

소아 전완부 골절시 각형성의 재발 및 재형성

건국대학교의료원 서울병원 정형외과학교실

이성태 · 오정환 · 안의환 · 이혁준

— Abstract —

Remodelling and Reangulation Following the Fracture of Both Bones of the Forearm in Children

Sung Tae Lee, M.D., Jeong Hwan Oh, M.D., Eui Hwan Ahn, M.D., Hyuck Jun Lee, M.D.

*Department of Orthopaedic Surgery, Seoul Hospital,
Kon-Kuk University Medical Center, Seoul, Korea.*

One-hundred fifty children underwent closed reduction for the fracture of both bones of the forearm were retrospectively reexamined with an average follow-up time of 28.7 months (range, 13-60 months). Patients were divided into three groups of 50-complete fractures, 50-green-stick fractures broken intact cortex and 50-green-stick fractures preserved intact cortex. The rate of the reangulation after closed reduction was lowest on the green-stick fractures preserved intact cortex. Forty-seven patients with residual angulation after healing were divided into two age groups of 4-10 years and 10-15 years at the time of fracture. In children younger than 10 years of age with residual angulation after distal fractures of both bones of the forearm, the change of orientation of the epiphyseal plate toward the normal seemed to account for nearly all the actual correction at the site of fracture. The hinge should be used to aid in an accurate and stable reduction. The importance of the orientation of the epiphyseal plate is related to the distance between the fracture site and the epiphyseal plate according to the age of the patient.

Key Words : Forearm both bones, Children's Fracture, Reangulation, Remodelling

※ 통신 저자 : 이 성 태
서울특별시 성동구 화양동 27-2
건국대학교의료원 서울병원 정형외과학교실
(전화 02-450-9685)

서 론

소아의 green-stick골절 치료시 정상인 골피질을 완전히 골절시키지 않을 경우 골곡변형이 재발되는 경향이 있다는 의견과, 남아 있는 골피질이 정확하고 안정된 정복을 돕는다는 의견사이에 논란이 있으며, 소아 전완부 골절시 골유합후 골절부위 각변형의 재형성 과정에 영향을 미치는 요소에 대해 이견이 많다. 본 교실에서는 후향성 조사를 통해 1986년 5월부터 1995년 4월까지 보존적 치료가 이루어졌던 15세이하 전완부 완전골절과, green-stick골절에 대해 정상인 골피질을 완전히 골절 시킨 경우와 남겨둔 경우에 있어서, 도수정복 후 각형성의 재발에 대한 비교와, 골유합후 골절부위의 재형성 정도를 골절부위와 나이별로 나누어 비교 분석한 결과를 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

연구대상 및 방법

1. 대 상

1986년 5월부터 1995년 4월까지 본 교실에서 보존적 치료가 시행된 소아 전완부 완전골절 50례 및 green-stick골절 가운데, 완전히 골절시킨 50례와 정상인 골피질을 남겨둔 50례를 무작위적으로 선정하여 후향성 조사를 통해 비교 분석하였다. 연령은 4세에서 15세까지로 평균 8.5세였고, 남녀비는 남자 119례 여자 31례로 남자가 4배 많았다.

2. 골절부위 각형성 및 성장판 경사의 측정

골절부위의 각형성은 근위골절편과 원위골절편의 중심축이 만나는 각도이며, 성장판의 경사는 성장판의 연장선과 근위골절편의 장축에 대한 수직선이 만나는 각도로 정의 하였다(Fig. 1). 방사선 전후방 및 측방 사진상에서 골절시, 도수정복후 및 추시관찰 중 골절부위의 각형성 정도를, 요골과 척골 중 더 많이 각변형된 것을 기준으로, 완전골절된 군, green-stick골절 중 골피질을 완전히 골절 시킨 군과 남겨둔 군으로 나누어 측정하였다.

3. 재형성

재형성은 골유합후와 재형성이 다 일어난후 남아있

는 골절부위 각형성의 차이로 정의하였고, 골유합 후 10도 이상의 각형성이 남아있는 환자 47례를 골절 당시의 나이를 10세이하와 10세이상으로 나누었고, 골절부위로부터 성장판까지의 거리를 측정하여, 나이 및 거리에 따른 재형성 능력의 차이를 비교하였다.

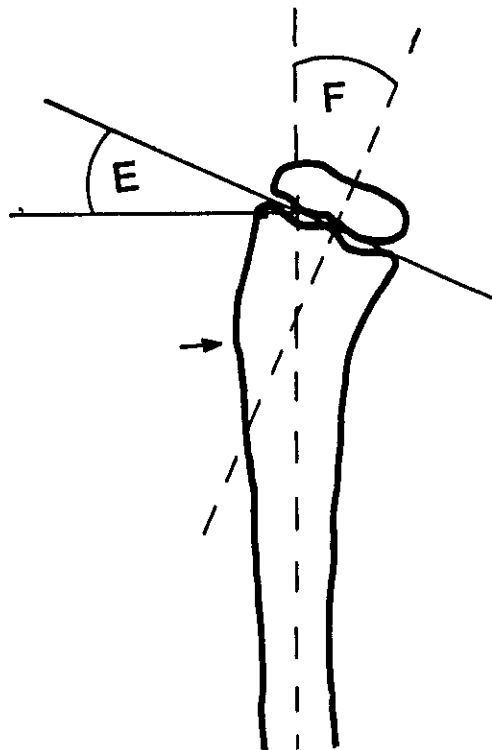


Fig. 1. Angulation of the epiphyseal plate (E).

Angulation of the fracture (F).

Arrow indicates fracture site.

Table 1. Criteria of functional recovery

Excellent	Union with less than 10° loss flexion-extension and less than 25% loss of pronation-supination
Good	Union with less than 20° loss flexion-extension and less than 50% loss of pronation-supination
Fair	Union with more than 30° loss flexion-extension and greater than 50% loss of pronation-supination
Poor	Non-union with or without loss of motion

4. 기능회복

기능 회복은 Anderson의 분류에 따라 평가하였다 (Table 1).

5. 통계학적 처리

통계학적 처리는 KRUSKAL-WALLIS test와 Spearman's rho test를 이용하였으며, 유의수준은 0.05미만으로 하였다.

결 과

1. 골 유합기간 및 골절부위

골유합은 평균 8.3주에 이루어졌고 골절부위는 전완골 원위1/3부가 95례(65%), 중위1/3부가 41례(26%), 근위1/3부가 14례(9%)순이었다.

2. 골절원인

골절의 원인은 추락사고가 79례(55%), 실족사고가 52례(35%), 교통사고가 15례(8%), 직접손상이 4례(2%)순이었다.

3. 골절양상

요골과 척골이 모두 완전골절인 경우가 50례였고, 요골은 완전골절이고 척골이 green-stick골절인 경우가 49례였고, 요골이 green-stick골절이고 척골은 완전골절인 경우가 6례였으며 둘다 green-stick골절인 경우가 45례였다.

4. 각형성의 재발

Green-stick골절 중 정상인 골피질을 남겨둔 군에서, 완전골절된 군이나 green-stick골절 중 골피질을 완전골절 시킨 군 보다, 골절양상에 따른 각변형 및 재발이 적게 나타났는데, 이는 통계학적 의의가 있었다($P<0.05$) (Table 2).

5. 재형성

골유합후 10도 이상의 각형성이 남아있는 환자 47례중 전완골 원위 1/3부가 31례, 중위 1/3부가 11례 및 근위 1/3부가 5례로 나타났다 (Table 3), 10세 이하인 군에서는 재형성이 많이 된 경우에 성장판 경사의 교정이 많이 이루어졌는데, 이는 통계

학적으로 유의한 상관관계를 보였고($P<0.05$) (Fig. 2A), 골절부위로부터 성장판까지의 거리가 가까울수록 재형성이 많이 일어났다($P<0.05$) (Fig. 3).

6. 기능회복

Anderson의 분류에 따라 비교시, 전완골 원위부 95.8% 및 중위부 94%에서 양호(Excellent)로 나타났다고, 근위부 4례(28.6%)에서 보통(Fair)을 나타났다 (Table 4).

Table 2. Correlation between fracture pattern and reangulation

	Before reposition	After reposition	Follow up (3 or 7 days)	Case angulation $> 10^\circ$
C	21° (3°-45°)	6° (0°-21°)	9.4° (0°-17°)	12
G.B.	20° (0°-43°)	5° (0°-20°)	8.6° (0°-18°)	10
G.I.	21° (0°-43°)	4° (0°-15°)	5.6° (0°-11°)	7

C: complete fracture.

G.B.: green-stick fracture broken intact cortex.

G.I.: green-stick fracture preserved intact cortex.

Table 3. The list of patient- more than 10° angulation after union

Radius	Ulna	< 10 years old	> 10 years old	Total
GS D3		5	3	
GS D3	GS D3	2	4	
C D3	GS D3	2		
C D3	C D3	8	7	
Subtotal		17	14	31
GS M3			1	
GS M3	GS D3	2		
GS M	GS M3	1	1	
C M3	GS M3	1		
C M3	CS M3	3	2	
Subtotal		7	4	11
GS P3			1	
GS P3	GS M3	1		
GS P3	GS P3	1		
C P3	CS M3	1	1	
Subtotal		3	2	5
Total		27	20	47

GS: green-stick fracture, C: complete fracture.

D3: distal 1/3, M3: middle 1/3, P3: proximal 1/3.

Fig. 2-A. Age group 4-10 years, 27 patients. Correlation between remodelling and change in epiphyseal plate inclination.
B. Age group 10-15 years, 27 patients. Correlation between remodelling and change in epiphyseal plate inclination.

Fig. 3. Correlation between remodeling and distance.

Table 4. Functional recovery

	Excellent	Good	Fair	Poor
Proximal 1/3	6	4	4	
Middle 1/3	39	2		
Distal 1/3	91	4		

고 찰

요골과 척골은 근위부와 원위부에서 각각 하나씩의 요척 관절을 이루고, 이들은 근위부에서 주관절, 원위부에서 수근관절의 형성에 관여하고, 그 사이에는 골간막이 근위부 요골에서 원위부 척골 방향으로 붙어 있다. 전완골의 골절 치료후 만족스런 결과를 얻기 위해서는 정상적인 골의길이, 골간 간격과 요골의 이중만곡등이 유지되고, 회전 및 굴곡변형도 없어야 한다. 김 등¹⁾과 Blount²⁾는 성인의 전완부

Fig. 4. Rotational deformity of the distal radius following reduction is easily recognized by any disparity in width between the two fragments.

골절시에는 정확한 정복을 위하여 관혈적 정복이 요구되는 반면, 소아에서는 정확한 정복은 필요하나

골절면이 반드시 정확하게 일치하여야 하는 것은 아니며, 오히려 정확한 정복을 위하여 관혈적 정복을 시행한 예에서 불유합을 경험하였다고 하였다. Tachdjian¹⁷⁾은 소아 전완부 골절 치료시 도수정복 및 석고붕대고정이 원칙이며 도수정복의 실패로 지연유합이나 불유합이 예상될 때 관혈적 정복이 필요하다고 하였다.

Evans⁹⁾는 회전 변형에 대해, 조면 투사를 실시하여 근위 요골의 회전된 정도를 판정한후, 원위부를 그 정도 만큼 회전시킴으로써 교정할 수 있다고 하였으나, 골성숙이 완전하지 않은 본 환자군에 대해, 방사선 사진상 정확한 이두 조면의 회전도를 얻기는 힘들었기 때문에 Evans의 이론을 적용하기 힘들었다. Watson과 Eaton¹⁸⁾은 고정위치에 대해, 전완부의 위치는 골절이 원회내근의 부착부의 근위부에서 발생하였을때, 요골과 척골의 원위부는 방형회내근과 원회내근의 작용으로 내회전된 위치에 있게 되므로 원위부를 외회전한 위치에서 정복 및 고정하여야 하며, 같은 기전에 의해 중간 1/3에서 골절이 있을 경우는 중립상태에서 시행하고, 골절이 원위 1/3이하에서 있을 경우는 원위부를 내회전 상태에서 정복 및 고정하여야 한다고 하였다. Davis와 Green⁵⁾에 의하면, 방사선 사진상의 골절 근위부와 원위부 사이의 폭의 차이가 회전 변형을 의미한다고 하였는데 (Fig. 4), 본 논문의 환자들 모두에게 적용한 것은 아니지만, 도수정복을 1회 시도한후 15° 이상의 각변형이 있을 경우, 방사선 영상증가 장치를 이용하여 재차 도수정복을 시도하였고, 이때 각변형이 15° 이상이거나, 15° 이내 이지만 유지가 안될 경우 관혈적 정복 및 압박금속판 내고정술을 이용하여 치료하였고, 방사선 영상증가장치하에서 골절 근위부와 원위부 사이의 폭의 차이가 관찰되는 경우, 원위부를 회전시킴으로써 회전변형을 교정하였고, 그 위치에서 고정하였다.

요골은 완전골절이고 척골이 green-stick골절인 경우가 49례였고, 요골이 green-stick골절이고 척골은 완전골절인 경우가 6례로 나타났는데, 이는 본 조사에서 green-stick골절의 원인이 추락사고 및 실족사고가 88예(88%)로, 추락 및 실족사고시 손을 짚을 때 힘의 전달이 80% 정도가 요골을 통해 이루어지기 때문에, 힘을 많이 받는 요골에서 골절이 더 많이 일어난다고 사료된다.

소아 전완골 골절의 치료후에 남아있는 골절부위의 각형성에 대해, Hughston¹²⁾은 골절 당시의 나이가 10세 이하일 경우는 30-40도의 각형성은 재형성의 과정을 통해 교정이 되며, 14세 이후 부터는 성인에서와 같은 정도로 이루어 진다고 했으며, Daruwalla⁴⁾는 골절 당시 나이가 6세내지 10세일 경우, 10도이상인 각형성의 교정은 어렵다고 했다. Gandhi등¹⁰⁾은 소아의 골간단부 골절시 불유합후 남아있는 각형성의 교정에 성장인자(Growth Factor)가 중요한 역할을 한다고 하였고, Ryoppy¹⁵⁾와 Karaharju등¹³⁾은 성장판의 비정상적인 경사가 스스로 교정되면, 성장판에 작용하는 생역학적 힘의 방향과 정도에 변화를 주어, 성장판 내에서의 성장의 정도에 변화를 준다고 했다. Blount²⁾와 Sharrad¹⁶⁾는 골절부위의 재형성능력은, 보다 어린나이에서 높게 나타난다고 했으나, Frieberg^{7,8,9)}는 골절부위의 각 변형은 성장판에서 길이 성장이 일어남에 따라 자동 교정되며, 교정능력은 골절 당시의 나이 및 골절부위에서 성장판까지의 거리와는 관련이 없다고 하였다. Larson등¹⁴⁾은 각형성에 대한 재형성은, 어린 나이의 원위 골절에서는 성장판의 경사가 교정됨에 따라 골절부위의 각형성의 대부분이 교정된다고 했으며, 중위부 골절에서는 성장판 경사의 교정 및 뼈의 부가성장과 재흡수 과정을 통해 일어나며, 15세 이상이 되면, 뼈가 길이 및 부가성장을 하게됨에 따라, 남아있는 각형성을 교정하게 된다고 하였다.

본 논문에서 관찰된 바에 의하면, 골절부위가 성장판에서 가까울수록, 나이가 어릴수록 성장판경사의 교정만으로, 남아있는 각형성의 교정에 있어서 기여도가 높았다. 남아있는 각형성은 성장판경사의 교정, 성장판에서의 길이성장, 골절부위에서 부가성장 및 재흡수가 되는 과정을 통해 일어나는데, 어린 나이 일수록, 성장판에서 가까울수록 성장판경사의 교정이 전체 남아있는 각형성의 교정에 차지하는 비중이 높았으며, 15세 이상, 성장판에서 멀수록 성장판에서의 길이성장, 골절부위에서 부가성장 및 재흡수가 되는 과정이 차지하는 기여도가 높았다.

Blount²⁾에 의하면 green-stick골절시 완전히 골절시켜야 하며 완전히 골절시키지 않을 경우 굴곡 변형이 재발되는 경향이 있다고 하였으나, Davis와 Green⁵⁾은 green-stick골절에서 정상인 피질골을 골절시켰을 때 골절부위에서 각형성이 재발되는 경향이

있다고 하였다. 저자들은 완전골절군과 green-stick 골절 중 완전히 골절시킨군에서 보다, 정상인 골피질을 남겨둔 군에서 각형성이 재발되는 경우가 적었으며, 정상인 골피질을 도수정복시 hinge로 이용하면 환아의 통증을 감소시킬수 있고 용이하게 안정된 정복을 이룰수 있었다. Holdsworth와 Sloan¹¹⁾는 소아 전완골 근위부 골절시, 방사선상 소견은 향상되지만, 기능상 좋지 못한 결과를 보이는데, 이는 연부조직이 끼어들거나 잡아당기기 때문이라고 주장하였고, Creasman등³⁾은 근위부 골절시, 도수정복 후 방사선 소견상 해부학적 정복정도가 좋지 못할 때, 재형성되는 것을 기다리지 말고 관혈적 정복을 할 것을 주장하였다. 본 논문에서도 근위부 골절 14례 중 4례 (28.6%)에서 보통(Fair)의 결과를 보였지만, 내회전의 장애는 전완골에서의 외전으로 보상되어 일상생활에서의 만족도는 양호하였다.

결 론

소아 전완부 간부 green-stick골절에 대한 도수정복 및 석고붕대고정에 의한 치료에 있어 완전골절을 시켜야 하느냐에 있어 논란의 여지가 있었던바, 1986년 5월부터 1995년 4월까지 건국의료원 서울병원 정형외과에서 보존적 치료를 받고 1년이상 추시 관찰이 가능했던 150예에 대한 후향성 조사를 통해 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 요골은 완전골절이고 척골은 green-stick골절인 경우가 많았는데, 이 사고원인이 추락 및 실족사고가 많아 사고시 손을 짚을 때 부하되는 힘의 80%가 요골로 전달되기 때문이라고 사료된다.
2. 골절유합 후 남아있는 각형성에 대한 재형성 과정은, 어린나이 일수록, 성장판에서 가까울수록 성장판경사의 교정자체가, 전체 남아있는 각형성의 교정에 차지하는 비중이 높으며, 15세 이상, 성장판에서 멀수록 성장판에서의 길이성장, 골절부위에서 부가성장 및 재흡수가 되는 과정이 차지하는 기여도가 높다고 사료된다.
3. 완전한 골피질을 hinge로 이용하면, 도수정복시 통증이 덜하고 용이하게 안정된 정복을 이룰수 있으며, 각형성의 재발이 적을것으로 사료된다.
4. 회전변형은 방사선 사진상 골절의 근위부와 원위부 사이에 폭의 차이로서 나타나며, 방사선 영상

증가 장치하에서 원위부를 견인하고 회전시켜 만족할 만한 정복을 이룰 수 있었다.

5. 근위부 골절시, 처음에 정확한 정복을 얻어야 하며, 얻지 못했을 때 재형성을 기다리지 말고, 조기에 관혈적 정복 및 고정을 하여야 한다고 사료된다.

REFERENCES

- 1) 김광희, 김성준, 황건성, 문경호 : 소아 전완부 간부 골절에 대한 임상적 고찰. *대한정형외과학회지*, 19: 1150-1158, 1984.
- 2) Blount WP : Forearm fracture in children. *Clin Orthop*, 51:93-107, 1967.
- 3) Creasman C, Zaleske DJ and Erlich MG : Analyzing Forearm Fracture in Children. The More Subtle Signs of Impending Problems. *Clin Orthop*, 139:114-120, 1979.
- 4) Daruwalla JS : A Study of Radio-Ulnar Movements Following Fractures of the Forearm in Children. *Clin Orthop*, 139:114-120, 1979.
- 5) Davis DR and Green DP : Forearm Fractures in Children. *Clin Orthop*, 120:172-184, 1976.
- 6) Evans EM : Fractures of the Radius and Ulna. *J Bone Joint Surg*, 33B:548-561, 1951.
- 7) Friberg KS : Remodelling After Distal Forearm Fractures in Children, Part I. *Acta Orthop Scand*, 50:537-546, 1979.
- 8) Friberg KS : Remodelling After Distal Forearm Fractures in Children, Part II. *Acta Orthop Scand*, 50:731-739, 1979.
- 9) Friberg KS : Remodelling After Distal Forearm Fractures in Children, Part III. *Acta Orthop Scand*, 50:741-749, 1979.
- 10) Gandhi RK, Wilson P, Brown JJM and Macleod W : Spontaneous Correction of Deformity Following Fractures of the Forearm in Children. *Br J Surg*, 50:5-10, 1962.
- 11) Holdsworth BJ and Sloan JP : Proximal Forearm Fractures in Children : Residual Disability. *Injury*, 14:174-179, 1983.
- 12) Hughston JC : Fractures of the forearm in Children. *J Bone Joint Surg*, 44-A:1667-1693, 1962.
- 13) Karaharju EO, Ryoppy SA and Makinen RJ : Remodeling by asymmetrical epiphyseal growth. *J Bone Joint Surg*, 58-B:122, 1976.
- 14) Larsen E, Vittas D and Peterson S : Remodelling of Angulated Distal Forearm Fractures in Children.

Clin Orthop, 237:190-195, 1988.

- 15) **Ryoppy S** : Injuries of growing skeleton. Ann Chir Gynaecol. 61:3, 1972.
- 16) **Sharrad WJW** : Paediatric Orthopaedics and Fractures, Vol. II. London, Blackwell Scientific Publications, 1979.
- 17) **Tachdjian M** : Paediatric Orthopedics, Vol. II. Philadelphia, W B Saunders, 1972.
- 18) **Watson FM Jr and Eaton RG** : Post-Traumatic Radioulnar Synostosis. J Trauma, 18:467-468, 1978.