

## Deformity in Elbow Joint

전남대학교 의과대학 정형외과학교실

문 은 선

주관절의 변형은 골절 등의 외상이나 각종 질환의 후유증으로 발생할 수 있다. 특히 소아 상완골 과상부 골절의 부정 유합에 의한 내반주 변형은 흔하며, 문헌을 통한 내반주 변형의 발생율은 치료를 고려하지 않았을 때 약 10~57%이며, 변형은 시간이 경과하더라도 호전되지 않는다고 하였다<sup>1)</sup>. 시상면에서는 굴곡 및 신전 변형, 관상면에서는 내반주 및 외반주 변형, 수평면에서는 회전 변형이 발생할 수 있으며, 이러한 변형은 하나의 단면에서는 물론 여러 단면에서 두가지 이상의 변형이 조합된 형태로 나타날 수 있다<sup>2)</sup>. 그 중 주관절 부위에서 약 45도 정도의 순수한 회전 변형은 인지하기 힘들며, 어느 정도의 굴곡과 신전 변형도 큰 문제가 되지 않아서 변형은 심한 내반주와 외반주 변형이 주로 치료해야 할 대상이다.

이러한 주관절부 변형들은 대부분 골절의 부적절한 정복 때문에 발생한다. 과거에는 원위 상완골 성장판의 성장 정지 때문에 발생한다고 생각하였다. 특히, 소아 골절 후에 내반주와 외반주 변형이 남게 되는 원인으로는 첫째, 좋지 않은 방사선 사진 때문에 제대로 판독이 불가능하여 부적절한 정복 상태를 허용하게 되는 경우, 둘째, 골절에 대한 정확한 지식이 없어 정확한 판독이 가능한 방사선 사진임에도 불구하고 올바른 판독을 못하는 경우, 셋째, 정복의 소실 등이다<sup>3)</sup>.

주관절 변형 교정술의 치료 목표는 상지의 정렬을 정상측과 같이 회복하고, 주관절의 관절 운동 범위를 회복하며, 상지의 기능을 가능한 한 변형전의 상태로 향상시키고자 하는 것이다<sup>4)</sup>. 이러한 교정술을 시행할 때 특히 고려해야 할 사항은 수술적 접근 방법, 절골 술식, 교정 방법 등이 있다.

### A. 내반주 변형(cubitus varus deformity)

#### 1) 원인

내반주 변형은 소아의 과상부 골절 후 가장 흔히 발생하는 각 변형 후유증으로, 대부분의 경우 소아의 과상부 골절이 내반으로 경사진 위치에서 부정 유합되어 발생한다. 그러나 간혹 외과 골절의 불유합이나, 내과 골절 및 주두 골절에서 성장판이 손상되어 발생할 수도 있으며, 감염이나 각종 종양의 후유증 또는 골간단의 이형성증 등에 의해서도 발생할 수 있다. 과상부 골절의 경우 원위 골절편의 내측 전위 및 내측 편향과 원위 골절의 내측 회전 변형<sup>18,20)</sup> 외과의 과성장과 같은 상완골 원위부의 성장 장애<sup>4)</sup> 등이 주장되고 있으나 최근 부적절한 정복과 초기의 정복 소실이 가장 큰 이유로 대두되고 있다<sup>5)</sup>.

## 2) 증상, 적응증 및 치료시기

증상으로 동통을 호소하는 경우는 거의 없으며, 주관절의 변형으로 경미한 운동 제한, 척골 신경이나 요골 신경의 지연성 마비가 간혹 발생할 수 있으며, 대부분 외관상의 이유로 병원을 찾게 된다. 수술적 치료는 변형 각도가 20도를 넘거나, 환자가 외관상의 이유로 변형을 받아 들일 수 없는 경우, 또는 드물게 주관절의 신전 장애나 신경 마비 증세가 있는 경우에 요하게 된다. 하지만 치료 후 기존 주관절의 생역학이 바뀌게 됨으로써 발생할 수 있는 새로운 손상에 대한 위험성과 술 후 상지 기능의 변화 가능성에 대한 숙고가 필요하다<sup>21)</sup>.

교정 시기에 대해서는 Smith 등<sup>26)</sup>은 각 변형은 진행되지 않고 재형성되지 않으며, 어린 나이 일수록 절골술 후 골유합이 빠르고 내고정이 쉬워, 성장이 완료되기 이전에 빨리 수술을 하는 것이 좋다고 하였으며, Oppenheim 등<sup>22)</sup>은 이에 추가로 조기 수술이 주관절의 강직과 지연성 척골 신경 마비를 예방하는 방법이라고 하였다. Bellemore 등<sup>23)</sup>도 성장 장애에 의해 각 변형이 더 악화되지 않으므로 성장이 끝날 때까지 교정술을 기다릴 필요가 없다고 하였고, 절골 후 주관절 운동이 정상으로 돌아왔을 때가 수술의 적기라 하였다. 한국의 석 등<sup>27)</sup> 및 박 등<sup>28)</sup>도 조기 수술을 시행함으로써 성장기의 재발이 없고, 성인의 경우 주관절 강직과 척골 신경마비 및 기형을 예방할 수 있다고 하였다.

## 3) 진단

변형의 정도는 보통 운반각을 측정하여 알 수 있는데, 이는 주관절의 완전한 신전 및 전완부의 회외전 상태에서 촬영한 주관절 전후면 방사선 사진상에서 상완골의 장축과 척골의 장축이 이루는 각도(humeral-ulnar angle)를 측정하거나, 주관절의 전완 전부(antecubital space)의 중간 지점에서 완관절의 중심 지점과 상완골 끝두의 중간 지점을 각각 연결하는 사이의 각(humeral-elbow-wrist angle)을 측정하여 알 수 있다<sup>29)</sup>. 또 다른 방법은 주관절을 굴곡시키고 내측 상과와 주두골 외측 상과가 상완골의 장축으로부터 어느 쪽으로 기울어졌는가를 전측과 비교함으로써, 정확한 각도는 알 수 없지만 운반각의 변형 유무를 알 수 있으며, 2세이상 소아에서는 Bauman씨 각(Baumann's angle)을 측정함으로써 운반각의 변화를 예측할 수도 있다.

## 4) 치료 방법

외관상의 변형을 치료하는 데는 상완골 과상부 절골술로서 교정하게 되는데 접근 방법, 절골술, 내고정 방법 등에 대해선 여러 가지가 보고되고 있다<sup>30)</sup>.

### (1) 접근 방법(surgical approach)

수술적 접근 방법으로는 내측, 외측 및 후방 도달법 등이 있다. 먼저 내측 도달법은 신경 혈관 다발을 확인하고 보호할 수 있는 반면, 상완골 원위부를 노출시키기 위해 신경 혈관 다발을 조작해야 한다는 단점을 갖고 있다. 특히, 내반주에서 외측 폐쇄 절골술을 시행하고자 한다면 이 접근 방법은 매우 힘들 수 있다. 그러나 Hui 등<sup>31)</sup>은 14명의 내반주 환자들에 대해 내측 도달법을 통해 외측 폐쇄 쇄기 절골술을 시행하고, 원위 골편을 내측으로 이동시킨 후 K-강선 고정하는 술식으로, 술 후 외과 부위의 외측 돌출이 없고 수술 반흔은 내측에 감춰지는 결과를 얻

어, 내측 도달법은 내반주 치료에 있어 효과적이고 안전한 방법의 하나라고 하였다. 또한, 외측 도달법은 상완골 원위부로의 접근과 절골술의 시행이 보다 용이하여 가장 흔하게 이용되고 있는 방법이다. 그러나 상완골 간부 외측에는 요골 신경이 존재하기 때문에 신경 손상에 주의할 기울여야 하는 부담이 있다. 후방 도달법은 삼두근 분리(triceps-splitting), 삼두근 건 절단(triceps-tendon transecting), 삼두근 보존(triceps-sparing) 방식을 통해 시행할 수 있으며, 상완골 원위부를 가장 잘 노출시킬 수 있다는 장점을 갖고 있다. 그러나, 큰 피부 절개 및 상당한 조직의 절개가 술 후 조직 유착을 야기할 수 있다는 문제점이 있으며, 복외위나 측외위 상태에서는 수술 도중 운반각의 교정 정도를 제대로 판단하기가 어렵다는 단점이 있다<sup>1)</sup>.

### (2) 절골술(osteotomy)

절골술로는 내측 개방 썬기 절골술과 골이식 방법(medial opening wedge osteotomy with/without bone graft)<sup>16,17)</sup>, 경사 절골술 후 회전시키는 방법 (oblique osteotomy with derotation<sup>8)</sup>, 외측 폐쇄 썬기 절골술(lateral closing wedge osteotomy)<sup>2,10,11,13)</sup>, 삼차원 절골술(three-dimensional osteotomy)<sup>8,30)</sup>, 계단식 절골술(step-cut osteotomy)<sup>9,15)</sup>, Dome 절골술(Dome osteotomy)<sup>29)</sup> 등이 있다.

이 중 외측 폐쇄 썬기 절골술이 가장 단순한 방법으로 내반각과 정상측 운반각의 합만큼 폐쇄 썬기(closing wedge)를 외측에 만들며, 특히 절골선의 내측에서 피질골의 연속성을 유지하는 것이 중요하다. 술기가 쉽고, 안전하며 비교적 안정적인 절골술로서 골의 치유기간을 줄일 수 있는 장점이 있는 방법이며<sup>2)</sup>, 외측 용기가 문제가 될 수 있다. 내측 개방 썬기 절골술은 척골 신경이 술 후 신연되어 신경 증상이 나타날 수 있으며, 골 이식을 위해 추가적인 피부 절개가 필요하다는 단점이 있다. 경사 절골술후 회전시키는 방법은 회전 변형을 교정할 수 없으며, 삼차원 절골술은 절골 부위 접촉면을 넓게하여 골유합을 빨리 얻을 수 있는 장점이 있다. 계단식 절골술<sup>9)</sup>은 매우 견고한 삼차원적 교정이 가능한 장점이 있으나, 외측 작은 골편을 만드는데 따른 수기상의 어려움, 교정의 문제점, 골절, 원위부와 근위부의 불일치 등의 문제점이 있다. Dome 절골술은 회전 변형의 교정이 가능하고, 상완골 원위부의 외측 돌출을 피할 수 있는 장점이 있는 반면, 원위 골편의 굴곡 및 신전을 시킬 수 없고 술기가 쉽지 않다는 단점이 있다.

교정술에 있어 또 하나의 문제는 심한 내반주 변형을 수술하는 경우에 발생할 수 있는 외측 용기인데 이를 예방하기 위해서는 골절의 재형성력이 남아있는 시기에 수술을 시행하는 것이 좋고, 만약 골성장이 완료된 이후라면 원위 절골 부위를 내측으로 전위시키는 방법, 절골선의 길이를 같게하여 절골하는 방법<sup>7)</sup> 등이 있다.

### (3) 고정 방법(fixation method)

교정술의 마지막 단계는 ‘절골 부위에 대한 고정을 어떻게 할 것인가?’ 이다. 절골술 후 고정 방법으로는 단순한 석고 고정에서부터 K-강선 및 Steinman 강선 고정, K-강선과 8자 모양 강선 고정술, 금속 나사, 금속 나사와 강선, staple, 각종 금속판, 외 고정기 등이 다양하게 이용되고 있다. 이 중 2개의 K-강선을 교차로 삽입하는 방법이 가장 일반적인 방법으로 이용되나, 편이 느슨하게 되어 변형이 재발되는 경우나, 편 삽입부의 염증, 신경 손상, 드물게는 혈관 손상으로 인한 상완 동맥의 동맥류 등의 합병증이 보고되고 있다<sup>1,5,12,18,24)</sup>. Carlson과 Rosmar<sup>1)</sup>은 2개의 K-강선을 평행하게 삽입하고, 강선을 이용하여 8자 모양으로 보강하는 고정법을 사용하는 방법으로 견고한 고정 및 좋은 결과를 얻었다고 보고한 바 있다. Ballemore 등<sup>2)</sup>은 석고

고정, K-강선 및 변형된 French 외측 폐쇄 쇄기 절골술 사이에 고정력의 차이를 비교하였는데 이들 중 변형된 French 외측 폐쇄 쇄기 절골술이 보다 좋은 결과를 보였다고 보고하였다. K-강선 고정은 고정력이 약하고, 교정 소실 발생이 많으며, 장력대 고정 술식은 절골술 후 내측 피질골 상태가 양호할 때 사용할 수 있으며, 금속판의 경우는, 특히 술 후 조기 관절 운동이 계획된 견고한 고정이 요구되는 비교적 나이가 많은 청소년일 경우에 사용된다. 외 고정기는 술기의 문제, 편 주위 감염, 불편감, bulkiness, 비용 등의 문제점이 있다.

## B. 외반주 변형(cubitus valgus deformity)

### 1) 원인

외반주의 원인으로는 상완골 소두의 성장판 조기 폐쇄 때문이 아니라 외과의 상방 전위를 동반한 불유합 때문에 발생하는 것으로 보이며, 이는 대부분 전위된 외과 골절에서 발생한다. 그 외에 외과 골절의 부정 유합시에도 나타날 수 있다. 이러한 변형의 발생에 관하여 Blount<sup>8)</sup>는 상완골 외과 골절에서 부정 유합이 오면 성장이 지연되거나 정지됨으로써 기형이 초래된다고 하였다.

또한, Wadsworth<sup>31)</sup>는 소두의 외상 후 성장판의 조기 융합으로 외반주가 나타나는 것을 관찰, 보고 하기도 하였다. 이외에도 과상부 골절과 관련하여 발생한 경우도 보고 되어져 왔다<sup>8)</sup>.

### 2) 증상, 적응증 및 치료시기

내반주와 달리 외반주에서 변형 자체가 문제가 되는 경우는 그리 많지 않으나, 대부분에서 외과 골절 30~40년 이후 지연성 척골 신경마비를 초래하는 것으로 알려져 있다. 또한 주관절의 신전 소실을 흔히 동반한다.

치료 시기 및 수술 적응에 대해서는 논란이 많은데, 정기적 검사 후 신경 증상이 나타나면 치료하자는 주장과<sup>32)</sup> 초기에 내반 절골술과 척골 신경의 유리술 등 외반주를 일으킨 원인에 대한 치료를 시행하여 지연성 척골 신경 마비의 발생을 막아야 한다는 주장 등이 있다<sup>33)</sup>. 외반주의 치료시기에 대해서는 이외에도 여러 이견들이 있다.

### 3) 치료 방법

외반주의 치료에 있어 손상의 분류에 따라 치료 방법이 차이가 있다. Milch 1형의 골절의 불유합은 비교적 심하지 않은 정열 이상을 보이므로 단순히 외반주된 부위를 폐쇄 쇄기 절골술을 시행한 후 고정하며, Milch 2형의 경우는 Milch 1형보다 더 불안정하기 때문에 골절부의 근위부에서 절골술을 시행한 후 개방 쇄기 절골술을 시행하고 요, 척골의 상완골 간부측과 평행이 되게 외측 전위를 시켜야 한다<sup>34)</sup>. 여러 절골 방법들 중 내측 폐쇄 쇄기 절골술이 가장 쉽고 안전하여 많이 이용되는데, 고정 방법과 수술 방법에서 내반주 변형과 큰 차이는 없다. 최근 K-강선 고정시 편 의 이완, 신경 손상 등의 합병증이 보고되고 있으며<sup>2,19)</sup>, 그 고정력에 대한 문제점이 제기되고 있어 문 등<sup>20)</sup>은 Y형 금속판을 이용한 고정에서 좋은 결과를 보고하였다. Tien 등<sup>28)</sup>은 소아의 외과 골절과 연관된 외반주에 대해 새로운 과상부 Dome 절골술로 치료한 결과를 보고

하였는데 후방 도달법을 이용하여 외과 불유합 부위의 노출이 매우 좋았으며, 술 후 운동 범위 제한이나 불유합 등과 같은 합병증 없이 불유합을 효과적으로 안정화 시킬 수 있었으며, 내측상과 부위의 돌출 없이 외반주 변형을 효과적으로 교정하였다고 보고하였다.

### C. 회전 변형 (rotational deformity)

상완골 원위부의 회전 변형은 견관절에서 약 270도에 가까운 회전이 일어나고 있으므로 약 45도 정도의 순수한 회전 변형은 인지하기 힘들며, 임상적으로 별 문제를 야기하지 않는다. 최근에 회전 변형의 측정에 대한 관심이 증가하면서, Yamamoto 등<sup>39)</sup>은 상체를 전방으로 약간 구부린 상태에서 주관절을 90도 굴곡시킨채 전완부를 등 뒤로 하여 견관절을 최대한 신전하고 내회전시켜, 전완부의 중심선이 등의 수평면과 이루는 각을 상완골의 내회전 각으로 측정하였고, Torison 등<sup>29)</sup>은 컴퓨터 단층촬영을 통하여 측정하였다. 최근에는 회전 변형 측정 후 원위부를 회전시켜 절골술시 정확한 정복을 이루는 방법이 시행되고 있다<sup>33)</sup>.

### D. 저자의 치료 경험

본 교실에서의 치료 경험에 따른 결과를 살펴보면, 내반주 변형의 경우 1989년 2월 부터 1997년 1월까지 55명의 환자를 대상으로 외측 폐쇄 쇄기 절골술을 시행하고 두 개의 K-강선과 8자 모양 강선고정 방법으로 평균 22개월 추시상 Oppenheim<sup>22)</sup>과 Bellemore<sup>28)</sup>의 평가상 4례(87%)에서 양호 이상의 결과를 얻을 수 있었으며 합병증으로는 2례의 척골 신경 손상이 있었으나 회복되었다. 외반주 변형의 경우 1993년 8월부터 1998년 11월까지 후방 도달법을 이용한 내측 폐쇄 쇄기 과상부 절골술 후 Y자형 금속판을 이용한 내고정 후 7례중 6례(86%)에서 양호 이상의 결과를 얻었으며 척골 신경 증상도 술전 5례에서 모두 호전되었으며 합병증은 1례에서 지연 유합이 발생하여 골이식 후 유합을 얻을 수 있었다.

### E. 결론

상완골 원위부 골절은 초기 치료시 정확한 정복 및 유지가 향후 주관절 변형의 예방에 중요하며, 변형 정도, 술식 및 고정 방법의 정확한 인지가 치료에 필수적인 것으로 생각된다.

## REFERENCE

1. Amspacher JC and Messenbaugh JF: Supracondylar osteotomy of the humerus for correction of rotational and angular deformities of the elbow. *South Med. J.* 57:846-850, 1964.
2. Bellemore MC, Barrett IR, Middleton RWD, Scougall JS and Whiteway DW: Supracondylar osteotomy of the humerus for correction of cubitus varus. *J Bone Joint Surg*, 66(B):566-572, 1984.
3. Blount WP: Fracture in children. *The Williams and wilkins*. 1955.
4. Canal ST: *Campbell's Operative Orthopedics*, 10th ed, St. Louis, Mosby, 2003.
5. Carlson CS and Rosman MR: Cubitus varus-A new and simple technique for correction. *J Ped Orthop*, 2:199-201, 1982.
6. Chess DG, Leahey JL and Hyndman JC: Cubitus varus-significat factor. *J Ped Orthop*, 14:190-192,

- 1994.
7. Choi IH, Lee DY, Bin SI, Yeo BG, Jin JS and Yeom JS: Supracondylar closing spring osteotomy for correction of cubitus varus. *J Korean Orthop Assoc*, 25(3):876-884, 1990.
  8. Chung MS, Baek GH: Three-dimensional corrective osteotomy for cubitus varus in adults. *J Shoulder & Elbow Surg*, 12(5):472-475, 2003.
  9. DeRosa GP, Graziano GP: A new osteotomy for cubitus varus. *Clin Orthop*, 236:160, 1988.
  10. Devnani AS: Late presentation of supracondylar fracture of the humerus in children. *Clin Orthop*, 431:36-41, 2005.
  11. French PR: Varus deformity of elbow following supracondylar fractures of the humerus in children. *Lancet*, 2:439-441, 1959
  12. Graham B, Tredwell SJ, Beauchamp RD and Bell HM: Supracondylar osteotomy of the humerus for correction of cubitus varus. *J Ped Orthop*, 10:228-231, 1990.
  13. Hui JH, Torode IP, Chatterjee A: Medial approach for corrective osteotomy of cubitus varus: a cosmetic incision. *J Ped Orthop*, 24(A):477-481, 2004.
  14. Kasser JR: Percutaneous pinning of supracondylar fractures of the humerus in children, *AAOS Instr Course Lect*, 41:385, 1992.
  15. Kim HT, Lee JS and Yoo CI: Management of cubitus varus and valgus. *J Bone Joint Surg*, 87(A):771-780, 2005.
  16. King D and Secor C: Bow elbow (Cubitus varus). *J Bone Joint Surg*, 33(A): 572-576, 1951.
  17. Koch PP and Exner GU: Supracondylar medial open wedge osteotomy with external fixation for cubitus varus deformity. *J Ped Orthop*, 12(B):116-122, 2003.
  18. Labelle H, Bunnell WP, Duhaime M and Poitras B: Cubitus varus deformity following supracondylar fracture of the humerus in children. *J Ped Orthop*, 2:539-546, 1982.
  19. Milch H: Treatment of humeral cubitus valgus. *Clin Orthop*, 6: 120-125, 1995.
  20. Moon ES, Park JH and Seo HY: Supracondylar osteotomy in cubitus valgus by posterior approach and internal fixation with Y-plate. *Korea Fracture Asso*, 10(4):912-917, 1997.
  21. Morrey BF: The elbow and its disorders, 3rd ed, Philadelphia, W.B Saunders company: 213-218, 2000.
  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. Park BM, Kwon SW, Kim SJ and Kim MK: The supracondylar osteotomy for the angular deformity followed by a fracture around the elbow. *J Korean Orthop. Assoc*, 22(2):399-404, 1987.
  24. Rang M: Children's fractures, 2nd ed. Philadelphia, Lippincott Co.: 173-179, 1974.
  25. Smith FM: Children's elbow injuries: fractures and dislocation, *Clin Orthop*, 50:7, 1967.
  26. Smith L: Deformity following supracondylar fracture of the humerus. *J Bone Joint Surg*, 42(A): 235-252, 1960.
  27. Suk SI, Seong SC and Kim MH: Supracondylar osteotomy in cubitus varus and cubitus valgus. *J Korean Orthop Assoc*, 12(2):201-205, 1977.
  28. Tien YC, Chen JC, Fu YC, Chih TT, Hunag PJ and Wang GJ: Supracondylar dome osteotomy for cubitus valgus deformity associated with a lateral condylar nonunion in children. *J Bone Joint Surg*, 87(A):1456-1463, 2005.
  29. Torison T, Mitsuyasu T, Sasaki S, Himeno S, Harada H and Nakayama S: Measurement of torsion angle of humerus by using computer tomography, *Rinsho Seikeigeka* 15(7):688, 1980.
  30. Uchida Y, Ogata K and Sugioka Y: A new three-dimensional Osteotomy for cubitus varus deformity after supracondylar fracture of the humerus in children. *J Pediatr Orthop*, 11:327, 1991.

31. Wadsworth TG: Premature epiphyseal fusion after injury of the capitulum. *J Bone Joint Surg*, 46(B):46, 1964.
32. Wilson JN: *Watson-Jones' Fracture and Joint Injuries*. 6th ed. Edinburgh, Churchill, Livingstone Co:616-624, 1982.
33. 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.