

상완골 근위부 골절의 골수정 삽입술을 이용한 수술적 치료

강호정 · 이대영 · 성승용 · 한수봉

연세대학교 의과대학 정형외과학교실

목 적: 상완골 경부를 포함한 근위부 골절의 치료로 골수정을 이용한 치료 방법의 임상적, 방사선학적 치료 결과를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 1999년 2월부터 2002년 6월까지 상완골 경부를 포함한 근위부의 골절에 폴라루스 골수정 삽입술을 시행 받은 9예를 대상으로 하였다. 수술은 분절성 골절 1예, 보존적 치료 후 불유합 2예, 골수강내 금속정 사용 후 불유합 3예, 핀 고정술 후 불유합 1예, 금속판 고정 실패 1예, 그리고 골절과 견관절 탈구가 동반된 경우 1예를 대상으로 시행하였다. 골유합은 방사선적 소견으로 판정하였으며 기능적 평가는 Kona 평가표를 이용하였다.

결 과: 술후 평균 추시 기간은 16개월이었으며, 평균 고정 기간은 2주였다. 전 예에서 방사선학적 골유합 소견을 보였으며, 골유합 시기는 평균 3.1개월 이었다. Kona 등의 평가표에 의한 기능 평가에서 3예에서 우수, 3예에서 양호, 2예에서 보통의 결과를 보였고 1예에서 불량 결과를 보였다. 불량 평가를 보였던 경우는 초기 손상 시 동반 손상으로 주관절, 전완부 및 수부 골절이 있었던 경우였다. 합병증은 넘어지면서 재손상으로 인한 골수정 주위 골절이 1예 있었다.

결 론: 상완골 경부 골절에 폴라루스 골수정으로 불유합, 금속판 고정술의 실패, 분절 골절 그리고 견관절 탈구와 동반된 근위 상완골 골절을 치료함으로써 골유합 및 임상적 기능 면에서 좋은 결과를 얻을 수 있다.

색인 단어: 골절, 상완골, 골수정

Intramedullary Nailing for the Fracture of Proximal Humerus

Ho-Jung Kang, M.D., Dae Young Lee, M.D., Seung Yong Sung, M.D., Soo Bong Hahn, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To evaluate the clinical and radiological result of the treatment for the fracture of proximal humerus using intramedullary nail.

Materials and Methods: Nine cases with fractures around the shoulder joint treated with Polarus IM nail from February 1999 to June 2002 was selected. There were 1 case with segmental fracture, 2 cases with nonunion after conservative treatment, 3 cases with nonunion after IM nail, 1 case with nonunion after pinning, 1 case with metal failure after plate fixation, and 1 case with fracture combined with shoulder dislocation. Bone union was evaluated with simple radiographic findings, and functional evaluation was done using Kona evaluation method.

Results: The average follow up period after the operation was 16 months and the average duration of immobilization was 2 weeks. All cases showed radiographic union and the average duration until union was 3.1 months. On the functional evaluation using Kona evaluation method, 3 cases excellent, 3 cases good, 2 cases fair, and 1 case showed poor result. The cases with poor result had combined elbow, forearm, and hand fractures at the initial injury. The complication of periprosthetic fracture caused by repeated trauma was reported in 1 case.

Conclusion: Polarus IM nailing can result in good clinical and functional results for the treatment of nonunion, plate failure, segmental fracture and fracture of proximal humerus with shoulder dislocation.

Key Words: Fracture, Humerus, Intramedullary nail

통신저자: 강 호 정

서울특별시 강남구 도곡동 146-92

영동세브란스병원 정형외과학교실

Tel : 02-3497-3412 · Fax : 02-573-5393

E-mail : kangho56@yumc.yonsei.ac.kr

Address reprint requests to : Ho Jung Kang, M.D.

Orthopedic Department Yongdong Severance Hospital

Dogok-dong, Kangnam-gu, Seoul

Tel : 82-2-3497-3412 · Fax : 82-2-573-5393

E-mail : kangho56@yumc.yonsei.ac.kr

* 본 논문의 요지는 2003년도 대한골절학회 춘계학술대회에서 발표되었음.

** 본 논문의 요지는 2003년도 대한정형외과학회 추계학술대회에서 발표되었음.

서 론

대부분의 상완골 경부를 포함한 근위부 골절은 보존적 치료로 만족스러운 결과를 얻을 수 있다²¹⁾. 그러나 동반 손상이 있거나 보존적인 치료로 만족스런 위치나 정렬을 이루지 못한 경우, 분절성 골절, 병적 골절 또는 주요 혈관 손상을 동반한 경우 등에는 수술적 치료가 필요하다¹⁵⁾. 수술적 방법으로는 핀 고정술, 골수정과 장력대 강선 고정술, 금속판 나사 고정술, 골극성 골수정 고정술, 교합성 골수정 고정술, 인공관절 치환술 및 외고정술 등의 방법이 사용되고 있다. 이러한 수술 방법을 통해 해부학적 정복과 견고한 고정으로 조기 관절 운동이 가능하게 되어 골유합과 건관절 기능 회복이라는 수술의 목적을 이룰 수 있다¹⁹⁾. 성공적 수술 결과의 열쇠는 연부조직 손상을 최소화하는 세심한 기술과 최소의 금속물을 이용한 견고한 내고정이다^{5,13,19)}. 최근 생역학적으로 부하를 공유할 수 있고, 연부조직 손상을 최소화하고 골막 손상을 주지 않는 등의 장점을 가진 골수정의 사용이 증가하고 있는데, 이 골수정은 고령의 골다공성 환자의 상완골 근위부 골절의 고정에 이론적으로 가장 이상적인 기구이다⁹⁾.

본 연구는 상완골 경부를 포함한 근위부 골절에 대하여 Polarus 상완골 골수정을 이용한 수술을 시행한 9례에 대한 그 임상적 및 방사선학적 치료 결과를 알아보고자 한다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

1999년 2월부터 2002년 6월까지 건관절 주위 골절에 대하여 Polarus (Acumed, Tnc, Beaverton, Ore) 상완골 골수정을 시행받은 9례를 대상으로 하였다. 수상 당시 연령은 58세부터 84세로 평균 72세였으며, 전 예에서 성별은 여자였다. 초기 손상원인은 넘어져 발생한 경우가 5예, 교통사고가 3예였으며 기타 1예였다. 골절 부위는 상완골 경부 골절 3예, 근위 1/3 부위 3예, 중간 1/3 부위 3예였다. 모든 골절은 AO 분류법에 따라 분류하였으며 외과적 경부 골절이 4예, 간부 골절이 6예였다. 경부 골절은 모두 A3이었으며 간부 골절은 A1 1예, A2 1예, A3 3예, B2 1예였다 (Table 1). 이 중 1예는 경부 골절과 간부 골절이 동반된 분절성 골절이었다. 수술은 경부와 간부의 분절성 골절 1예, 간부의 보존적 치료 후 불유합 2예, 골극성 골수강내 금속정 삽입술 후 경부와 간부의 불유합 2예, 간부의 교합성 골수정 삽입술 후 불유합 1예, 경부의 핀 고정술 후 불유합 1예, 경부의 금속판 고정 실패 1예, 그리고 건관절 탈구 후에 정복중 발생한 간부골절 1예에 대하여 시행하였다 (Table 1). 치료 방법으로

는 비관혈적 정복술 및 골수정 삽입술 3예, 관혈적 정복술 및 골 이식술 3예, 골수정 교환 1예, 금속판 제거술 후 골수정 삽입술 1예, 건관절 정복 후 골수정 삽입술 1예였다 (Table 1). 골유합은 방사선적 소견으로 판정하였으며 기능적 평가는 통증의 정도와 건관절 전방굴곡 운동 범위 및 Kona 평가표 (Table 2)에 의하여 평가하였다.

2. 수술 방법

수술전 반대측 상완골의 단순방사선 사진을 통해 골수정과 나사못의 길이를 가늠한 후 수술에 임하였다.

골수정 삽입을 위한 수술적 접근으로 피부는 오구돌기의 전외측에서 시작하여 3~5 cm 길이로 피부 절개를 하여 삼각근의 결을 따라 평행하게 확장하였다. 극상근 건을 절개한 후 상완 이두근 후면의 상완골 근위부를 노출하였다. 골수정 삽입구는 대결절의 내측 그리고 상완 이두근 고랑의 후방 1.5 cm의 위치에 송곳을 이용하여 만들었다. 골수정 삽입 후에는 골수정 근위부 말단이 피질골 안으로 묻히도록 하여 회전근개와의 충돌을 피하였고, 골수정 근위부 말단의 깊이가 1 cm 이상 되지 않게 함으로 근위부 고정 나사못 삽입 시 액와 신경의 삼각근가지의 손상을 방지함과 동시에 향후 골수정 제거시 어려움을 최소화하였다. 원위부는 free hand technique으로 나사를 고정하였다. 상완골 경부 불유합의 치료에는 삼각흉근 도달법을 이용하였다.

일차 수술 후 불유합이 있는 경우는 내고정물 제거 후 골 이식술을 시행하였다. 먼저 기존의 수술 부위를 통해 내고정물을 제거하였으며 이때 유착 부위는 관절 운동의 증가를 위해 박리 하였다. 골이식을 위해서 근위 및 원위의 골절단의 연부조직을 제거한 후에 해면골이 나오도록 소파와 천공을 시행하였으며, 금속정을 삽입 후 자가장골 이식을 동시에 시행하였다. 기존에 일차 수술로 골수정을 이용하였던 경우는 한 크기 굵은 골수정으로 교체하여 삽입하였다. 골절부를 통하여 역행적으로 핀을 올려서 근위 유도핀의 위치를 잡은 경우가 2예 있었다.

건관절 탈구로 정복중 골절이 발생한 경우는 골절 부위를 절개하고 근위골편을 견인하여 건관절 정복을 시행한 후 골수정 삽입술을 시행하였다.

3. 수술 후 처치

불유합으로 인한 골이식 및 골다공증으로 인하여 수술 후 2주간 벨트 봉대법으로 고정하였으며, 이후 수동적 관절 운동을 시작하였다. 운동은 진자 운동부터 시작하여 수동적 거상 운동과 회전 운동으로 진행하였고, 수술 부위의 동통 감소 정도에 따라 능동적 관절 운동을 시작하였다. 능동적 관절 운동의 시작은 대부분 수술 4주 후였다. 방사선 사진은 2, 4, 8주 간격으로 촬영하면서 골절 부위 고정과 골절 치유

Table 1. Case characteristics

	Age/ Sex	*Fx. site	AO Type	Associate *Fx.	Preop. treatment	Preop. result	Bone graft	Kona table	Pain ([§] VAS)	Complication
1	F/67	R mid shaft	A3		Velpeau bandage	delayed union	-	Excellent	0	
2	F/67	R mid shaft	A2		hanging cast	delayed union	-	Good	0	
3	F/74	R neck/ proximal 1/3	A1			segmental Fx.	-	Good	1	
4	F/65	R neck	A3		Rush pin	nonunion	+	Excellent	0	
5	F/58	L proximal 1/3	B2		Ender nail & tension band wire	nonunion	+	Fair	3	
6	F/80	R mid shaft	A3		[†] IM nailing	nonunion	+	Good	1	
7	F/82	R proximal 1/3	B2			*Fx & [‡] D/L	-	Fair	5	
8	F/84	L Neck	A3	*Fx. of olecranon Hand *Fx. Elbow *Fx. & [‡] D/L	plate fixation	nonunion & metal failure	+	Poor	5	periprosthetic *Fx.
9	F/68	R neck	A3		K-wire percutaneous pinning	nonunion	+	Good	0	

*Fx.: fracture, [†]IM: Polarus intramedullary, [‡]D/L: dislocation, [§]VAS: visual analogue scale

Table 2. Kona table

Excellent	Patients were asymptomatic and capable of unrestricted use of the extremity
Good	Patients were able to resume their former occupation but complained of a mild nondebilitating reduction in motion, loss of strength or pain
Fair	Patients had persistent discomfort, weakness or loss of motion significant enough to interrupt the patients preferred lifestyle on a daily basis but still allow the patient to pursue most desired activities or remain at his preinjury employment status, with little or no modification of work requirements.
Poor	Patients had a residual disability causing a significant alteration in their work or lifestyle.

정도를 판단하였으며 골유합이 이루어질 때까지 외래에서 추시하였다. 수술 후 최종 방사선 추시 관찰 기간은 평균 16개월 (6개월~38개월)이었다.

결 과

방사선학적 유합은 최소한 두 방향 이상의 방사선 사진상 유합성 가골 형성이 관찰될 때를 기준으로 하였으며 골유합까지의 기간은 평균 3.1개월 (2~6개월)이었다. 3개월 이전에 골유합을 보였던 경우가 5예, 3개월 이상 걸렸던 경우는 4예이며 후자는 골수강 삽입술 후 불유합 3예와 금속핀 고정술 이후 불유합 소견을 보였던 경우 1예였다 (Fig. 1A, B, C).

통증의 정도를 VAS (visual analogue scale)로 측정하였으며 평균 1.7이었고 9예 중 6예에서는 1점 이하로 수술 후 통증이 거의 없었으며, 3예에서는 심한 활동 시에 통증을 호소하였다. 수술 전과 비교시 전 예에서 통증의 호전을 보였다. 전 방골곡은 평균 121.4도였으며 2예를 제외하고는 전방골곡의

현저한 제한은 보이지 않았다.

수술 후 기능적 평가로 Kona 평가표 (Table 2)를 이용하였으며 3예에서 우수 (Excellent), 3예에서 양호 (Good) 소견을 보였으며, 2예에서 보통 (Fair), 1예에서 불량 (Poor) 소견을 보였다 (Table 1). 기능적으로는 6예에서 일상생활에 지장이 없었으며, 2예에서 세수나 머리감기는 가능한 정도의 가벼운 집안일 만 가능하였고, 1예에서는 겨우 세수만 할 수 있는 정도의 가벼운 활동만 가능하였다. 보통의 2예는 엔더정과 장력대 강선 고정술 후 불유합 예와 견관절 탈구 정복중 상완골 간부 골절이 발생한 환자의 경우였다. 불량의 예는 금속판 나사 고정술 후 고정 실패로 재수술하였으며 (Fig. 2A, B, C, D) 수술 후 2개월째 금속정 주위 골절로 보존적 치료를 하였던 경우였다 (Fig. 3A). 이는 또한 초기 손상 당시 견관절 주위 손상과 더불어 주관절의 골절, 전완부 골절 및 수부 골절과 주관절 주위 심한 피부 연조직 손상이 동반되었던 경우였다. 모든 예에서 감염이나 불유합 골수정에 의한 견관절 충돌 및 신경 손상 등의 합병증은 발생하지 않았으며,

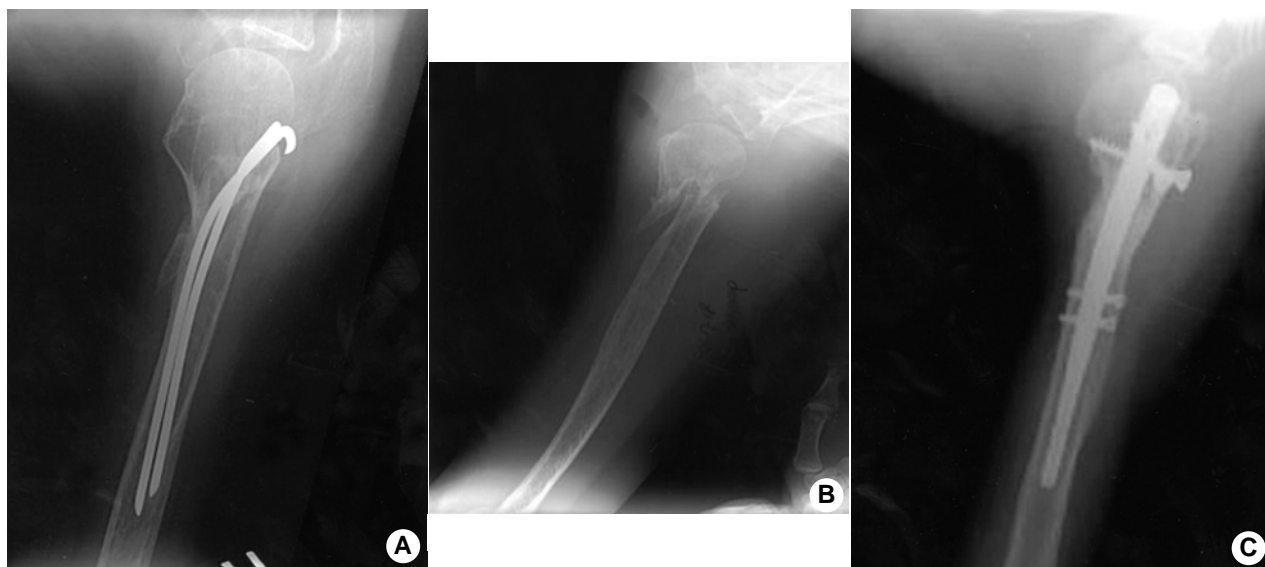


Fig. 1. (A) Humeral neck fracture was treated with Rush pins (The patient suffered from pain for 6 months after initial surgery). (B) On intraoperative finding, there was nonunion of the surgical neck of the humerus after removal of Rush pins. (C) Anteroposterior radiograph showed union 4 months later.

1예에서 골수정 주위 골절이 관찰되었다. 본 환자는 재차 넘어지면서 다친 경우로 심한 골다공증을 보였으며 U형 및 장상지 석고붕대법을 이용한 보존적 치료로 추시 관찰상 골유합을 보였다 (Fig. 3A, B).

고찰

전위성 상완골 경부 골절을 포함한 근위부 골절은 일반적으로 손상이 한 부위에 국한되지 않고, 골다공증이나 기존의 전신질환을 가진 고령에서 잘 발생한다^{13,19}. 골절이 건관절에 가깝기 때문에 운동제한을 초래할 수 있고¹⁹, 고령에서 발생한 골절의 경우 얇은 피질과 골다공증이 심하여 작은 골편의 견고한 고정을 얻는데 어려움이 있다^{7,13}. 또한 수술중 손상으로 인한 상완골두 파사 가능성이 있고¹, 수술 후 체계적 재활 프로그램이 필요하며^{2,6,13}, 부정 유합 또는 불유합시 재수술의 어려움이 있다². 이러한 많은 이유로 인하여 여러 수술적 방법 중에 특정 외상 유형에 대하여 한가지 고정술이나 특정 수술적 방법만이 옳다고 인정되는 것은 없다.

경피적 핀 고정술은 불안정한 고정, 핀을 통한 감염이나 피부 자극, 핀의 이동 등의 많은 합병증을 가지고 있으며¹¹, 외고정은 경피적 핀 고정술과 같은 합병증과 더불어 핀이 근육을 고정함으로 건관절 운동제한 발생 등의 합병증이 생길 수 있다. 장력대 강선 고정술의 경우는 후내방의 간극이 발생할 수 있고 골절편이 떨어져 나가는 현상이 일어날 수 있다. 이러한 부작용을 보완하는 방법으로 Hawkins는 이중 장력대 강선 고정술을 소개하였는데, 이는 정복과 고정을 위해

광범위한 삼각대흉근의 노출을 요구하며, 상완 이두근 건염도 발생할 수 있다^{6,14}. 또한 Koval 등¹⁴은 보완된 Hawikns 방법에 의해 시행한 상완골 외과적 경부 골절 치료에서 26.7%의 높은 고정 실패를 보고하였다. 역행성 굴곡성 골수정은 내반각 형성과 재활의 지연, 골수정의 미끄러져 나오는 현상과 더불어 골절 및 탈구에 대한 부적절한 고정이라는 단점을 가지고 있다¹⁷. Robinson 등¹⁸은 Rush 핀과 장력대 강선 고정술을 이용한 방법과 금속판 나사 고정술을 비교한 보고에서 전자가 더 안전한 고정과 조직 손상을 적게 주는 것으로 보고하였으나 이 방법 또한 9명 중 5명에서 고정핀의 미끄러짐 현상이 있어 이로 인한 충돌로 핀 제거를 요하였다 고 하였다.

금속판 나사 고정술은 상완골 골절의 단순 골절 및 불유합의 치료로서 가장 많이 사용되는 방법이지만 요골신경 손상의 위험성이 높으며, 특히 상완골 근위부 골절의 경우 골다공증이 있는 경우가 많아 금속 고정 실패와 금속판 말단의 스트레스 집중으로 재골절의 위험성이 높다는 단점이 있다²⁰. 또한 광범위한 연부조직 절개가 필요하여 내고정물에 의한 건관절 충돌을 야기할 수 있다²⁵. 이러한 고정 방법은 골절이 좋은 상태의 환자에서만 좋은 결과를 나타낼 수 있으며 골다공증성 환자에서는 좋지 못한 결과를 나타낸다.

일반적으로 교합성 골수정의 경우는 외고정 장치의 비관혈적 정복의 장점을 유지하면서 근육을 고정하는 단점이 없고, 금속판 나사 고정의 장점인 견고한 고정의 장점을 가지면서 광범위한 연부조직 절개의 단점을 피할 수 있다. 그리고 Rush 핀과 장력대 강선을 이용한 결과와 비슷한 임상적



Fig. 2. (A) Patient had fracture on the surgical neck and the supracondyle of humerus. (B) Fractures were fixed using plate and screws. (C) Fixation failure 4 weeks later. (D) Radiologic union was shown on radiographs that were taken 2 months later

결과를 가지면서 근위부로의 핀의 미끄러짐 현상을 피할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 감염의 위험성이 낮고 다루기 쉬우며 요골신경 손상율이 낮다. 특히 골다공증이 심한 경우 가장 좋은 적응증이 될 수 있다¹⁸⁾.

상완골에 사용되는 골수정 중에서 폴라루스 골수정은 다른 종류의 골수정에 비하여 상완 근위부에 여러개의 나사못 고정을 위한 구멍을 가지고 있고, 다양한 방향으로 고정이 가능하다. 그러므로 다른 종류의 골수정에 비해 경부 및 근위부의 분쇄성 골절의 경우 골절의 위치를 고려해 다양한 방향의 고정이 가능하여 더 견고한 고정력을 얻을 수 있다. 또한 골수정의 근위부 두께가 다른 골수정에 비해 두꺼워서

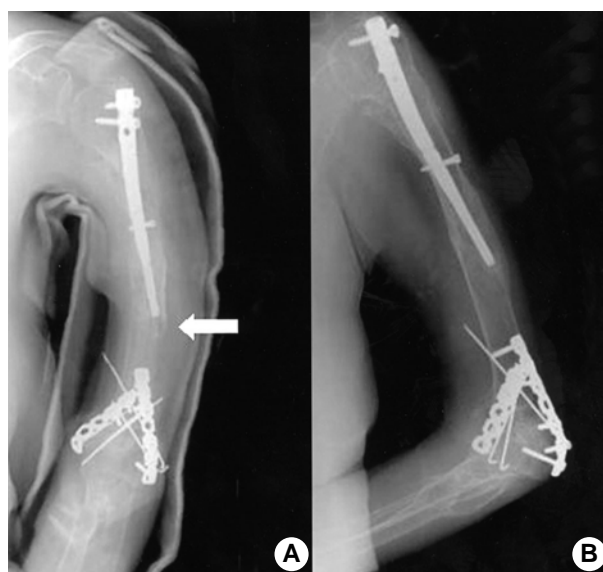


Fig. 3. (A) Periprosthetic fracture was developed after slip down because of severe osteoporosis. (B) Union was shown on radiograph after treatment of long arm splint and Velpeau bandage for 2 months.

골다공증이 심한 근위부 골절의 골소실이 많은 경우 이를 보충할 수 있는 장점이 있다. 본 연구에서는 이러한 장점을 가진 폴라루스 골수정을 이용하여 보존적 치료 후 또는 내고정 후 발생한 불유합 7예와 금속판 나사 고정술 실패 및 견관절 탈구를 동반한 견관절 주위 골절의 각각 1예 등 총 9예에 대하여 수술을 시행하였다.

일반적으로 상완골 골절에서 골수정의 유용성에 대하여는 문헌에 따라 다양한 의견이 제시되고 있다. Crolla 등³⁾은 30예의 급성 골절에서 100%의 유합율과 9예의 불유합에서 66%의 유합율을 보고하였으며, Ikpeme 등¹⁰⁾은 전향성 Russel-Taylor 골수정을 이용한 30예 급성 골절을 포함한 39예에서 100%의 유합율을 보고하였다. Kesemenli 등¹²⁾은 전향성 Biomet nail을 이용한 27예의 불유합에 대한 치료에서 96%의 유합율을 보고하였다. 본 연구에서는 전 예에서 골유합을 보였다.

Max Scheck¹⁶⁾은 상완골 경부 불유합에서 큰 자가장골 골편이식술을 통한 시술 후 평균 8.5주에 골유합을 보고하였고, Healy 등⁸⁾은 경부를 포함한 근위부 불유합을 보인 경우 다양한 방법을 이용한 보고에서 4.8개월의 골유합 기간을 보고하였으며, Duralde 등⁴⁾은 경부 불유합에서 6.9개월로 보고하였다. 본 연구에서는 불유합 5예를 포함한 9예에서 폴라루스 골수정을 이용한 치료로 3.1개월의 골유합 기간을 나타내었으며, 경부를 포함한 근위부의 불유합의 경우에서도 3.5개월의 골유합 기간을 나타내었다. 비록 9례의 작은 경우이지만 다른 보고보다 빠르거나 비슷한 골유합을 보이고 있으며 불

유합은 없었다. 기능적인 면에서도 2예에서 치매, 1예의 파킨슨씨병과 주관절 골절 등을 포함한 동반 손상으로 재활 치료의 어려움이 있었지만 총 9예 중 6예에서 양호 이상의 좋은 결과를 보였다.

결 론

견관절 주위 골절에서 폴라루스 골수정을 이용한 치료 후 모든 예에서 골유합을 얻을 수 있었으며 기능면에서도 67%에서 양호 이상의 소견을 보였다. 그러므로 골다공증이 심한 고령의 견관절 주위 골절, 상완골 경부를 포함한 간부의 분쇄 골절, 그리고 일차 수술 후 경부 및 간부의 불유합의 경우에 폴라루스 골수정을 이용한 고정과 더불어 불유합시는 골 이식술을 추가함으로 좋은 치료 효과를 얻을 수 있고 추천할 만한 치료 방법 중 하나라 할 수 있다.

참 고 문 헌

- 1) **Brooks CH, Revell WJ and Heatley FW:** Vascularity of the humeral head after proximal humeral fractures-an anatomical cadaver study. *J Bone Joint Surg Br*, **75-B**: 132-136, 1993.
- 2) **Cofield RH:** Comminuted fractures of the proximal humerus. *Clin Orthop*, **230**: 49-57, 1988.
- 3) **Crolla RMPH, et al:** Locked intramedullary nailing of humeral fractures. *Injury*, **6**: 403-406, 1993.
- 4) **Duralde XA, Flatow EL, Pollock RG, Nicholson GP, Self EB and Bigliani LU:** Operative treatment of nonunions of the surgical neck of the humerus. *J Shoulder Elbow Surg*, **5**: 169-180, 1996.
- 5) **Fleischmann W and Kinzl L:** Philosophy of osteosynthesis in shoulder fractures. *Orthopedics*, **16**: 59-63, 1993.
- 6) **Hawkins RJ and Angelo RL:** Displaced proximal humeral fractures: selecting treatment, avoiding pitfalls. *Orthop Clin North Am*, **18**: 421-431, 1987.
- 7) **Hawkins RJ and Kiefer GN:** Internal fixation techniques for proximal humeral fractures. *Clin Orthop*, **223**: 77-85, 1987.
- 8) **Healy WL, Jupiter JB, Kristiansen TK and White RR:** Nonunion of the proximal humerus, a review of 25 cases. *J Orthop Trauma*, **4**: 424-431, 1990.
- 9) **Ingman AM and Waters DA:** Locked intramedullary nailing of humeral shaft fractures. *J Bone Joint Surg Br*, **76-B**: 23-29, 1994.
- 10) **Ikpeme JO, et al:** Intramedullary interlocking nailing for humeral fractures experience with Russel-Taylor humeral nail. *Injury*, **25**: 447-455, 1994.
- 11) **Jaberg H, Warner JP and Jakob RP:** Percutaneous stabilization of unstable fractures of the humerus. *J Bone Joint Surg Br*, **74-A**: 508-515, 1992.
- 12) **Kesemenli CC, Subasi M, Arslan M, Necmioglu S and Kapukaya A:** Treatment of humeral diaphyseal nonunions by interlocked nailing and autologous bone grafting. *Acta Orthopaedica Belgica*, **68**: 471-475, 2002.
- 13) **Ko JY and Yamamoto R:** Surgical treatment of complex fracture of the proximal humerus. *Clin Orthop*, **327**: 225-237, 1996.
- 14) **Koval KJ, Sanders R, Zuckerman JD, Helfet DL, Kummer F and DiPasquale T:** Modified tension band wiring of displaced surgical neck fractures of the humerus. *J Shoulder Elbow Surg*, **2**: 85-92, 1993.
- 15) **Ajmal M, O'Sullivan M, McCabe J and Curtin W:** Antegrade locked intramedullary nailing in humeral shaft fractures. *Injury*, **32**: 692-694, 2001.
- 16) **Max Scheck:** Surgical treatment of nonunions of the surgical neck of the humerus. *Clin Orthop*, **167**: 255-259, 1982.
- 17) **Ogiwara N, Aoki M, Okamura K and Fukushima S:** Enders nailing for unstable surgical neck fractures of the humerus in elderly patients. *Clin Orthop*, **330**: 173-180, 1996.
- 18) **Robinson CM and Christie J:** The two-part proximal humeral fracture; a review of operative treatment using two techniques. *Injury*, **24**: 123-125, 1993.
- 19) **Szyszkowitz R, Seggl W, Schleifer P and Cundy PJ:** Proximal humeral fractures: management techniques and expected results. *Clin Orthop*, **292**: 13-25, 1993.
- 20) **Wu CC and Shih CH:** Treatment for nonunion of the shaft of the humerus. Comparison of plates and Seidel interlocking nails. *Can J Surg*, **35**: 661-665, 1992.
- 21) **Young TB and Wallace WA:** Conservative treatment of fractures and fracture-dislocations of the upper end of the humerus. *J Bone Joint Surg Br*, **67-B**: 373-377, 1985.