

소아 상완골 외과 골절 치료후 발생한 운반각 변화

- 운반각의 새로운 방사선적 측정 방법에 대하여 -

동아대학교 의과대학 정형외과학교실

이정윤 · 손성근 · 김경택 · 김성수 · 박동만

— Abstract —

Change of Carrying Angle in Fracture of the Lateral Humeral Condyle in Children

- The New Radiologic Carrying Angle Measuring Method -

Jung-Yoon Lee, M.D., Sung-Keun Sohn, M.D., Keyong-Taek Kim, M.D.
Sung-Soo Kim, M.D. Dong-Man Park, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, College of Medicine, Dong-A University, Pusan, Korea

The lateral condyle fracture of humerus in children is the second most common fracture among the elbow fractures. In dealing with this fracture, we have frequently encountered the various complications due to physeal plate and intraarticular involvement. Change of the carrying angle is one of the common complications, but many authors reported different results about the change of carrying angle. Also, it is too difficult to measure the carrying angle during the early stage of the treatment because of cast immobilization, motion limitation of elbow, and wide variations of radiologic carrying angle according to elbow position changes.

We performed this study to find the more stable and predictable new radiologic measuring method about the carrying angle, and then analysed the factors affecting the changes of carrying angle of the 23 patients of the lateral condyle fractures of the humerus in children who were treated and followed up more than twelve months at the Department of Orthopaedic Surgery, Dong-A University Hospital from May 1990 to April 1993.

The results were as follows.

※ 통신저자 : 김 성 수

부산직할시 서구 동대신동 3가 1번지

동아대학교 의과대학 정형외과학교실

※ 본 논문의 요지는 제 20차 대한골절학회 추계 학술대회에서 구연되었음.

1. Carrying angles by Beals method showed variable values according to the elbow positions, but A-angles by the new measuring method were relatively stable regardless of the elbow positions.

2. Increase of clinical carrying angle was 3 cases, decrease was 9 cases, and ranges of clinical carrying angle change were from -7 degrees to +4 degrees. Increase of A-angle was 7 cases, decrease was 4 cases, and ranges of A-angle change were from -10 degrees to +10 degrees.

3. The change of carrying angle showed no correlation with Jacob stage, follow up duration, metaphyseal height and interval between injury and treatment. But the incidence and the amount of carrying angle change were increased according to the increased age at injury($r=0.62$, $P<0.01$).

4. There were statistical significant correlation($r=-0.65$, $P<0.01$) and regression between the change of carrying angle and A-angle : $Y=-0.99X + 0.56$ (Y:change of clinical carrying angle, X: A-angle change), ($r^2=0.42$, $P<0.01$).

Key Words : Humerus, Lateral condylar fracture, Children, Carrying angle change

서 론

소아 상완골 외과 골절은 주관절부 골절중 상완골 과상부 골절 다음으로 흔한 골절이며, 골절의 부위가 상완골 성장판을 포함하는 관절내 골절이라는 특성으로 적절한 치료를 하지 않는 경우 지연유합, 불유합, 운동범위 제한, 운반각 변화, 무혈성 괴사, 외과골 과성장 등의 합병증을 초래할 수 있다. 이들 합병증 중의 하나인 운반각 변화에 대하여서는 학자에 따라 운반각 변화 요인의 분석과 운반각 측정 방법에 대한 견해가 다르고, 소아 상완골 외과 골절 치료 초기에 주관절부의 운동 장애로 인해 운반각 측정이 어려우며, 방사선 사진에서 측정된 운반각은 주관절의 위치 변화에 따라 변화가 심하여, 운반각 측정을 위한 새로운 방법의 필요성을 느끼게 되었다.

이에 저자들은 주관절의 위치 변화에도 변동이 적은 운반각의 새로운 방사선적 측정 방법을 찾아 보았고, 상완골 외과 골절 치료시 발생할 수 있는 임상적 운반각의 변화 요인을 살펴보았다.

대상 및 방법

새로운 방사선적 측정 방법의 효용성 연구를 위해, 정상 주관절 7례에서 Beals 측정 방법에 따른 운반각과 새로운 측정 방법에 의한 운반각을 전후면, 30° 굴곡 전후면, 60° 회외 전후면, 30° 굴곡

및 60° 회외 전후면 방사선 사진에서 각각 측정하여 임상적 운반각과 비교 분석하였다.

1. 운반각의 측정방법

1) 임상적 운반각

상완의 중심 축을 지나는 선과 주관절의 중심과 수근 관절의 중심을 지나는 선이 이루는 각을 측정하였다.

2) Beals 방법에 의한 운반각

주관절부 전후면 방사선 사진에서 상완골의 골간과 골간단의 중앙을 지나는 선과, 척골의 요골 융기부의 중앙과 척골 원위부 화골핵의 중앙을 지나는 선이 만나 이루는 각을 측정하였다(Fig. 1A).

3) 새로운 측정 방법에 의한 A각

주관절 전후면 방사선 사진에서 상완골 원위부의 외과 골단판을 통과하는 선과 내상과 골단판을 통과하는 선이 이루는 둔각을 측정하였다(Fig. 1B).

또한 1990년 5월부터 1993년 4월까지 만 3년동안 동아대학교 의과대학 정형외과학교실에서 치료한 소아 상완골 외과 골절 환자중 12개월 이상 추시가 가능하였던 23례를 대상으로 수상 당시의 연령, 골절편의 전위 정도, 수상에서 치료까지의 시간경과, 원격 추시 기간 및 외과 골단판을 지나는 선에서 골절선과의 최대 수선 거리에 따른 임상적 운반각의 변화를 알아보고, 임상적 운반각 변화와 A각 변화의 관계에 대해 분석하였다.

증례 분석

1. 연령 및 성별 분포

연령 분포는 2세에서 11세, 평균 연령은 6.1세이었고, 4세에서 6세 사이에 11례(47.9%)로 가장 많이 발생하였다. 성별 분포는 남자가 19례(82.6%), 여자가 4례(17.4%)였다(Table 1).

2. 좌우 손상 빈도

좌측이 17례(73.9%), 우측이 6례(26.1%)로 좌측이 많았다.

3. 골절의 원인

추락사고가 12례(52.2%)로 가장 많았으며, 실족 사고 8례(34.8%), 교통사고 3례(13.0%)였다.

4. 골절의 분류

1) 골절의 형태에 의한 분류

Milch 분류법^{17, 18)}에 따라 분류하였다. 23례중 제 I 형이 1례(4.3%), 제 II 형이 22례(95.7%)로 대부분 제 II 형에 속하였다.

2) 전위 정도에 따른 분류

Jakob 분류¹⁹⁾에 따라 골편의 전위와 회전 정도를 세가지 형태로 분류하였다. 23례중 제 I 형이 4례(17.4%), 제 II 형이 11례(47.8%), 제 III 형이 8례(34.8%)였다(Table 2).

5. 동반 손상

23례중 4례(17.4%)에서 상완골 내과골 골절, 주

Fig. 1-A. Beals method of measuring the carrying angle

: Midpoints were determined for the humerus at flare of the metaphysis and in the distal diaphysis.

Midpoints were determined for the ulnar at the level of the radial tubercle and the most proximal ossification.

The angle formed by connecting these midpoints is the carrying angle.

B. New method of measuring the A angle : The line through the lateral condyle physis and medial epicondyle physis of the distal humerus formed the A-angle.

Table 1. Age and Sex Distribution

Age(years)	No. of cases		Total(%)
	Male(%)	Female(%)	
2 - 4	2	1	3(13.0)
4 - 6	9	2	11(47.9)
6 - 8	4		4(17.4)
8 - 10	3		3(13.0)
10 - 12	1	1	2(8.7)
Total	19(82.6)	4(17.4)	23(100.0)

Table 2. Jakob Classification

Type	Comment	No. of cases(%)
I	Undisplaced or minimally displaced with intact hyaline cartilage at the joint	4(17.4)
II	Moderately displaced: the fracture line transverse completely through the articular cartilage surface and the fracture is unstable	11(47.8)
III	Severely displaced & rotated fragment is displaced laterally & proximally and rotated varying degree	8(34.8)
Total		23(100.0)

Table 3. Method of Treatment

Method	No. of cases			Total(%)
	Jakob stage I	Jakob stage II	Jakob stage III	
Cast	1	.	.	1(4.3)
*OR&IF with screw & K-wire	1	.	.	1(4.3)
*OR&IF with K-wire	2	11	8	21(91.4)
Total	4	11	8	23(100.0)

*OR&IF : Open Reduction and Internal Fixation.

Table 4. Result by Hardacre Criteria

Result	Comment	No. of cases	(%)
Excellent	No loss of motion No alteration in carrying angle No symptoms	10	(43.5)
Good	Locking no more than 15° loss of full extension No conspicuous change in the carrying angle No arthritic or neurological symptoms	12	(52.2)
Poor	Disabling loss of motion Conspicuous alteration of the carrying angle Arthritic symptoms or ulnar neuritis Roentgen findings of nonunion or avascular necrosis	1	(4.3)
Total		23	(100)

Table 5. Complications

Complications	No. of cases(%)
Change of carrying angle	12(42.8)
Bony spur	6(21.4)
Loss of range of motion	5(17.9)
Epiphyseal hypertrophy	2(7.1)
Metaphyseal hypertrophy	1(3.6)
Avascular necrosis	1(3.6)
Premature epiphyseal closure	1(03.6)
Total	28(100.0)

두골 골절, 대퇴골 골절, 두개골 골절이 각각 1례씩 동반되어 있었다.

6. 치료방법

23례 중에서 석고 고정으로 1례, 관혈적 정복술 및 K-강선 및 나사못 고정술로 1례가 치료되었고, 나머지 21례는 관혈적 정복술 및 K-강선 고정술로

치료되었다(Table 3).

수상후 수술까지는 평균 6.1일이 소요되었으며, 수술후 평균 6.5주간 장상지 석고 붕대 고정을 시행하였다. 골유합의 소견은 평균 5.7주에 보였으며, K-강선은 대부분 국소 마취하에서 제거되었다.

7. 치료결과

치료 결과의 판정은 Hardacre의 판정기준¹⁴⁾에 의해 시행하였으며, 총 23례 중 우수가 10례(43.5%), 양호가 12례(52.2%), 불량기 1례(4.3%)였다(Table 4).

8. 합병증

총 12명(52.2%)에서 28례의 합병증이 발생하였으며, 합병증으로는 운반각 변화 12례, 상완골 외과 골극 형성 6례, 운동 장애 5례, 골단 과성장 2례, 골간단 과성장 1례, 골단판 조기 유합 1례, 무혈성 괴사 1례 등이 있었다(Table 5).

결 과

1. A각의 의미

Beals 방법으로 측정된 주관절 운반각은 30° 굴곡시 최대 15° 에서 최소 1° 증가, 60° 회외시 최대 18°에서 최소 -2° 증가, 30° 굴곡 및 60° 회외시 최대 16°에서 최소 2°의 변화를 보였다. 반면 새로운 측정 방법으로 측정된 A각은 30° 굴곡 전후면에서 최대 3°, 60° 회외 전후면에서는 최대 2°, 30° 굴곡 및 60° 회외에서는 최대 -6°의 변화를 보였다 (Table 6).

Beals 방법에 의한 운반각은 주관절 위치 변화에 따라 변동은 매우 크게 나타났으나, A각은 주관절의 굴곡및 회전등의 위치 변화에도 불구하고 변동의 폭은 매우 작았다.

2. 임상적 운반각 변화 요인의 분석

임상적 운반각 변화의 요인으로 수상 당시의 연

령, 골편의 전위 정도, 원적 추시 기간, 외과 골단 판에서 골절선까지 최대 수선거리, 수상에서 치료까지의 시간 경과에 따른 임상적 운반각 변화를 최종 추시에서 건축과 비교하여 보았다. 또한 A각 변화와는 어떠한 관계에 있는지 통계적으로 비교 분석하였다. 운반각은 증가 3례, 감소 9례가 있었는데 최대 증가 4°, 최대 감소 7°였고, A각은 증가 7례, 감소 4례가 있었는데 최대 증가 및 감소가 각각 10°였다.

① 수상 당시의 연령에 따른 임상적 운반각의 변화
수상 당시 연령이 6세 이하인 14례에서는 임상적 운반각 증가 3례, 임상적 운반각 감소 3례가 있었고, 수상 당시 연령이 6세 이상인 9례에서는 임상적 운반각 감소 6례, 임상적 운반각 증가는 없었다 (Table 7).

② 골편의 전위 정도에 따른 임상적 운반각의 변화
Jakob 제 I 형 4례에서 임상적 운반각 감소 1례, 정상 3례가 있었고, Jakob 제 II 형 11례에서는 임상적 운반각 감소 3례, 증가 2례가 있었으며, Jakob 제 III 형 8례에서는 임상적 운반각 감소 5례, 증가 1례가 있었다 (Table 8).

Table 6. Comparisons of the Beals angle with the A angle in Various Positions.

Case	Clinical carrying angle	A-P		30° Flexion A-P		60° Supination A-P		30° Flexion and 60° Supination AP	
		Beals angle	A angle	Beals angle	A angle	Beals angle	A angle	Beals angle	A angle
1	12°	15°	100°	30°	98°	33°	100°	23°	101°
2	13°	15°	110°	17°	113°	13°	112°	25°	112°
3	15°	18°	110°	30°	109°	22°	109°	24°	108°
4	20°	14°	108°	30°	108°	20°	110°	30°	110°
5	15°	19°	105°	23°	107°	24°	107°	25°	105°
6	13°	19°	112°	20°	112°	23°	110°	21°	106°
7	13°	19°	113°	26°	113°	16°	116°	24°	115°
Mean	14.42°	17.57°	109.85°	25.14°	108.57°	21.57°	109.42°	24.57°	108.14°

Table 7. Change in Clinical Carrying Angle according to Age at Injury

Age	No. of cases with change in clinical carrying angle			Total (mean angle)
	Decrease(mean angle)	No change	Increase(mean angle)	
< 6 Years	3(-2.33)	8	3(3.00)	14(0.14)
> 6 Years	6(-3.66)	3	0	9(-2.44)
Total	9(-3.22)	11	3(3.00)	23(-0.87)

③ 원격 추시 기간에 따른 윤반각의 변화

16개월 이하의 추시 기간을 가진 14례중 임상적 윤반각 증가 1례, 감소 6례가 있었고, 16개월 이상의 추시 기간을 가진 9례에서는 임상적 윤반각 증가 2례, 감소 3례가 있었다(Table 9).

④ 외과 골단판에서 골절선까지 최대 수선 거리에 따른 임상적 윤반각의 변화

외과 골단판을 지나는 선에서 골절선과의 최대 수선 거리를 측정하였는데, 전체 평균은 7.26mm이었다. 7.0mm 이상의 거리시 임상적 윤반각 변화는

증가 1례, 감소 4례가 있었고, 7.0mm 이하의 거리시 임상적 윤반각 변화는 증가 2례, 감소 5례가 있었다(Table 10).

⑤ 수상에서 치료까지의 시간 경과에 따른 임상적 윤반각 변화

수상에서 치료 시기까지의 경과 시간은 평균 7.3일이 소요되었다. 7일 이내 치료된 17례중 임상적 윤반각 증가 3례, 감소 8례가 있었고, 7일 이상 시간이 경과되어 치료된 6례 중에서는 임상적 윤반각 감소 1례가 있었다(Table 11).

Table 8. Change in Clinical Carrying Angle by the Jakob stage

Type	No. of cases with change in clinical carrying angle			Total (mean angel)
	Decrease(mean angle)	No change	Increase(mean angle)	
I	1(-2.00)	3	0	4(-0.50)
II	3(-4.67)	6	2(2.50)	11(-0.82)
III	5(-2.60)	2	1(4.00)	8(-1.13)
Total	9(-3.22)	11	3(3.00)	23(-0.87)

Table 9. Change in Clinical Carrying Angle according to Follow Up Period

Follow Up (Months)	No. of cases with change in clinical carrying angle			Total (mean angel)
	Decrease(mean angle)	No change	Increase(mean angle)	
< 16	6(-3.17)	7	1(2.00)	14(-1.21)
> 16	3(-3.33)	4	2(3.50)	9(-0.33)
Total	9(-3.22)	11	3(3.00)	23(-0.87)

Table 10. Change in Clinical Carrying Angle according to Metaphyseal height

Height (mm)	No. of cases with change in clinical carrying angle			Total (mean angel)
	Decrease(mean angle)	No change	Increase(mean angle)	
< 7	5(-2.60)	5	2(2.50)	12(-0.67)
> 7	4(-4.00)	6	1(4.00)	11(-1.09)
Total	9(-3.22)	11	3(3.00)	23(-0.87)

Table 11. Change in Clinical Carrying Angle according to Interval between Injury and treatment

Interval (days)	No. of cases with change in clinical carrying angle			Total (mean angel)
	Decrease(mean angle)	No change	Increase(mean angle)	
< 7	8(-2.75)	6	3(3.00)	17(-0.76)
> 7	1(-7.00)	5	0	6(-1.17)
Total	9(-3.22)	11	3(3.00)	23(-0.87)

본 연구에서 살펴본 임상적 변화 요인중, 수상 당시의 연령에 따른 임상적 운반각 변화를 살펴보면 6세이하 14례 중에서 감소한 3례는 평균 2.33° 감소, 증가한 3례는 평균 3.00° 증가를 보였다. 그러나 6세이상 9례 중에서 감소된 6례는 최대 7° 감소에서 최소 1° 감소로 평균 3.66°가 감소되어 있었다. 이러한 변화를 통계적으로 살펴보면 매우 의의가 있었는데 본 연구의 수상 당시의 연령과 임상적 운반각 변화사이에는 수상 당시의 연령이 많을수록 임상적 운반각이 감소된 경우가 많았고, 그 운반각 감소의 폭도 컸으며($r=0.62$, $P<0.01$), $Y=0.48 X + 2.7$ (Y:운반각 변화, X:수상 당시의 연령)의 회귀 직선식이 성립되었다($r^2=0.38$, $P<0.01$) (Fig. 2) 그러나 임상적 운반각 변화와 골편의 전위 정도, 원적 추시 기간, 외과 골단판에서 골절선까지의 최대 수선 거리, 수상에서 치료까지 경과 시간과는 통계학적으로 유의성은 없었다.

3. 운반각 변화와 A각 변화와의 관계

임상적 운반각과 A각을 최종 추시에서 견측과 환측에서 측정하여 그 변화를 비교한 결과, 임상적 운반각 변화와 A각 변화사이에는 통계적으로 유의한 역 상관 관계($r=-0.65$, $P<0.01$)에 있고, $Y=-0.99 X + 0.56$ (Y:임상적 운반각 변화, X:A각 변화)의 회귀 직선식이 성립되었다($r^2=0.42$, $P<0.01$) (Table 12, Fig 3).

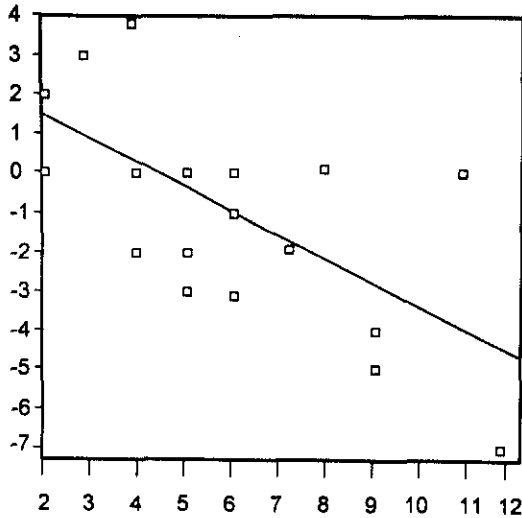
고 찰

소아 상완골 외과 골절은 Stimpson²⁷⁾에 의하여 처음 기술된 이후 그 치료 방법에 많은 논란이 있어 온 골절로 성장판과 관절면을 침범하는 손상이므로 부적절한 치료시엔 합병증의 발생율이 높은 것으로 알려져 있다.

발생 빈도는 Rockwood와 Green²¹⁾은 골단판 손상중 54.2%, 상완골 원위부 골절의 16.9%를 차지

Table 12. Results of the Clinical Carrying Angle and A-Angle

Case	Clinical Carrying Angle			A-Angle		
	Normal side	Fx. side	difference	Normal side	Fx. side	difference
1	17	14	-3	110	110	0
2	8	12	+4	105	95	-10
3	10	13	+3	107	100	-7
4	15	13	-2	98	103	+5
5	15	15	0	110	110	0
6	20	15	-5	110	120	+10
7	9	9	0	107	107	0
8	16	15	-1	103	105	+2
9	8	8	0	125	125	0
10	18	16	-2	106	110	+4
11	13	13	0	110	110	0
12	12	12	0	105	105	0
13	12	12	0	105	105	0
14	19	19	0	115	115	0
15	16	13	-3	110	113	+3
16	17	10	-2	115	116	+1
17	19	17	-2	115	116	+1
18	12	12	0	107	107	0
19	10	10	0	107	107	0
20	14	10	-4	108	110	+2
21	11	13	+2	105	104	-1
22	13	13	0	107	107	0
23	17	17	0	103	103	0



$$y = -0.48x + 2.7 \text{ (degree)}$$

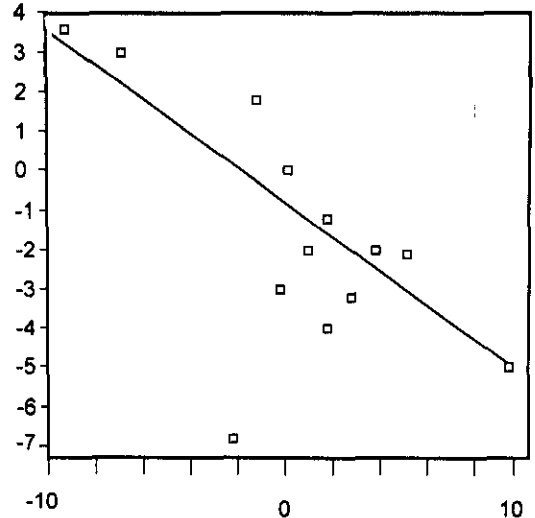
y = Change of Carrying Angle

x = Age

$$r^2 = 0.38$$

$$P < 0.01$$

Fig. 2. Correlation and Regression between Carrying Angle Change and Age



$$y = -0.99x + 0.56 \text{ (degree)}$$

y = Change of Carrying Angle

x = Change of A-Angle

$$r^2 = 0.42$$

$$P < 0.01$$

Fig. 3. Correlation and Regression between Carrying Angle Change and A-Angle Change

한다고 하였고, Blount등⁹⁾은 주관절부 골절중 18.5%, Ogden¹⁹⁾과 Tachdjian²⁰⁾은 주관절부 골절의 약 10-20%를 차지한다고 하였다.

연령별 발생 빈도는 Rutherford²²⁾는 평균 6.3세, Carbbe¹¹⁾는 평균 5.6세, Hardacre등¹⁴⁾은 평균 6.9세, Tachdjian²⁸⁾은 6-10세에서 호발한다고 하였다. 김등¹⁾은 4-6세가 가장 많았고 평균 연령은 5.4세, 최등⁶⁾은 4-12세 사이에서 많이 발생하였고 평균 연령은 6.5세 였다고 보고하였다. 저자의 중례에서는 2세에서 11세 사이에서 발생하였으며, 평균 연령은 6.1세였다.

수상 기전은 Jakob등¹⁰⁾에 의하면 주관절이 신전 상태, 전완부가 회외전 상태에서 주관절에 내반력의 작용할 때 골절이 잘 생긴다고 하였다.

골절의 원인으로 최등⁶⁾은 추락 사고가 12례(52.5%)로 가장 많았다고 보고 하였으며, 본 연구에서도 추락사고가 12례(52.2%)로 가장 많았고, 실족 사고 8례(34.8%), 교통사고 3례(13.0%)로 나

타났다.

골절의 형태 분류는 Milch 분류법^{17,18)}이 주로 사용되며, Milch 분류법에 의하면 제 I 형은 골절선이 활차능의 외측을 통과하는 것으로, 이것은 Salter-Harris 제4형²³⁾에 해당하며, 제 II 형은 골절선이 활차능을 통과하거나 그 내측을 지나는 것으로, 이것은 Salter-Harris 제2형에 해당한다.

임등⁵⁾, 최등⁶⁾의 연구에 의하면 II 형이 I 형에 비해 많았다고 보고하였는데 본 연구의 경우에도 Milch 분류법으로 형태 분류를 하였으며 제 I 형이 1례(4.3%), 제 II 형이 22례(95.7%)로 제 II 형이 월등히 많았다.

골편의 전위 및 회전 정도에 따른 분류는 여러 저자들에 의해서 발표되었지만, 본 연구에서는 Jakob 방법¹⁰⁾에 의해 분류하였으며 제 I 형 4례(17.4%), 제 II 형 11례(47.8%), 제 III 형 8례(34.8%)였다. 유등²⁾의 보고 의하면 제 II 형이 54%로 가장 많았고, 최등⁶⁾의 보고에서도 제 I 형이 5례(21.7%), 제 II 형

이 13례(56.6%), 제Ⅲ형이 5례(21.7%)로 보고하였다.

수상과 관혈적 정복 사이의 시기는 초기에 관혈적 정복을 시행할수록 결과가 좋다고 하는데 Wadsworth^{29,30}는 48시간내, Rutherford²²는 72시간내 수술하는 것이 좋다고 하였다. Maylahn과 Fahy¹⁰는 치료가 지연된 경우, Jakob등¹⁵은 수상후 3주, Rang²⁰은 4주, Dhillon과 Singh¹²은 6주 이후의 수술은 합병증이 많이 발생하여 좋지 않은 결과를 초래한다고 하였다. 본 연구에서는 수상후 최단 1일에서 최장 15일까지 평균 7.3일에 수술적 가료가 시행되었는데, 수상후 관혈적 정복 시기까지의 소요 시간에 따른 결과 및 운반각 변화 사이에는 통계적 유의성을 찾아볼 수가 없었다.

내고정 방법으로 Rang²⁰, Crabbe¹¹는 봉합 고정술을 주장하였으며, Sharp³⁰는 나사못 고정술의 결과가 좋다고 보고하였다. 그러나 Blount등⁹에 의해 Smooth pin에 의한 내고정술 시행시에 성장 장애가 없다고 발표된 이후 Hardacre등¹⁴ 여러 술자에 의해 K-강선 내고정술이 널리 사용되고 있다. 본 연구에서도 관혈적 정복술을 시행한 21례에서 내고정시 K-강선을 사용하였으며, 수상 당시 소골두가 융합되었던 1례에서 K-강선 고정술 및 나사못 고정술이 시행되었다.

고정 위치는 각 저자에 따라 다른 위치에서 고정하는데 Tachdjian²⁰은 주관절을 90° 굴곡하고 전완부를 회외전 시킨 위치에서, Hardacre등¹⁴은 주관절을 90° 굴곡하고 전완부를 중립 위치에서, Rockwood와 Green²¹은 주관절을 90° 굴곡하고 전완부를 회내전하여 고정하였다고 하였다. 본 연구에서는 대부분 관혈적 정복술 및 K-강선 고정술을 시행한뒤, 주관절을 90° 굴곡하고 전완부를 중립 위치로 하여 장상지 석고 고정술을 시행하였다. 고정 기간은 Foster등¹³은 평균 6.5주, Hardacre등¹⁴은 4-6주, Rockwood와 Green²¹은 3-4주 고정하였다고 보고하였는데, 본 연구에서는 평균 6.5주간 장상지 석고 고정을 시행하였으며 대부분 석고 고정 제거후 국소 마취하에 K-강선이 제거되었다.

치료 결과는 Hardacre등¹⁴의 판정 기준에 의거하였으며, 그들의 보고에 의하면 77%, Rutherford²²는 94%, Foster 등¹³은 84%에서 만족스러운 결과를 얻었다고 보고하였으며, 최등⁶은 전례에

서 비교적 만족스러운 결과를, 김등¹¹도 5%에서 만족스러운 결과를 얻었다고 보고하였다. 본 연구에서도 95.7%에서 만족스러운 결과를 보였다.

합병증으로는 운동 범위 제한, 운반각 변화, 지연 유합, 불유합, 골단판 조기 유합, 무혈성 괴사, 외과골 과성장 등이 알려져 있다. 소아 상완골 외과골절은 성장이 끝나지 않은 소아에서 발생하여 성장판 손상이 동반되고, 골편에 요측인대 및 신전근이 부착하여 전위가 심하게 일어나고, 또한 관절내 골절이며 골절편의 혈액 공급이 풍부하지 못하여 수술시 혈액 공급이 쉽게 차단될 수 있다는 조건들 때문에 많은 합병증이 동반된다고 한다². 본 연구에서도 운반각 변화, 골극형성, 운동 장애, 골단 과성장, 골간단 과성장, 골단판 조기 유합, 무혈성 괴사 등의 합병증이 관찰되었으나 임상적으로 치료가 필요한 합병증은 관찰할 수가 없었다.

상완골 외과 골절 후의 혼란 합병증 중의 하나가 운반각 변화로 Blount등⁹과 Wadworth^{29,30}는 골단판 조기 유합, 부정 유합, 불유합, 무혈성 괴사 등의 이유로 외반이 생긴다고 하였으나, Rutherford²², Foster 등¹³, Tachdjian²⁰, So등²⁶은 내반이 많았다고 하였다. 그 원인은 Foster등¹³과 Tachdjian²⁰에 의하면 골절 부위의 장시간 출혈과 외상으로 인한 외과 및 소두의 성장 자극 때문이라고 하였다.

소아 주관절 운반각은 성별과 연령에 따라 차이가 있는데, Smith²⁵는 3세에서 11세된 정상 소아 150명에서 남자는 평균 5.4°, 여자는 6.3°로 보고하였고, 윤³은 3세에서 11세 사이의 정상 소아 180례에서 남자는 평균 8.3°, 여자는 11.1°, 김등¹¹은 1-11세 사이의 정상 소아 24례에서 Beals 방법으로 측정된 운반각이 남자는 평균 7.5° 여자는 9.3°였다고 보고하였고, 최등⁶은 남자는 평균 8.9°, 여자는 11.7°였다고 보고하였다. 본 연구에서는 중례가 23례로 적었으나 정상 주관절의 임상적 운반각은 남자 12.8°, 여자 13.3°로 관찰되었다.

운반각의 변화에 대해서는 Hardacre 등¹⁴은 수상시 연령이 어릴수록, 원격 추시 기간이 길수록 운반각이 변화하는 폭이 크며, 약 29%에서 내반변형이 발생한다고 하였다. Rutherford²²는 약 58%에서 내반 변형이 나타났으나 기능적인 제한은 없었다고 하였다. 김등¹¹은 골편의 전위가 클수록, 원격 추시

기간이 길수록 윤반각 변화의 폭이 증가하고, 수상 당시의 연령이나 치료 방법과는 상관 관계를 볼 수 없었다고 하였다. 최등⁶⁾은 수상시 연령이 어릴수록 윤반각 변화의 폭이 증가하였으나 통계학적 유의성을 나타낼 만큼의 변화는 없었고, 원격 추시 시간과의 연관성도 없었다고 보고하였다. 이등⁴⁾은 15%에서 윤반각 변화를 보였는데 최저 5° 감소에서 5° 증가의 범위였다고 하였다. 본 연구에서는 치료까지의 소요 시간, 골편의 전위 정도, 원격 추시 기간, 골단판에서 골절선까지의 거리와 임상적 윤반각 변화와는 통계학적으로 유의한 관계를 발견할 수 없었으나, 수상 당시의 나이가 많을수록 임상적 윤반각이 감소된 경우가 많았고 그 감소의 폭도 증가 하였다 ($R=0.62$ $P<0.01$). 본 연구에서는 임상적 윤반각 변화는 12례에서 발생하였으며, 최고 7° 감소에서 최고 4° 증가로 임상적으로 유의할만한 변화는 아니었다.

방사선적 윤반각 측정 방법으로는 여러가지 방법이 알려져 있다. 직접적인 방법으로는 주관절을 신전하고 전완을 회외전한 상태에서 측정하는 상완골-척골각, 상완골-척골-요골각, 척골-주관절-수근 관절각 등이 있으며, 간접적인 방법으로는 주관절을 굴곡하여 상완골 원위부의 골구조 형태에서 측정하는 Baumann각과 MEE(Medial Epicondylar Epiphyseal)각 등이 알려져 있다^{8,10,31)}. 현재 상완골-척골각의 측정법으로 Beals방법⁷⁾이 흔히 쓰여지고 있는데, Beals 방법은 주관절을 신전하고 전완을 회외전한 상태의 상완골과 전완부의 장축이 포함된 주관절 전후면 방사선 사진에서 측정하는 방법이다. 따라서 측정된 윤반각은 주관절의 굴곡 및 회전에 따라, 방사선 주사의 각도에 따라 변동이 있게 된다. 또한 소아 상완골 외과 골절시 골절 치료 초기에는 장상지 석고 고정술을 시행하며, 석고 고정 제거후 상당기간 동안 주관절의 운동 장애가 있어, Beals측정법에 의한 정확한 윤반각 측정이 어려워진다.

Baumann각은 윤반각과 일정한 관계에 있으며, 주관절 굴곡상태인 Jones's view에서 측정이 가능한 방법으로 상완골 과상골 골절의 치료후 정확한 해부학적 정복 여부 판정과 윤반각 변화를 예견할수 있는 지표로도 사용할 수 있다고 알려져 있다. 그러나 Biyani등⁹⁾과 Camp등¹⁰⁾의 최근 연구보고에 의하면, 방사선 카세트(Cassette)와 상완이 30°의 각도

를 이루는 상태에서는 소두 성장판이 가장 명확하게 보이는 반면 카세트(Cassette)와 상완골이 평행한 상태에서는 소두 골단판과 외측 골간부가 약간 중복되어 나타났고, 상완골이 카세트(Cassette)와 상완골이 평행한 상태에서 10° 회전시에 Baumann각은 1.6°의 변동을 보였으며 방사선 주사가 Cephalad-Caudad로 30° 이내에서 Baumann각은 5° 이하의 변동을, 우측에서 좌측으로 30° 이내에서 변화시 Baumann각은 3° 이내의 변동을 보였다고 보고하였다³¹⁾. 또한 Jones's view에서 소두 성장판을 확인하기 어렵고, 상완골 원위부 골구조를 확인하기 어려워 측정된 Baumann각의 신뢰도를 의심하게 한다고 주장하였다^{10,31)}. Biyani등⁹⁾도 Baumann각은 임상적 윤반각과 밀접한 관계가 있으나 방사선 사진에서 쉽게 판독하기 어렵고 그로 인해 측정이 부정확할 수 있고, 비예견적임을 지적하면서 MEE(Medial Epicondylar Epiphyseal)각을 제시하였다. 그러나 MEE(Medial Epicondylar Epiphyseal)각과 내상과를 지나는 선과 상완골 장축을 지나는 선이 이루는 각도를 측정하는 방법으로 상완골의 골간부와 골간단이 포함된 방사선 사진이 필요하고, 3세 이하 및 12세 이상의 소아에서는 내측 골간단의 형태와 내측상과 성장판이 곡선을 띄고 불분명하여 측정하기 어려웠다고 하였다.

이러한 여러가지 문제점으로 인해 주관절 전후면 방사선 사진 한장에서 슬후 장상지 석고 고정술을 시행한 상태와 석고 고정 제거후 동반되는 주관절 운동 장애 상태에서도 측정이 가능하고, 주관절의 위치 변동에도 불구하고 비교적 일정하게 측정이 되는 새로운 방사선적 윤반각의 측정 방법을 찾아보기 위하여 여러가지 임의의 각도를 상완골 원위부에서 측정하여 임상적 윤반각과의 관계를 비교 분석 하였다. 그 결과로 상완골 원위부에서 외과 성장판을 지나는 선과 내상과 성장판의 내측을 지나는 두선이 이루는 둔각을 A각이라 하였는데, 본 증례의 23례 소아 상완골 원위부의 외과 성장판 형태는 2세에서 4세 사이에는 둥근(round) 형태를, 5세에서 9세 사이에는 직선형을, 9세에서 11세 사이의 여아에서는 소두 성장판이 융합되면서 골단판선이 약간 S상(Sigmoid) 형태를 가지고 있었다. 내상과 골단판의 형태는 3세 이하에서는 내측으로 둥근(round) 형태를, 골화 중심이 발달된 경우 골화 중심 사이의 성

장관은 대개 직선형을 띠고 있었다. 외측 성장판이 둥근(round) 형태 또는 약간 S상(Sigmoid) 형태를 가진 경우, 그 형태에서 가장 외측을 지나는 선을 측정하였고, 직선형에서는 직선의 정중앙을 통과하는 선으로 측정하였으며, 내상과 골화 중심이 골화되지 않은 경우 상완골 끝간의 원위 내측연을 따라 통과하는 선으로 하였고, 내상과 골화 중심이 발달된 경우는 대개 선형으로 된 내상과 성장판을 따라 측정하였다. 본 연구에서의 소아 상완골 외과성장판 및 내상과 성장판의 형태가 선형인 경우가 대부분으로 A각을 측정을 하는데 특별히 어려운 점은 없었다.

또한 Beals 측정법에 의한 운반각의 주관절 위치 변화에 따른 변동성 연구를 위해, 정상 주관절 7례에서 임상적 운반각과 주관절의 위치 변화에 따른 Beals 방법으로 측정된 운반각을 각각 측정하여 비교하였다. 본 연구에서의 임상적 운반각의 평균은 14.42%였고, Beals 방법으로 측정된 운반각 평균은 정상 전후면에서 17.57°, 주관절 30° 굴곡 전후면에서는 25.14°, 주관절 신전 및 전완 60° 외회전 후면에서는 21.57° 주관절 30° 굴곡 및 전완 60° 외회 전후면에서는 24.57°로 측정되었다. 주관절의 굴곡 및 회전에 따른 Beals 방법으로 측정된 운반각은 주관절의 굴곡과 회전에 따라 변화의 폭이 컸으며, 특히 주관절의 회전보다는 주관절의 굴곡에 의해 Beals 방법으로 측정된 운반각의 변화는 더욱 크게 나타났다. 그러나 A각은 정상 주관절 전후면 방사선 사진에서 평균 109.85°, 주관절 30° 굴곡 전후면에서는 108.57°, 주관절 신전 및 전완 60° 회외 전후면에서는 109.42°, 주관절 30° 굴곡 및 전완 60° 회외 전후면에서 108.14°로 측정되었다. A각 변동과 Beals 측정법에 의한 운반각 변화를 비교해 보면 Beals 측정법에 의한 운반각 변화의 평균은 최고 7.57°의 변동을 보여준 반면 A각은 최고 1.71°의 변동만을 보여 A각 변동의 폭이 훨씬 적음을 보여 주었다. 또한 23례의 임상적 운반각 변화와 A각 변화 사이에는 통계적으로 유의한 역상관 관계($r=-0.05$, $P<0.01$)가 있었고, $Y=-0.99X + 0.56$ (Y:임상적 운반각 변화, X:A각 변화)의 회귀 직선이 성립되었다($r^2=0.42$, $P<0.01$).

결론적으로 A각은 주관절의 위치 변화에도 불구하고 방사선 사진에서 변동이 적게 측정이 가능하고, Jones's view 에서처럼 다른 골구조와 중복되

지 않아 방사선의 판독(interpretation)이 쉽고, 장상지 석고 고정 상태 및 주관절 운동 장애시에도 한 장의 주관절 전후면 사진에서 측정이 가능하고, 임상적 운반각 변화와 통계적으로 유의한 역상관 관계에 있으며, 상완골 원위부의 형태 변화에 따른 임상적 운반각 변화를 측정하는 방법인 A각을 이용하여 상완골 외과 골절 치료 초기에 술 후 정확한 정복 유무 판정 및 운반각 변화를 예측할 수 있는 지표로 유용하게 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

결 론

1990년 5월부터 1993년 4월까지 동아대학교 의과대학 정형외과 교실에서 치료한 소아 상완골 외과 골절 환자 중 12개월 이상 추시가 가능하였던 23례를 대상으로 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. Beals 방법에 의한 주관절 운반각은 주관절 위치 변화에 따라 운반각 변동의 폭이 컸으나, 새 측정 방법에 의한 A각은 주관절 굴곡 및 회전에 대해 비교적 일정한 값으로 측정되었다.
2. 임상적 운반각 변화는 증가 3례, 감소 9례가 발생하였고, 그 변화의 범위는 -7°에서 4°였다. A각의 변화는 증가 7례, 감소 4례가 발생하였고, 그 변화의 범위는 -10°에서 10°였다.
3. 임상적 운반각의 변화는 골편의 전위 정도, 원격 추시 기간, 골절선의 골단판으로부터의 거리, 수사에서 치료까지의 시간 경과 등과 통계학적으로 유의한 관계는 없었으나, 수상 당시의 나이가 많을수록 임상적 운반각이 감소된 경우가 많았고, 그 감소의 폭도 컸다($r=0.62$, $P<0.01$).
4. 새 측정 방법에 의한 A각 변화와 임상적 운반각 변화 사이에는 통계적으로 유의한 역상관관계($r=-0.65$, $P<0.01$)에 있었으며, $Y=-0.99X + 0.56$ 의 회귀 직선식이 성립되었다($r^2=0.42$, $P<0.01$).

REFERENCES

- 1) 김익동, 이수영, 김풍택, 박병철, 최영욱, 박승준 : 소아 상박골 외과골절 치료 후 Carrying Angle의 변화. *대한정형외과학회지*; 22:1257-1264, 1987.
- 2) 김익동, 이수영, 김풍택, 박병철, 최영욱, 박승준 : 소아 상박골 외과골절 치료 후 Carrying Angle의 변화. *대한정형외과학회지*; 22:1257-1264, 1987.

- 3) 윤경현 : 한국인의 정상주부 Carrying angle의 통계적 관찰. *대한정형외과학회지*; 5:263, 1963.
- 4) 이석현, 임홍철, 신홍철, 최동주, 김경수 : 소아 삼완 굴 외과골절의 수술적 치료. *대한정형외과학회지*; 28:226-233, 1993.
- 5) 임봉열, 정희영, 유병룡, 신동배 : 소아의 삼완골 외과골절에 대한 임상적 고찰. *대한정형외과학회지*; 23:1039-1048, 1988.
- 6) 최익수, 김우일, 김교현 : 소아 삼완골 외과골절에 대한 임상적 고찰. *대한정형외과학회지*; 28:1069-1078, 1993.
- 7) Beals RK : The normal carrying angle of the elbow. A radiographic study of 422 patients. *Clin Orthop*, 19:194-196, 1976.
- 8) Biyani A, Gupta SP and Sharma JC : Determination of medial epicondylar epiphyseal angle for supracondylar humeral fractures in children. *J Pediatr Orthop*, 13:94-97, 1993.
- 9) Blount WP, Schulz I and Classidy RH : Fractures of elbow in childre. *JAMA*, 146:699-704, 1951.
- 10) Camp J, Ischizue K, Gomez M, Gelberman R and Akeson W : Alteration of Braumann's angle by humeral position : Implication for treatment of supracondylar humerus fractures. *J Pediatr Orthop*, 12:521-525, 1993.
- 11) Crabbe WA : The treatment of fracture-separation of the capitular epiphysis. *J Bone and Joint Surg*, 45-B:722-726, 1963.
- 12) Dhillon Ks and Singh BJ : Deayed management of fracture of the lateral humeral condyle in children. *Acta Orthop Scand*, 59:419-424, 1988.
- 13) Foster DE, Sullivan JA and Gross RH : Later humeral condylar fractures in children. *J Pediatr Orthop*, 5:16-22, 1985.
- 14) Hardacre JA, Nahigian SH, Froimson AI and Beonn JE : Fractures of the lateral condyle of the humerus in children. *J Bone and Joint Surg*, 53-A:1083-1095, 1971.
- 15) Jakob R, Fowles JV, Rang M and Kassab MT : Observations concerning fractures of the later humeral condyle in children. *J Bone and Joint Surg*, 57-B:430-436, 1975.
- 16) Maylahn DJ and Fahey JJ : Fractures of the elbow in children. Review of 300 consecutive cases. *JAMA*, 166:220-228, 1958.
- 17) Milch H : Treatment of humeral cubitus valgus. *Clin Orthop*, 6:120-125, 1955.
- 18) Milch H : Fractures of external humeral condyle. *JAMA*, 160:641-646, 1956.
- 19) Ogden JA : Skeletal injury in the child. Philadelphia, Lippincott:173-179, 1974.
- 20) Rang M : Children's fracture. 2nd Ed, philadelphia, Lippincott:173-179, 1974.
- 21) Rockwood CA and Green DP : Fracutres in children. 3rd Ed, Philadelphia, Lippincott:618-658, 1991.
- 22) Rutherford A : Fractures of the lateral humeral condyle in children. *J Bone and Joint Surg*, 67-A:856, 1985.
- 23) Salter RB and Harris WR : Injuries involving the epiphyseal plate. *J Bone and Joint Surg*, 45-A:587-622, 1963.
- 24) Sharp IK : Fractures of the lateral humeral condyle in children. *Acta Orthop Belg*, 31:811-816, 1965.
- 25) Smith FM : Deformity following supracondylar fractures of the huemrus. *J Bone and Joint Surg*, 42-A:235-252, 1960.
- 26) So YC, Fang D, Leong JCY and Bong SC : Varus deformity following lateral humeral condylar fracture in children. *J Pediatr Orthop*, 5:569-572, 1985.
- 27) Stimpson LA : A treatise on fractures. Philadelphia, Lea & Febiger, 1883.
- 28) Tachdjian MO : *Pediatric orthopaedics*. 2nd Ed, Philadelphia, W.B. Saunders:3180-3119, 1990.
- 29) Wadsworth TG : Injuries of capitular epiphysis. *Clin Orthop*, 85:127-142, 1977.
- 30) Wadsworth TG : *The elbow*. Edinburgh London, Churchill Livingstone:152-169, 1982.
- 31) Williamsmon DM, Coates CJ, Miller RK and Cole WG : Normal characteristics of the Baumann Angle. *J Pediatr Orthop*, 12:636-639, 1992.