

내측도달법에 의한 소아 상완골 과상부 골절의 치료

마산 고려병원 정형외과

김종관 · 안병우 · 안택진 · 홍성준

— Abstract —

Medial Approach of Supracondylar Fracture of the Humerus in Children.

Chong-Kwan Kim, M.D., Byung-Woo Ahn, M.D.,
Teak-Jin Ahn, M.D. and Sung-Jun Hong, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Masan Koryo General Hospital, Masan, Korea

The Supracondylar fracture of the humerus is the most common elbow fracture in children. In general, accurate anatomic reduction, the least regional trauma as possible and the maintenance of the reduction are necessary to obtain excellent results.

Lateral and posterior approach is commonly used method for the treatment of supracondylar fracture of the humerus in children. But lateral and posterior approach has some troubles in reduction of fracture and Kirschner wire fixation.

From March 1988 to February 1993, seventeen supracondylar fractures of the humerus were treated by means of medial approach and followed from 8 months to 13 months with an average 10 months.

There were some advantages in medial approach. Reduction was easy and ulnar nerve was not damaged by medial approach at insertion of Kirschner wire and no more another incision.

The results obtained are as follows. Postoperative vascular impairment or Volkmann's ischemia was not complicated and neurologic deficits accompanied with injury were all recovered completely.

According to Mitchell and Adams' criteria, all had satisfactory results.

Key Words : Humerus, Supracondylar fracture in Children, Medial approach.

※ 통신저자 : 김 종 관
경상남도 마산시 회원구 합성2동
마산고려병원 정형외과

서 론

소아에서 상완골 과상부 골절은 주관절 골절중 가장 흔한 골절이다^{2,4,22}. 해부학적으로 상완골 과상부는 전후면 두께가 얇은 상태에서 근위부로 이행되면서 원추형으로 바뀌는 형태를 하고 있어 골절의 정복 및 유지에 어려움을 겪는 경우가 흔히 있다. 또한 인접부위에 혈관과 신경등이 분포하고 있어 심한 전위골절에서는 혈관 및 신경손상을 동반하기도 하여 부득이 수술적 방법으로 골절정복을 시행하고, 혈관 및 신경등에 대한 처치가 필요한 경우도 드물게 발생하기도 한다^{1,5,8,10,11,17}.

도수정복이 가능한 경우를 제외한 즉, 혈관이나 신경등에 동반손상이 있거나 심한 종창을 동반한 전위골절로 도수정복이 거의 불가능할 때 조기에 관혈적 정복술을 시도하는데, 흔히 시행하는 외측 및 후방 도달법으로 수술할 때 척골신경의 손상과 골절의 전후면 각형성의 관찰에 어려움이 있어 다소 문제가 있었다.

본 저자는 요골동맥의 측지가 없었던 소아상완골 과상부골절에서 혈관의 폐쇄여부상태를 확인하기 위한 시험수술과 함께 내측 도달법으로 관혈적 정복을 시도한 결과 정복이 비교적 쉬웠고, K-강선도 척골신경을 육안으로 확인함으로써 신경손상없이 쉽게 삽입할 수 있었다. 이후 내측 도달법으로 관혈적 정복을 시행한 예에서 좋은 결과를 얻을 수 있었기에 문헌고찰과 함께 보고한다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

1988년 3월부터 1993년 2월까지 치료받은 상완골 과상부 골절 환자중 내측 도달법에 의한 정복 및 K-강선 내고정술을 시행받은 17례만을 대상으로 하였다.

연령분포는 4세부터 12세였고, 평균연령은 7.2세였다. 성별비는 남아가 9례, 여아가 8례였다. 좌측이 11례였고 우측이 6례였다.

수상원인은 높은곳(철봉, 미끄럼틀 등)에서의 추락사고에 의한 것이 17례중 14례로 가장 많았으며 나머지 3례는 지면에서 넘어진 경우였다.

원위골절편의 전위방향에 따른 분류에 의하면, 후내측방으로 전위가 된 예가 9례로 가장 많았고, 후외측방으로 전위된 예가 3례, 후방으로 전위된 예가 2례였으며, 전내측 전위가 2례, 그리고 전외측 전위도 1례 있었다.

17례중 4례에서 정중신경 손상소견을 보였고, 이 중에서 2례는 요골 동맥의 측지가 없었으며, 일시적인 요골신경 및 척골신경 마비를 보였던 경우가 1례씩 있었다(Table 1).

Holmberg의 분류법¹⁴에 의하면 제 3형이 4례였고 제 4형이 13례였다(Table 2).

2. 수 술

관혈적 정복술을 시행한 이유로는 도수정복을 시행하여 만족할 만한 정복을 얻지 못한 경우, 환측상지의 혈류장애 및 신경 손상 소견을 보인 경우, 주관절 부위의 심한 종창으로 처음부터 도수정복이 어렵다고 생각되었거나, 또는 도수정복으로 연부조직 손상이 더욱 증가될 것으로 생각될 경우였다.

수술 도달법으로서 본 저자는 내측도달법을 시행하였다. 내측상과에서 근위부로 약 5-6cm 정도 피부 절개를 시행한 다음 내측 근간중격을 뒤로 하고 상완근을 앞쪽으로 이동시켜 골절부위에 감입된 파열된 근육과, 드물게는 상완동맥 및 정중신경 등을 이동시켜 골절부위를 노출시킨 다음, 골갈고리 또는 유사한 기구를 이용하여 원위 골절편을 움직여 내측 골절편을 육안으로 관찰하면서 정복을 시행하면 외측 골절편도 대개 동시에 정복이 이루어지지만, 손가락 측지상 원위골편이 회내위 또는 회외위로 전위된 상태가 확인되면 골절 원위부를 회외전 또는 회내전하면서 골절부위의 정복을 시행하였고, 엄지손가락으로 주두 부위를 전방으로 밀면서 정복을 유지한 상태로 한개의 K-강선을 내측 상과의 원위면에서 척골신경을 피하여 근위 골절편의 외측으로 약 45°의 경사를 주어 고정하였다. 외측 골절부위는 손가락을 이용하여 정복상태를 확인할 수 있으며, 이때 외측부위의 정복상태가 불충분하면 원위골편을 약간 회외전 또는 회내전을 시행하여 다시 정복하였다. 정복상태가 만족할 만하면 주관절을 완전 굴곡 위치에서 외측상과 부위에 약 0.5cm 정도의 피부를 절개하여 경피적으로 K-강선 1-2개를 약 45°의 경사를 주어 근위골절편의 내측으로 삽입하는데, 이때

Table 1. Analysis of cases

No	성명	성별	나이	부위	원위골편전위위치	동반손상	결과
1	서○수	M	8	Rt	Posterior	Median N.	Excellent
2	김○룡	F	6	Lt	P - L		Excellent
3	임○우	M	4	Lt	P - M		Excellent
4	성○혁	M	5	Lt	A - M	Radial N.	Excellent
5	인○아	F	6	Lt	P - M	Median N.	Excellent
6	유○화	M	5	Rt	P - M		Excellent
7	차○리	F	9	Rt	P - M		Excellent
8	유○석	M	11	Lt	P - M		Good
9	남○현	F	7	Rt	Posterior		Excellent
10	이○은	F	9	Lt	P - M	Median N.	Excellent
11	강○기	M	7	Lt	P - M		Excellent
12	김○영	F	5	Rt	P - L	Median N.	Excellent
13	이○엽	M	4	Lt	A - M		Good
14	정○호	M	7	Rt	P - M		Excellent
15	공○성	M	12	Lt	P - L	Ulnar N.	Excellent
16	김○진	F	4	Lt	P - M		Excellent
17	안○경	F	8	Lt	A - L		Excellent

Note : P - L : Postero-Lateral, P - M : Postero-Medial, A - M : Antero-Medial
A - L : Antero-Lateral.

Table 2. Cases Distribution according to Holmberg's Classification⁽⁴⁾

Type	Grade	No.
I	Fractures without displacement	
II	Fractures with side ways displacement	
III	Fractures with rotation, with or without lateral displacement	4
IV	Fractures with comolete displacement	13

골피질이 분쇄상을 보여 정복의 안정도가 약하다고 생각되면 추가로 1-2개의 K-강선을 내측 또는 외측에서 삽입하였다. 삽입한 K-강선은 피부 바로 밑에서 절단제거하여 물리치료시에 방해가 되지 않도록 하였고, 수술부위를 봉합하기전에 출혈로 인한 주위 조직의 종창 및 내압증가를 예방하기 위하여 suction hemovac 또는 작은 polyethylene tube를 삽입하였다.

술후 고정은 주관절의 종창정도에 따라 요골동맥의 촉진상태를 확인하여 신전위에서 90°까지의 굴곡

위로 장상지 석고부목을 2-3주 전후의 기간동안 시행하였다. 부목제거후 주로 능동적인 또는 능동 보조적인 주관절의 굴곡 및 신전 운동을 하며, 물리치료사의 주의 깊은 능동 보조 및 수동적인 운동을 병행하기도 하는데, 과격하게 운동을 시행하면 상완근 주위에 화골성근염이 유발될 수 있으므로 주의를 요하였다.

K-강선은 술후 약 6주 경에 전신마취 또는 국소 마취하에 제거하였고, 추시기간은 8개월에서 13개월까지였으며 평균 추시기간은 10개월이었다.

치료에 대한 결과의 판정은 Mitchell과 Adams²⁰⁾의 판정기준을 이용하였다.

결 과

임상적 골유합은 수술 3-4주에서 관찰되었으며, 방사선학적 골유합은 술후 5-6주에서 관찰되었다. 골절부위의 정복상태를 전후면 및 측면 방사선 사진 촬영을 한 결과 17례 중 16례에서 정상측과 비교하

여 외번각의 큰 변화는 없었으며, 외형은 반대측과 비교하여 거의 정상형태로 관찰되었다.

정상측과 비교하여 약 8°의 경미한 내반변형을 보인 1례가 있었는데, 이 경우는 술후 약 2주경에 높은곳에 떨어져, 정복된 골절부위가 재전위되어 K-강선제거후 도수정복술을 시행하고 K-강선을 재삽입하여 치료한 예였다. 운반각의 변화는 정상측과 비교하여 5°이하의 변화가 15례였고 15°까지가 2례로서 결과는 만족스러웠다(Table 3).

주관절 운동범위는 술후 3개월 정도 경과하면 거의 정상 범위로 회복되었으며, 2례에서는 술후 4개월까지 15°의 신전장애를 보였으며, 1례에서 약 10°의 신전장애를 보였으나 기능은 양호한 것으로 평가되었다.

Mitchell과 Adams²⁰⁾의 판정기준에 따라 Excellent가 15례, Good이 2례로 모두 만족스러운 결과를 보였다(Table 4).

정중신경 손상이 있었던 4례중 3례는 술후 3주 이내 감각이상이 회복되었으며, 1례에서는 부분적인 운동신경마비가 술후 2개월에 회복되었다. 수상시 척골신경 및 요골신경의 부분마비가 각각 1례씩 있었는데, 술후 6주 이내에 전부 회복되었다. 술후 심부감염이 발생한 예는 없었으며, 금속핀 삽입부위에 경미한 표재성 감염 및 피부천공이 5례에서 있었으나 강선제거후 염증이 모두 소실되었다. 과도한 도수정복시도로 인해 연부조직의 손상이 심했던 1례에

서 부분적인 화골성 근염소견을 보였으나 운동장애는 보이지 않았다.

증례보고

증례 1: 남자 4세 (임○우)

놀이터에서 추락하여 좌측 상완골 과상부 골절 신전형 4형이었다. 내원 당시 주관절 부위에 심한 종창이 있었고 전방에는 반상출혈이 심하였다. 수술후에는 해부학적 정복이 이루어졌으며 수술후 1년 추사에서 정상적인 관절운동과 정상 운반각을 보였다(Fig. 1A-C).

증례 2: 남자 5세 (성○혁)

놀이터에서 추락하여 좌측상완골 과상부 골절 굴곡형 4형이었다. 요골신경의 부분마비가 동반되었으며 중등도의 주관절부 종창이 있었다. 해부학적 정복은 이루어졌으나, 안정도가 낮아 내외측에 각기 3개의 K-강선고정으로 만족스런 안정을 얻었으며 수술 3주후에 요골신경은 완전히 회복되었고 수술후 추시 8개월에 정상 관절운동과 정상 운반각을 보였다(Fig. 2A-C).

고 찰

소아 상완골 과상부 골절은 소아의 주관절부 골절 중 가장 흔한 빈도를 보이는 골절로서^{4, 21, 22, 26, 28)} 박등⁴⁾은 48.6%에 이른다고 보고하였다. 발생연령은 김등²⁾은 5-9세가 62.6%로 가장 빈발하며 평균연령은 7.6세라고 보고하였다. 본증례에서는 4-12세까지 분포되어 있었으며, 5-9세가 12례로서 70.6%였다. 동반된 신경손상 및 회복시기는 보고자에 따라 빈

Table 3. Distribution of changes in carrying angle different from normal side.

Carrying angle change	No.
0 - 5	15
6 - 15	2

Table 4. Mitchell and Adams' Criteria²⁰⁾

Category		No.
Excellent	When changes in the carrying angle were less than 5° or the range of motion of elbow was normal or the restriction on motion in any plane amounted to less 10° with no complaints.	15
		2
Good	When change in the normal carrying angle ranged between 5° and 15° or when there was limitation of motion amounting to 10° to 20°.	0
Unsatisfactory	When changes exceeding these limits	0

Fig 1. A) X-ray of a 4-year-old boy who had a left supracondylar fracture with marked displacement and severe soft tissue swelling.

B) After open reduction and internal fixation, postoperative roentgenogram shows anatomical reduction.

C) Roentgenogram at 12 month follow-up shows excellent result.

도의 차이를 보이며^{2,5,17)}, 본 증례에서는 정중신경 1례에서만 2개월내에 회복되었고 다른 예에서는 모두 3주 이내에 회복되었다.

상완골 과상부 골절의 치료방법에 있어서는 술자들의 견해차이가 많이 있는데^{7,8,10,11,13,14,19,21,23,24,27)} 골절의 전위가 별로 없는 경우는 도수정복 후 부목고정 방법으로 치료하지만^{18,25)}, 전위된 골절에 대해서는 여러가지 치료방법이 제시되고 있다.

Ramsey등²¹⁾과 같이 저자들은 주관절의 종창이 경미하고 도수정복이 가능한 전위골절을 제외하고, 주관절 부위의 심한 종창과 함께 전위 및 회전변형이 있거나, 골절편의 심한 전후 및 좌우 경사로 인해 정복 및 정복의 유지가 어렵다고 생각될 때는 즉시 수술을 시행하였다.

관절적 정복술은 도달방법에 따라 후방도달법, 전방도달법, 외측방도달법등이 있다. 후방도달법도 많이 사용되었으나¹²⁾ 이 방법은 전후면 각형성의 관찰에 어려움이 있고, 내측 및 외측의 노출을 위해 과다한 절개가 시행될 단점이 있다. Carcassonne등⁷⁾

은 수상시 입는 주관절 전방 구조물의 손상외에 후방구조물의 손상이 동반되기 때문에 주관절의 신전장애가 올 수 있고, 특히 전방구조물을 직접 관찰할 수 있어 전방 구조물의 손상시 이들의 노출이 용이하다는 장점 때문에 전방도달법을 주장하였으나 절개부위가 과다하게 되기가 쉽고 내측 및 외측에서 강선고정 부위를 바로 보고 찾기가 힘든 단점이 있다.

문 등³⁾은 외측도달법을 이용하여 연부조직에 별다른 손상없이 골절 부위의 전방과 후방을 모두 인지할 수 있고 따라서 골절편 사이에 감입된 연부조직과 혈종을 쉽게 제거하여 정복을 용이하게 할 수 있다고 하였으나, 해부학적으로 상완골 과상부의 내측 골주는 외측 골주에 비해서 단면이 비교적 좁고 길며, 종창이 심할 경우에는 원위부 견인으로도 내측 부위가 외측에 비하여 견인 상태가 잘 이루어지지 않으므로 정복이 용이하지 않아서 해부학적인 정복을 얻기가 어려워 결국 내측 절개술을 시행하여 정복을 시행하는 경우도 흔히 있다. 저자들은 내측도

Fig 2. A) X-ray of a 5-year-old boy who had a right supracondylar fracture with anteromedial displacement.

B) After open reduction and internal fixation, postoperative X-ray shows anatomical reduction. For the stable fixation, medial 3 and lateral 3 Kirschner wires were inserted.

C) At 8 months after operation, almost complete remodeling and an acceptable clinically functional result. Carrying angle measured 17 degrees with a normal side of 15 degrees.

달법을 이용함으로써 주위 연부조직의 별다른 손상 없이도 내측 골주 정복을 쉽게 할 수 있었고, 또한 외측 골주도 비교적 용이하게 해부학적인 정복을 얻었다.

내측 도달법의 장점으로는 동반손상된 상완동맥이나 정중신경, 척골신경의 수복시에 용이하게 도달할 수 있다는 것과, 외측에 절개를 하지 않고도 외측 골주의 정복을 쉽게 할 수 있다는 점이다. 또한 외측도달법에 의한 정복시 정복의 안정도가 불확실할 때에는 내측에서 경피적으로 강선을 삽입하게 되는데 이때 척골신경에 손상을 주기도 하나^{1,2,10)}, 내측도달법으로는 척골신경을 육안으로 확인하여 강선을 삽입하므로 신경손상을 피할 수 있다는 점이다.

내측도달법시 경첩 부위에 해당하는 골막의 손상이 우려되나, 정복후 강선에 의한 견고한 내고정으로 정복유지의 어려움은 없었으며 골유합에도 문제는 없었다.

강선을 내외 양측에서 삽입할 때 강선의 교차지점이 가능한 한 골절선 부위보다 근위부에 위치하도록 하는 것이 골절정복의 유지에 안정성을 도모할 수

있었다.

Arnold등⁶⁾은 내반골절은 회내전 위치로 고정해야 내반주 변형을 예방할 수 있고 외반골절은 회외전 혹은 중립위치로 고정함으로써 외반주 변형을 방지할 수 있다고 하였다.

Holmberg¹⁴⁾는 관혈적 정복술후 해부학적 정복이 이루어지면 결과가 좋다고 하였고, 불충분한 정복은 외번각의 변형으로 인한 내반주 변형과 관절운동장애가 발생할 수 있다고 하였다^{15,16,18,29)}. 내반주 변형은 소아 상완골 과상부 골절 후 가장 흔한 합병증으로 알려져 있으며 문등³⁾은 4.74%의 국내 발생율을 보고하였다. 저자들의 경우에는 재골절된 1례를 제외하고 나머지 16례에서는 내반주 변형을 관찰할 수가 없었다.

결 론

1988년 3월부터 1993년 2월까지 소아 상완골 과상부 골절중 내측 도달법을 이용하여 관혈적 정복 및 강선 내고정술로 치료한 환자중에서 8개월 이상

원격 추시가 가능하였던 17례를 임상분석한 결과 내측도달법을 이용하여 정확한 정복을 얻을 수 있고 척골신경 손상도 없으며, 강선삽입도 양측에서 시행함으로써 보다 견고한 고정을 유지하게 되어 조기 관절운동을 시킬 수 있고, 내반변형도 예방할 수 있을 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) 강창수, 편영식, 송광순, 강철형, 민병우, 박영대 : 소아 상완골 과상부 골절의 술후 신경손상에 대한 임상적 고찰. *대한정형외과학회지*, 28-2 : 774-780, 1993.
- 2) 김익근, 박상호, 송주호, 유충일 : 내고정한 소아 상완골 과상부 골절에 대한 임상적 고찰. *대한정형외과학회지*; 20-4 : 675-682, 1985.
- 3) 문명삼, 옥인영, 선두훈, 신재희 : 소아 상완골 과상부 골절에 대한 수술적 치료-관혈적 정복 및 금속판 내고정술의 평가. *대한정형외과학회지*, 26-1 : 106-113, 1991.
- 4) 박승림, 손성근, 박창일, 이강현 : 소아골절의 임상적 고찰. *대한정형외과학회지*, 18-2 : 297-310, 1983.
- 5) 이민중, 이경록 : 소아 상완골 과상부 골절에서 신경 및 혈관손상. *대한정형외과학회지*, 26-1 : 78-85, 1991.
- 6) Arnold JA, Nasca RF and Nelson DL : Supracondylar Fractures of the Humerus. *J Bone Joint Surg*, 59-A : 589-595, 1977.
- 7) Carcassonne M, Bergoin M and Hornung H : Result of Operative Treatment of Severe Supracondylar Fractures of the Elbow in Children. *J Pediatr Surg*, 7 : 676-679, 1972.
- 8) D'Ambrosia RD : Supracondylar Fractures of the Humerus - Prevention of Cubitus Varus. *J Bone Joint Surg*, 54-A : 61-66, 1972.
- 9) Dowd GSE and Hopcroft PW : Treatment of Displaced Suprachondylar Fractures of the Humerus in Children, *J Bone Joint Surg*, 47-B : 273-279, 1965.
- 10) Flynn JC, Matthews JG and Benoit RL : Blind Pinning of Displaced Supracondylar Fracture of the Humerus in Children. *J Bone Joint Surg*, 56-A : 263-272, 1974.
- 11) Flowles JV and Kassab MT : Displaced Supracondylar Fracture of the Elbow in Children. A report on the fixation of the extension and flexure by two lateral percutaneous pins. *J Bone Joint Surg*, 56-B : 490-499, 1974.
- 12) Fung HG : Open Reduction in the Treatment of Supracondylar Fracture of the Humerus in Children. *The Journal of the Japanese Orthopedic Assoc*, 55-9 : 203-204, 1981.
- 13) Gruber MA and Hudson OC : Supracondylar Fracture of the Humerus in Children. *J Bone Joint Surg*, 46-A : 1245-1252, 1981.
- 14) Holmberg L : Fractures of the Distal End of the Humerus in Children. *Acta Chir Scand Supplimentum*, 103, 1945.
- 15) King D and Secor C : Bow Elbow (Cubitus Varus). *J Bone Joint Surg*, 46-A : 1245-1252, 1981.
- 16) La Grange J and Rigault P : Fractures Supracondyliennes. *Rev Chir Orthop* 48-337-414, 1962. (Quoted in H Labello, WP Bunnell, M Duhaime and Benoit Poitrabva : Cubitus Varus Deformity following Supracondylar Fractures of the Humerus in Children. *J Pediatr Orthop*, 2 : 539-542, 1982.)
- 17) Lipscomb PR and Burleson RJ : Vascular and neural complications in Supracondylar fracture of the Humerus in Children. *J Bone Joint Surg*, 37-A : 487-492, 1955.
- 18) Lyman and Smith : Deformity Following Supracondylar Fracture of the Humerus. *J Bone Joint Surg*, 42-A : 235-252, 1960.
- 19) Mann TS : Prognosis in Supracondylar fracture. *J Bone Joint Surg*, 45-B : 516-522, 1963.
- 20) Mitchell WJ and Adams JP : Supracondylar Fractures of the Humerus in Children A ten-years review. *J Am Med Assoc*, 175 : 573-577, 1961.
- 21) Ramsey RH and Griz J : Immediate Open reduction and internal Fixation of Severly Displaced Supracondylar Fracture of the Humerus in Children. *Clin Orthop*, 90 : 130-132, 1973.
- 22) Rockwood CA, Wilkins KE and King RE : Fracture in Children. 3rd ed. *JB Lippincott Co* : 3-526-617, 1991.
- 23) Sandegard E : Fracture of the Lower end of the Humerus in Children. Treatment and End Results. *Acta Chir Scand*, 89 : 1-16, 1943.
- 24) Shifrin PG, Gehering HW and Iglesias LJ : Open Reduction and internal Fixation of Displaced Supracondylar Fracture of the Humerus in Children. *Orthop Clin North Am*, 7 : 473-581, 1976.
- 25) Smith LL : Deformity following Supracondylar Fracture of the humerus. *J Bone Joint Surg*, 24-A : 235-252, 1960.

- 26) **Tachdjian Mo** : Pediatric Orthopedics, 2nd ed. Philadelphia, *WB Saunders Co* : 4 : 3058-3092, 1990.
- 27) **Watson-Jones R** : Fractures and Joint injuries. 6th ed. Edinburgh, *ES Livingstone Co* : 591-609, 1982.
- 28) **Weiland AJ, Meyer S, Tolo VT, Berg HL and Mueller J** : Surgical treatment of displaced Supracondylar Fracture of the Humerus in Children. Analysis of fiftytwo cases followed for fifteen years. *J Bone Joint Surg*, 60-A : 657-661, 1978.
- 29) **Yamamoto I, Ishii S, Usui M, Orgino T and Kaneda K** : Cubitus Varus Deformity Following Supracondylar Fracture of the Humerus. A Method for Measuring Rotational Deformity. *Clin Orthop*, 201 : 179-185, 1985.