

성인의 상완골 과상부 골절의 도수 정복 후 경피적 고정 방식의 치료 결과

서울시립보라매병원 정형외과

박진수

— Abstract —

Results of Closed Reduction and Percutaneous Fixation of the Supracondylar Fractures of the Humerus in Adults

Jin Soo Park, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Seoul Municipal Boramae Hospital, Seoul, Korea

Purpose: To evaluate the results of the treatment of the supracondylar fractures of the humerus according to the fixation methods in adults

Materials and Methods: Seven patients, aged 55 to 82 years (average, 69 years), were reviewed after a mean follow-up of 37 months (range, 11-65 months). According to AO classification all fractures were classified as type A2 (simple transverse supracondylar fracture). Six patients underwent closed reduction and one patient, open reduction after failure of closed reduction. Percutaneous fixation with cannulated screws was performed to the 4 patients, percutaneous fixation with Kirschner wires in 3 patients. All except one patients have associated medical problems. The results were assessed based on the Mayo Elbow Performance Score.

Results: All the patients with cannulated screw fixation had stable bony union with excellent ranges of motion (mean: 5-125 degrees). All the three patients who received percutaneous smooth K-wire fixation had nonunion with poor results, one of them had changed into cannulated screw, and then had good result.

Conclusion: Although simple supracondylar fracture is similar to the pediatric fracture in nature, it should be firmly fixed with the method such as threaded cannulated screw rather than the simple fixation with K-wires.

Key Words: Supracondylar fracture, Humerus, Adult

※통신저자: 박진수

서울시 동작구 신대방 2동 395번지

서울시립보라매병원 정형외과

Tel: 02) 840-2453, Fax: 02) 831-0714, E-mail: jspark@brm.co.kr

서 론

성인의 상완골 원위부 골절은 전체 골절 중에서 발생빈도가 매우 낮지만 골절부의 해부학적 특성상 치료가 매우 어려운 것으로 알려져 있다^{1-5,18)}. 대개의 경우 고령의 환자에서 평형감각의 장애로 실족사고 등과 같은 경미한 사고 후에도 골 밀도가 감소되어 있는 상태에서 골절로 진행하며 분쇄 골절 형태로 발전하기에 비 수술적 치료를 시행하고자 할 경우 장기간의 고정 및 부동이 필요하므로 이에 따르는 관절 강직등의 문제가 발생하게 되고 또한 해부학적 특성상 상완골 원위부는 인접한 주관절로 인해 가동성이 많아서 부목 고정을 하더라도 움직임이 발생하고 이로 인한 불유합, 부정유합 지연 유합 등의 문제가 발생하기에 여러 저자들은 비록 고령이라 하더라도 적극적으로 관혈적 정복후 견고한 내고정을 주장하고 있다^{15-17,24}

²⁶⁾. 수술적 치료를 할 경우 고령이기에 술전 및 수술 중 수술 후의 여러 가지 문제들이 발생할 수가 있다. 그러나 원위부 골절 중에는 상완골 과상부의 단순한 횡골절 형태의 경우 골절의 특성상 반드시 관혈적 정복 후 내고정의 방법보다 도수 정복 후 경피적 고정만으로도 견고한 고정 및 이로 인한 조기 운동으로 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료되어 이러한 치험례들을 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

연구대상 및 방법

1996년부터 2001년까지 서울 시립보라매 병원 에서 상완골 과상부 골절로 내원하여 입원치료하여 수술을 시행받은 환자 7례를 대상으로 하였다. 평균 연령은 69세(55세~82세)였으며 남자가 1례(14%), 여자가 6례(86%)이었다. 평균 추시 기간은 37개월(11개월~65개월)이었으며 수상 원인으로서는 실족이 6례(86%)로 가장 많았으며 이외에 낙상이 1례(14%) 있었다. 골절의 형태는 AO의 분류¹⁵⁾상 과상부 단순 횡골절인 A2형이었으며 모두 폐쇄성 골절이었다. 고령으로 인해 동반된 내과적 질환들이 있었는데, 폐기능 저하가 2례, 강직성 척추염 1례, 식도 협착증 1례, 의원성

쿠싱증후군 및 이로 인한 고혈압 당뇨병을 가진 환자가 1례 있었으며, 다른 1례의 경우 내과적 질환은 없었으나 골다공증으로 인한 동반된 요골 원위부의 골절이 있었으며, 단지 1례에서만 동반 질환이 없었다(Table 1). 수상 후부터 수술까지의 기간은 대개의 경우 고령의 환자로서 술전의 내과적 질환으로 인한 술전 검사 등으로 기간 소요가 있었으며, 진구성 골절 환자 1례를 제외한 6례의 경우 평균 10일(2일~21일)이 소요되었다.

수술 방법 상완 신경총 차단하에 투시 방사선하에 골절부의 도수 정복을 하였다. 이후에 4례에서는 도관 나사못 삽입을 실시하였으며, 3례에서는 경피적 강선 고정을 실시하였다. 진구성 골절로 지연유합이 발생하였던 1례의 경우 도수정복후 투시 방사선 소견상 기 형성된 파골 형성으로 정상 해부학적 형태 파악이 어려워져 관혈적 정복으로 변환하여 정복후 경피적 강선고정을 실시하였다. 수술 이후에는 도관 나사못 고정환자들의 경우 장상지 석고 고정을 2주 실시한 이후 장상지 부목고정으로 교환하였으며 술후 2주부터 하루 1회 수동적 관절운동기를 이용한 수동적 관절운동을 1회씩 실시하였으며, 술후 2주째 부터는 하루 4회 능동적 관절 운동을 실시하도록 하였다. 경피적 강선 고정례의 경우 장상지 석고 고정을 최소 6주 이상 실시하도록 하였으며 이후 수동적 및 능동적 관절운동을 실시하였다. 술 후 1개월 간격으로 방사선 촬영을 실시하며 추시 관찰하였다.

수술 후 결과 판정은 Mayo식 주관절 기능평가(Table 2)²²⁾로 결과 판정을 실시하였다.

결 과

최종 추시 결과 도관 나사못 삽입을 시행받은 4례의 경우 전례에서 골유합이 이루어졌으며 술후 약 6주째에 골유합이 시작되고 있음을 알 수 있었다. Mayo 식 주관절 기능평가²²⁾상에서 모두 우수한 결과를 보여주었으며, 관절 운동 범위는 평균적으로 신전 장애 5도, 굴곡125도의 운동 범위를 보여주었으며 일상 생활에서의 모든 동작이 가능하였다. 척골 신경의 자극증상 등의 합병증은 없었다. 경피적 강선 고정만을 실시한 3례의 경우 약 8주 이상의 장기간의 석고 고정 후에도 골절부

Table 1. Patient Data

Case	Sex	Age	site	Mechanism	Fracture type	Associated diseases	tr-op	Operation method	Union	ROM (degrees)	Score
1	F	82	right	slip down	A2	decreased lung function	21	cannulated screw cross fixation	stable union	5-125	93
2	F	55	right	slip down	A2	esophageal stricture	11	cannulated screw cross fixation	stable union	5-120	92
3	F	65	left	slip down	A2	ipsilateral distal radius fx.	2	cannulated screw cross fixation	stable union	5-130	91
4	F	72	right	slip down	A2		6	cannulated screw cross fixation	stable union	0-125	95
5	M	63	left	fall down	A2	ankylosing spondylitis	10	multiple K-wire cross pinning	non-union	45-90	47
6	F	79	right	slip down	A2	decreased lung function	11	multiple K-wire cross pinning	non-union. Postop ulnar nerve palsy	50-90	44
7	F	68	left	slip down	A2	iatrogenic Cushing, DM, HiBP	90	K-wire fixaton - cannulated screw cross fixation	stable union	10-90	85

tr-op : time interval between trauma and operation (days)

ROM : range of motion

Score : Mayo elbow performance score

Table 2. Mayo Elbow Performance Scoree

Function	Points	Definition (Points)
Pain	45	None (45)
		Midi (30)
		Moderate (15)
		Severe (0)
Motion	20	Arc>100degrees (20)
		Arc>50-100 degrees (15)
		Arc<50 degrees (5)
Stability	10	Stable (10)
		Moderate instability (5)
		Gross instability (0)
Function	25	Comb hair (5)
		Fed (5)
		Perform hygiene (5)
		Don shirts (5)
		Done shoe (5)
Total	100	

Classificaion : excellent, 90; good, 75~89; fair, 60~74; poor, <60

의 유합이 이루어지지 않았으며 골절부의 재 전위가 발생하여 2례 모두 다시 마취하에 도수 정복 후 강선 고정을 다시 실시하였으나 역시 골유합을 얻을 수 없었으며 최종 추시 결과상 관절 운동 범위는 45~90도 정도의 운동 범위를 보여 주었으며 1례에서는 강선의 척골 신경 자극으로 인한 척골 신경 자극 증상이 나타났다. 최종 추시상 2례 모두 불유합이 발생하였으며 환자들의 치료 포기 까지 이루어지는 불량한 결과를 보여주었다. 경피적 강선고정의 3례중 1례 (증례 7, Table 1)의 경우 3개월 후에도 골 유합이 이루어 지지 않아 강선 제거후 도관나사못의 삽입을 다시 시행하였으며 도관 나사못 삽입후에 골유합을 얻을 수 있었다. 합병증으로는 상완골 과상부 진구성 골절 환자인 1례(증례 7, Table 1)에서 도수정복 도중 상완골의 간부 골절이 발생하여 관혈적 정복으로 전환하였다.

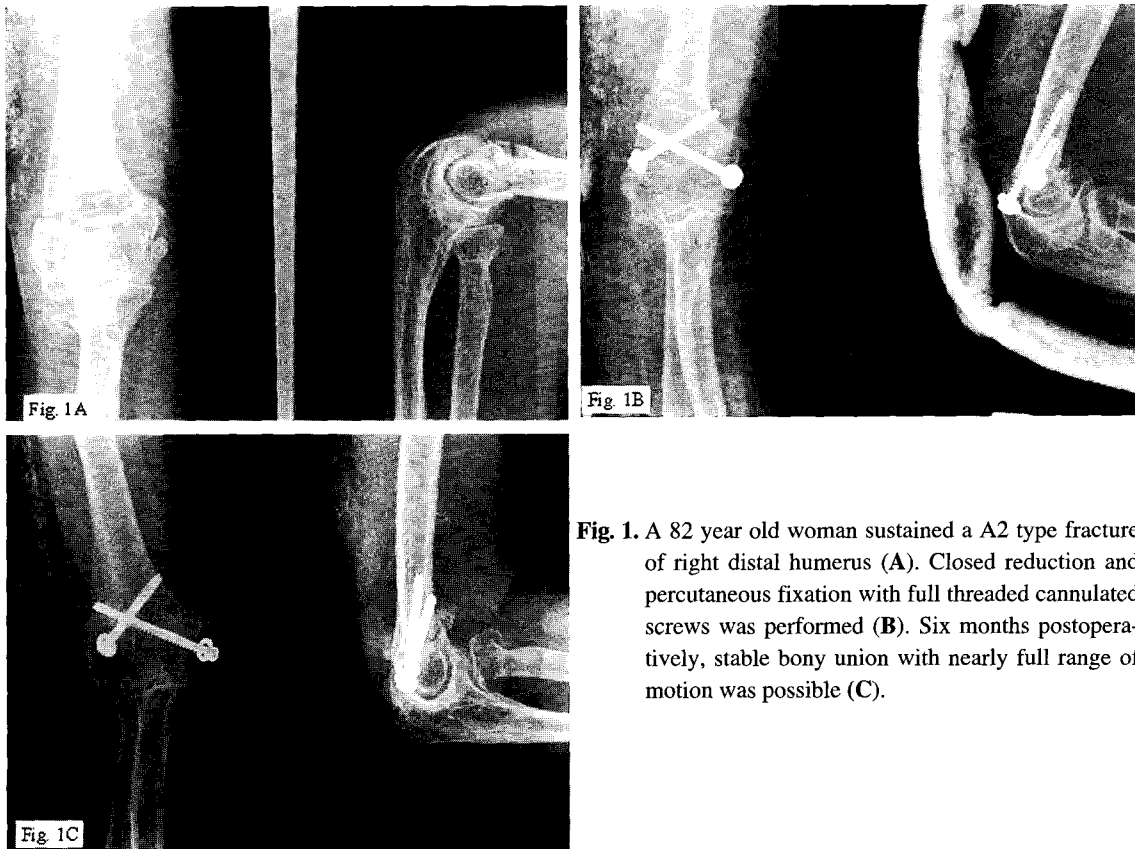


Fig. 1. A 82 year old woman sustained a A2 type fracture of right distal humerus (A). Closed reduction and percutaneous fixation with full threaded cannulated screws was performed (B). Six months postoperatively, stable bony union with nearly full range of motion was possible (C).

증례 1. 82세 여자 환자로 계단에서 넘어지면서 우측 상완골 과상부 골절로 내원하였으며 AO 분류상 A2형이었다(Fig. 1). 상완 신경총 차단 하에 투시 방사선기를 이용하여 골절부의 도수정복을 실시 후 도관 나사못 삽입을 위하여 유도용 K-강선을 외과 및 내과부에서 교차 삽입을 하였다. 이때 측면 방사선 투시상 각 유도 강선이 서로 근접하지 않도록 하여서 최후에 도관 나사못이

서로 충돌하지 않도록 유도강선을 삽입하였다. 이후 유도 강선을 따라 천공을 실시한 후에 4.5 mm 도관 전나사못을 교차 삽입하였다. 삽입 후 투시 방사선하에서 골절부의 안정성을 확인한 결과 견고한 고정을 얻었음을 확인하였으며 이후 약 2주간의 부목 고정만을 실시하였으며 술후 2주째 부터는 능동적 관절 운동을 실시하였다. 술후 6주째에 골유합을 보이고 있음을 확인하였다. 최종

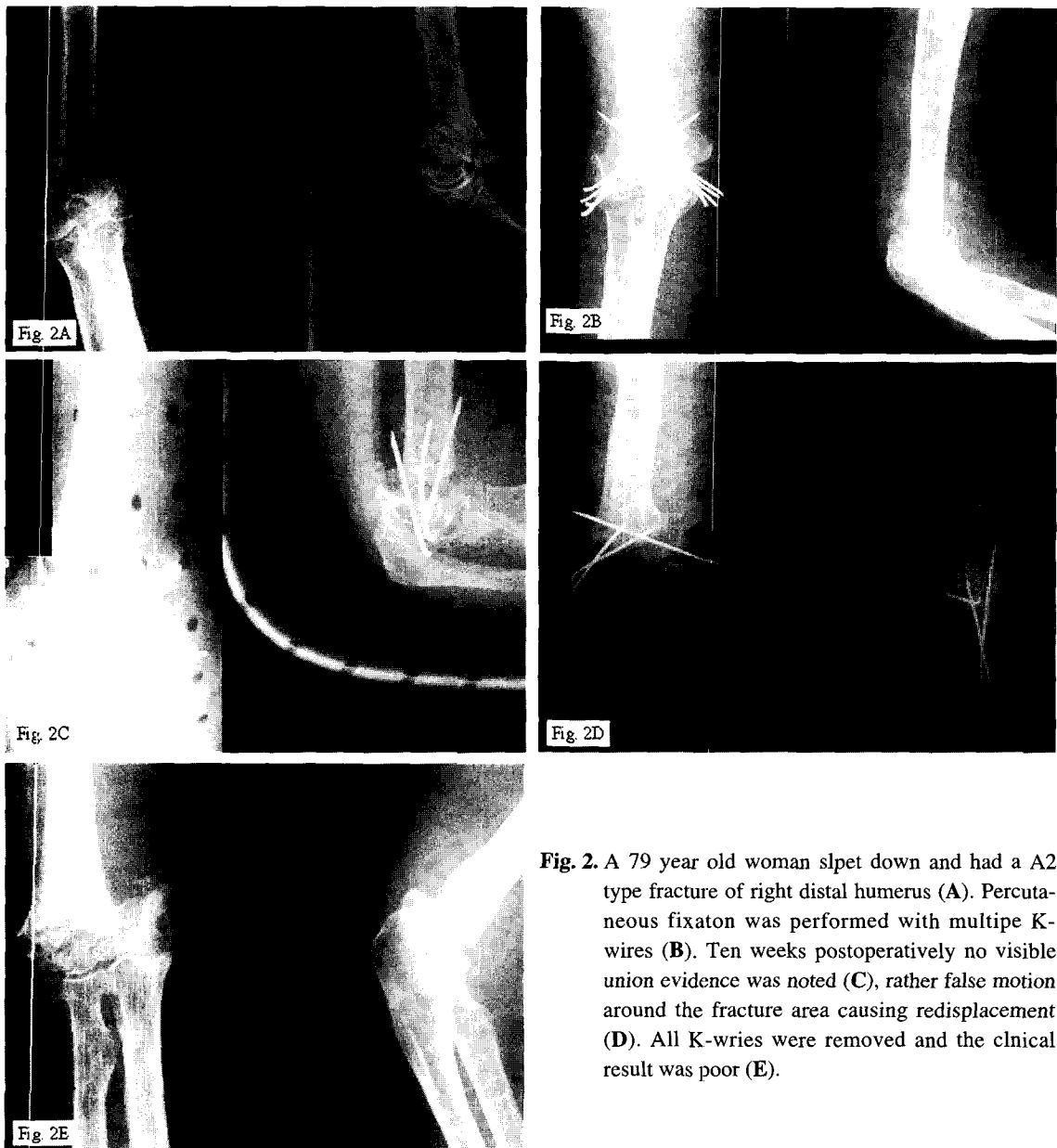


Fig. 2. A 79 year old woman slpet down and had a A2 type fracture of right distal humerus (A). Percutaneous fixaton was performed with multiple K-wires (B). Ten weeks postoperatively no visible union evidence was noted (C), rather false motion around the fracture area causing redisplacement (D). All K-wries were removed and the clinical result was poor (E).

추시에서 관절운동 범위는 굴곡각이 130도 신전 장애가 5도 발생하였으나 일상생활에서의 장애는 없었으며 완전 골유합을 얻었고 동통도 없었으며 기능 평가상 우수로 판정되었다.

증례 2, 79세 여자 환자로서 길가다다 넘어지면서 우측 상완골 과상부의 AO 분류상 A2에 해당되는 과상부 횡골절로 내원하였다. 상완신경총 차단 후 투시 방사선하에서 도수정복후에 양측 과부에서 K-강선을 교차 삽입하는 방식으로 경피적 고정을 실시하였다(Fig. 2). 삽입후 투시 방사선 소견상 고정부의 가동성은 없는 것으로 확인되어 이후 부목 고정을 실시하였으며 술후 3일째에 퇴원조치 하였다. 술후 2 주째에 장상지 석고 고정을 제거후 장상지 부목 고정으로 교환 후 하루 2 회 수동운동을 실시하였다. 그러나 술후 추시 소견상 골 유합의 소견은 보이지 않고 골절부의 가동성이 점차 증가하면서 술후 10주째에 촬영한 방사선 소견상 부전 유합 및 골절부의 가동성이 있음을 확인 후 다시 재 마취 하에 도수 정복 후 교차 K-강선으로 재 고정하였으나 이후 추시상 골절부의 유합은 얻지 못하였고 골절부의 가동성으로 인한 통증 등으로 인해 다시 강선만을 제거한 후 부목 고정만 실시하였으며 최종 추시상 관절부의 경직등으로 인해 결과 판정상 불량으로 판정되었다.

고 찰

성인의 상완골 원위부 골절은 주로 원위부의 과상부 및 과간부를 포함하는 분쇄성 골절이 주 형태를 이루게 되며 주로 고령의 환자에서 발생한다. 해부학적 특성상 골절부는 전 후방으로 골실질이 매우 얇은 과부를 경유하는 골절 형태로 이루어지기에 근위부 및 원위부간의 골 접촉면이 적어서 골유합이 어려우며 대부분 망상골로 이루어져 있고 피질골은 얇아서 골절시에 내고정이 어렵다. 또한 그부위 관절막을 구성하는 조직은 외상에 대하여 잘 반응하지 못하기 때문에 관절 강직이 흔히 발생한다^{18, 25)}. 또한 원위부 골절은 주관절과 근접하여 있기에 골절부의 가동성이 많게 되며 이러한 특징들로 인해 골절부의 견고한 고정이 이루어지지 않으면 골 유합이 일어나기가 어려울 뿐

아니라 근접한 주관절의 운동장애를 발생하게 된다. 따라서 이전의 석고 고정 등의 비 수술적 치료로서는 골유합이 잘 이루어지지도 않고 장기간의 부동(immobilization)으로 인한 주관절의 강직을 초래하여 결과가 매우 불량한 것으로 보고되고 있다^{7, 8, 10)}. 이러한 치료의 난이도로 인해 불유합이 발생하는 경우 치료가 매우 어려우며 이차적인 관절염 및 관절 강직이 발생하여 만족스러운 치료 결과를 기대하기가 어려우며 달리 치료법이 없어서 고령환자들의 경우 골절에 대한 일차적 치료방법으로서 인공 관절 치환술을 시행하기도 하지만 결과에 대해서는 논란이 되고 있다^{6, 12-14, 22)}. 따라서 현재도 Cassebaum(1952)¹¹⁾이 주장하였던 대로 상완골 원위부 골절은 연령에 관계없이 세심한 수술적 도달, 견고한 내고정, 조기 관절운동으로서 만족스러운 결과를 얻을 수 있는 것으로 되어있으며 고정방식은 주로 금속판 내고정을 이용하여 우수한 결과를 보여주고 있다^{3, 17, 19-21, 23)}.

견고한 내고정을 하는 이유로서는 술후 조기 관절운동을 위함인데 조기 관절운동의 중요성에 대해서는 Aitken⁹⁾ 은 18례의 C형 골절중 고정기간이 길수록 불량한 결과를 나타낸다고 보고하면서 조기운동이 가장 중요한 요소라고 주장하였으며 Horne¹⁶⁾의 경우 4주 이상 고정환자 50%이상에서 불량의 결과를 보여 주었다고 하였다.

그러나 고령의 환자에서 마취 및 수술방법이 발달되었어도 상완골 원위부의 관혈적 정복은 출혈, 요골 신경 및 척골 신경 등의 손상, 술후 금속판에 의한 이물질감 등이 나타나기에 일반 성인과 달리 술후 조기 관절운동을 하기가 어려울 수 있으며 수술시에는 고령으로 인한 골절부의 골다공성으로 내고정이 어렵고 수술 후에도 관절 운동중 고정물의 해리가 발생할 수가 있는 등의 어려움이 많은 것으로 되어있다. 그러나 과간 골절이 없는 과상부의 횡골절의 경우 관절면의 비대응성 (incongruity)이 없으므로 골절부의 견고한 내고정이 이루어진다면 관절면의 정복을 위한 관혈적 정복을 할 필요가 없게 되고 따라서 소아의 상완골 과상부 골절과 같이 도수 정복후 경피적 고정을 통한 방법으로 고정이 가능할 수가 있을 것으로 사료된다.

도수 정복 후의 고정방법으로서는 단순한 K-강

선 고정 방법과 나사못 고정방법이 있을 수 있는데, 강1 등은 평균 연령 43세인 9명의 환자에서 K-강선 고정으로 6례(67%)에서 우수한 결과를 보여주었다고 하며 최⁷⁾ 등도 주로 30대 연령인 9명의 환자중 6례(67%)에서 K-강선 고정만으로도 우수한 결과를 얻을 수 있었다고 하였다. 그러나 저자들의 경우 K-강선 고정 례의 경우 6주 이상의 석고 고정시에도 골절부의 유합이 이루어지지 않았으며 석고 고정 제거 후 관절 운동 시작 시 인접 주관절의 영향으로 오히려 가관절의 양상까지는 보이는 불유합이 나타났으며 고령으로 인해 치료 포기까지 이르게 되었다. 저자들의 경우 강선 고정만으로 불량한 결과를 가져오게 된 분석으로서 강¹⁾, 최⁷⁾ 등의 경우 저자들의 경우에 비해 연령이 매우 젊은 연령에 속하였기에 골 실질의 양호함으로 경피적 강선 고정만으로도 고정력을 얻을 수 있었을 것으로 사료된다. 이처럼 소아나 젊은 연령군의 경우 빠른 골유합을 얻을 수 있기에 K-강선 고정만으로도 골절부의 고정이 가능하고 4주 이상의 장기간의 석고 고정 후에도 쉽게 주관절의 강직이 해소되어 문제가 없지만 고령 환자들의 경우에는 골밀도의 감소(골 다공증)로 소아에서와 같은 강선 고정만으로는 견고한 고정을 얻을 수 없는 것으로 사료되었다.

이에 비해 도관 나사못의 교차 삽입을 이용한 4례의 경우 수술초기부터 견고한 고정이 이루어졌으며 술 후 약 2주간의 부목고정 후 수동적 운동부터 시작되는 관절 운동을 시작할 수 있었으며 운동 시에도 골절부의 가동성은 없었다. 따라서 조기 관절 운동이 무리 없이 진행될 수 있었으며 정상에 가까운 관절 운동을 얻었고 기능 평가상 모두 우수한 결과를 얻을 수 있었다.

도관 나사못 삽입 수술 시기 상 몇 가지 고려해야 할 점들이 있는데, 도수 정복 후에 유도 강선은 도관 나사못 전용의 유도 강선의 경우 강선의 끝에 나사(thread)가 있기에 척골 신경부위인 내측 과부에서 삽입 시 부주의한 경우 척골 신경의 감입 손상의 위험성이 있기에 나사가 없는 일반적인 평탄성 K-강선을 이용하는 것이 안전하다. 이러한 유도 강선 삽입 시 서로 교차되는 부위에서 나중에 도관 나사못이 교차 삽입 시 서로 충돌되지 않도록 교차 지점에서 충분한 간격을 두고 교차되

도록 하는 것이 수기상의 주의해야 할 점이다 (Fig. 1B). 대개 4.5 mm 직경의 도관 나사못이 적당하며 골절부의 압박을 주기 위해서는 활강 효과를 얻기 위해 반 나사못(half threaded screw)을 이용하는 것이 이론적으로는 타당하나 주로 골절이 대부분 고령환자에서 발생하기에 골절부의 근위부 및 원위부에 고정을 제공하는 골 실질이 매우 부실하므로 오히려 활강효과만을 생각하여 반 나사못을 삽입하는 경우 견고한 고정이 이루어지지 않게 된다. 따라서 전 나사못(fully threaded cannulated screw)의 삽입으로 골절부의 원위부 및 근위부에 걸치어서 고정(purchase)효과가 나타나며 어느 정도의 골절부의 압박도 얻을 수 있다. 저자들의 경우 비록 젊은 연령인 55세 환자의 경우 반 나사못으로도 견고한 골 고정을 얻기는 하였으나 이외의 환자들의 경우 65세 이상 고령의 환자들로서 전 나사못을 사용하여 안정되고 견고한 골 고정을 얻을 수 있었다.

투시 방사선 조영시 전후면 투시는 대개 환자가 양외위로 있으므로 쉽게 영상을 얻을 수 있으나 측면 방사선 투시는 환자의 상완골을 90도 회전하여 얻을 수밖에 없는데 저자들의 경우 1례에서 측면 투시소견을 얻기 위해 상완골의 회전을 가하다가 상완골의 골절이 발생하게 되었는데 일반 성인의 경우 이러한 회전 시에도 문제가 없지만 고령환자의 경우 골다공증으로 인해 상완골의 경미한 회전으로도 상완골의 비틀림이 작용하여 상완골 간부의 골절이 발생할 수 있으므로 투시방사선 기기의 90도 회전으로 이러한 측면 방사선 영상을 얻도록 하는 것이 주의점이라고 할 수 있다.

결 론

고령의 환자에서 상완골의 단순성 과상부 횡골절의 경우 도수 정복 후 소아에서와 같은 평판성 강선 고정만으로는 고정력의 확보에 실패하여 불량한 결과를 얻었으나 경피적 도관 나사못의 교차 삽입시에는 견고한 고정을 얻었으며 조기 관절 운동이 가능하여 기능상 우수한 결과를 얻을 수 있었다.

REFERENCES

- 11) 강창수, 편영식, 손승원, 권영철: 성인의 상완골 원위부 분쇄골절의 치료. 대한 정형외과 학회지, 19: 373-381, 1984.
- 12) 노성만, 문은선, 허정태: 상완골 원위부 분쇄골절에 대한 새로운 금속판을 이용한 내고정 치험 - 3례 보고 -. 대한 골절학회지, 5:426-432, 1992.
- 13) 박승림, 김형수, 강준순, 이우형, 이주형, 박승준: 견고한 내고정 및 조기 관절 운동을 통한 원위 상완골 분쇄골절의 치료. 대한골절학회지, 11: 28-33, 1998.
- 14) 왕기봉, 김휘택, 유충일 : 성인의 상완골 과상부 골절에 대한 임상적 고찰. 대한 골절학회지, 6: 5-12, 1993.
- 15) 이창주, 조원호, 장호근, 김주성: 성인의 상완골 원위부 분쇄골절의 수술적 치료에 대한 임상적 고찰. 대한 골절학회지 .4:15-21, 1991.
- 16) 조덕연, 김영태, 서재곤, 전호승: 상완골 원위부 불유합 치험 6례. 대한 정형외과학회지, 24: 285-294, 1989.
- 17) 최기홍, 강충남, 왕진만, 장훈재: 성인의 상완골 원위부 분쇄골절의 임상적 고찰. 대한 정형외과 학회지, 18:869-873, 1983.
- 8) Ackerman G, Jupiter JB: Non-union of fractures of the distal end of the humerus. *J Bone Joint Surg*, 70A:75-83, 1988.
- 9) Aitken GK, Rorabeck CH: Distal humeral fractures in the adult. *Clin Orthop* 207:191-197, 1986.
- 10) Browne AO, O' Riordan M, Quinlan W: Supracondylar fractures of the humerus in adults *Injury*, 17:184-186, 1986.
- 11) Cassebaum WH: Operative treatment of T and Y fracture of the lower end of humerus. *Am J Surg*, 83:265-278, 1952.
- 12) Chadwick CJ: The treatment of nonunion to the distal humerus by means of a transcondylar rod: a report of 3 cases. *J Shoulder Elbow Surg*, 9:244-247, 2000.
- 13) Cobb TK, Morrey BF: Total elbow arthroplasty as primary treatment for distal humeral fractures in elderly patients. *J Bone Joint Surg*, 79A:826-32, 1997.
- 14) Figgie MP, Inglis AE, Mow CS, Figgie HE 3rd: Salvage of non-union of supracondylar fracture of the humerus by total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg*, 71A:1058-65, 1989.
- 15) Gupta R: Intercondylar fractures of the distal humerus in adults. *Injury*, 27:569-572, 1996.
- 16) Horne G: Supracondylar fractures of the humerus in adults. *J Trauma*, 20:71-74, 1980.
- 17) Jacobson SR, Glisson RR, Urbaniak JR: Comparison of distal humerus fracture fixation: a biomechanical study. *J South Orthop Assoc*, 6:241-249, 1997.
- 18) Jupiter JB: Complex fractures of the distal part of the humerus and associated complications. *J Bone Joint Surg*, 76A : 1252-1264, 1994.
- 19) McKee MD, Kim J, Kebaish K, Stephen DJ, Kreder HJ, Schemitsch EH: Functional outcome after open supracondylar fractures of the humerus. The effect of the surgical approach. *J Bone Joint Surg*, 82B:646-651, 2000.
- 20) McKee MD, Wilson TL, Winston L, Schemitsch EH, Richards RR: Functional outcome following surgical treatment of intra-articular distal humeral fractures through a posterior approach. *J Bone Joint Surg*, 82A:1701-1707, 2000.
- 21) Moritomo H: Tricortical bone-block grafting for comminuted supracondylar and intercondylar fracture of the elbow in an elderly woman: case report. *J Trauma*, 51:784-787, 2001
- 22) Morrey BF: Functional evaluation of the elbow. In Morrey BF (ed). *The Elbow and its Disorders*, 2nd ed. Philadelphia, WB Saunders Co, 1993.
- 23) Papaioannou N, Babis GC, Kalavritinos J, Pantazopoulos T: Operative treatment of type C intra-articular fractures of the distal humerus: the role of stability achieved at surgery on final outcome. *Injury*, 26:169-73, 1995.
- 24) Pereles TR, Koval KJ, Gallagher M, Rosen H: Open reduction and internal fixation of the distal humerus: functional outcome in the elderly. *J Trauma*, 43:578-84,1997.
- 25) Ring D, Jupiter JB: Fractures of the distal humerus. *Orthop Clin North Am*, 31:103-113, 2000.
- 26) Waddell JP, Hatch J, Richards R: Supracondylar fractures of the humerus -results of surgical treatment. *J Trauma*, 28:1615-1621, 1988.