

소아 상완골 과상부 전위 골절에 대한 치료방법에 따른 결과 비교 분석

경북대학교 의과대학 정형외과학교실

인주철 · 박병철 · 경희수 · 오창욱 · 김학수*

— Abstract —

Comparison of the Treatment of Displaced Extension Type Supracondylar Fractures of the Humerus in Children

Joo-Chul Ihn, M.D., Byung-Chul Park, M.D., Hee-Su Kyung, M.D.,
Chang-Wug Oh, M.D. and Hak-Su Kim, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Kyungpook National University Hospital, Taegu, Korea

The treatment of supracondylar fracture of humerus in children has so many pitfalls as to be once called "supracondylar dilemma".

The authors analyzed the follow up results of 53 displaced extension type supracondylar fractures treated by closed reduction and cast, closed reduction and percutaneous pinning, skeletal traction and open reduction from 1993 to 1995.

The following results were obtained :

1. Closed reduction and percutaneous pinning produced the best radiographic and clinical result by Flynn's criteria when compared to other methods.
2. No difference in radiographical stability was found between percutaneous pinning with one medial and one lateral pin as opposed to two lateral pins.
3. There was a strong correlation between the change in Baumann's angle and the carrying angle($p=0.03$).

Key Words : Displaced supracondylar fracture, Treatment, Children

* 통신저자 : 오 창 욱
대구직할시 중구 삼덕2가 50번지
경북대학교 의과대학 정형외과학교실

서 론

소아의 상완골 과상부 골절은 주관절 골절중 가장 흔한 것으로 소아 주관절 손상의 60% 가량을 차지한다^{1, 26)}.

특히, 치료에 있어 그 정복의 획득과 유지가 어렵고, 신경손상, 혈관손상, 주관절 내반 변형(cubitus varus), Volkmann허혈성 구축, 화골성 근염등의 합병증이 빈번하여 문제의 골절(supracondylar dilemma)로 알려져 있다¹⁴⁾.

대표적인 치료방법으로는 도수정복후 석고붕대 고정법 (closed reduction and cast)²³⁾, 피부 혹은 골견인법(skin or skeletal traction)¹¹⁾, 도수정복후 경피적 핀 고정술(closed reduction and percutaneous pinning)^{2, 9, 13, 22, 23)}, 관혈적 정복후 내고정술(open reduction and internal fixation)^{10, 18)} 등을 들 수 있다. 도수 정복후 주관절을 굴곡 상태로 하여 석고붕대로 고정하는 방법은 가장 오래된 방법이지만, 정복의 획득 및 유지가 어렵고, Volkmann허혈성 구축의 가능성과 주관절 내반 변형의 빈도가 높다.

전인 특히, 골견인은 오랜 기간동안 안전하고 믿을 만한 방법으로 여겨져 왔으나, 병원에 오래 입원해야 한다는 단점이 있다. 이에 반하여 도수정복후 경피적 핀 고정술은 여러 저자들에 의하여 좋은 결과들이 보고^{2, 9, 13, 22, 23)}되고 있으며, 현재는 가장 일반적인 치료법의 하나로 여겨지고 있다.

한편, 관혈적 정복후 내고정술은 도수정복이 되지 않거나, 어려운 골절에 한하여 제한적으로 시행되고 있다¹⁸⁾.

이에 저자들은 전위된 신전형 소아 상완골 과상부 골절에 있어 도수정복후 석고붕대 고정법, 피부 혹은

은 골견인법, 도수정복후 경피적 핀 고정술, 관혈적 정복후 내고정술 등의 4가지의 치료방법에 따른 결과를 비교 분석 하여 어떤 치료방법이 임상적으로 더 우수한 결과를 나타내는지 조사하였으며, 골절 정복의 정확성을 방사선적으로 판정하는 지표로 이용되는 Baumann 각⁴⁾과 골절의 유합 및 재형성이 완전히 이루어진후 주관절의 운반각(carrying angle)과의 상관관계를 조사하고자 본 연구를 시행하였다.

연구 대상 및 방법

1993년 1월 부터 1995년 1월 까지 2년간 경북대학교 병원 정형외과에 입원하여 치료 받았던 소아 상완골 과상부 골절 환자중에서 1년 이상 추시가 가능하였던 신전형으로서, 부분 혹은 완전 전위가 되었던 53례를 대상으로 후향적 조사와 SAS 통계분석을 하였다. 이들의 추시 기간은 평균 19개월(13개월-43개월)이었다.

연령분포는 3세에서 10세였고, 이들의 평균 연령은 6.5세였다(Table 1).

성별로 나누어 보면 남자 34례, 여자 19례로서 각각 64.1%와 35.8%로 남녀비는 1.8 : 1 이었다.

좌측의 골절이 27례로 51%, 우측이 26례로 49%였다. 수상 원인으로는 추락사고가 31례(58.4%)로 가장 많았으며, 실족 21례(39.6%), 그리고 직접 외상이 1례(1%)이었다. 내원당시 동반 손상으로는 요골 신경손상이 5례로 가장 많았으며, 정중 신경손상 2례, 동측 요골 골절 1례, 동측 내상과 골절 1례,

Table 2. Associated injury

Injury	No. of cases		
	TypeIIa	TypeIIb	TypeIII
radial nerve injury	.	1	4
ipsilateral radius fracture	.	1	0
medial epicondylar fracture	.	.	1
cerebral contusion	.	.	1
ulnar nerve palsy	.	.	1
median nerve injury	.	1	1
impending Volchmann's ischemic contracture	.	.	1
total	.	3	9

Table 1. Age & Sex distribution

Age/Sex	Male	Female	Total (%)
0-2	2	1	3(5.6)
3-4	3	5	8(15.0)
5-6	5	4	9(16.9)
7-8	8	6	14(26.4)
over 9	16	3	19(35.8)
Total (%)	34(64.2)	19(35.8)	53

Table 3. Classification (by Pirone)

Type	No. of cases
Type I undisplaced	
Type II partially displaced	
a post. tilt	14
b post. translation	9
Type III completely displaced	30

Table 5. Flynn's grading system

Result	Rating	Cosmetic factor	Functional factor
		Carrying angle loss	Motion loss
Satisfactory	Excellent	0-5	0-5
	Good	6-10	6-10
	Fair	11-15	11-15
Unsatisfactory	Poor	>15	>15

뇌손상 1례, Volkmann허혈성 구축 압박 1례, 척골 신경손상 1례 이었다 (Table 2).

골절의 분류는 Gartland¹²⁾와 Wilkins²⁰⁾의 방법을 변형시킨 Pirone²⁰⁾의 분류법을 따랐다.

Type I 은 전위가 없는 골절로 본 연구에서 제외시켰으며, Type II 는 부분 전위된 골절로 23례 (43%). Type III 는 완전 전위된 골절로 30례 (57%) 이었다 (Table 3).

치료방법으로는 도수정복후 석고붕대고정, 골견인, 도수정복후 핀 고정술, 관혈적 정복 및 내고정술의 4가지로 행하였으며, 도수정복후 경피적 핀 고정술이 29례로 가장 많았다 (Table 4).

도수정복후 석고붕대 고정은 53례 중에서 13례 (24.5%)에서 실시하였으며, Type II 23례 중 9례, Type III 30례 중 4례 이었다. 석고붕대 고정은 대개 4 - 6주 동안 시행 하였다.

도수정복후 경피적 핀 고정술은 53례 중에서 29례 (54.5%)에서 실시 하였으며, Type II가 9례, Type III는 20례 이었다. 핀 고정술은 전신 마취하에서 영상증폭기를 이용하여 K-강선을 삽입하였으며, 외측에서만 2개 이상의 핀을 고정한 경우가 20례, 내측과 외측에 각각 한 개 이상의 핀을 고정한 경우가 9례 이었다. 술후 고정은 전완부를 중립위로 주관절을 90도로 굴곡하여 장상지 석고붕대를 실시

Table 4. Method of treatment

Method	Type I a	Type II b	Type III
CR/Cast	7	2	4
Traction	.	3	4
CRPP	5	4	20
OR/IF	2	.	2
Total	14	9	30

*CR/Cast ; closed reduction and cast, CRPP ; closed reduction and percutaneous pinning, OR/IF ; open reduction and internal fixation.

하였다.

골견인은 53례 중 7례 (13.5%)에서 실시하였다. Type II가 3례, Type III는 4례였다. 이중 외측 골견인이 5례, 거수상 골견인이 2례 이었으며, 골견인은 대개 2주 동안 시행후 석고붕대 고정하였다.

관혈적 정복 및 내고정술은 53례 중에서 4례 (7.5%)에서 실시하였으며, Type II가 2례, Type III는 2례 이었다. 관혈적 정복의 적용으로는 도수정복이 어렵거나 정복의 유지가 어려운 경우, 심한 연부 조직 부종이 있는 경우나 도수정복후 신경손상이 있는 경우 등이었다. 수술 방법은 외측 도달법이 2례, 후방 도달법이 2례이었다. 술후 고정은 전완부를 중립위로 주관절을 90도로 굴곡하여 장상지 석고부목 고정을 시행하였고, 가골이 어느 정도 보이고 임상적 골유합이 이루어지는 약 4주후 주관절 운동을 실시하였다. K- 강선은 술후 4 - 6주 경에 제거하였다.

치료결과와 판정은 Flynn¹³⁾의 판정기준에 따라 으며, 운반각과 운동범위의 변화에 따라 우수 (excellent), 양호 (good), 보통 (fair), 불량 (poor) 으로 판정 하였다. 우수와 양호를 만족 (satisfactory), 보통과 불량을 불만족 (unsatisfactory)으로 정의하였다 (Table 5).

각 치료군간의 정복의 획득 및 유지를 비교해 보기 위해 골절정복후 및 골유합후 방사선 사진에서 각각의 Baumann 각을 측정하여 비교하였다. Baumann 각은 Dodge¹¹⁾방법으로 측정하였으며, 주관절 전후면 방사선 사진에서 상완골의 골간과 골간단의 중앙을 지나는 선에 수직을 이루는선과 상완골의 원위 골간단의 외측골단 변연부에 평행을 이루

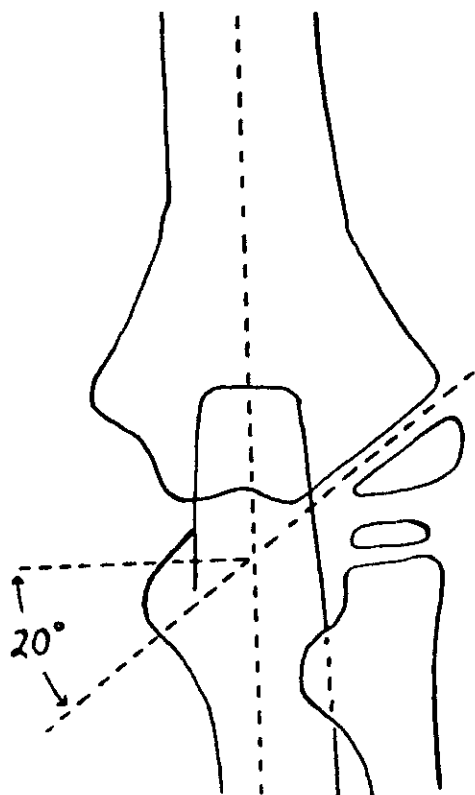


Fig. 1. Baumann's angle is the angle formed by a line perpendicular to the axis of the humerus a line tangential to the straight epiphyseal border of the lateral part of the distal metaphysis. In the case illustrated, Baumann's angle is 20 degrees.

는 선이 만나서 이루는 각으로 정의하였다(Fig. 1).

재형성 정도를 알아보기 위하여 골유합후 및 최종 추시시 방사선 사진에서 각각의 Baumann 각을 측정하여 비교하였다.

주관절 변형의 정도를 알아 보기 위하여 최종 추시시 방사선 사진에서 건측 및 환측의 운반각을 Beals 방법⁵⁾에 의해 측정하였으며, 주관절 전후면 방사선 사진에서 상완골의 골간과 골간단의 중양을 지나는 선과 척골의 가장 근위부 골의 중양을 지나는 선이 만나서 이루는 각으로 정의하였다(Fig. 2).

경피적 핀 고정군에서는 교차 핀 고정군과 외측 핀 고정군의 고정된 핀의 안정성을 비교해 보기 위하여 골절정복후 및 골유합후 방사선 사진에서의 Baumann 각을 측정하였다.

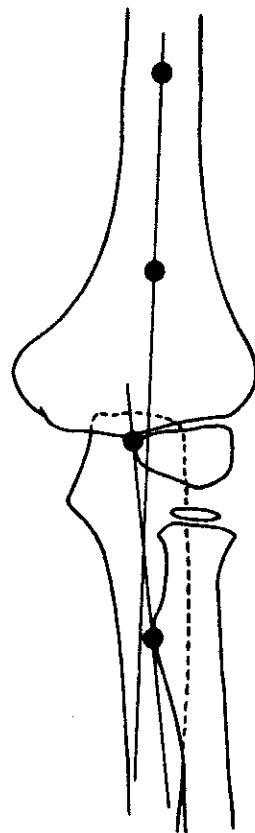


Fig. 2. Midpoints were determined for the humerus at the flare of the metaphysis and in the distal diaphysis. Midpoints were determined for the ulna at the level of the radial tubercle and at the most proximal ossification. The angle formed by connecting these midpoints is the carrying angle.

결 과

1. 정복의 획득(Achievement of reduction)

골절정복후 방사선 사진에서 평균 Baumann 각은 도수정복후 석고 고정군이 14.5도, 골전인군은 14도, 경피적 핀 고정군이 14.3도, 관혈적 정복군에서 17.3도 였다(Table 6).

2. 정복의 유지(Maintenance of reduction)

골유합후 방사선 사진에서 평균 Baumann 각은 도수정복후 석고붕대군이 18도, 골전인군은 13.2도, 경피적 핀 고정군이 13.1도, 관혈적 정복군에서

Table 6. Achievement & Maintenance of reduction

Group	Baumann's angle	
	postreduction	postunion
CR/cast	14.5	18.0
Traction	14.0	13.2
CRPP	14.3	13.1
OR/IF	17.3	18.0

Table 7. Loss of reduction

Group	Change of Baumann's angle
CR/cast	3.5
Traction	1.2
CRPP	0.8
OR/IF	1.8

Table 8. Cross pinning Vs. Lateral pinning

Group	Cases	Loss of reduction
		Baumann's angle
Cross pinning	9	0.6
Lateral pinning	20	1.7

($p=0.25$)

18도 였다(Table 6).

3. 정복의 소실(Loss of reduction)

골절정복후 방사선사진에 비해 골유합후 방사선사진에서의 Baumann 각의 평균변화는 도수정복후 석고붕대군이 3.5도, 골견인군은 1.2도, 경피적 핀 고정군이 0.8도, 관혈적 정복군에서 1.8도 였다(Table 7).

4. 교차 핀 고정과 외측 핀 고정(Cross pinning versus lateral pinning)

골절정복후 및 골유합후 방사선 사진에서의 Baumann 각의 변화는 교차핀 고정군이 0.6도, 외측 핀 고정군은 1.7도 였다. 그러나, 두 군간의 핀 고정의 안전성에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p=0.25$)(Table 8).

5. 운반각의 변화(Alteration of the carrying angle)

최종추시시 건축에 대한 환측의 운반각의 평균변

Table 9. Clinical results by Flynn's criteria

Treatment	satisfactory		unsatisfactory	
	Excellent	Good	Fair	Poor
CR/cast	1(8)	3(22)	5(38)	4(31)
Traction	1(13)	2(29)	2(29)	2(29)
CRPP	12(41)	10(34)	4(13)	3(12)
OR/IF	1(25)	2(50)		1(25)
Total	15(28)	17(32)	11(21)	10(19)

* (); %

Table 10. Analysis of poor result

Treatment	Loss of motion	Cubitus varus
CR/cast	.	4
Traction	.	2
CRPP	1	3
OR/IF	.	1

화는 도수정복후 석고붕대군이 10.5 도 감소, 골견인군은 8.4도 감소, 경피적 핀 고정군이 7.4도로 감소, 관혈적 정복군에서 8.5도로 감소로 전체적으로는 평균 8.9도로 감소하였다.

6. 주관절 굴곡 범위의 변화(Alteration of flexion)

최종추시시 건축에 대한 환측의 굴곡범위의 평균변화는 도수정복후 석고붕대군이 5.5도 감소, 골견인군은 5.2도로 감소, 경피적 핀고정군이 4.5도로 감소, 관혈적 정복군에서 5.0도로 감소로 전체적으로 평균 5.1도로 감소하였다.

7. 주관절 신전범위의 변화(Alteration of extension)

최종추시시 건축에대한 환측의 신전범위의 평균변화는 도수정복후 석고붕대군이 4도 감소, 골견인군은 5.8도 증가, 경피적 핀고정군이 2.3도 감소, 관혈적 정복군에서 1도 증가로 전체적으로 평균 2.9도 증가하였다.

8. Baumann 각과 운반각의 상관관계

골절정복후 건축과 환측의 Baumann 각의 평균차이는 6.6도, 최종추시시 건축과 환측의 운반각의

평균차이는 8.9도로 Baumann 각의변화와 운반각의 사이에는 통계적으로 강한 상관관계를 보였다($p=0.03$).

9. Flynn의 기준에 따른 임상적 결과

53례 전체에서 임상적 결과는 만족 60% 불만족 40%였다. 각 치료군에 따라 비교해 보면 도수정복후 석고붕대군이 만족 31% 불만족 69%, 골전인군은 만족 42% 불만족 58%, 경피적 핀 고정군이 만족 75% 불만족 25%, 관혈적 정복군에서 만족 75% 불만족 25%로 경피적 핀 고정군에서 가장 좋은 임상적 결과를 얻었다(Table 9).

10. 불량 결과의 분석

도수정복후 석고붕대군, 골전인군, 관혈적 정복군에서는 불량의 결과가 나온 10례 모두 15도 이상의 운반각 감소가 원인이었으며, 경피적 핀 고정군 1례에서는 15도이상의 운동범위 손실과 15도 이상의 운반각 감소가 같이 있었다(Table 10).

11. 기능

53례 모두에서 동통을 호소하는 환자는 없었다. 주관절의 변형은 53례의 환자중에서 3례에서만 부도에 의해서 발견된 정도였으며, 3례 모두 교정을 위한 수술을 원할 정도는 아니었다.

12. 합병증

술후합병증으로는 총 3례에서 3가지가 있었다. 3가지 모두 경피적 핀 고정군에서 발생했으며, 모두 일시적 합병증이었다. 일시적인 척골 신경마비가 2례였고, 2례 모두 교차 핀 고정군에서 발생했다. 2례 모두 내측핀을 제거후 외측핀 고정술로 전환했으며, 외측핀 고정술로 전환후 3개월내에 모두 완전 회복되었다. 일과성 표재성 감염이 1례였다. 수술전에 골절과 함께 존재하였던 요골 신경손상 5례, 정중 신경손상 2례, 척골 신경손상 1례는 모두 3개월 이내에 완전 회복 되었다.

고 찰

소아 상완골 과상부 골절의 호발연령은 D'Ambrosia⁷⁾에 의하면, 평균 7세, Ippolito¹⁶⁾에

의하면 평균 7.35세였으며, 본 연구에서는 6.5세로 큰 차이는 없었다. 남녀비는 남자가 64%로 Wilkins²⁶⁾에 의한 남아 63.6%와 보고와 비슷한 수준이었으나, 좌측 51%는 Wilkins에 의한 좌측 58.6% 보고와는 달리 좌우측의 차이가 없었다.

상완골 과상부 골절시 신경손상의 빈도는 Lipscomb와 Burleson²⁰⁾는 16%로 보고하고 있는데, 본 연구에서는 15%에서 신경손상이 있어 비슷한 수준을 보였다. Wilkins²⁶⁾는 동반신경 손상중에서는 요골 신경손상이 가장 많다고 하였고, 요골 신경손상은 골편이 후내측방으로 전위시 잘 발생하며, 정중 신경손상은 후외측방 전위시 잘 발생한다고 보고하였다. 본 연구에서도 신경손상 8례중 요골 신경손상이 5례로 가장 많았고, 모두 후내측방으로 전위된 경우에서 발생하였으며, 정중 신경손상 2례와 척골 신경손상 1례는 후외측방전위된 경우에서 발생하였다. 신경손상은 수술적 처치 없이 3개월 이내에 모두 완전 회복되었다.

Swenson²⁴⁾이 경피적 핀 고정술을 처음 시술한 이래 Flynn¹³⁾은 그가 고안한 grading scale로 98%의 만족한 결과를 보고하였다. Pirone²⁵⁾은 도수정복후 석고붕대, 골전인, 경피적 핀 고정술, 관혈적 정복술로 치료한 230례를 비교하여 경피적 핀 고정술이 가장 높은 우수 결과를 보였음을 보고하였다. 본 연구에서도 상기기준에 따른 임상적 결과 비교시 경피적 핀 고정군이 다른 치료방법에 비해 만족 75%, 불만족 25%로 더 좋은 결과를 얻었다.

경피적 핀 고정술에서 외측 핀 고정술은 20례로서 20례중 15례(75%)에서 우수와 양호의 결과를 보였으며, 교차 핀 고정술은 9례중 7례(77%)에서 우수와 양호의 결과를 보였다. 술후 합병증으로 척골 신경마비 2례, 일과성 표재성 감염 1례는 모두 교차 핀 고정술에서 발생하였다. 외측 핀 고정술과 내측 핀 고정술의 안정성을 방사선적으로 비교 분석시 통계적으로 차이가 없었다($p=0.25$). 그러나, 대상 환자 수가 많지 않아서 이 결과만을 놓고 외측 핀 고정군과 교차 핀 고정군 사이에 우열을 가리기에 충분하지 않다고 사료된다.

술후 우수 있는 합병증으로는 주로 신경손상과 내반 변형이 있는데, Brown과 Zinar⁶⁾는 도수정복후 경피적 내고정술후 신경손상의 빈도는 3%정도이고,

이중에서 척골 신경손상이 가장 많았다고하며, 술전에 주관절 내측부의 부종이 심하여 내측 핀 삽입시 정확한 삽입점을 알수없어 너무 내상과 후방으로 치우친경우에서 많이 발생한다고했다. 또한, 술전의 세심한 신경학적 검사와 술기상의 세심한 주의로 그 빈도를 줄일 수 있다고했다. Topping등²⁰⁾은 도수정복후 경피적 내고정술에서 내측 핀 고정군과 외측 핀 고정군시 두군의 방사선적 안정성에는 차이가 없었으며, 임상적으로 외측 핀 고정군이 내측 핀 고정군보다 양호한 결과를 얻었다고 보고 하였다. 저자의 경우에서도 교차 핀 고정술을 시행한 9례중 2례에서 척골 신경마비가 발생했으며, 2례 모두 술전에 주관절 내측부의 부종이 심하여 내측 핀 삽입시 정확한 삽입점을 알수없었던 경우이다. 또한, 경피적 핀 고정술을 시행한 29례에서 교차 핀 고정술과 외측 핀 고정술의 방사선적 안정성에는 통계적으로 유의한 차이가 없어 상기 보고와 같은 결과를 보여, 교차 핀 고정술이 외측 핀 고정술에 비해 임상적 및 방사선적으로 더 좋은 방법이라고 볼수는 없었다. 특히, 술전에 주관절 내측부의 부종이 심하여 내측 핀 삽입시 정확한 삽입점을 알수없는 경우에는 교차 핀 고정술보다는 외측 핀 고정술을 시행하는 것이 더 좋으리라 사료된다. 가장 심각한 것이 내반 변형이라 할 수 있으며, 이러한 변형의 원인에 대해서는 원위 골편의 내측 및 후방편위와 내회전 때문이라는 주장⁶⁾과 골간단의 불균등한 성장 때문이라는 주장^{3,19)}도 있었으나, 최근의 많은 보고^{17,19)}에 따르면, 원위 골편의 회전은 주관절의 운반각에 영향을 주지 않고, 주로 내측 및 외측 경사가 영향을 미친다고 하였다.

그러므로, 소아 상완골 과상부 골절을 치료함에 있어서 정확한 해부학적인 정복을 하는 것이 중요한데 정복을 판단함에 있어 방사선 사진에서 Baumann 각을 많이 이용하여 왔다.

Dodge¹¹⁾에 의하면, Baumann 각은 정복직후부터 추시기간 동안 각의 큰 변화가 없고, 주관절의 굴곡 및 회내전으로 큰 영향을 받지않기 때문에 정복을 판단함에 있어 임상적으로 좋은 지표가 될 수 있다고 하였다.

저자들의 경우에는 골절정복후 건축과 환측의 Baumann 각의 변화와 최종추시시 건축과 환측의 운반각의 변화 사이에는 통계적으로 강한 상관관계

($p=0.03$)를 보여 Baumann 각은 소아 상완골 과상부 골절에 있어 추후 운반각의 변화를 예측 할 수 있는 임상적으로 좋은 지표라고 사료 된다.

결 론

저자들은 1993년 1월부터 1995년 1월 까지 2년간 경북대학교 병원 정형외과에 입원하여 치료받았던 소아 상완골 과상부 골절 환자 중에서 1년이상 추시가 가능하였던 전위된 신전형 소아 상완골 과상부 골절 환자 53례를 대상으로 후향적 조사를 실시한 결과를 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 소아 상완골 과상부 골절 치료에 있어 경피적 핀 고정술이 도수정복후 석고고정, 골건인술 및 관혈적 정복술에 비해 방사선적 및 임상적으로 보다 좋은 결과를 보였다.
2. 경피적 핀 고정술 시행한 예에서 교차 핀 고정술과 외측 핀 고정술의 방사선적 안정성에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p=0.25$).
3. 골절정복후 건축과 환측의 Baumann 각의 차이는 최종추시시 건축과 환측의 운반각의 차이와 통계적으로 강한 상관관계를 보였다($p=0.03$).

REFERENCES

- 1) 고한석, 서이석: 소아의 상완골 과상부 골절에 대한 K-강선 경피 고정술의 임상적 고찰, 최신 의학, 제 32 권, 제 2호:51-52, 1989.
- 2) Aronson DD and Prager BI : Supracondylar fractures of the humerus in children - a modified technique for closed pinning. *Clin Orthop*, 219:174-184, 1985.
- 3) Bakalim G and Wilppula E : Supracondylar humeral fractures in children. *Acta Orthop Scand*, 43:366-374, 1972.
- 4) Baumann E : Beitrage zur kenntnis der frakturen am ellbogengelenk. *Bruns Beitr F Klin Chir*, 146:1-50, 1929
- 5) Beals RK : The normal carrying angle of the elbow. *Clin Orthop* 119:194-196, 1976.
- 6) Brown IC and Zinar DM : Traumatic and iatrogenic neurological complications after supracondylar humerus fractures in children. *J Pediatr Orthop*, 15:440-443, 1995.
- 7) Buhl O and Hellbeg S : Displaced supracondylar

- fractures of the humerus in children. *Acta Orthop Scand*, 53:67-71, 1982.
- 8) **Cotton FJ** : Elbow fractures in children. *Ann Surg*, 35:75-104,242-269, 365-399, 1956.
 - 9) **D'Ambrosia RD** : Supracondylar fractures of humerus - prevention of cubitus varus. *J Bone Joint Surg*, 54-A:60-66, 1972.
 - 10) **Danielsson L and Pettersson H** : Open reduction and pin fixation of severely displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *Acta Orthop Scand*, 51:249-255, 1980.
 - 11) **Dodge HS** : Displaced supracondylar fractures of the humerus in children - treatment by Dunlop's traction. *J Bone Joint Surg*, 54-A:1408-18, 1975.
 - 12) **Dowd GSE and Hopcroft PW** : Varus deformity in supracondylar fractures of the humerus in childhood. *J Bone Joint Surg*, 21-A:59-73, 1939.
 - 13) **Flynn JC, Mathews JG and Benoit RL** : Blind pinning of displaced supracondylar fractures of the humerus in children - sixteen years experience with long-term follow-up. *J Bone Joint Surg*, 56-A:263-272, 1974.
 - 14) **Gartland JJ** : Management of supracondylar fractures of humerus in children *Surg Gynecol obstet*, 109:145-154, 1959.
 - 15) **Hoyer A** : Treatment of supracondylar fracture of the humerus by skeletal traction and abduction splint. *J Bone Joint Surg*, 34-A: 623-637, 1952
 - 16) **Ippolito E, Caterini R and Scola E** : Supracondylar fractures of the humerus in children - analysis at maturity of fifty-three patients treated conservatively. *J Bone Joint Surg*, 68-B:577-583, 1986.
 - 17) **France J and Strong M** : Deformity and function in Supracondylar fractures of the humerus in children variously treated by closed reduction and splinting, traction, and percutaneous pinning. *J Pediatr orthop*, 12:494-498, 1992.
 - 18) **Kekomaki M, Luoma R, Rikalainen H and Vilkki P** : Operative reduction and fixation of a difficult supracondylar extension fracture of the humerus. *J Pediatr Orthop*, 4:13-15, 1984.
 - 19) **Labelle H, Bunnell WP and Duhaime M** : Cubitus varus deformity following supracondylar fractures of the humerus in children. *J Pediatr Orthop*, 2:539-546, 1982
 - 20) **Lipscomb PR and Burleson RJ** : Vascular and neural complications supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg*, 37-A:487-492, 1955
 - 21) **Mchserle WL and Meehan PL** : Treatment of the displaced supracondylar fracture of the humerus(type III) with closed reduction and percutaneous cross-pin fixation. *J Pediatr Orthop*, 11:705-711, 1991.
 - 22) **Naejt JL** : Supracondylar fractures of the humerus in children treated by closed reduction and percutaneous pinning. *Clin Orthop*, 177:203-209, 1983.
 - 23) **Pirone AM, Graham HK and Krajbich JI** : Management of displaced extension-type supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg*, 70-A:641-650, 1988.
 - 24) **Swenson AL** : The treatment of supracondylar fractures of the humerus by K-wire transfixation. *J Bone Joint Surg*, 30-A:993-997, 1948.
 - 25) **Topping RE, Blanco JS and Davis TJ** : Clinical evaluation of crossed-pin versus lateral-pin fixation in displaced supracondylar humerus fractures. *J Pediatr Orthop*, 15:435-439,1995.
 - 26) **Wilkins KE** : Fractures and dislocations of the elbow region, *Fractures. Vol. 3, 3rd Ed.* 509-615, Philadelphia, J.B. Lippincott Co, 1991.