대한견 · 주관절학회지 제1권 제1호
J. of Korean Shoulder · Elbow Society
Vol. 1. No. 1. March, 1998

상완골 과상부 골절후 발생한 내반주 변형에 대한 삼차원 교정 절골술

경북대학교 의과대학 정형외과학교실

김풍택 · 인주철 · 경희수 · 오승훈

— Abstract —

Three-Dimensional Corrective Osteotomy for Treatment of Cubitus Varus after Supracondylar Fracture of the Humerus

Poong Taek Kim, M.D., Joo Chul Ihn, M.D., Hee Soo Kyung, M.D. and Seung Hoon Oh, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Kyungpook National University, Taegu, Korea

Cubitus varus deformity after supracondylar fracture of the humerus in children generally includes deformities of varus, hyperextension and internal rotation. Recently almost all corrective osteotomies for treatment of the varus deformity have been limited to correction of only the varus or of the varus and hyperextension deformity.

Electromyographic study has revealed unphysiological joint motion and muscle activity around the joint in elbows with cubitus varus, hyperextension and internal rotation deformity. On this basis we have successfully attempted simultaneous correction of all three deformities. The end results in 13 elbows have been satisfactory without any complications such as delayed union, limitation of elbow motion or nerve palsy. In conclusion, we recommend simultaneous correction of the three elements of cubitus varus deformity to restore anatomic alignment of the elbow joint.

Key Words : Cubitus varus deformity, Supracondylar fracture of the humerus, Three-dimensional osteotomy

서 론

소아 상완골 과상부 골절의 가장 흔한 합병증의 하나인 내반주 변형은 원위 골편의 내반 뿐만 아니라 과신전과 내회전 변형을 동반하는 경우가 많다. 이는 골절의 변형 치유(malunion)에 의해 얻어지고 자연적 교정은 기대되지 않는다. 그러한

※통신저자 : 김 풍 택
대구광역시 중구 삼덕 2가 50번지
경북대학교 의과대학 정형외과학교실

* 본 논문의 요지는 1997년 대한정형외과 제 41차 추계학술대회에서 구연되었음.

변형에 대한 수술적 교정은 절골술에 의한 내반 변형 교정에 목적을 둔 경우가 많았다. 하지만 절골술 후 신경 및 혈관 손상, 절골 부위의 융기, 불유합, 교정의 실패나 변형의 재발, 관절 운동 범위의 제한 등 합병증이 흔한 것으로 보고되고 있어 수술의 필요성 여부, 수술 시기, 수술 방법 등에 대해 많은 논란이 있어 왔다[1-3]. 이에 내반, 내회전, 과신전의 세가지 변형을 동시에 교정하는 삼차원 절골술을 소개하고자 한다. 이 연구는 첫째, 내반주 변형에 있어서 근전도 검사에 의한 비정상적 주관절 운동의 분석과 둘째, 내반, 과신전, 내회전 변형에 대한 동시교정의 결과와 이의 유용성에 대한 분석을 하고자 한다.

연구대상 및 방법

1. 대상 및 기간

1996년 1월부터 1997년 7월까지 상완골 과상부 골절후 주관절의 내반 변형을 주소로 내원하여 내반, 과신전, 내회전 변형을 동시에 교정한 13례를 대상으로 하였으며 성별로는 남자 9례, 여자 4례로 남자가 많았다. 연령 분포는 5-27세로 평균 12세 였으며 20세 이상의 성인은 3례였다. 수상후 변형 교정술까지의 평균 기간은 6년 이었으며 수술후 평균 추시 기간은 10개월(6-22개월)이였다. 2례에서는 내원시 내반주와 동반된 지연성 척골 신경 마비의 증상으로 수부의 저린감을 호소하였다. 1례는 양측 내반주 변형으로 좌측 삼차원 절골술 후 결과가 양호하여 우측 삼차원 절골술을 시행하였다.

2. 변형 주관절에 대한 근전도 검사

내반 변형을 가진 4례의 환자에 대해 주관절 굴곡과 신전시 상완요골근(brachioradialis)과 상완이두근(biceps brachii)의 비정상적 근육 활동을 탐색하기 위해 표면 근전도를 이용하여 주관절 굴곡 30°, 60°, 90°에서의 변화를 보았으며 건측 주관절을 대조군으로 하였다.

3. 삼차원 교정 절골술

1) 변형의 측정 방법 : 내반 변형 및 과신전 변형은 정면과 측면의 방사선 촬영에서 계측하였으며 Oppenheim 등[11]이 실제 운반각과 가장 가깝다고 한 상완골-주관절-수근관절의 각(humero-elbow-wrist angle)을 내반 변형의 기준으로 하였다. 내반 교정 각도는 건측의 생리적 외반(normal carrying angle)과 같이 되도록 하였으며 과신전 변형의 교정각도 건측을 참고로 하여 교정하였다. 과신전 변형의 측정은 주관절의 과신전 및 굴곡의 제한으로 측정하였다. 내회전 변형은 Yamamoto 등[16]이 보고한 방법으로 측정하여 그것을 교정 각도로 하였다. 즉 환자를 기립위에서 요추를 전굴시키고 상완을 몸통에 붙인 채 견관절을 신전하고 주관절을 90°굴곡시켜 전완을 등쪽에 오게 하고 이 상태에서부터 전완을 기준으로 하여 상완을 최대 내회전 시켰으며 정상 주관절에서는 나이와 관계없이 배부 수평면과 전완 중심축이 평행하였으나 내회전 변형이 있는 경우는 배부 수평면과 전완 중심축 사이에 각형성이 되었고 이 각도를 내회전 변형으로 하였다(Fig. 1).

2) 수술법 : 상완부 하단 외측에 피부 절개를 하여 상완골 원위부를 노출시켜 절골 부위를 결정 후 절골부 근위부에 steinmann 핀(1.8 or 2㎜ in diameter)을 관상면(coronal plane)에서 절골 부위와 평행하게 삽입한다. 다른 핀은 원위부에 내회전 변형을 교정시킬 각도로 수평면(horizontal plane)에 대해 삽입한다. 외측 설상 절골술 후 절골한 부위 약 0.5㎝ 상방의 각 전방 피질골에 구멍을 뚫고 철사로 연결시켜 절골 부위를 안정화시키고 내회전 변형의 교정시 중심이 되도록 하였다. 원위부를 이동시켜 두 핀이 평행할 수 있도록 위치함으로써 내반 변형과 내회전 변형을 동시에 교정할 수 있었고 과신전 변형의 교정은 시상면(sagittal plan)에서 주관절 굴곡시 환자의 손가락 끝이 정상측과 같이 동측 어깨에 닿을 수 있도록 하였다. 다른 하나의 핀을 절골부 근위부에 삽입하여 절골부위를 보강하여 골시멘트로 외부에서 고정하였으며 설상 절골술시 절제된 골편은 절골술 부위의 후방에 골이식하였다(Fig. 2). 술후 장상지 석고 부목으로 고정하였고 술후 2주경에는 팔걸이(arm sling)만 착용하여 주관절 굴신운동을 시작하며 술후 평균 6-8주경 주관절 운동이 정상화되고 가골이 형성된 후 외래에서 핀을 제거하였다.

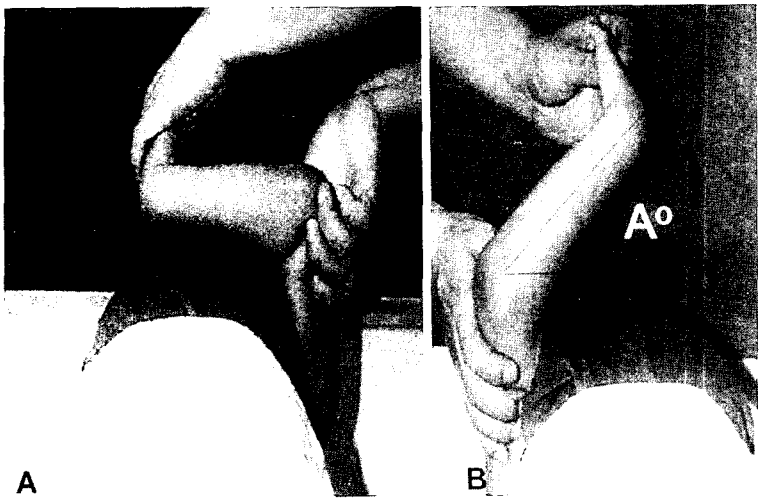

Fig. 1.
Measurement of internal rotation angle by Yamamoto's method.
(A° : Internal rotation angle)
A. normal elbow
B. cubitus varus

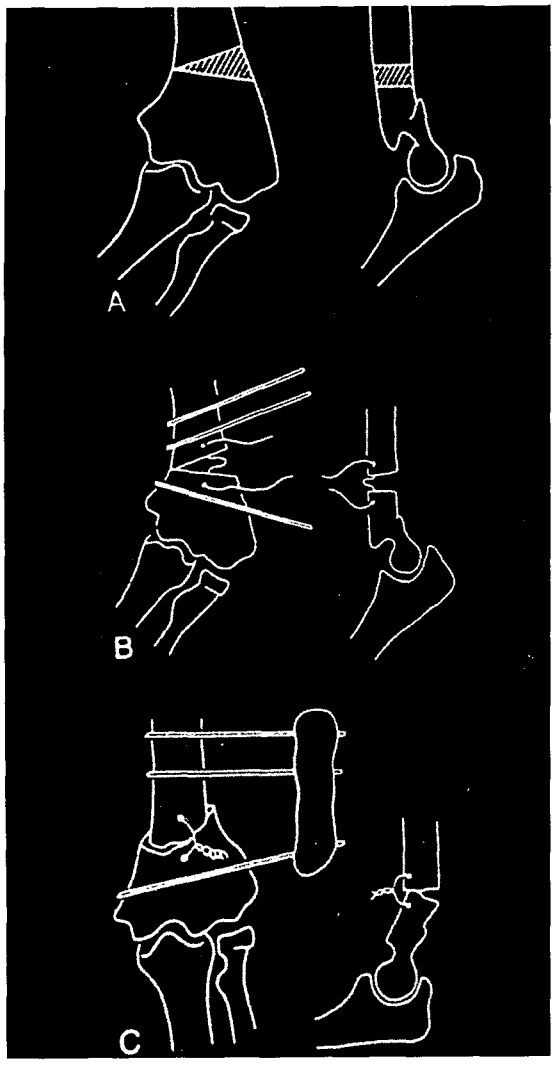

Fig. 2.
Schematic illustration of our method of corrective osteotomy
A. Planned area of resection by osteotomy
B. Two Steimann pins inserted into humerus at angles such that varus and internal rotation deformities are corrected when bone fragments are realigned to place pins parallel position with each other. The third pin is placed proximally to reinforce fixation. Proximal and distal bone fragments are held with stainless steel wire to stabilize connection and to provide center of rotation.
C. Distal fragment of humerus has been rotated, and pins are now in parallel. As hyperextension deformity is corrected, patient is able to touch fingertips of affected side to anterior aspect of shoulder on the same side.

결 과

1. 근전도 : 정상 주관절에 비하여 내회전 변형을 동반한 내반주 변형에서는 주관절 굴곡 0°에서 60°까지에서 완요골근(brachioradialis)의 근육활동이 상완이두근(biceps brachii)보다 높은 근육활동을 나타내었다(Fig. 3).

2. 변형의 교정 : 운반각(carrying angle)은 술전의 평균 내반 24° (13° to 32°)에서 술후 평균 외반 7° (5° to 20°)로 교정되었다. 내회전 변형은 술전 33° (20° to 45°)에서 술후 1°로 교정되었다. 과신전의 교정 정도는 술전 술후 주관절 굴곡 각

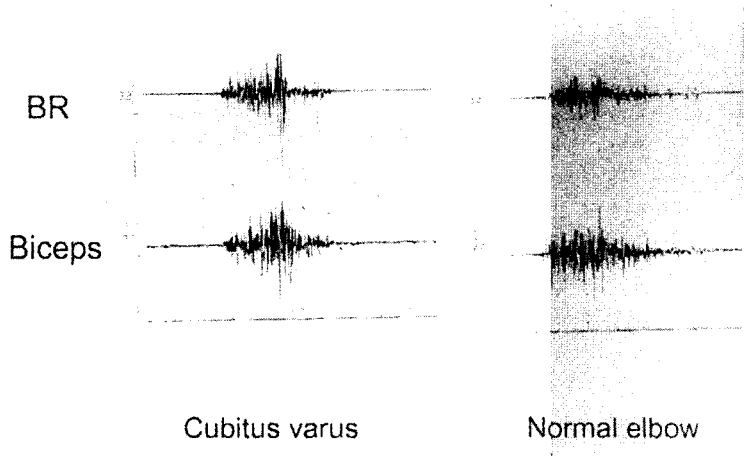

Fig. 3.
Muscle activity studied by electromyography, muscles in normal elbows and cubitus varus.
BR : Brachioradialis
Biceps : Biceps brachii

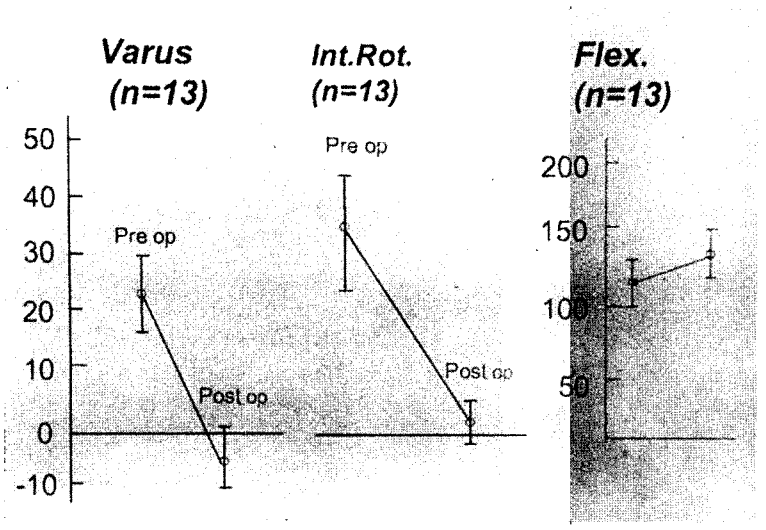

Fig. 4.
Surgical correction of deformity. Correction of hyperextension deformity is judged by measuring flexion angle (means and standard deviation).

도로 측정하였으며 이는 술전 120°굴곡에서 술후 132°로 교정되었다(Fig. 4). 지연 유합, 불유합, 신경 손상, 핀 주위 감염은 보이지 않았으며 2례의 내반주와 동반된 지연성 척골 신경 마비에서는 수술 후 신경 마비의 증상이 모두 소실되었다.

증례보고

남자 6세 환자로 2세때 좌측 상완골 과상부 골절 후 발생한 내반주 변형을 주소로 내원하였으며 술전 내반 28° 내회전 40° 과신전 -30°(굴곡 120°)의 소견을 보였으며 삼차원 절골술 후 외반 15° 내회전 0°과신전 -5°(굴곡 145°)으로 개선되었다(Fig. 5).

고 찰

상완골 과상부 골절후 발생한 내반주 변형에 대한 교정 수술은 1939년 Siris[12]가 외측 폐쇄 절골술을 보고한 이후 많은 저자들에 의해 외측 폐쇄 절골술, 돔형 절골술, 계단식 절골술 등이 보고되고 있다. 그러나 결과가 만족스럽지 못한 경우가 많고 합병증의 발생등으로 수술 시기, 수술 방법 등에 대해 많은 논란이 있어 왔다.

과거 내반주의 교정은 미용상 내반 변형만 교정함으로써 충분하다는 의견이 많았다. Bellemore 등[4]은 회전 변형은 견관절에 의해 보상되기 때문에 대부분의 경우에 있어서 각변형의 교정만으로

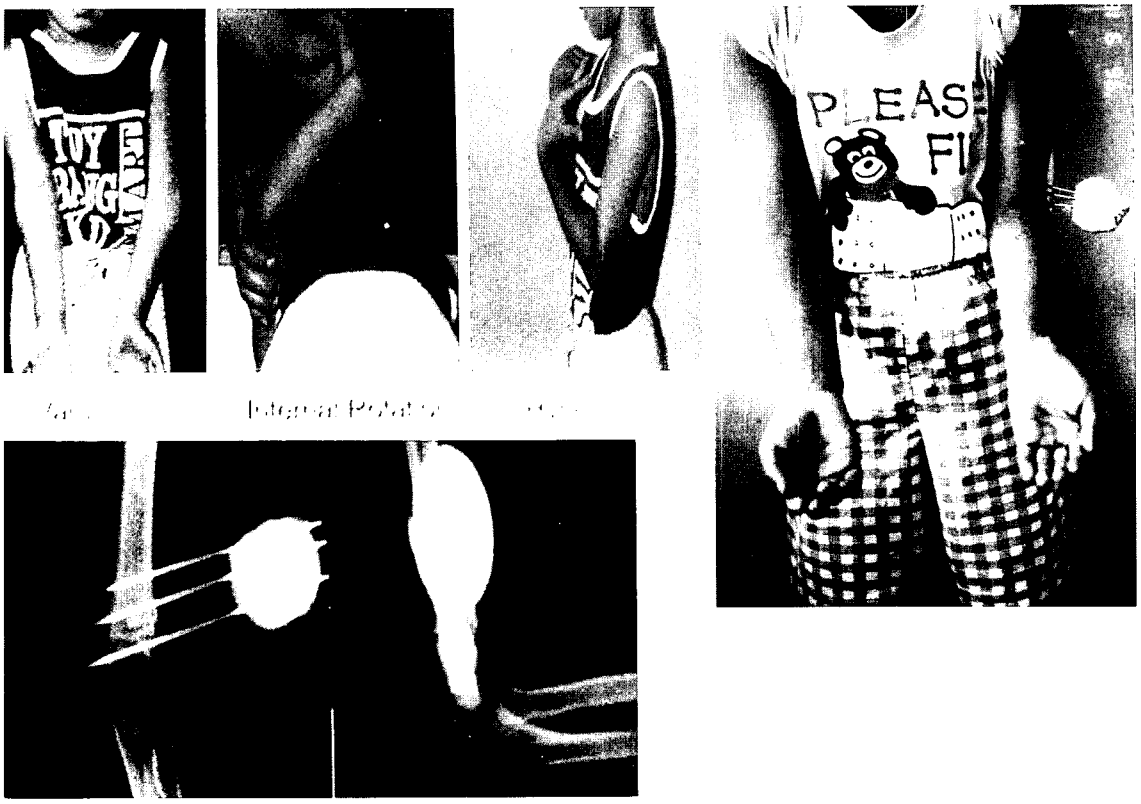

Fig. 5. Photographs of representive case

A. Preoperative view showing varus(28°), internal rotation(40°) and hyperextension deformity(-30°).

B. Postoperative radiographs that show correction of varus and hyperextension deformity.

C. He presents external fixation and correction of varus deformity at postoperation 6 weeks.

충분하다고 하였으며 Oppenheim 등[11]도 회전 변형의 교정은 피하고 오직 내반 변형의 교정만을 시행하였다. 하지만 이는 내회전 변형이 잔존하고 있는 경우의 장애에 대해서 완전한 인식을 못하고 있는 때문으로 생각된다. 1995년 Usui 등[15]은 내반주 변형이 있는 주관절에 운동 분석(motion analysis)과 상완이두근과 상완요근의 근전도 검사를 시행후 그 결과를 보고하고 근전도 검사에서 내반주 변형이 있는 주관절에서는 주관절이 굴곡하는 초기에 상완요근이 상완이두근보다 높은 활성도를 보인다고 하였다. 운동 분석법을 이용한 분석에서 정상 주관절에서는 요골 경상돌기, 상완골 외상과 및 견봉에 발광다이오드(light-emitting diode)를 부착하여 관찰한 바 전방, 측방 및 천정에서 관찰시 직선 및 포물선을 나타내며 내회전 변형이 있는 내반주 변형에서는 주관절 운동시 파상(wave-like)궤적을 나타낸다고 하였다. 내반 변형에 내회전 변형을 동반하는 경우는 상완이두근의 근육 수축이 주관절 굴곡 운동 이외에 전완의 척골측 병진운동(translation)과 내회전시키는 운동으로 분산하여 작용하고 있다고 생각된다(Fig. 6). 이러한 비정상적인 근육 운동은 스포츠 활동시 근육의 급격한 피로를 초래하며 비정상적인 관절 운동에 의해 주관절의 인대에 비정상적인 스트레스를 유발할 수 있으므로 원위 골편의 내반주 변형과 함께 내회전 변형을 교정함으로써 정상적인 관절 운동을 회복시킬 수 있다고 생각된다.

본 연구에서 표면 전극을 이용한 근육 활성 검사에서 내반주 변형이 있는 경우에는 상완요근의 활동도가 상완이두근보다 더 크게, 굴곡 초기에 나타났다. 이는 Usui 등[15]의 결과와 동일하였으며 상완요근이 내반주 변형이 있는 경우에는 내측으로 전위되어 주관절 굴곡근으로써의 주관절 굴

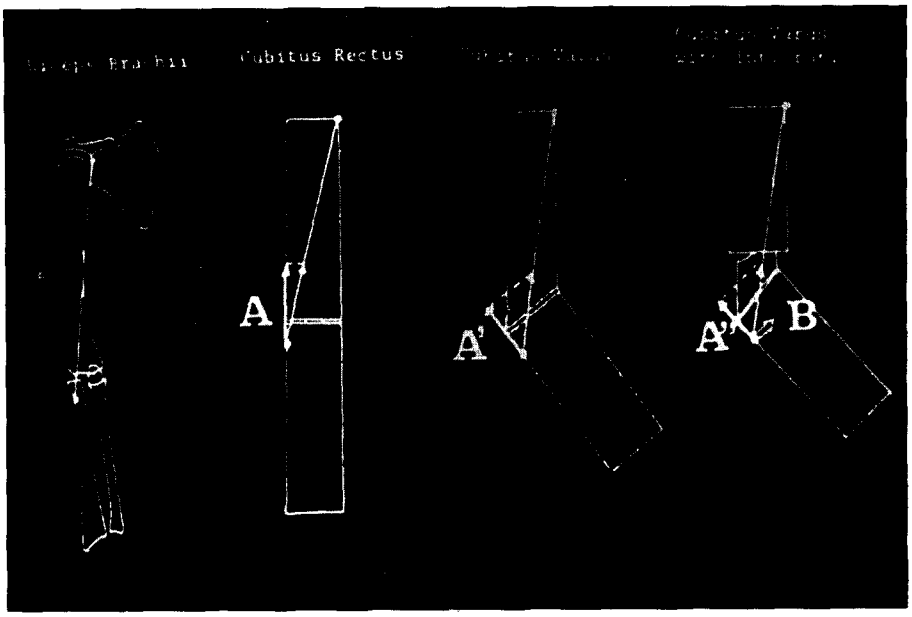

Fig. 6. Schematic illustration of theoretic changes in direction of pull of biceps brachii muscles in normal elbow, in elbow with cubitus varus and in elbow with cubitus varus and an internal rotation defrmity. In normal elbow almost all pull of biceps brachii(A) works in flexion. In cubitus varus strength of flexion(A') is less than A. In cubitus varus with internal rotation deformity, pull (A) is divided between (A") and internal rotation of distal bone fragment(B).

곡 초기의 활동이 커지기 때문으로 생각된다.

한편 상완골 과상 골절후의 내반주에 속발하는 주 관 증후군(cubital tunnel syndrome)에도 내회전 변형이 관여하고 있다[5,8,10,13]고 생각된다. Ogino 등[10]이 내반주 변형과 지연성 척골 신경 마비가 있는 환자 6명과 내반주 변형이 있으면서 지연성 척골 신경 마비가 없는 환자 28명을 대상으로한 연구에서 두군간에 내반주의 크기는 관련이 없었으며 Mitsunari 등[8]은 내반주 변형에서 발생한 지연성 척골 신경 마비에 대한 연구에서 내반주 변형 크기보다는 내회전 변형의 크기가 척골 신경 마비에 관련이 있다고 하였으며 내회전 변형이 있는 내반주의 상완골 내측 상과는 상대적으로 후방에 전위되어 있어 내측 상과의 후방에 위치하는 척골 신경에 압박력이 가해져서 척골 신경 마비 발생의 원인이 되며 또한 내회전 변형에 의한 척골 신경구(ulnar nerve groove)의 경사가 작아져서 주관절 굴곡시 상완 삼두근의 내측두가 전방으로 밀려나오면서(snapping) 이때 척골 신경의 전방으로의 아탈구가 생기기 쉽다고 생각하였다. 이상의 사실은 내반주 변형에 언제나 합병하는 내회전 변형을 완전히 제거해 주는 것이 좋다는 의견을 지지하고 있다.

French[6]가 내회전 변형의 교정을 언급한 이후 이에 대한 많은 보고가 있었다. 백 등[2]의 보고에서 성인을 대상으로 한 삼차원 교정 절골술을 시행하였으나 내회전 변형에 대한 정량화를 하지않았으며 Uchida 등[14]도 견갑관절의 외회전의 제한에 의한 내회전 변형의 측정을 하였으나 견고한 내고정에만 중점을 둔 삼차원 절골술에 대한 보고를 한 바 있다.

내회전 변형에 대한 측정은 Norman[9]과 Lönroth[7]은 방사선 촬영에 의한 측정을 보고하였으며 저자들이 인용한 Yamamoto 등[16]은 정상 견갑관절의 최대 내회전 후 나타나는 과잉의 내회전 각도의 측정법에 대해 보고를 하였고 상기 측정 수기에서 내회전 변위 각도가 측정되는 이유를 다음과 같이 설명하였다(Fig. 7). 환자를 기립위에서 상완을 아래로 내리고 상완골에 내회전을 가하면 내회전 운동은 처음에는 견관절(glenohumeral joint)에서 이루어지나 견관절에서 내회전 운동이 최대로 이루어져도 내외측 상과를 연결하

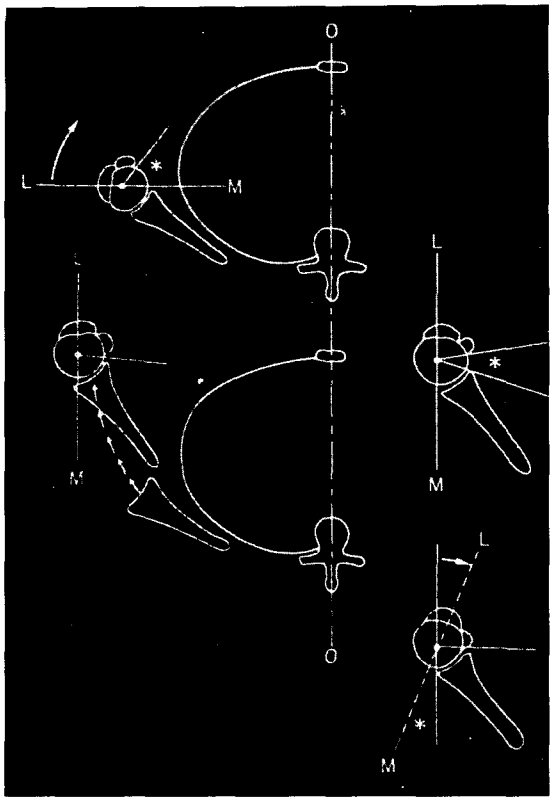

Fig. 7. Schematic illustration of theoretic basis of measurement method of internal ratation angle by Yamamoto's method.

는 선(M-L)이 몸의 시상면(0-0)과 평행하게 될 때까지 상완을 내회전시키는 것은 불가능하다. 내외측 상과를 연결하는 선(M-L)이 몸체의 시상면(0-0)과 평행하게 되기 위해서는 견갑골(scapular)이 흉곽 위쪽을 전외방으로 미끌어지게 하지 않으면 안된다. 내외측 상과를 연결하는 선이 몸의 시상과 평행하게 되는 시점에서는 견갑골의 전외방향으로 미끌어짐을 멈추게 하는 자세가 주관절을 90°굴곡시켜 전완을 등뒤로 평행이 되도록 하는 자세이다. 이때 상완의 대결절이 견갑골의 관절와의 전순에 부딪히게 된다. 이상에서 견관절의 신전위를 유지시켜 견갑골의 전외측으로 회전운동을 막으면 정상 주관절의 경우에는 견관절이 이것 이상의 내회전 운동을 일으킬 수 없다. 정상 주관절에서는 상기 자세에서 전완을 레버로 해서 상완을 내회전 시켜도 전완은 수평면으로 부터 더 올라가지 않는다. 만일 골절부에 내회전 변형이 있는 경우는 내외측 상과를 연결하는 선(M-L)이 몸의 시상면(0-0)과 평행이 되게 유지해서 견갑골의 전외방의 미끄러짐을 막은 상태에서도 견갑상완 관절에서는 내회전 (*)을 일으킬 수 있는 여력이 있다. 이 여력은 전완의 중심축과 배부 수평면과 이루는 각도로 표시 된다.

이상의 소견을 토대로 시행한 내반주의 삼차원 교정 술식은 대단히 간단하고 정확하게 시행할 수 있었다. 이번의 13례의 조사 결과 내반, 내회전, 과신전은 언제나 나타나는 변형 요소로써 모두를 만족할 만한 각도로 교정할 수 있었으며 내반, 내회전, 과신전 변형을 확실히 교정하는 것이 환자의 주관절을 생리적 상태로 복원하기 위해 필요하였다.

수술의 적응은 수상후 변형이 고정되고 주관절 운동이 정상으로 회복되면 가급적 빠른 시기에 시행함이 바람직하겠고 20세 이후에는 절골술 후 견고한 고정을 위해 상하 2개의 핀 삽입 또는 전방 피질에 철사 고정시 상하 골편에 나사못을 고정하여 철사를 고정하는 방법도 시도해 보았다. 이상의 결과로 내반주 변형의 교정 절골술은 내반의 교정에 의한 미용 목적에만 한정되지 않고 지연성 척골 신경 마비의 동반을 예방할 수 있게끔 정상적인 주관절의 생리 상태로의 복원이 중요하다고 사료된다.

결 론

내반주, 내회전, 과신전 변형을 가진 내반주 변형에는 완요골(brachioradialis)이 주관절 굴곡의 초기에 상완이두근(biceps brachii)에 비하여 높은 근육활동을 나타내었으며 상완골 과상 골절 후 내반주에 있어서는 내회전 변형의 측정법이 간단하고 정확하였다.

삼차원 교정 절골술로 내반 변형뿐만 아니라 내회전, 과신전등 모두의 변형 요소를 동시에 교정하는 것이 용이하였고 13례의 수술 성적은 모두 양호한 결과를 보여 내반주 변형의 교정 절골술에는 변형의 3요소를 모두 교정하여 환자에게 해부학적으로 정상적인 주관절을 제공해주어야 한다고 생각되었다.

REFERENCES

1) 문명상, 옥인영, 공준택 : 내반주 변형에 대한 상완골 절골술. *대한정형외과학회지*, 26:1820-1825 1991.

2) 백구현, 정문상, 박상은, 유광현 : 성인 내반주에서 삼차원적 교정 절골술이 변형 교정에 미치 는 효과. *대한정형외과학회지*, 30:1373-1381, 1995.

3) 최인호, 이덕용, 빈성일, 여봉구, 진종수, 염진섭 : 내반주 변형의 교정을 위한 상완골 폐쇄 절골술. *대한정형외과학회지*, 25:876-884, 1990.

4) **Bellemore MC, Barrett IR, Middleton RWD, Scougal JS and Whiteway DW** : Supracondylar osteotomy of the humerus for correction of cubitus varus. *J Bone Joint Surg*, 66B:566-572, 1984.

5) **Dreyfuss U and Kessler I** : Snapping elbow due to dislocation of the medial head of the triceps. *J Bone Joint Surg(Br)*, 60B:56-57, 1978.

6) **French PR** : Varus deformity of the elbow following supracondylar fracture of the humerus in childeren. *Lancet*, 2:439-441, 1959.

7) **Lönroth H** : Measurement of rotational displacement in supracondylar fracture of the humerus. *Acta Radiol*, 57:65-70, 1962.

8) **Mitsunari A, Muneshige H, Yoshikazu I and Murakami T** : Internal rotation deformity and tardy ulnar nerve palsy after supracondylar humeral fracture. *J Shoulder Elbow Surg*, 4:23-29, 1995.

9) **Norman O** : Roentgenological studies on dislocation in supracondylar fracture of the humerus. *Ann Radiol*, 18:395-9, 1975.

10) **Ogino T, Minami A and Fukuda K** : Tardy ulnar nerve palsy caused by cubitus varus deformity. *J Hand Surg*, 11B:352-356, 1986.

11) **Oppenheim WL, Clader TJ, Smith C and Bayer M** : Supracondylar humeral osteotomy for traumatic childhood cubitus varus deformity. *Clin Orthop*, 188:194-196, 1984.

12) **Siris IE** : Supracondylar fracture of the humerus. An analysis of 330 cases. *Surg Gynecol and Obstet*, 68:201-222, 1939.

13) **Uchida Y and Sugioka Y** : Ulnar nerve palsy after supracondylar humerus fracture. *Acta Orthop Scand*, 61(2):118-119, 1990.

14) **Uchida Y, Ogata K and Sugioka Y** : A new three-dimentional osteotomy for cubitus varus deformity after supracondylar fracture of the humerus in children. *J Pediat Orthop*, 11:327-331, 1991.

15) **Usui M, Ishii S, Miyano S, Narita H and Kura H** : Three-dimentional corrective osteotomy for treatment of cubitus varus after supracondylar fracture of the humerus in children. *J Shoulder Elbow Surg*, 4:17-22, 1995.

16) **Yamamoto I, Ishii S, Usui M, Ogino 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.