

소아 상완골 과상부 골절의 회전 변형에 대한 실험적 연구 및 임상적 고찰

한림대학교 의과대학 한강성심병원 정형외과학교실

이창주 · 조원호 · 이광현 · 장호근 · 양현철

= Abstract =

An Experimental Study and Clinical Investigation on Rotational Deformity in Supracondylar Fracture of the Humerus in Children

Chang Ju Lee, M.D., Won Ho Cho, M.D., Kwang Hyun Lee, M.D.,
Ho Geun Chang, M.D. and Hyun Cheol Yang, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Hangang Sacred Heart Hospital, Hallym University, Seoul, Korea

In children, the supracondylar fractures of the humerus are common in elbow region, and often associated with various complications and problems in treatment (ie, Volkmann's ischemic contracture, cubitus valgus or varus deformity, rotational deformity).

The results of reduction can be measured by Baumann's angle, carrying angle, trochlea-capitulum angle, and displacement of distal radial styloid process on radiological study.

So we have made experiments on the process which various three dimensional displacements reflected into two dimensional Baumann's angle and humerocapitellar angle.

And we investigated the process of rotation, through various radiological studies by means of molded models of humerus.

The results were as follows :

1. In experiments, AP & lateral X-ray studies showed no change in rotation of proximal segment of fracture with fixed distal segment of fracture.
2. On the other hand, AP & lateral X-ray showed significant change, in rotation of proximal fracture segment with distal segment of fracture.
3. Supracondylar rotation angle(S.R.A.) depicted as the ratio of the length of proximal fracture width minus that of the distal fracture width in lateral view, to the length of distal fracture width in AP view minus that of the distal fracture width in lateral view.
4. According to the modified Mitchell result, S.R.A. to the result of treatment was average 7.6 degree in excellent group, 15.2 degree in good group and 29.3 degree in unsatisfactory group.

Key Words: Supracondylar Rotation Angle (S.R.A.), Supracondylar fracture, Humerus.

서 론

소아에서의 주관절부 골절은 요골원위부 골

* 본 논문의 요지는 1990년 2월 5일 제 281차 정형외과 월례집담회에서 구연되었음.

본 논문은 서울대학교 공과대학원 기계설계학과 정현술 및 중앙대학교 이공대학 물리학과 양해석의 자문을 받음.

절 다음으로 그 빈도가 높으며 주관절부 골절 중에서는 상완골 하부 골절이 86%이며, 이 중 과상부 골절이 1/2-2/3를 차지하는데, 이는 대부분 도수 정복으로 치료가 가능하나, 때로는 임상적으로 중한 합병증을 동반하는 경우가 있다¹⁾. 이들 합병증중 볼크만 허혈성 구축, 내외반주 변형등에 관하여는 잘 알려져 왔으나, 회전변형등에 관하여는 그 연구 또는 분석이

Fig. 1-a. Anteroposterior view of the various osteotomized experimental humerus model with Baumann's angle 70°, humerocapitellum angle 40°. **b.** Lateral view.

Fig. 2-a. Anteroposterior view of transverse osteotomized experimental model with rotation of proximal fragment each 10 degrees.

회귀한 편이었기에, 본 저자들은 소아 상완골 모형을 이용하여, 상완골 과상부 골절후 초래 될 수 있는 회전 변형의 정도 측정 및 그 결과 판정등에 관하여 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

재료 및 방법

성인의 사체에서 얻은 상완골을 이용하여, dental plaster 및 Alginate로 주형을 뜬후, 호마이카로 상완골 모형을 제작하였으며, 여기에 인위적으로 Baumann's angle을 70도, Humero-capitellum angle이 40도가 되도록 capitellum을 만들어 다량의 소아 상완골 모형들을 제작하였다.

이 소아 상완골 모형들에 Gigli saw를 이용하여, 횡(transverse)골절, 사상(oblique)골절,

Fig. 2-b. Lateral view.

어미(fish tail)형 골절 등을 만들었다(Fig. 1).

골절 근위부를 고정시키고 원위부를 회전시킨 경우와, 원위부를 고정시키고 근위부를 회전시킨 경우로 나누어, 매 10도 간격으로 상완골의 장축을 중심으로 내회전 및 외회전을 시킨 상완골에 대하여 전후방 및 측방방사선 촬영을 시행하였다.

실험 결과

횡 골절중 골절 근위부를 회전시킨 경우의 Baumann's angle 및 Humerocapitellum angle은 고정적이었으나, 근위 골절면의 metaphyseal spike모양은 회전에 따라서 변화하는 것을 볼 수 있었다(Fig. 2).

횡 골절중 골절 원위부를 회전시킨 경우의 Baumann's angle 및 Humerocapitellum angle은 회전각이 증가함에 따라 변화하는 것을 볼 수가 있었으며, 상완골의 metaphyseal spike도 회전

Fig. 3-a. Anteroposterior view of transverse ostromized experimental model with distal fragment each 10 degrees.

Fig. 3-b. Lateral view.

각이 증가함에 따라 변화하는 것을 볼 수가 있었다 (Fig. 3).

사상 (oblique) 골절로서, 골절 근위부를 회전시킨 경우와, 원위부를 회전시킨 경우에서도, 각각 횡 골절의 경우와 동일한 변화를 볼 수가 있었으며, 어미 (fish tail) 형 골절 역시 전과 동일한 변화를 보여 주었다.

소아 상완골 과상부를 olecranon fossa의 근위부로부터 외과 (lateral condyle), 내과 (medial condyle)의 근위부까지로 잡았을 때, 상완골의 양과부는 대략 반원형으로서, 전체적으로는 아령 (dumbbell) 모양이 됨을 cross section 모형을 통하여 알 수가 있었다 (Fig. 4).

전 후방으로 투시된 모형도에서, 전장을 L , 양측외과, 내과부의 반원의 반지름을 a 로 하고, 장축 (O)을 중심으로 θ 도 만큼을 회전시켰을 때 투시된 전장의 길이 L' 는 $L \cos \theta + 2a(1 - \cos \theta)$ 로 계산되며, 따라서 $\cos \theta \cdot AP = L' - 2a/L - 2a$ 로 나타낼 수가 있는데, 이는 전후방 방사선상 근위 골절선의 길이 (L')에서 측방 방사선상 원위 골절선 ($2a$)의 길이를 뺀 값에 대한 전후

Fig. 4-a. Cross sectional area of supracondylar region that is dumbbell shape.

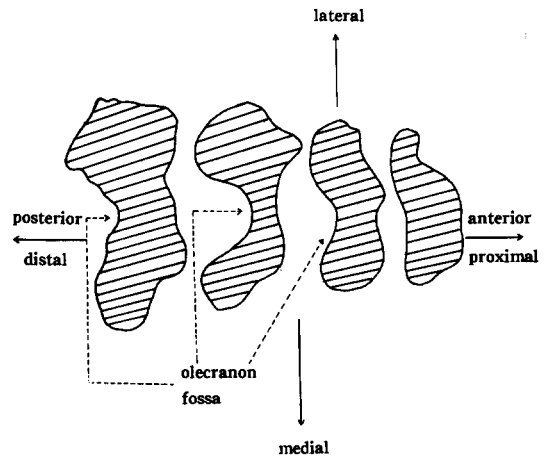
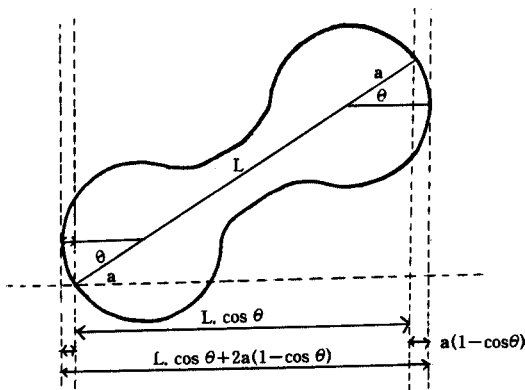


Fig. 4-b. Diagram of cross sectional area.

방 방사선상 원위 골절선의 길이 (L)에서 측방 방사선상 원위 골절선의 길이 ($2a$)를 뺀 값에 대한 비 (ratio)로서 회전각 (rotation angle)을 구할 수가 있음을 보여준다 (Fig. 5).

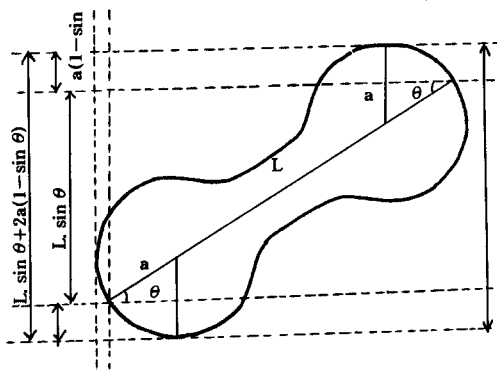
측방으로 투시된 모형도에서 양측 내, 외과부 반원의 반지름을 a 로 하고, 상완골 장축 (O)을 중심으로 θ 도 만큼을 회전시켰을 때, 투시된



$$\cos \theta = \frac{L' - 2a}{L - 2a}$$

L : width of distal fragment on AP film
L' : width of proximal fragment on AP film
2a : width of distal fragment on lateral film

Fig. 5. Diagram projecting the supracondylar region anteroposteriorly.



$$\sin \theta = \frac{L' - 2a}{L - 2a}$$

L : width of distal fragment on AP film
L' : width of proximal fragment on lateral film
2a : width of distal fragment on lateral film

Fig. 6. Diagram projecting the supracondylar region laterally.

전장의 길이 (1')는 $L \sin \theta + 2a(1 - \sin \theta)$ 로 계산되며 따라서 $\sin \theta \text{ lat} = \frac{L' - 2a}{L - 2a}$ 로 나타낼 수가 있다.

즉, 측방 방사선상 근위 골절선의 길이 (1')에서 원위 골절선의 길이 (2a)를 뺀 값에 대한, 전·후방 방사선상 원위 골절선의 길이 (L)에서 측방 방사선상 원위 골절선의 길이 (2a)를

$$\text{SRA} = \frac{L' - 2a}{L - 2a} (\sin \theta)$$

SRA : supracondylar rotation angle

L : width of distal fragment on AP film

L' : width of proximal fragment on lateral film

2a : width of distal fragment on lateral film

Fig. 7. Equation of Supracondylar Rotation Angle.

뺀 값에 대한 비 (ratio)로서 회전각 즉, Supracondylar Rotation Angle을 구할 수가 있음을 보여준다 (Fig. 6).

구해진 2개의 회전각은 이론적으로는 비슷한 각이나, 전·후방 방사선상 근·원위 골절선의 차이가 적으므로 계측되는 회전각의 오차가 커지는 반면, 측방 방사선상의 근·원위 골절선의 길이의 차이는 크므로, 계측되는 오차가 적기 때문에, 본 저자들은 비교적 적은 오차 만이 허용되는 측방 방사선상의 회전각을 Supracondylar Rotation Angle (S.R.A.)로 명명하였으며 (Fig. 7), 이때의 $\sin \theta$ 에 대한 회전각은, 삼각 함수표에서 쉽게 구할 수가 있다.

상완골 모형을 회전시킨 18례 각각의 전·후방 및 측방 방사선 소견상의 SRA의 분포도는 별표 (Fig. 8)에서 보여주고 있으며, 매 10도, 20도, 30도 회전 시켰을 때의 SRA는 각각 평균 10.53도, 20.58도, 31.68도로 나타났고, 표준 편차는 각각 2.3479, 3.0490, 3.9096을 나타냈다 (Table 1).

임상적 고찰

A. 증례분석

1. 조사대상

1985년 1월 1일부터, 1989년 8월 31일까지 한림대학교 의과대학 정형외과학교실에서 치료 받은 소아 상완골 과상부 골절의 fluoroscopy로 도수정복 및 K강선 고정술을 받은 환자중 Bau-mann각이 $70^\circ \pm 5^\circ$ 이내, Humero capitellum 각이 $40^\circ \pm 5^\circ$ 이내인 98례를 대상으로 하였다.

2. 연령 및 성별 분포

총 98례중 남아가 67례, 여아가 21례였으며, 7세에서 8세 사이가 가장 많은 분포를 보였다.

3. 골절의 type

골절의 type은 횡 (transverse) 골절 37례, 사상 (oblique) 골절 34례, 어미 (fishtail) 형 골절

S R A (supracondylar rotation angle)

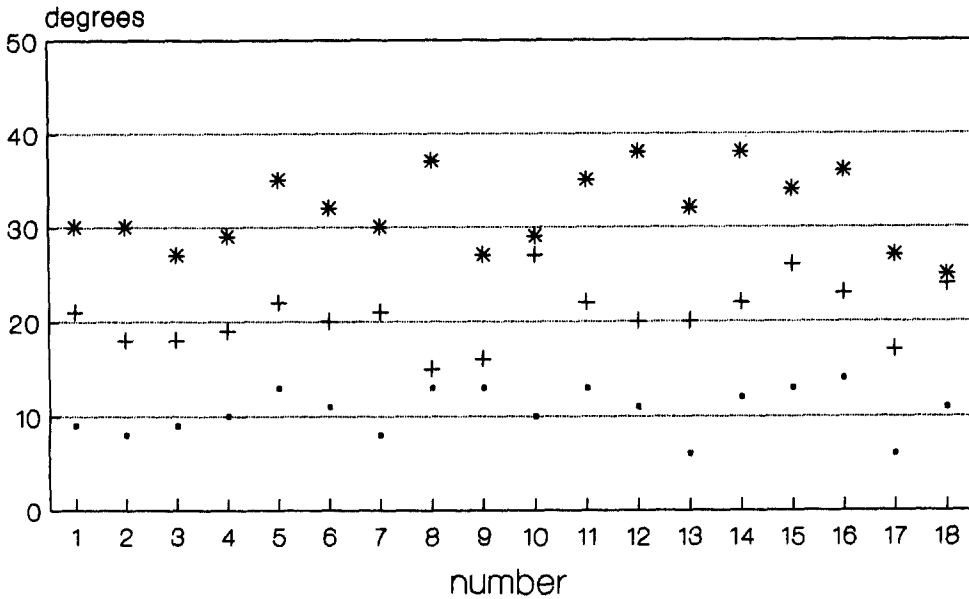


Fig. 8. Distribution of SRA with various osteotomized experimental humerus model each 10 degree in 18 cases.

Table 1. Descriptive statistics of SRA

Degree of Rotation	Mean.	Max.	Min.	Standard Deviation
10	10.53	14	6	2.3479
20	20.58	27	15	3.0490
30	31.68	38	25	3.9096

Table 2. Result by Mitchell and Adams

Excellent	: When changes in carrying angle were less than 5°, the range of motion of elbow was normal or the restriction on motion in any plane amounted to less than 10°.
Good	: When changes in the normal carrying angle ranged between 5° and 15° or when there was limitation of motion amounting to 10° to 20°.
Unsatisfactory	: When changes exceeding these limits.

27례였다.

4. 치료

98례 전례에서 fluoroscopy상 도수정복후 K강선 고정을 실시하였으며 석고 부목 또는 석고 붕대 고정은 평균 3.2주간 실시하였으며, K강선

Table 3. Modified Mitchell Result

Excellent	: Range of motion of elbow was normal or the restriction on motion in any plane amounted to less than 10°.
Good	: When there was limitation of motion amounting to 10° to 20°
Unsatisfactory	: When change exceeding these limits.

Table 4. Result of Treatment

Result	No. of cases (%)	SRA (degree)
Excellent	61 (62.2)	7.6°
Good	27 (27.6)	15.2°
Unsatisfactory	10 (10.2)	29.3°
Total	98 (100)	

은 수술후 평균 6.5주후 제거하였다.

5. 치료 결과

치료 결과는 Mitchell에 의한 결과 판정중 주반각 (carrying angle)을 제외한 주관절부 운동제한 각도의 변화에 의거하여 modified Mitchell 방법으로 판정하였으며 (Table 2,3), excellent

Fig. 9. Preoperative radiograph shows fish-tail fracture.

Fig. 12. Preoperative finding shows transverse fracture.

Fig. 10. Postoperative radiograph after closed reduction and K-wire fixation (L;24mm, 1;14mm, 2a;12mm, $\sin \theta = 0.1667$, SRA=9.5).

Fig. 13. Postoperative radiograph after closed reduction and K-wire fixation (L;29mm, 1';21mm, 2a;19mm, $\sin \theta = 0.2$, SRA = 12.5°).

Fig. 11. Radiographs of postoperative eight weeks shows good union, excellent result according to modified Mitchell criteria.

Fig. 14. Postoperative twelve weeks, excellent result.

group 61명의 평균 회전각도는 7.6도, good group 27명의 평균 회전 각도는 15.2도, unsatisfactory group 10명의 평균 회전 각도는 29.3도의 결과를 보였다 (Table 4).

B. 증례보고

증례 1

5세 남아로서 slip down후 어미 (fish tail)형의 상완골 파상부 골절로 (Fig. 9) 도수 정복후 강선 내고정을 시행 하였으며 (Fig. 10), 수술후

Fig. 15. Preoperative radiograph shows oblique fracture.

Fig. 18. Preoperative finding shows oblique fracture.

Fig. 16. Postoperative radiograph after closed reduction and K-wire fixation (L;34mm, 1°; 19mm, 2a; 11mm, $\sin\theta=0.3478$, SRA=20.5°).

Fig. 19. Postoperative radiograph after closed reduction and K-wire fixation (L; 31mm, 1°; 21mm, 2a : 11mm. $\sin\theta=0.5$. SRA = 30°).

Fig. 17. Postoperative twenty weeks, good result.

의 Baumann각은 73도, Humero capitellum각은 38도였으며, SRA는 9.5도였다.

수술후 4주만에 골 유합소견이 보였으며 술 후 8주후에는 modified Mitchell결과 판정에 의하면 excellent의 결과를 보였다 (Fig. 11).

증례 2

9세 남아로서 slip down후 상완골 과상부 횡

Fig. 20. Postoperative twenty weeks, unsatisfactory result.

골절로 (Fig. 12), 도수 정복후 강선 내고정을 시행하였는데 (Fig. 13), 수술후의 Baumann각은 70도, Humero capitellum각은 40도였으며, SRA는 12.5도였다.

수술후 12주만에, modified Mitchell결과 판정에 의하여 excellent의 결과를 보였다 (Fig. 14).

증례 3

13세 남아로서 slip down후 상완골 과상부 사상(oblique)형 골절로(Fig. 15), 도수 정복후 강선 내고정을 시행하였으며(Fig. 16), 수술후의 Baumann각은 72도, Humero capitellum각은 37도였으며, SRA는 20.5도였다.

수술후 4.5주만에 골유합 소견을 볼수가 있었으며, 20주만에 주관절부의 약 10도 신전 제한으로 modified Mitchell결과 판정에 의하면 good의 결과를 보였다(Fig. 17).

증례 4

7세 여아로서 낙상하여 사상(oblique)형의 상완골 과상부 골절로(Fig. 18), 도수정복후 강선 내고정을 시행하였으며(Fig. 19), 수술후 Baumann각은 74도, Humero capitellum각은 45도였으며, SRA는 30도였고 수술후 4.5주만에 골유합 소견을 볼 수가 있었으며, 술후 20주만에 주관절부의 약 22도 신전 제한으로 modified Mitchell결과 판정에 의한 unsatisfactory의 결과를 보였다(Fig. 20).

결 과

1. 실험상 골절 원위부를 고정 시키고, 근위부를 회전 시킨후 전후방 및 측방 방사선 소견을 보면, Baumann's angle 및 Humero capitellum angle은 변하지 않는 것을 볼 수가 있었다.

2. 실험상 골절 근위부를 고정시키고 원위부를 회전시킨후, 전후방 및 측방 방사선 소견을 보면, Baumann's angle 및 Humero capitellum angle은 변화하는 것을 볼 수가 있었다.

3. 상완골 과상부 골절후 회전 각도(Supracondylar Rotation Angle)는 측방상의 근위 골절선의 길이에서 원위골절선의 길이를 뺀 수치에 대한, 전후방상의 원위골절선의 길이에서 측방상의 원위골절선의 길이를 뺀 수치에 대한 비의 값으로서 계측되는 것을 볼 수가 있었다.

4. 회전각과 치료의 결과는 modified Mitchell결과 판정에 의하면, excellent group은 평균 7.6도, good group은 평균 15.2도, unsatisfactory group은 평균 29.3도의 회전 각도를 볼 수가 있었다.

고 찰

소아 상완골 과상부 골절은 주관절부에 발생하는 외상중 가장 많은 골절중의 하나로서, Camp-

bell¹²⁾은 65.4%, Blount⁸⁾는 6%라고 하였다.

발생 연령은 20세 이후에는 희귀하고 DePalma¹³⁾는 3-11세, Blount⁸⁾와 장²⁾, Boyd⁹⁾등은 3-10세로 보고 하였으며, 남녀의 비는 3:1이라 하였다⁸⁾.

본 증례에서는 7-8세가 가장 많은 분포를 보였으며, 남녀의 비는 3:1로서 남자에 많았다.

골절 형태는 대부분 신전형이며, 골곡형은 Blount⁸⁾는 1%, DePalma¹³⁾는 5%이하라 하였다.

상완골 과상부골절의 치료의 주목적은 주관절 및 전완부의 기능장애없이 정상 carrying angle을 얻는 것이며 Gruber¹⁵⁾등은 carrying angle의 변화는 주관절의 기능장애, 지연성 척골신경마비 및 보기흉한 변형의 원인이 된다고 하였다.

주관절 내반, 외반 변형의 판정에 이용되어온 Baumann각은 상완골 장축에 대한 수직선 및, 외과골과 상완골 원위 골단단부의 골단판선과의 각으로 형성되는데, 이각은 상완골의 장축에 대한 수직 방향으로 방사선을 투사하여, 반대측과 비교하였을때 일정하다고 알려져 왔다^{7,19)}.

본 실험에서는 Baumann's angle과 Humero capitellum angle을 고정시키고도 상완골 과상부 골절부분의 회전이 충분히 일어 날수 있다는 것을 실험상 발견 할수 있었다. 즉 골절 원위부를 고정 시키고 근위부를 회전시킨후 전후방 및 측방 방사선 소견을 보았을때 Baumann's angle 및 Humero capitellum angle은 변하지 않는 것을 볼 수가 있었고, 반면 골절 근위부를 고정 시키고 원위부를 동일한 각으로 회전 시킨후 그 방사선 소견을 보면, Baumann's angle 및 Humero capitellum angle은 변화하는 것을 볼 수가 있었다.

또한 임상경험상 회전이 일어나 만족스럽지 못한 결과를 체험 할수도 있었다.

골절이 치유된 후에도 흔히 볼 수 있는 외반각의 변화에 대하여 French¹⁴⁾는 원위 골편의 회전 전이를 교정하지 못하여 초래된다고 보고 하였으며 Bakalim와 Wilppula⁶⁾ King과 Secor¹⁶⁾ 및 Smith²¹⁾등은 원위 골편의 내측 경사를 교정하지 못한 때문이라고 하였으며 Smith²¹⁾는 실험적 연구에서 원위골편의 전이와 회전은 외반각의 변화와 직접적인 관련은 없으나 골절부의 불안정성을 초래해서 원위골편의 경사를 유발한다고 보고하였으며, Attenborough⁵⁾는 원위골편의 회전전이는 생체의 개형과정에서 교정

되지 않는다고 보고하였다.

French¹⁴⁾는 소아의 상완골 과상부골절후의 내반 변형은 보통 골절원위부의 내회전에 의해 초래된다고 하였고, Connolly¹¹⁾는 torsional strength에 골이 약하며 내반주 변형은 회전 및 내, 외측전이로부터 기인하고, 일단 회전이 접촉면을 전이시키고 나면, 골절근방에 작용하는 compressive force로부터 골절 원위부의 tilt가 초래된다고 하였다.

또한 Siris²⁰⁾는 골절 원위부의 회전은 거의 항상 carrying angle의 변화시킨다고 하였고, Smith²¹⁾는 carrying angle의 변화는 골절 원위부의 지속적인 내측 전이나 내회전에 의해 생겨난다고 하였다.

여기에 추가하여 소아골절의 특징들 중의 하나로서, 관절면에 평행한 각 형성에 대해서는 자연 교정력이 크지만, 내반, 외반, 부정유합에 대해서는 자연 교정력이 현저히 줄어들고, 특히 회전변형에 대해서는 전혀 자연 교정력이 없다는 점을 들 수 있다¹⁾.

이상으로부터 알 수 있듯이 carrying angle은 골절 원위부의 내측전이 또는 외측전이 및 회전에 의해 크게 좌우되는 것을 알 수 있다.

따라서, 회전의 중요성은 새삼 강조되고 있는 바이나, 실제로 회전의 정도를 측정할 수 있는 이렇다 할 만한 공식이 현재까지 없었던 것이 사실이다^{4, 10, 21)}.

한편, Ogden¹⁸⁾은 상완골 과상부는 후방으로 olecranon fossa와, 전방으로는 coronoid fossa가 존재함으로 인하여, 얇은 판상으로만 연결되는 내측 및 외측 column으로 구성되는 bicolumnar anatomy의 특징을 지녔다고 하였다.

여기에 기존의 절골면 지수(osteotomy surface index, %)는 투영도 원리에 따르면 방사선 촬영시, 전후방 소견은 큰 오차를 보이는 반면, 측방 소견은 상완골 과상부가 지니는 해부학적 특징때문에, 적은 오차만을 허용한다는 점에서 그 적용이 문제가 있었다⁴⁾.

이에 본 저자들은 이러한 상완골 과상부가 지니는 bicolumnar특성에 투영도 및 삼각함수의 원리를 도입한 결과, 방사선 촬영사진상의 근위 및 원위 골절선의 차이를 이용하여 회전 변형의 정도를 알 수 있는 Supracondylar Rotation Angle(S.R.A.)를 고안해 낸 것이며, 이를 임상에 적용함으로써 기존의 modified Mitchell³⁾ 결과 판정법에 의거하여 세 group의 평균 회전 각도를 구할 수가 있었던 것이다.

저자들의 회전각과 치료의 결과는 modified Mitchell결과 판정에 의하면, excellent group은 평균 7.6도, good group은 평균 15.2도, unsatisfactory group은 평균 29.3도의 회전 각도를 볼 수가 있었다.

결 론

Baumann각 및 Humero capitellum각은 소아 상완골 과상부 골절 정복후의 결과 판정 방법으로 비교적 의의가 있는 척도이나, 회전 전이에 대하여는 방사선 촬영에서 골절 근위부에 기준을 둔 경우에만 적용을 시킬 수가 있었다. 그러나 실제 방사선 사진을 촬영하는 과정에서 주관절부 즉, 골절 원위부에 기준을 두기 때문에 Baumann각 및 Humero capitellum각이 정상이라 하더라도 회전이 되는 경우를 생각할 수가 있다.

방사선 촬영시 주관절부 즉 골절 원위부를 중심으로 true AP및 true lateral을 투영함은, 근위 및 원위부 골절선의 길이의 차를 이용하여 얻어질 수 있는 S.R.A.를 정확하게 측정할 수가 있는 하나의 방법이라 생각되며, 소아 상완골 과상부 골절시 회전 변형도, 정복후 예후를 결정지을 수 있는 하나의 factor로서 시사될 수 있다고 사료되는 바이며, 소아 상완골 과상부 골절의 정복후 초래될 수 있는 회전 변형의 정도를 측정함에 있어서, 근위 및 원위 골절선의 길이 차이를 이용하며 새로이 고안해 낸 S.R.A.(Supracondylar Rotation Angle)를, 치료결과 판정에 적용하여 본 결과 S.R.A.가 상완골 과상부 골절의 정복후 회전 변형의 정도를 평가함에 있어서, 임상적으로 유용할 수 있었다.

REFERENCES

- 1) 이덕용, 이석현, 최인호, 장재석: 소아골절. 골절학, 서울대학교 의과대학 정형외과학교실, pp 571, 1988.
- 2) 장익열, 정영기, 조원호 등: 소아 상완골 과상부 골절에 대한 임상적 고찰, 대한정형외과학회지. 20: 4, 667-674, 1985.
- 3) 최창욱, 나수균, 서유성: 소아 상완골 과상부 골절에 대한 임상적 고찰, 대한정형외과학회지. 21: 6, 1055-1062, 1986.
- 4) 황건성, 이정태, 김태승, 김성준: 소아 상완골 골절의 내, 외반주 변형, 대한정형외과학회지 24: 5, pp 1447-1455, October, 1989.

- 5) Attenborough, C.G. : *Remodeling of the humerus after supracondylar fractures in children. J. Bone and Joint Surg.*, 35-B : 386-395, 1953.
- 6) Bakalim, G. and Wilppula, E. : *Supracondylar humeral fractures in children. Causes of changes in the carrying angle of the elbow. Acta Orthop. Scandinav.*, 43 : 366-374, 1972.
- 7) Baumann, E. : *Beitrage zur Kenntnis der Fracturen am Ellbogengelenk Bruns Beitr. F. Klin. Chir.*, 146 : 115, 1929.
- 8) Blount, W.P. : *Fractures in Children. Baltimore, Williams and Wilkins.*, 1955.
- 9) Boyd, H.B. and Altenberg, A.R. : *Fracture about the elbow in children, Arch, Surg.*, 49 : 1944.
- 10) Chess, D.G. and Leahey, J.L. : *Aetiology of the gunstock deformity, J. Bone and Joint Surg.*, 69B : 501-502, 1987.
- 11) Connolly, J.F. : *Torsional fractures and the third dimension of fracture management. Southern Medical Journal. Vol. 73. No. 7. July, 1980.*
- 12) Crenshaw, A.U. : *Campbell's operative orthopedics. : Mosby W. Vol. 1, 1971.*
- 13) De palma, A.F. : *The management of fractures and dislocation, Philadelphia, W.B. Saunders, Vol. 1, 694, 1970.*
- 14) French, P.R. : *Varus deformity of the elbow following supracondylar fractures of the humerus in children. Lancet*, 2 : 439-441, 1959.
- 15) Gruber, M.A. and Hudson, O.C. : *Supracondylar fractures of Humerus in children: End result sutdy of open reduction. J. Bone and Joint Surg.*, 46-A : 1245-1252, 1974.
- 16) King, D. and Secor, C. : *Bow elbow (cubitus varus). J. Bone and Joint Surg.*, 37-A : 487-492, 1955.
- 17) Mitchell, W.J. and Adams, J.P. : *Supracondylar fractures of the humerus in children. A ten-year review. J. American Med. association.*, 175 : 573-577, 1961.
- 18) Ogden, J.A. : *Skeletal injury in the child. Philadelphia, Lea and Febiger, 1982.*
- 19) Rockwood, Jr., C.A. and Green, D.P. : *Fractures in children. J.B. Lippincott Co., 1984.*
- 20) Siris, I.E. : *Supracondylar fracture of the humerus, Surg. Gynecol. Obstet.*, 68 : 201-220, 1939.
- 21) Smith, L. : *Deformity following supracondylar fractures of the humerus. J. Bone and Joint Surg.*, 42A : 235-252, 1960.