

소아의 상완골 과상부골절에서 도수정복 및 경피적 K-강선 고정술

고려대학교 의과대학 정형외과학교실

이순혁 · 박정호 · 변영수

— Abstract —

Closed Reduction and Percutaneous K-wire Fixation in Supracondylar Fractures of the Humerus in Children

Soon-Hyuck Lee, M.D., Jung-Ho Park, M.D., Young-Soo Byun, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, College of medicine, Korea University

We evaluated the clinical results of the closed reduction and percutaneous K-wire fixation for supracondylar fracture of the humerus in thirty patients who were treated from Jan 1990 to Nov 1993. We analyzed the relationships between non-anatomical reduction and occurrence of varus deformity in displaced supracondylar fractures of the humerus in children.

The following results were obtained :

1. There were twenty-two males and eight females, twelve cases of type IIB and eighteen cases of type III fractures by Gartland classification. Posteromedial displacement and fractures through the olecranon fossa were most common pattern.
2. After closed reduction, eleven rotations and three medial displacements of distal fragment, and three angular deformities of medial cortex were observed in eleven cases.
3. Radiologically, the differences of carrying angle compared with normal side were decreased in twenty-one cases, no changes in three cases, and increased in six cases.
4. Two cubitus varus deformities were developed in decreased cases more than six degrees of carrying angle with residual rotation and medial displacement.
5. We obtained relatively good results in supracondylar fracture of the humerus in children treated by closed reduction and percutaneous K-wire fixation with grossly normal carrying angle.

Key Words : Humerus, Supracondylar fracture, Percutaneous pinning, Carrying angle

※ 통신저자 : 박 정 호

서울시 성북구 안암동 5가 126-1번지
고려대학교 의과대학 정형외과학교실

서 론

소아의 상완골 과상부 골절은 매우 빈도가 높으며 내반변형등의 후유증이 많이 발생할 수 있다. 골절 치료에 관하여 최근까지 많은 치료방법이 제시되어 왔으며 최근에는 도수정복 및 경피적 K-강선 고정술이 가장 널리 사용되고 있으나 정복 및 K-강선 고정이 쉽지 않고 영상증폭기하에서 정복정도의 판별이 어려우며 합병증 및 후유증의 발생을 예측하기 힘든 경우가 많이 있다.

저자들은 본 연구를 통하여 소아의 전이된 상완골 과상부 골절을 대상으로 도수정복 및 K-강선 고정술을 시행하고 정복이 불충분하더라도 수술시 시행한 이학적 검사상 정상 운반각을 보인 경우 계속적인 무리한 도수정복이나 관혈적 정복을 실시하지 않은 환자의 수술전과 수술후의 운반각의 변화와 내반 변형등의 후유증의 발생빈도를 관찰하고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

저자들은 1990년 1월부터 1993년 11월까지 고대 부속 안산병원 정형외과에서 치료한 소아의 상완골 과상부 골절환자 45례중에서 내원당시 방사선 소견상 비전위되어 석고고정으로 치료가 가능하였거나 혈관손상등으로 관혈적 정복을 시행한 증례와 추시가 가능하지 않았던 15례를 제외한 전위된 상완골 과상부 골절로 도수정복 및 K-강선 고정술을 시행한 30례를 대상으로 12개월(평균 추시기간은 14개월)이상의 경과관찰을 하여 임상적 결과를 분석하였으며, 특히 수술시의 불완전한 정복이 임상적 결과에 미치는 영향을 중점적으로 연구하고자 하였다.

평균 연령은 6.2세이었으며 남아가 22례, 여아가 8례이었다. 내원당시 방사선상 전위정도는 Gartland Type II가 12례, III가 18례이었고 원위 골편의 후내방 전위가 14례로 가장 많았으며 골절의 위치는 주두와를 통한 골절이 16례로 가장 많았다. 동반손상은 5례에서 있었는데 동측 요척골 골절이 1례, 동측 요골 골절 1례, 요골신경 손상 1례, 정중 신경 손상 2례이었고, 술후 척골신경 손상이 1례있

었으며 추시중 신경손상은 모두 정상적으로 회복되었다.

2. 수술방법

전신마취하에서 영상증폭기하에 장축으로 전인하고 내외측 전위를 교정한 다음 영상증폭기의 측면상에서 회전변형을 교정한 후에 주관절을 굴곡하면서 후방전위를 교정하였다. 정복후에 영상증폭기하에서 K-강선을 경피적으로 고정하였는데 K-강선은 외측에서 2개를 고정하는 것을 원칙으로 하였으며 필요에 따라서는 내측에서도 고정하였고 더 많은 K-강선을 사용하기도 하였다. K-강선 고정후에 주관절을 조심스럽게 신전시킨 상태에서 임상적으로 운반각을 측정하여 반대측과 비교하여 외관적으로 정상 운반각을 보일때 정복이 만족스럽지 못하여도 더 많은 조작이나 무리한 정복을 시도하지않고 만족하였다.

운반각이 만족스럽지 못하여 주관절이 중립이나 내반위치를 보일때는 다시 도수정복과 K-강선 고정을 시도하였다. 술후 4주간 석고고정을 실시하고 4주후에 K-강선 제거후에 능동적 운동을 시작하였다.

3. 정복의 평가

전후면 방사선 사진으로 내반, 외반, 내외측 전위 및 각변형을 평가하였고 측면 방사선 사진을 이용하여 회전변형과 각변형, 후방전위 및 경사를 측정하였는데, 회전변형은 fishtail sign을, 각변형은



Fig. 1. Humeral-Ulnar-Wrist angle.

crescent sign과 상완골의 원위 내측상과의 경사를 관찰하여 판정하였다. 운반각의 측정은 Humeral-Ulnar-Wrist각을 이용하였는데 상완골 간부의 두 군데의 중심점을 연결하는 선과 주관절부위와 완관절부의 요척골의 중심을 연결하는 선이 이루는 각을 운반각으로 하였다(Fig. 1).

결 과

1. 정복후 불완전한 정복은 11례에서 관찰되었으며 이중 회전변형은 11례 모두에서 관찰되었고 원위 골편의 내측전위가 3례, 내측피질의 각변형이 3례에서 발견되었다.

2. 저자들의 증례에서 운반각은 정상측은 평균 11도이었고, 환측은 평균 8.6도($SD \pm 5$ 도)를 보여 평균 2.4도의 감소를 보였다.

3. 운반각의 변화는 감소 21례, 무변화 3례, 증가 6례이었고 감소된 예에서 6도이상은 4례, 5도미만은 17례이었고, 증가된 예에서 6도이상 1례, 5도미만은 5례이었으며 내반변형은 모두 6도이상 운반각이 감소한 예에서 발생하였다.

4. 임상적인 운동각도 및 동통은 술후 1년 경과시

에 정상으로 모두 회복되는 소견을 보여 저자들은 방사선상 운반각의 변화를 관찰하였는데 Flynn⁹의 판정법을 이용하여 excellent(0-5도의 변화) 25례, good(6-10도의 변화) 2례, fair(11도 이상의 변화) 1례이었고 내반변형이 생긴 2례는 poor로 분류하였다.

5. 저자들의 증례에서 내반변형은 2례(6.6%)에서 발생하였으며 2례 모두 회전변형 및 내측전위가 있던 증례에서 발생하였다(Fig. 2. A-C, 3. A-C).

고 찰

전위된 소아의 상완골 과상부 골절은 치료하기 힘든 골절중의 하나이며 볼크만씨 구축이나 혈관 및 신경 손상, 주관절 강직, 내반변형등의 합병증 및 후유증은 좋은 치료 결과를 얻는 것을 더욱 어렵게 한다. 치료의 목적은 이러한 합병증 및 후유증을 예방하고 우수한 외관상 및 기능적인 결과를 얻는데 있으며 그 치료로는 도수정복 및 K-강선 고정기 최근에는 많이 사용되고 있고, 그 장점은 입원기간이 짧고 견고한 내고정을 얻을 수 있으며 재전위의 기회와 정복소실의 가능성을 줄이며 술후 고정이 쉽고 합병증의 발생을 최소화 할 수 있다는데 있다. 그러

Fig. 2. A. Right supracondylar fracture with posteromedial displacement in a 8-year-old girl.

B. Postoperative radiographs showed rotation and medial displacement of distal fragment.

C. When seen at 12-month follow-up, the patient exhibited 8 degree cubitus varus and 12 degree was decreased than left side.

- Fig. 3. A.** Right supracondylar fracture with posteromedial displacement in a 8-year-old boy.
- B.** Postoperative radiographs showed rotation and medial angulation and medial displacement of distal fragment.
- C.** When seen at 36-month follow-up, the patient exhibited 5 degree cubitus varus and avascular necrosis of trochlea and 9 degree was decreased than left side.

나 정복 및 K-강선 고정이 쉽지 않고 영상증폭기하에서 정복정도의 판별이 어려우며 정복 정도에 따른 합병증 및 후유증의 발생을 예측하기 힘든 경우가 많다.

그래서 정복후에 정복의 정도를 정확히 평가하기 위하여 Humeral-Ulnar-Wrist angle(Humeral-Ulnar angle)²²⁾, Baumann's angle²⁹⁾ 등이 널리 알려져 있고, 또 1987년 O'Brian²¹⁾에 의한 Metaphyseal-Diaphyseal angle, 1993년 Biyani⁶⁾에 의한 Medial Epicondylar Epiphyseal angle 등이 정확한 정복의 평가를 위하여 사용이 보고되기도 하였다. 이러한 측정방법에 대하여 Webb와 Sherman²⁷⁾은 Humeral-ulnar각이 임상적인 운반각의 가장 정확한 방사선적인 척도이고 Baumann각은 Humeral-ulnar각을 측정할 수 없을 때 정복의 정도를 평가할 수 있으며 Metaphyseal-diaphyseal 각은 Baumann각이나 Humeral-ulnar각보다 덜 정확하다고 하였다. Oppenheim²²⁾은 Humeral-Ulnar-Wrist각이 가장 일정하며 다른 방사선 측정방법에 비해서 정확한 방법이라고 하였다. Webb와 Sherman²⁷⁾은 Humeral-Ulnar-Wrist각과 운반각은 높은 상관관계를 보인다고 하며 Humeral-Ulnar-

Wrist각의 측정이 가장 좋다고 하였다.

내반변형의 원인에 대하여 Smith²⁵⁾는 내측경사에 의한 부정유합이, Ippolito¹⁴⁾은 원위 상완골 성장판의 성장의 불일치라고 하였다. 그러나 Worlock³¹⁾은 내측 경사가 직접적으로 주관절의 내반변형을 초래하지 않는다고 하였다. 내측 및 외측전위와 후방경사는 시간이 경과하면 재형성이 이루어지나 회전변형의 자연교정에 대해서는 논란이 있다^{14, 17, 18, 23, 26)}. 내측 전위와 골절의 분쇄가 내반변형의 발달에 의미있다고도 하나 내반변형에 대한 일치하지 않은 성장의 역할은 확실하지 않으며 단지 성장판 자체가 손상을 받은 경우에만 내반변형의 발달에 확실한 뒷받침을 한다¹¹⁾. 결론적으로 내반변형의 주된 요인으로는 대부분의 저자들이 불완전한 정복과 그로 인한 부정유합이라는 것은 의견의 일치를 보이고 있으나, 내측 경사나 회전변형 자체가 내반변형과 직접적으로 관련이 되어있는지는 아직도 논란의 여지가 있다. 또한 도수정복시 무리한 조작의 반복은 수상시 손상받은 골절면 및 성장판에 더 손상을 줌으로써 내반변형의 발생에 영향을 줄 수 있다.

그리고 소아의 상완골 과상부골절 치료후의 내반변형은 가장 심각한 합병증이며, 그 발생율은 0-

30%로^{4, 5, 7, 8, 13, 15, 16, 19, 20, 24, 25, 28)} 차이가 심하며 저자들의 예에서는 30례중에서 2례(6.6%)가 발생하였다. 저자들의 예에서 내반변형이 발생한 2례는 정상측이 둘다 4도로 평균치보다 작은 소견을 보였고 추시중에 -6도, -3도 그리고 최종추시시 -8도, -5도로 2도씩 증가하는 소견을 보여 술후 정복의 불충분과 경과관찰시 정복의 소실을 볼 수 있었다. 그리고 골절부의 분해양상과 부종으로 인한 도수정복의 어려움도 원인이 되었을 것으로 생각되었다. 저자들의 예에서는 운반각이 평균보다 작은 환자에서 내반변형이 많이 발생하는 경향을 보였다. Smith²⁵⁾도 운반각이 5도이하인 경우와 중립인 경우가 각각 48%, 9%로 운반각이 평균보다 작은 환자가 많고 또 이러한 환자에서 결과도 좋지 않다고 하였다. Nacht²⁰⁾도 cubitus rectus나 5도이하의 외반을 가진 아이들에게서 결과도 좋지 않다고 하였다. 또한 Kallio¹⁵⁾은 운반각의 변화는 나이가 어린 환자와 내측으로 전위된 골절환자에서 많다고 하였다.

이러한 내반변형의 발생을 방지 및 예측하기 위하여 Aronson과 Prager⁵⁾와 Boyd와 Aronson⁷⁾은 수술시 양측 주관절의 전후면 방사선을 촬영하여 Baumann각의 차이가 4도미만으로, Labelle¹⁶⁾과 Nacht²⁰⁾ 및 Smith²⁵⁾은 수술시 임상적으로 양측 운반각을 비교하고, Hindman¹²⁾은 수술후 원위 상완골을 컴퓨터 촬영하여 각각 좋은 결과를 얻었다고 하였다. 또한 Grant¹⁰⁾은 전후면 및 측면사진상 25%이하의 전위나 10도이하의 각변형을 보일 경우에 더이상의 정확한 해부학적 정복의 시도는 필요치 않다고 하였고, Nacht²⁰⁾도 완전한 정복은 꼭 필요하지 않다고 하였으며, Williamson과 Cole³⁰⁾은 Baumann각이 정복시에 80도이하이거나 경과관찰시 84도미만일 경우 우수한 결과가 예측된다고 하였다. 그러나 수술중 및 술후 촬영한 방사선사진은 촬영각도나 거리, 상완골 및 전완부의 위치, 주관절의 고정각도등에 의하여 많은 차이를 보여 실제적으로 정확히 예측하기 힘들고, 또한 술후에는 주관절을 굴곡위치에서 고정하여야 하기 때문에 임상적뿐만 아니라 방사선적으로도 정확한 평가가 힘들다. 수술중 양측 상지의 방사선 촬영이 힘들고 각도 및 거리에 따라 각도의 편차가 심하며 술후 컴퓨터 촬영등은 촬영이 쉽지가 않고 나쁜 경우 다시 수술을 시행해야 된다는 단점이 있다. 저자들은 Nacht,

Labelle, Smith¹⁶⁾등처럼 임상적인 운반각을 측정하여 83%에서 우수한 결과를 얻었다.

저자들의 증례에서 내반변형은 2례에서 발생하였으며 1례는 8세된 여자환자로 후내방 전위된 골절로 외측에서 2개의 K-강선 고정을 하였으며 술후 사진상 crescent sign과 Fishtail sign을 보였고 원위 골편의 내측전위와 각형성이 되어 있었다. 12개월 추시 사진상 정상측은 4도, 환측은 내반 8도로 12도 감소된 소견을 보였다. 또 1례는 8세된 남자환자로 후내방 전위된 골절로 외측에서 3개의 K-강선 고정을 하였으며 술후 사진상 crescent sign과 Fishtail sign을 보였고 원위 골편의 내측전위와 각형성이 되어 있었다. 3년 추시상 정상측은 4도, 환측은 내반 5도로 9도 감소 및 활차의 무혈성괴사의 소견을 보였다. 저자들의 증례에서 발생한 내반변형의 원인은 부정확한 정복으로 인한 회전과 원위 골편의 내측경사로 생각되어지며 회전변형을 보인 11례중 2례에서(19%), crescent sign을 보인 3례중 2례에서(67%), 내측 경사를 보인 7례중 2례(29%)에서 관찰되었다. 따라서 좀더 정확한 정복을 요함을 알 수 있었다. K-강선의 고정 방법은 내측 1개 외측 2개가 8례, 외측 2개가 12례, 외측 3개가 10례였으며 내측 1개 외측 2개를 삽입한 증례에서 5도이상 변화는 3례(38%), 외측에서 2개를 삽입한 증례에서 5도이상 변화는 2례(13%), 외측에서 3개를 삽입한 증례에서 5도이상 변화는 4례(40%)로 정복이 충분하여 2개로 고정한 경우 적은 변화를 보임을 알 수 있었고, 오히려 내측 1개 외측 2개를 고정한 증례와 외측에서 3개를 고정한 증례에서 5도이상 변화가 더 많이 발생하여 정복의 정도가 핀의 고정의 방법이나 갯수보다 더 중요한 것을 알 수 있었다. 또한 평균각의 변화는 내측 1개 외측 2개를 고정한 증례에서 4.5도, 외측 2개를 삽입한 증례에서 2.8도, 외측에서 3개를 삽입한 증례에서 4.5도로 정복이 충분하여 2개로 고정한 경우 적은 변화를 보임을 알 수 있었다. 김등¹⁾은 내반 변형은 42례중 15례에서 발생하였으며 내반 변형의 발생에 회전변형과 원위내측상과의 회복이 중요하다고 하였다. 회전 변형이 없는 27례중 9례(33.3%)에서, 회전 변형이 남은 15례에서는 6례(40%)에서 내반주 변형을 보였으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었다고 하였다. 또한 조등³⁾도 fishtail sign이나 medial impaction을 보인 경우

의 33.3%에서 6도이상의 운반각의 변화를 보였다고 하였다. 문 등²⁾은 관혈적 정복후에 41례중에서 14례에서 어느정도의 내측경사나 각변형이 관찰되었으며 정확한 정복의 경우 3.75%에서, 부정확한 정복의 경우 28.5%에서 내반변형이 발생하였다고 하였다.

저자들의 증례에서 descriptive statistics(Excel 4.0)를 이용한 Pearson Correlation은 임상적인 운반각과 Humeral-Ulnar-Wrist각이 가장 의미있는 상관관계($p < 0.005$)를 보였으며 Baumann각은 Humeral-Ulnar-Wrist각보다는 덜 상관관계를 보였으며 Metaphyseal-Diaphyseal각은 의미있는 상관관계를 보이지 않았다.

요 약

저자들은 소아의 상완골 과상부골절에 대한 도수 정복 및 경피적 K-강선 고정술후 수술시 이학적 검사상 비교적 정상적인 운반각을 보일 경우 방사선상 정도의 회전변형이나 각변형이 있더라도 반복되는 무리한 도수정복이나 관혈적 정복을 시행하지 않더라도 비교적 좋은 결과를 얻을 수 있었다. 저자들의 증례에서 내반변형이 발생한 증례는 부정확한 정복으로 인한 회전과 원위 골편의 내측경사를 보였으며 따라서 좀더 정확한 정복을 요함을 알 수 있었고, 부정확한 정복이 항상 만족스럽지 않은 결과를 야기하지는 않았지만 부정확한 정복이 있으면 만족스럽지 않은 결과를 야기할 가능성이 높다는 것을 알 수 있었다.

그리고 저자들의 예에서는 운반각이 평균보다 작은 환자에서 내반변형이 발생하는 경향을 보였으며, 임상적인 운반각과 Humeral-Ulnar-Wrist각이 가장 의미있는 상관관계를 보였다.

REFERENCES

- 1) 김근우, 이재원, 박운수, 윤의성 : 소아 상완골 과상부 골절에 대한 K-강선 경피고정술의 결과. *대한정형외과학회지*, 28:2162-2168, 1993.
- 2) 문명삼, 옥인영, 신두훈, 신재희 : 소아 상완골 과상부 골절에 대한 수술적 치료 : 관혈적 정복 및 금속판 내고정술의 평가. *대한정형외과학회지*, 26:106-112, 1991.
- 3) 조현우, 박경덕, 조성도, 김병용 : 소아 상완골 과상

- 골절후 주관절 운반각 변화. *대한골절학회지*, 1:65-71, 1994.
- 4) Arino VL, Lluch EE, Ramirez AM, Ferrer J, Rodriguez L and Baixauli F : Percutaneous fixation of supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg*, 59-A:914-916, 1977.
- 5) Aronson DD and Prager BI : Supracondylar fractures of the humerus in children. *Clin Orthop*, 210:174-184, 1987.
- 6) Biyani A, Gupta SP and Sharma JC : Determination of medial epicondylar epiphyseal angle for supracondylar humeral fractures in children. *J Ped Orthop*, 13:94-97, 1993.
- 7) Boyd DW and Aronson DD : Supracondylar fractures of the humerus : A prospective study of percutaneous pinning. *J Ped orthop*, 12:789-794, 1992.
- 8) Cregan JCF : Prolonged traumatic arterial spasm after supracondylar fracture of the humerus. *J Bone Joint Surg*, 33-B:363-364, 1951.
- 9) Flynn JC, Matthews JG and Benoit RL : Blind pinning of displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg*, 56-A:263-272, 1974.
- 10) Grant HW, Wilson LE and Bisset Wh : A long-term follow-up study of children with supracondylar fractures of the humerus. *European J Ped Surg*, 3(5):284-286, 1993.
- 11) Harris IE : Supracondylar fractures of the humerus in children. *Orthopedics*, 15:811-817, 1992.
- 12) Hindman BW, Schreiber RR, Wiss DA, Gilarducci MJ and Avokio RE : Supracondylar fractures of the humerus : Prediction of the cubitus varus deformity with CT. *Radiology*, 168:513-515, 1988.
- 13) Ippolito E, Caterini R and Scola E : Supracondylar fractures of the humerus in children : Analysis at maturity of 53 patients treated conservatively. *J Bone Joint Surg*, 68-A:333-344, 1986.
- 14) Ippolito E, Moneta MR and D'arrigo C : Post-traumatic cubitus varus. *J Bone Joint Surg*, 72-A:757-765, 1990.
- 15) Kallio PE, Foster BK and Paterson DC : Difficult supracondylar elbow fractures in children : Analysis of percutaneous pinning technique. *J Ped Orthop*, 12:11-15, 1992.
- 16) Labelle H, Bunnell WP, Duhaime M and Poitras B : Cubitus varus deformity following supracondylar fractures of the humerus in children. *J Ped Orthop*, 2:539-546, 1982.

- 17) **Mahaisavariya B and Laupattarakasem W** : Supracondylar fracture of the humerus : Malrotation versus cubitus varus deformity. *British J Accident Surg*, 24(6):416-418, 1993.
- 18) **Mann TS** : Prognosis in supracondylar fractures. *J Bone Joint Surg*, 45-B:516-522, 1963.
- 19) **Mehserle WL and Meehan PL** : Treatment of the displaced supracondylar fracture of the humerus (type III) with closed reduction and percutaneous cross-pin fixation. *J Ped Orthop*, 11:705-711, 1991.
- 20) **Nacht JL, Ecker ML, Chung SMK, Lotke PA and Das M** : Supracondylar fractures of the humerus in children treated by closed reduction and percutaneous pinning. *Clin Orthop*, 177:203-209, 1983.
- 21) **O'Brian WR, Eilert RE, Chang FM and Glancy GL** : The metaphyseal-diaphyseal angle as a guide to treating supracondylar fractures of the humerus in children. Presented at the 54th annual meeting of the AAOS. *San Francisco, CA*, 1987.
- 22) **Oppenheim WL, Clader TJ, Smith C and Bayer M** : Supracondylar humeral osteotomy for traumatic childhood cubitus varus deformity. *Clin Orthop*, 188:34-39, 1984.
- 23) **Paradis G, Lavallee P, Gagnon N and Lemire L** : Supracondylar fractures of the humerus in children. *Clin Orthop*, 297:231-237, 1993.
- 24) **Prietto CA** : Supracondylar fractures of the humerus. *J Bone Joint Surg*, 61-A:425-428, 1979.
- 25) **Smith L** : Deformity following supracondylar fractures of the humerus. *J Bone Joint Surg*, 42-A:235-252, 1960.
- 26) **Thomas AP and Alpar EK** : Outcome of supracondylar fractures of the humerus in children. *J R Soc Med*, 80:347, 1987.
- 27) **Webb AJ and Sherman FC** : Supracondylar fractures of the humerus in children. *J Ped Orthop*, 9: 315-325, 1989.
- 28) **Weiland AJ, Meyer S, Tolo VT, Berg HL and Mueller J** : Surgical treatment of displaced supracondylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg*, 60-A:657-661, 1978.
- 29) **Williamson DM, Coates CJ, Miller RK and Cole WG** : Normal characteristics of the Baumann (humero capitellar) angle : An aid in assessment of supracondylar fractures. *J Ped Orthop*, 12(5):636-639, 1992.
- 30) **Williamson DM and Cole WG** : Treatment of selected extension supracondylar fracture of the humerus by manipulation and strapping in flexion. *British J Accident Surg*, 24(4):249-252, 1993.
- 31) **Worlock P** : Supracondylar fractures of the humerus. *J Bone Joint Surg*, 68-B:755-757, 1986.