of Medicine, Pusan National University, Busan, Korea

Purpose: To evaluate the long-term results of treatment of epiphyseal fractures of the distal radius in children.

Materials and Methods: 23 cases of distal radial epiphyseal fracture, treated by two methods: group 1, closed reduction (CR) plus cast (6 cases); group 2, CR and K-wire fixation (under anesthesia due to marked translation of the distal fragment and swelling) plus cast (17 cases), were selected for this study. All patients were followed up for more than 1 year (average: 3.2 years). Postoperatively, epiphyseal displacement and epiphyseal angulation were measured on anteroposterior and lateral radiographs. At follow-up, the affected and normal sides were compared. Final results were classified by radiologic (radial inclination, volar tilting and radial shortening) and clinical (limitation of ROM, wrist pain, grip strength and wrist deformity) criteria.

Results: Group 1 had 5 good, 1 fair result; group 2 had 14 good, 2 fair and 1 poor - there was no statistically significant difference between two groups. All cases where the epiphyseal displacement was less than 30% had good results. A poor case showed a radial shortening, wrist deformity and pain due to premature epiphyseal closure. Premature epiphyseal closure was treated by bar resection and free fat, along with corrective osteotomy when necessary and lengthening of radius with or without epiphysodesis of the ulna.

Conclusion: Remodeling can be expected in epiphyseal fractures of the distal radius. Repeated forceful attempts to achieve accurate reduction should be avoided to prevent secondary physeal injury.

Key Words: Epiphyseal fracture of distal radius

통신저자 : 김 휘 택
부산시 서구 아미동 1가 10
부산대학교병원 정형외과
Tel : 051-240-7248 • Fax : 051-247-8395
E-mail : kimht@pusan.ac.kr

Address reprint requests to : Hui-Taek Kim, M.D.
Department of Orthopaedic Surgery, Pusan National University Hos-
pital, 10, Ami-dong 1-ga, Seo-gu, Busan 602-739, Korea
Tel : 82-51-240-7248 • Fax : 82-51-247-8395
E-mail : kimht@pusan.ac.kr

서 론

소아 골절의 약 15~18%가 골단관을 침범하는 골절이며 이들 골단관 골절의 30~60%는 Salter-Harris 2형 골절이고 이 중 74% 정도가 원위 요골에 발생한다^{11,13,14,17,18)}. 원위 요골의 골단관 골절은 전위된 골간단부의 골절 치료와 유사하나 3~4주간의 고정으로 빨리 치료되며 재형성의 능력이 매우 크다는 차이가 있다. 또한 3~7일이 지난 후 도수 정복의 시도는 골단관의 손상을 가중시킬 수 있다¹¹⁾.

원위 요골이 골단관 손상의 가장 흔한 부위임에도 불구하고 골교 (bone bridge)의 형성이나 조기 골단관 폐쇄에 따른 성장 장애는 드물다¹⁵⁾. 조기 골단관 폐쇄는 골단관의 직접적인 손상, 장기간의 고정이나 수술적인 침습에 의한 골단관의 허혈, 과다한 반복적인 도수정복에 의한 골단관의 압박 손상 등에 기인한다. 조기 골단관 폐쇄의 주증상은 부분적 혹은 완전 성장정지로 인한 각형성과 길이 자람

의 장애로 인한 손목 변형이며 이에 대한 치료 방법은 매우 다양하다^{2,3,5,8,11,12,15,16,19,21,22)}.

저자들은 소아에서 발생한 원위 요골 골절과 동반된 골단관 손상에 대한 치료결과를 1년 이상의 추시 관찰이 시행된 증례들을 통해 분석하였다.

대상 및 방법

1996년 7월부터 2004년 2월까지 원위 요골 골절을 수상 후 내원한 환자는 총 152예였으며 이들 중 골단관 골절을 동반한 경우는 52예였다. 골절의 치료는 골절의 전위와 종창의 정도가 비교적 경한 경우 도수 정복과 장상지 석고 고정을 시행하였고 (28예), 심한 경우 무리한 도수 정복으로 인한 골단관 손상의 위험을 최소화하기 위해서 수술 방에서 도수 정복을 시행하였다. 이 경우 종창 완화 후 석고 내에서의 정복 소실을 방지하기 위해 모든 예에서 K-강선

Table 1. Summary of patients

Cases	Age at op. (years)	Sex	S-H type	Postoperative epiphyseal angulation/displacement		RS at last F/U (mm)	Results	Complications
				AP	Lateral			
CR+cast group								
1	8.8	M	II	12°/30%	8°/14%	1	Good	—
2	13.5	M	I	7°/11%	5°/9%	1	Fair	1*
3	10.2	M	II	4°/9%	4°/10%	0	Good	—
4	12.4	M	I	5°/ 0%	4°/0%	1	Good	—
5	10.8	M	II	3°/8%	0°/3%	2	Good	—
6	14.6	F	II	5°/15%	3°/25%	0	Good	—
CR+K-wire fixation+cast group								
1	10.9	M	II	0°/10%	5°/10%	5	Poor	1*, 2 [†]
2	15.1	M	II	4°/5%	0°/5%	2	Good	—
3	15.3	M	I	9°/3%	5°/2%	2	Good	—
4	15.6	M	II	0°/0%	0°/0%	2	Fair	3 [‡]
5	13.5	M	II	0°/5%	0°/3%	1	Good	—
6	10.3	M	II	3°/18%	2°/6%	1	Good	—
7	14.2	M	II	0°/0%	0°/3%	0	Good	—
8	13.3	M	III	12°/12%	10°/8%	0	Good	—
9	15.6	M	IV	15°/9%	13°/3%	0	Good	—
10	12.0	M	II	5°/6%	4°/5%	2	Fair	4 [§]
11	13.2	F	II	0°/8%	0°/10%	2	Good	—
12	8.4	M	II	13°/17%	10°/8%	0	Good	—
13	10.3	M	II	8°/4%	5°/4%	0	Good	—
14	10.3	M	II	3°/10%	5°/10%	0	Good	—
15	15.8	M	II	0°/0%	0°/0%	0	Good	—
16	10.1	F	II	5°/5%	5°/5%	0	Good	—
17	12.5	M	I	5°/10%	5°/15%	0	Good	—

CR: Closed reduction, M: Male, F: Female, S-H: Salter-Harris type, RS, Radial shortening, *1: Weakness of hand grip, [†]2: Deformity of radial inclination, [‡]3, Wrist pain; [§]4, Decrease of range of motion.

고정술을 시행하였다 (24예). 본 연구는 이들 중 1년 이상 추시 관찰되고 엑스선 및 최종 결과 분석이 완전한 1군 6예와 2군 17예, 총 23예를 대상으로 하였다 (Table 1). 환아들의 평균 연령은 12.5세 (8.4~15.8세)로 남아가 20예, 여아가 3예였으며, Salter-Harris 1형 골절이 4예 (17%), 2형 골절이 17예 (74%), 3형이 1예 (4%), 4형이 1예 (4%)였다. 수상 원인은 미끄러지면서 손을 짚고 넘어진 경우가 10예, 철봉, 놀이터 등 높은 곳에서 낙상한 경우가 6예, 태권도, 롤러 스케이트 등으로 인한 스포츠 손상이 6예, 교통사고가 1예였다. 손상의 형태는 수상 당시 모두가 폐쇄성 골절이었다. 수술 시기는 수상일로부터 1일에서 7일까지로 평균 3.2일이었고 술 후 평균 3.1년의 추시관찰이 시행되었다.

모든 예에서 술 후 완관절의 전후면 및 측면 방사선 사진에서 골단판의 전이 정도와 골단판의 경사도를 측정하였다 (Fig. 1). 또한 추시 전후면 및 측면 방사선 사진을 통해 요골측 경사, 수장측 경사, 요골 단축을 건측과 비교하

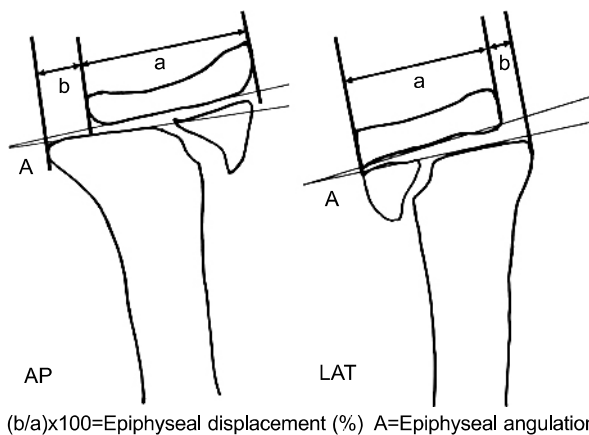


Fig. 1. Measurement of the epiphyseal angle and displacement of the growth plate of the distal radius on A-P and lateral radiographs.

였으며 임상적 기준으로 운동 범위 제한, 동통, 파악력 감소, 완관절의 변형을 관찰하였다. 최종 결과는 이러한 방사선학적 기준^{9,10,20)}과 임상적 기준¹⁷⁾을 근거로 양호, 보통, 불량으로 분류하였다 (Table 2). 통계적 분석을 위해서 SPSS 12.0을 사용하였다. 1, 2군 간의 최종 결과의 판정은 Fisher's exact test를 사용하였으며 두 군 간의 술 후 및 최종 엑스선상에서의 측정치들의 통계학적 분석은 비모수적 검정 (Wilcoxon Rank Sum Test)을 시행하였다. p값이 0.05 이하인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 평가하였다.

결 과

1군의 평균 연령은 11.7세 (8.8~14.6세)로 Salter-Harris 1형 골절이 2예, 2형이 4예였다. 평균 5.5주 동안 석고 붕대 고정을 시행하였으며 전 예에서 합병증 없이 정상적인 골단판의 성장을 보였다. 골단판의 경사는 도수 정복 전 평균 전후면 13도, 측면 10도에서 도수 정복 후 평균 전후면 6도, 측면 4도를 보였다. 골단판의 전위는 도수 정복 전 평균 전후면 42%, 측면 54%에서 도수 정복 후 평균 전후면 12%, 측면 10%를 보였고 (Table 1) 최종 추시에서는 정상측과 거의 비슷한 모양을 보였다. 척골 변이도 2 mm 이내의 차이를 보였다 (Fig. 2). 1군에서 최종 추시 시의 결과는 양호가 5예, 보통이 1예였다.

2군의 평균 연령은 12.7세 (8.4~15.8세)로 Salter-Harris 1형 골절이 2예, 2형이 13예, 3형이 1예, 4형이 1예였다. 평균 4.3주의 석고 붕대고정을 시행하였고 17예 중 16예 (94%)에서 골단판의 조기 유합이나 변형 없이 골단판의 정상적인 성장을 보였다. 2군에서 최종 추시 시의 결과는 양호가 14예, 보통이 2예, 불량이 1예였다. 합병증이 없던 16예에서 골단판의 경사는 술 전 평균 전후면 16도, 측면 12도에서 술 후 평균 전후면 5도, 측면 4도를 보였다. 골단판의 전위는 술 전 평균 전후면 62%, 측면 72%에서 술 후 평균 전후면 7%, 측면 5%를 보였다 (Table 1). 최종 추시에서 이들은 정상측과 큰 차이를 보이지 않았으며 척골의

Table 2. Criteria for final results

Criteria		Good	Fair	Poor
Radiologic criteria	Difference* of radial inclination	<5°	5~10°	>11°
	Difference* of dorsal tilting	<5°	5~10°	>11°
	Radial shortening	<3 mm	3~6 mm	>6 mm
Clinical criteria	ROM	Near normal	Mild decreased	Severe decreased
	Wrist pain	No or slight	Moderate	Severe
	Weakness of grip strength	No or slight	Moderate	Severe
	Wrist deformity	No or slight	Moderate	Severe

ROM: Range of motion, *affected vs. unaffected.



Fig. 2. (A) A-P and lateral radiographs of an 8-year-old boy who sustained a Salter-Harris type II growth plate injury in the distal radius.

(B) Closed reduction was achieved at the first attempt and a long arm cast was applied. Postoperatively, the epiphyseal angle was 12° and the displacement was 30%.

(C) Radiographs taken 5 years and 5 months after trauma show satisfactory results. This patient showed no clinical complications at the last follow up.

변이 역시 2 mm 이내를 보였다. 조기 골단판 폐쇄를 보인 1예는 도수 정복을 4회 시행한 경우로 최종 추시에서 5 mm의 요골 단축을 보여 골교 제거술, 지방 조직의 이식, 요골 절골술, 척골 골단 유합술, 요골 연장술 등을 시행하여 만족할 만한 결과를 얻었다 (Fig. 3).

1, 2군 간의 최종 결과는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다 (Table 1). 또한, 조기 골단판 폐쇄의 합병증이 발생한 2군 1예를 제외한 1군 (6예)과 2군 (16예)에서의 술 후 및 최종 엑스선상에서의 측정치들도 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다 (Table 3).

고 찰

원위 요골 골절의 75%는 10~16세 사이에서 발생하며 이 시기에 골절이 호발하는 원인은 빠른 골 성장으로 인한 골밀도의 감소와 관련이 있다⁴⁾. 대부분의 골절은 전완부 골절과 마찬가지로 손목을 신전한 상태로 바닥을 짚어 발생한다. 이때 골단판은 섬유성 관절낭, 건, 인대보다 더 약

하므로 견열 또는 전단력에 의해 골절이 주로 발생하게 된다. Lee 등¹¹⁾은 요골 원위 골단판 골절은 대부분 Salter-Harris 1형 또는 2형의 골절로 7%에서 조기 골단판 폐쇄가 일어났고 이들의 대부분은 Salter-Harris 2형에서 발생했다고 하였다. 본 연구에서도 Salter-Harris 1형 골절이 4예 (17%), 2형 골절이 17예 (74%)로 1, 2형 골절이 23예 중 21예 (91%)를 차지하였다.

전위된 Salter-Harris 1, 2형 골단판 골절의 경우 원위 골편은 배측으로 전위되는 경우가 많으며 이때 정복은 골단판의 추가 손상을 피하기 위해 매우 부드럽게 시행되어야 하고 과교정을 막아야 한다. 또한, 정복이 힘든 소수의 제2형 골절의 경우 약 50%의 단단 접촉 (end to end apposition)이 되면 반복된 조작을 피해야 한다¹¹⁾. Gandhi 등⁷⁾은 성장 잠재력이 2년 이상 남은 소아에서는 정복이 불완전하여도 재형성이 잘 일어나므로 반복적 조작으로 인한 성장 정지의 위험을 피해야 하며 수술 후 10일이 경과하면 불완전한 정복 상태를 수용함이 바람직하다고 하였다. 드물지만, 골절 부위에 골막편, 인대, 정중신경이나 요골동맥 및



Fig. 3. (A) Radiographs of an 11-year-old boy who sustained a Salter-Harris type II growth plate injury in the distal radius. (B) Closed reduction was attempted 4 to 5 times and K-wires were used to maintain reduction. (C) Two years after injury, radiographs show 5 mm of radial shortening and a wrist deformity involving 15° of radial inclination and 15° of volar tilting, due to central bar formation of the distal radial physis. This patient complained of poor grip strength. (D) Resection of the physeal bar, fat graft and corrective osteotomy of the distal radius were performed (A-P radiographs following surgery). (E) 2 years and 6 months after surgery, the radius again observed to be 5 mm shorter than the ulna. (F) Ulnar shortening through the growth plate was performed, with simultaneous epiphysiodesis of the ulna. (G) Final follow-up radiographs showed a satisfactory result.

Table 3. Comparison of radiologic assessment between group I and group II

	Postoperation				Last follow up	
	AP		Lateral		Radial inclination (AP)	Volar tilting (Lateral)
	Epiphyseal angulation	Epiphyseal displacement	Epiphyseal angulation	Epiphyseal displacement		
Group I (6 cases)	6.0°±3.2	12.2%±10.0	4.0°±2.6	10.2%±8.8	21.7°±1.8	10.2°±1.2
Group II (16 cases)	5.1°±4.9	7.1%±5.5	4.0°±4.2	5.4%±3.9	22.0°±1.9	10.7°±1.4
p value	0.501	0.221	0.970	0.250	0.680	0.425

Patients with premature epiphyseal closure was excluded from this analysis (1 case in group II).

정맥의 개재가 의심되는 경우 관혈적 정복을 시행해야 하며, 경우에 따라서 K-강선을 이용해 내고정술을 시행해야 한다. 그러나 이러한 내고정법에 의한 부분적인 성장 장애가 발생할 수도 있으므로 K-강선은 골절의 정복 유지가 불안정한 경우에 사용한다.

요골 원위 골단판 골절은 흔히 도수 정복 후 석고 고정만으로 치료가 가능하고 경과가 양호하다¹⁰⁾. 본 연구에서 1년 이상 추시 관찰된 대상군 수를 보면 1군의 경우 같은 기간에 치료한 총 28예 중 6예, 2군의 경우 총 24예 중 17예로 수술적 치료가 시행된 2군의 수가 더 많았다. 이는 골절의 전위 및 종창이 경하여 응급실에서 도수 정복이 시행된 1군의 경우 대부분 치료 결과가 양호하므로 1년 이상 추시 관찰된 환자들의 수가 적다는 것을 암시하고 있다. 그러나 골단판의 성장 정지는 골단판 손상 후 즉시 나타나는 것이 아니라 6개월 정도 이후에 나타나므로¹⁾ 모든 골단판 손상은 치료 1년 후까지 추시 관찰하는 것이 중요하다. 특히 Salter-Harris 5형 골절의 경우는 흔히 성장 정지가 현저한 후에야 진단되는 경우가 많다.

원위 요골이 골단판 손상의 가장 흔한 부위임에도 불구하고 골절 후 골교의 형성이나 비정상적인 성장은 드물다¹⁵⁾. 조기 골단판 폐쇄는 골단판의 직접적인 손상, 장기 고정이나 수술적인 침습에 의한 골판단의 허혈, 과다한 반복적인 도수정복에 의한 골단판의 압박 손상 등에 기인한다^{5,8,11)}. Bragdon⁵⁾은 반복된 과다한 도수 정복은 골단판의 손상을 더욱 조장하며 조기 골단판 폐쇄를 야기한다고 하였으며 Lee 등¹¹⁾도 전신 마취하에 도수 정복이 2회 이상 시행된 22예 중 6예에서 골단판의 조기 폐쇄가 발생하였다고 하였다. Horii 등⁸⁾도 2예의 원위 요골의 조기 골단판 폐쇄를 보고하면서 K-강선 통과로 인한 골단판의 손상을 직접적인 원인으로 보고하였다. 본 연구에서도 골단판 조기 폐쇄를 보인 예에서는 과다한 도수 정복의 시도가 원인이 된 것으로 분석되었다.

전위된 골편을 도수 정복한 후 약 10%에서 재전위가 발생할 수 있다. 그러므로 1주 간격으로 가골이 생길 때까지 방사선 사진 촬영을 통해 추시 관찰해야 한다. 전위된 골단판 골절에 대한 도수정복 후 남은 골절편의 각형성 및 전위는 성장기간이 2년 이상 남아 있는 소아에서는 대부분 재형성이 가능하다^{6,7)}. Lee 등¹¹⁾은 골단판 조기 폐쇄가 발생한 대부분의 경우는 골절편의 정복 각도가 만족스러웠고 정복 후 전위도 30% 이내인 경우였으며, 반대로 정복 후 30% 이상의 전위를 보인 많은 경우에는 이러한 합병증 없이 만족스러운 결과를 보였다고 하였다. 본 연구에서도 일차 정복 후 전후면 방사선 사진상 30% 정도의 전위를 보이는 경우 (증례 1)가 있었으나 재형성이 일어나서 만족스러운 결과를 보였다.

수상 당시 손상의 정도, 골절의 유형, 연령 등은 골단판 골절의 예후에 영향을 줄 수 있는 요소이다⁹⁾. 그러나 수상 당시 손상의 정도를 정확히 평가하기는 매우 어려우며 대부분의 경우 환아의 수상 병력과 골편의 전위 정도 및 종창의 정도로 평가할 수 있다. 그러나 본 연구에서와 같이 대상군 중 일차 치료기관에서 몇 차례 도수정복을 시도한 후 정복이 만족스럽지 못하여 전원된 경우에서는 특히 초기 손상 정도를 평가하기가 힘들었다. 골절의 유형 또한 예후에 영향을 줄 수 있는 중요한 인자이나 본 연구에서와 같이 대부분이 Salter-Harris 2형인 경우 각 골절 유형 간에 통계학적 평가를 하기에 무리가 있었다. 성장판 골절은 일반적으로 나이가 어릴수록 성장 잠재력이 높아서 치료 후 양호한 결과를 보이는 것으로 알려져 있다. 본 연구의 대상군은 수상 당시 모두 성장 기간이 2년 이상 남아있는 경우였으며 이들을 나이에 따라 세 군 (8~10, 11~13, 14~16세)으로 나누어 최종 결과와 분석해 볼 때 서로간에 통계학적 유의성을 찾지 못하였다. 그러나 이러한 통계학적 분석은 향후 많은 수의 대상군을 확보한 후 재분석이 필요할 것으로 생각된다.

조기 골단판의 폐쇄로 인한 주증상은 손목의 변형과 동통, 마찰음, 파악력의 저하, 손목의 신전 장애이며 이의 치료로는 성장이 완료될 때까지의 관찰, 골교의 제거와 지방 이식, 골단 유합술, 요골 절골술, 척골 단축술 등이 시도되고 있다^{8,11)}. Lee 등¹¹⁾은 골단판 손상을 입은 100명의 환아를 성장 완료 때까지 관찰한 결과 이들 중 7명에서 골단판 조기 폐쇄로 심각한 증상을 호소하였으며 4 mm 이상의 요골 단축을 보인 경우 불만족스러운 결과를 보인다고 하였다. 본 연구에서도 골단판 조기 폐쇄를 보인 증례에서 5 mm의 요골 단축을 보였으며 불량한 결과를 나타내었다. Horii 등⁸⁾은 조기 골단판 폐쇄 환자의 주증상인 손목 변형의 치료로 골교의 제거와 지방조직의 이식을 효과적인 치료로 제시하였다. 본 연구에서도 조기 골단판 폐쇄로 손목의 변형과 동통을 보인 증례의 경우 골교 제거술, 지방 조직의 이식, 요골 절골술, 척골 골단 유합술, 요골 연장술 등을 시행하였으며 술 후 만족할 만한 결과를 얻었다.

본 연구의 결과를 보면 도수 정복 후 석고 붕대 고정을 시행한 군과 도수 정복 및 K-강선 고정 후 석고 붕대 고정을 시행한 군 모두 만족할 만한 결과를 얻었으며 K-강선 고정에 따른 골단판 유합 등의 후유증은 없었다. 골절 정복 후 골단판의 전위 정도는 대부분 30% 이내였으며 최종 엑스선상 재형성 능력에 의해 정상에 가까운 모양을 보였다. 조기 골단판 폐쇄를 보인 예는 여러 번의 과다한 힘을 가한 도수 정복에 따른 이차적 골단판 손상이 있었을 것으로 짐작되었다. 이러한 합병증을 방지하기 위해서는 과도한 힘의 도수 정복을 피하고 또한 그 시행 횟수를 줄이며

30% 정도의 잔여 전위는 허용하여도 될 것으로 생각되었다. 또한 초기 전위와 부종이 심하고 정복이 불안정한 경우 마취하에 부드러운 도수 정복과 함께 경피적 K-강선 고정술을 시행하는 것은 성장판 손상의 위험과 재전위의 위험성을 줄이고 잦은 추시 관찰을 줄이기 위해 좋은 치료 방법이 될 수 있다. 그러나 마취의 필요성으로 그 적응증을 신중히 판단해야 하며 또한 강선의 골단판 통과에 따른 합병증의 발생 가능성도 항상 염두에 두어야 하겠다.

참 고 문 헌

- 1) **Abram LJ, Thompson GH:** Deformity after premature closure of the distal radial physis following a torus fracture with a physeal compression injury. Report of a case. *J Bone Joint Surg Am*, **69**: 1450-1453, 1987.
- 2) **Aminian A, Schoenecker PL:** Premature closure of the distal radial physis after fracture of the distal radial metaphysis. *J Pediatr Orthop*, **15**: 495-498, 1995.
- 3) **Arora A, Adedapo AO, Shaw DL:** Unusual distal radial epiphyseal injury in a child. *Injury*, **30**: 149-150, 1999.
- 4) **Bailey DA, Wedge JH, McCulloch RG, Martin AD, Bernhardson SC:** Epidemiology of fractures of the distal end of the radius in children as associated with growth. *J Bone Joint Surg Am*, **71**: 1225-1231, 1989.
- 5) **Bragdon RA:** Fractures of the distal radial epiphysis. *Clin Orthop Relat Res*, **41**: 59-63, 1965.
- 6) **Friberg KS:** Remodelling after distal forearm fractures in children. I. The effect of residual angulation on the spatial orientation of the epiphyseal plates. *Acta Orthop Scand*, **50**: 537-546, 1979.
- 7) **Gandhi RK, Wilson P, Mason Brown JJ, MacLeod W:** Spontaneous correction of deformity following fractures of the forearm in children. *Br J Surg*, **50**: 5-10, 1962.
- 8) **Horii E, Tamura Y, Nakamura R, Miura T:** Premature closure of the distal radial physis. *J Hand Surg Br*, **18**: 11-16, 1993.
- 9) **Kim JR, Pyo SH, Hwang BY:** Results of treatment for epiphyseal injuries of the ankle in children. *J Korean Fracture Soc*, **13**: 680-685, 2000.
- 10) **Kim TS, Park YS, Kim DK, Cho JL:** Conservative treatment of moderately displaced S-H type II injury in distal radius -a report of 5 cases-. *J Korean Fracture Soc*, **10**: 718-725, 1997.
- 11) **Lee BS, Esterhai JL Jr, Das M:** Fracture of the distal radial epiphysis. Characteristics and surgical treatment of premature, post-traumatic epiphyseal closure. *Clin Orthop Relat Res*, **185**: 90-96, 1984.
- 12) **McLauchlan GJ, Cowan B, Annan IH, Robb JE:** Management of completely displaced metaphyseal fractures of the distal radius in children. A prospective, randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Br*, **84**: 413-417, 2002.
- 13) **Mizuta T, Benson WM, Foster BK, Paterson DC, Morris LL:** Statistical analysis of the incidence of phys-eal injuries. *J Pediatr Orthop*, **7**: 518-523, 1987.
- 14) **Peterson CA, Peterson HA:** Analysis of the incidence of injuries of the epiphyseal growth plate. *J Trauma*, **12**: 275-281, 1972.
- 15) **Perterson HA:** Partial growth plate arrest and its treatment. *J Pediatr Orthop*, **4**: 246-258, 1984.
- 16) **Ray TD, Tessler RH, Dell PC:** Traumatic ulnar physeal arrest after distal forearm fractures in children. *J Pediatr Orthop*, **16**: 195-200, 1996.
- 17) **Rogers LF:** The radiography of epiphyseal injuries. *Radiology*, **96**: 289-299, 1970.
- 18) **Salter RB, Harris WR:** Injuries involving the epiphyseal plate. *J Bone Joint Surg Am*, **45**: 587-622, 1963.
- 19) **Sarmiento A, Pratt GW, Berry NC, Sinclair WF:** Colles' fractures. Functional bracing in supination. *J Bone Joint Surg Am*, **57**: 311-317, 1975.
- 20) **Schuid FA, Linscheid RL, An KN, Chao EY:** A normal data base of posteroanterior roentgenographic measurements of the wrist. *J Bone Joint Surg Am*, **74**: 1418-1429, 1992.
- 21) **Tang CW, Kay RM, Skaggs DL:** Growth arrest of the distal radius following a metaphyseal fracture: case report and review of the literature. *J Pediatr Orthop B*, **11**: 89-92, 2002.
- 22) **Valverde JA, Albifiana J, Certucha JA:** Early post-traumatic physeal arrest in distal radius after a compression injury. *J Pediatr Orthop B*, **5**: 57-60, 1996.