

## 전외측과 외측 병용 도달법에 의한 관절 외 원위 상완골 골절의 치료

권대규 · 문경호 · 나석인 · 신병기 · 이동주

인하대학교 의과대학 정형외과학교실

**목 적:** 상완골 원위 간부 골절의 치료에서 요골 신경 손상 방지를 위한 새롭게 고안된 전외측과 외측 병용 도달법을 이용한 관혈적 정복술의 임상적 유용성에 대하여 분석하였다.

**대상 및 방법:** 상완골 원위 간부 골절 환자 중 수술적 정복 및 금속판 내고정술을 시행 받고 1년 이상 추시가 가능하였던 24예를 대상으로 하였다. 연령, 성별, 골절 유형, 골유합 시기, 주관절의 운동 범위, 합병증 등을 분석하였고, 주관절 기능은 Mayo elbow performance index (MEPI)로 평가하였다.

**결 과:** 임상적 골유합은 평균 10.8주 (6~20주)였다. 술 전부터 요골 신경 마비가 있었던 3예는 불완전 마비로 모두 회복되었다. 주관절의 기능은 MEPI상 매우 우수가 13예, 우수가 10예로 우수 이상이 95.83%였다. 술 후 주관절 관절 운동 범위는 신전 5.5도 (0~15도), 굴곡 131.5도 (120~145도)로 대부분 기능적 장애가 없었다. 수상 전 작업으로 복귀는 평균 11.2주 (5~32주)였다. 특이 합병증은 없었다.

**결 론:** 새롭게 고안된 전외측과 외측 병용 도달법은 요골 신경의 보호가 용이하며 충분한 고정 공간을 확보할 수 있는 유용한 수술법이다.

**색인 단어:** 상완골, 원위 골절, 주관절 기능, 요골 신경

### Combined Anterolateral and Lateral Approaches in Treatment of Extra-articular Fracture of the Distal Humerus

Dae Gyu Kwon, M.D., Kyoung Ho Moon, M.D., Ph.D., Suk In Na, M.D.,  
Byung Ki Shin, M.D., Tong Joo Lee, M.D., Ph.D.

Department of Orthopedic Surgery, Inha University School of Medicine, Incheon, Korea

**Purpose:** The purpose of this study was to analyze the clinical effectiveness of open reduction in the treatment of distal humeral fracture using a newly designed combined approach of anterolateral and lateral approaches to protect the radial nerve.

**Materials and Methods:** We investigated 24 consecutive cases of distal humeral fracture who received open reduction and internal fixation with a plate and screws with a minimum follow-up period of 1 year. We analyzed the patients' age, sex, fracture pattern, timing of the union, range of motion of the elbow joint, and complications. The Mayo elbow performance index (MEPI) was employed for the assessment of elbow joint function.

**Results:** Clinical union was observed at 10.8 weeks (6~20 weeks) on average. Pre-operatively, there were 3 cases of incomplete radial nerve palsy. All of the cases recovered, and there was no additional radial nerve palsy due to surgery. According to the MEPI, 13 cases were "excellent" and 10 cases were "good" or better, comprising 95.83% of the cases. The range of motion at the elbow was 5.5 degrees (0~15 degrees) of extension, and 131.5 degrees (120~145 degrees) of flexion, suggesting no functional disability. The duration of return to work was 11.2 weeks (5~32 weeks) on average. There were no nonunion, malunion, or infection complications.

**Conclusion:** The combined anterolateral and lateral approach we designed is a clinically effective approach due to facilitation of protection of the radial nerve and attainment of adequate fixation space.

**Key Words:** Humerus, Distal fracture, Function of elbow joint, Radial nerve

통신저자 : 이 동 주

인천시 중구 인항로 27, 인하대학교병원 정형외과

Tel : 032-890-3043 • Fax : 032-890-3047

E-mail : tjlee@inha.ac.kr

접수: 2012. 3. 23

심사 (수정): 2012. 4. 22

게재확정: 2012. 5. 9

Address reprint requests to : Tong Joo Lee, M.D., Ph.D.

Department of Orthopedic Surgery, Inha University Hospital, 27,

Inhang-ro, Jung-gu, Incheon 400-103, Korea

Tel : 82-32-890-3043 • Fax : 82-32-890-3047

E-mail : tjlee@inha.ac.kr

## 서 론

상완골 골절의 수술적 치료를 위하여, 골절 부위로 접근하기 위하여 여러 가지 도달법이 선택되는데 일반적으로 그 요골 신경의 해부학적 특성으로 인하여, 상완골의 근위부와 중간부는 전방 또는 전외측 도달법이 이용되고, 원위부는 외측 또는 후방 도달법이 이용된다. 일반적으로 많이 이용되는 전외측 도달법은 비교적 넓게 상완골 상부에서 하부까지 노출이 가능하나, 상완골 원위부 주관절 가까이 골절이 있는 경우에는 원위 골편의 충분한 고정 공간을 확보하기 어렵다. 외측 도달법과 후방 도달법은 상완골 원위부 골절이 있는 경우에도, 원위골편을 주관절 운동면의 옆면으로 관절 부위까지 고정할 수 있으므로 충분한 고정 공간을 확보할 수 있다. 그러나 상완부 근위부의 고정을 위하여서는 요골 신경의 박리가 필요하고, 최종 고정 시 금속판의 위치가 요골 신경과 접하게 되어 신경 자극 및 손상의 위험성이 높다고 할 수 있다.

이에 저자들은 상완골 원위부 골절 치료에 있어서 수술적 도달법으로, 전외측 그리고 외측 도달법을 병용하는 변형된 도달법을 고안하게 되었고, 이러한 도달법은 요골 신경 박리를 하지 않고도 상완골 전장에 걸쳐서 접근이 가능하고, 필요한 경우 근위부와 원위부로 연장이 가능하다. 또한 수술 부위로 접근 시 과도한 신경 견인이나, 신경 박리가 필요하지 않아 요골 신경 손상을 최소화할 수 있었다. 전외측 그리고 외측 병용 도달법에 대한 임상적 고찰과, 그 치료 결과를 보고하고자 한다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

2002년 3월부터 2010년 3월까지 주관절을 침범하지 않는 상완골 원위부 골절로 진단된 환자 중에서 1년 이상 추시가 가능하였던 24명을 대상으로 하였다. 상완골 원위부 골절은 상완골 전장을 기준으로 3등분하여 원위 1/3에 주된 골절이 있고, 주관절로 관절 내 골절이 없는 경우로 하였다.

남자는 18명, 여자는 6명으로 총 24명이었고 평균 연령은 33.2세 (14~65세)였다. 평균 추시기간은 16.8개월 (12~46개월)이었고, 우세수 손상은 좌측 1예, 우측 14예였다. 골절 원인은 교통사고가 9예, 추락이나 낙상으로 인한 손상이 6예, 작업중 사고가 2예, 운동 중 발생된 경우가 7예였다. 운동 중 손상은 아이스하키 1예, 팔씨름 2예, 공 던지던 중 발생 2예, 격투기 2예였다. 개방창이 동반된 경우는 3예였고 Gustilo의 분류상 1형이 2예, 2형이 1예였다.

요골 신경 마비가 동반된 경우는 3예였다 (Table 1).

### 2. 수술 방법

환자를 전신 마취하에 양외위로 수술대에 눕힌 후 골절된 상지를 견관절은 내회전, 전완부는 회내되어 있는 자연스러운 자세로 위치시킨다. 상완골 외상과를 원위부 기준으로 정하고, 견갑골 오구돌기를 근위부 기준으로 정하여, 두 기준을 연결하는 가상선을 긋고 가상선 위에 필요한 절개 범위를 결정한다. 골절 부위가 노출될 수 있도록 충분한 절개 범위를 설정하여 피부를 절개한다. 피부 절개 후 근막 및 근육 절개는 근위부와 원위부를 다른 공간으로 2부위로 나누어 진행하게 되는데 먼저 근위부와 원위부를 나누는 접근 기준점을 설정한다. 상완골 외상과의 근위 상방 10 cm 지점이 요골 신경이 후방 구획에서 전방 구획으로 진행하는 지점임으로 이 곳을 기준점으로 설정하고, 이 접근 기준점의 근위부는 전외측 도달법으로 접근한다. 접근 공간의 외측 그리고 후방 구획에 요골 신경이 위치하게 된다. 또한 접근 기준점의 원위부는 외측 도달법으로 접근하게 되어, 요골 신경이 접근 공간의 내측 그리고 전방 구획에 위치하게 된다.

즉 접근 기준점의 근위부는 전외측 도달법으로 접근하므로 상완 이두근의 외측을 따라서 근막에 절개를 가하고, 상완근을 확인한 후 상완근의 중간 부위를 종적으로 절개한다. 상완근의 절개는 근피 신경과 요골 신경의 신경지배 구역 사이로 접근하므로 근육의 탈신경화를 방지할 수 있어서 술 후 상완근 기능 저하를 막을 수 있다. 또한 상완근 외측에 위치하여 근육 내로 진행하지 않는 요골 신경은 자연히 보호되어 신경 손상에 대한 걱정 없이 수월하게 골절 부위로 접근할 수 있게 된다.

**Table 1.** Patient demographic data

Patient demographic data		
Age (yr)		33.2 (14~65)
Gender	Male	18
	Female	6
Follow-up period (mo)		16.8 (12~46)
Dominant hand injury	Right	14
	Left	1
Etiology	Car accident	9
	Fall or slip	6
	Sports injury	7
	Occupational accident	2
External wound	Open fracture	3
Initial neurologic deficit	With radial nerve injury	3

Values are presented as number or range.

접근 기준점의 원위부는 외측 도달법을 이용하여 측 근간 격막보다 약간 후방으로 근막에 종결개를 가하여 접근한다. 절개면의 후방으로 상완 삼두근이, 절개면의 전방으로는 외측 근간 격막과 상완요근 (brachioradialis)이 위치되도록 박리하여 외상과를 충분히 노출시킨다. 절개면이 접근 기준점 (외상과에서 상방 10 cm 지점)을 넘지 않도록 하면, 요골 신경 손상이 없는 안전지역에서만 조작하게 된다.

각각의 분리된 2개의 근위부와 원위부의 공간은 근육 (상완요근과 절개된 상완근 외측부) 밑으로 상완골 골막위로 터널 형태로 연결한다. 즉 두 공간을 연결하는 터널의 지붕에 해당하는 구조물로 상완요근, 절개된 상완근 외측부 그리고 그 사이에 요골 신경이 위치하여 요골 신경이 자연히 근육 사이에서 보호된다 (Fig. 1).

금속판은 Low contact dynamic compression plate (Synthes, Oberdorf, Switzerland)를 사용하였다. 먼저 금속판은 상완골 외측 굴곡에 맞도록 bender를 이용하여 적절한 모양으로 구부리고 (Fig. 2), 금속판을 원위부의 절개 공간에서 터널 (상완요근, 요골 신경, 절개된 상완근 외측부)을 통하여 근위부 절개 공간으로 위치시킨다. 전외측 도달법

만으로 수술한 경우와 달리 원위부에서 외측 도달법을 이용할 수 있으므로 상완골 외상과까지 충분한 고정 공간을 확보할 수 있어 견고한 고정을 보장하는 4개 이상의 나사 고정이 가능하다 (Fig. 3).

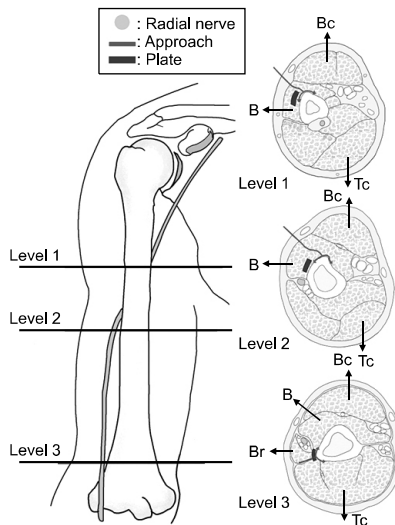
요골 신경에 대한 탐색술이 필요한 경우에는 터널의 지붕에 해당하는 상완요근 내측과 상완근 외측으로 근육 사이로 접근하면 쉽게 요골 신경을 확인할 수 있다.

수술 후 주로 Velpeau sling을 착용시켰으며 환자의 통증이 완화되는 1~2일 후부터 중력을 이용한 관절 운동을 허용하였다. 수술 1주일부터는 상완골 기능적 보조기를 착용하여 견관절 및 주관절의 능동-보조적 운동을 시작하였다.

### 3. 수술 후 평가

결과 평가는 방사선학적 평가로 골유합 정도를 평가하고, 임상적 평가로 Mayo elbow performance index (MEPI)를 이용하였다. 방사선 평가는 수술 직후, 술 후 2주에 그 후에는 1달 간격으로 시행하여 유합 정도, 불유합, 부정유합 등을 평가하였고, 임상적 평가는 수술 후 6개월 시점에 평가하였다. MEPI는 통증, 관절 운동 범위, 안정성, 주관절 기능을 각각 평가하여, 총 100점으로 하고, 90~100점은 최우수 (excellent), 75~89점은 우수 (good), 60~74점은 양호 (fair), 60점 미만은 불량 (poor)으로 구분하였다.

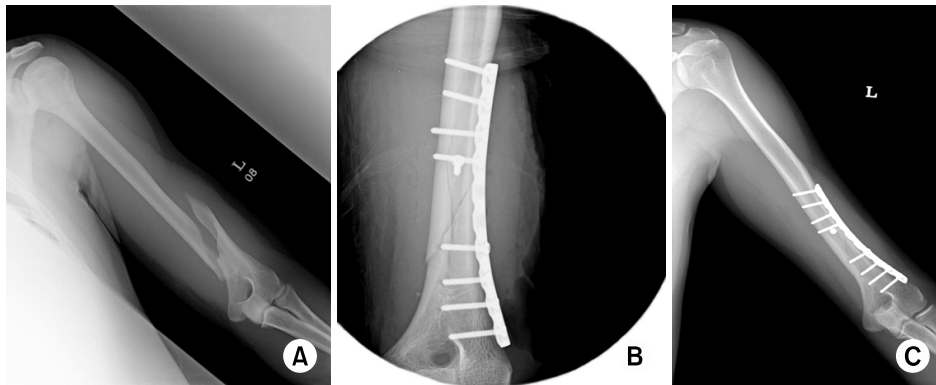
그 외 수상 전 작업으로 복귀 기간, 동반 요골 신경 마비, 술 후 요골 신경 마비 발생, 감염 등의 합병증에 대해 평가하였다 (Table 2).



**Fig. 1.** Cross-sectional image of combined anterolateral and lateral approach. Level 1: Anterolateral approach of proximal humerus: Surgical dissection was made through the mid-portion of the brachialis muscle. Note the radial nerve between the brachialis muscle and brachioradialis muscle in cross section C. Level 2: Anterolateral approach of midshaft of the humerus. Level 3: Lateral approach of the distal humeral shaft: Surgical dissection is made between the triceps muscle and lateral intermuscular septum. B: Brachialis muscle, Bc: Biceps brachii muscle, Br: Brachioradialis muscle, Tc: Triceps brachii muscle.



**Fig. 2.** A ten-hole plate bending with the contour of the distal humeral shaft.



**Fig. 3.** A 21-year-old man sustained the fracture in an accident.

(A) An initial radiograph shows a spiral fracture of the distal humerus.

(B) A radiograph after operation shows anatomical reduction and alignment by open reduction and internal fixation with a plate and lag screw.

(C) Follow-up radiography 1 year after operation shows good bony union of the fracture without complications.

**Table 2.** Result of combined approach

Assessment			
MEPI	90.02	Excellent (90~100)	13
		Good (75~89)	10
		Fair (60~74)	1
		Poor (<60)	0
		(5.5~131.5)	
Range of motion	126.0		
Back-to-work period (wk)	11.2 (5~32)	Male	11.9 (5~32)
		Female	8.7 (6~12)
Bony union period (wk)	10.8 (6~20)		
Pain	45.8% (11/24)	11 cases: occasionally mild pain	
Initial radial nerve injury	3		
Recovery (mo)	8.5 (7~10)		
Complications	0		

MEPI: Mayo elbow performance index.

## 결 과

평균 골유합은 10.8주 (6~20주)였고, 수술 후 골절 전위, 불유합 또는 부정유합 등의 합병증은 없었다. 수술 후 새롭게 발생한 요골 신경 손상은 없었다. 수술 전 요골 신경 마비 증상이 있었던 3예는 평균 8.5개월 경과되어 완전 회복되었다. 수술 부위 감염 등의 합병증은 없었다. 골절 전 직업으로 복귀하는 평균 시기는 11.2주 (5~32주)였고,

노동 강도가 심한 남성의 평균 복귀 시기는 11.9주 (5~32주)이고 여성의 평균 복귀 시기는 8.7주 (6~12주)였다 (Table 2).

수술 6개월 시점에서 MEPI 임상 평가에서 최우수 13예, 우수 10예였고, 평균 기능 지수는 90.02점이었다. 주관절 운동 범위는 평균 126.0도 (5.5~131.5도)이고, 통증이 있는 예는 45.8% (24예 중 11예)로 MEPI 임상평가상 우수 이하 11예에서 간헐적이고 경미한 주관절 통증을 호소하였다. 전 예에서 주관절 불안정성이나, 일상생활에 불편감은 없었다 (Table 2).

## 고 찰

금속판 내고정은 골절의 부위와 양상, 환자의 체위 등에 따라서 그 접근 도달법의 이용에 제한이 따른다. 또한 요골 신경 주행의 해부학적 특성으로 인하여 요골 신경 박리가 필수적으로 필요한 경우가 많고, 수술 중 견인으로 인한 손상도 흔하게 된다<sup>4,10)</sup>. 일반적으로 이용되는 대표적인 상완골의 수술적 도달법으로 전외측 도달법, 후방 도달법이 있고, 변형된 방법으로 내측 도달법, 후외측 도달법, 외측 도달법 등이 있다<sup>1,3,5,6,9)</sup>. 이러한 각각의 도달법들은 명백히 상완골 골절 부위에 따라서 유용하게 이용되었으나, 그 한계점도 있다. 전외측 도달법은 요골 신경의 박리가 필요 없어서 비교적 쉽게 골절부로 접근이 가능하므로, 골절의 위치가 상완골 근위부에서 중간부인 경우에 널리 이용되고 있다. 그러나 골절의 위치가 원위부인 경우는 원위부 노출이 불충분하여 과하게 견인하는 경향이 있어, 상완

요근 내측으로 주행하는 요골 신경의 견인 손상이 종종 발생한다. 그러므로 전외측 도달법은 상완골 원위부 골절인 경우는 그 이용이 제한되게 된다. 상완골 원위부 골절에 이용되는 도달법은 요골 신경은 견인할 필요가 없는 후방 도달법 혹은 후외측 도달법이 많이 사용된다<sup>2,8)</sup>. 후방 도달법은 상완골 원위부 후방을 요골 신경의 견인이 없이 쉽게 노출할 수 있어 정확한 해부학적 정복 후 금속판 고정 쉽다. 그러나 상완 삼두근을 분할하기 때문에 출혈, 삼두근 근력 약화, 반흔조직 형성으로 인한 주관절 운동 제한 등이 발생할 수 있다. 또한 근위부로 연장 박리가 필요한 경우에는 요골 신경을 반드시 박리하여 보호하여야 한다. 즉 수술의 위험성 면에서 살펴보면, 상완 삼두근 사이로 진행하는 요골 신경의 해부학적 특성으로 인하여 그 신경 탐색이 쉽지 않아 탐색술 도중 요골 신경 손상이 발생하기 쉽다<sup>2)</sup>. 접근 범위 면에서 살펴보면, 상완골 근위부로는 액와 신경과 후상완 회전동맥 (posterior humeral circumflex artery)이 위치하여 그 이상의 근위부 접근은 제한된다. 또한 수술시 환자의 체위를 반드시 측위 또는 복외위를 유지해야 하므로, 다발성 손상 환자 특히 불안정 척추 손상 환자는 그 이용에 제한이 따른다.

근래 이용되고 있는 외측 도달법은 장점으로 비교적 쉽게 요골 신경을 탐색할 수 있고, 양외위로 수술이 가능하며, 상완의 전방 측방 후방 모두 제한적이지만 접근이 가능하다. 그러나 단점으로 접근 범위 면에서 삼각근으로 인하여 상완 근위부로 접근이 어렵고, 수술 난이도 면에서 요골 신경 박리가 항상 필요하고, 골절 고정 후 금속판이 요골 신경과 접하여 위치하며, 주위 섬유화로 신경과 금속판의 유착이 발생한다. 금속판 실패나, 재골절, 불유합 등으로 추가적인 수술이 필요한 경우에 유착으로 인한 신경 손상의 위험으로 그 시도 자체가 매우 어렵게 된다<sup>7)</sup>. Yildirim 등<sup>11)</sup>은 외측 도달법으로 금속판 고정술을 시행한 72명의 환자 중 19명의 환자에서 수술로 인한 요골 신경 손상이 발생하였음을 보고한 바 있다.

위와 같은 도달법들의 단점을 보완하고자 상완골 전장에 걸쳐 하나의 피부 절개로 접근이 가능하고, 요골 신경 박리가 필요 없으며, 과도한 견인 등이 없이 충분한 고정 공간을 확보할 수 있는 도달법 그리고 동반손상을 치료하기 위한 근위부 또는 원위부로 연장이 가능한 방법을 고민하게 되었다. 이에 저자들은 전외방 그리고 외측 병용 도달법으로 하나의 피부 절개를 통하여 근육으로 접근하고, 근육 절개는 상완골 골절 부위에 따라서 이중으로 접근하는 방식을 고안하게 되었다. 이러한 방법을 통하여 전외측 접근법의 장점인 상완골 근위부 중간부에 광범위한 접근이 쉽게 가능하고, 상완골 골두까지 근위부로의 확대가 용이하다. 반면 상완골 원위부 접근에 있어서 전외측 도달법의

단점으로 지적되어 왔던 요골 신경 견인 손상의 위험성과, 불충분한 고정 공간은 외측 도달법을 부가적으로 이용함으로써 단점을 보완할 수 있었다. 즉 각각의 접근법으로 확보된 분리된 2개의 공간은 터널 형식으로 연결하였다. 각각의 2개의 공간을 연결하는 터널의 지붕에 상완근, 상완 요근과 두 근육 사이로 진행하는 요골 신경이 위치하게 되어 요골 신경은 두 근육 사이에서 자동적으로 보호된다. 즉 요골 신경 탐색과 박리 없이 두 근육 사이에 위치한 신경을 보호할 수 있어 신경 주위의 유착이 없이 수술이 가능하다. 또한 신경 탐색술이 필요한 경우에도, 별도의 절개 없이 탐색술을 할 수 있다는 장점이 있다. 요골 신경의 탐색이 필요하면 상완요근과 상완근 사이로 접근하여 쉽게 요골 신경을 찾을 수 있다. 이외에도 주관절 및 전완부의 동반손상이 있어 광범위한 연장 절개를 하는 경우에도 쉽게 절개면을 연장하여 Kocher 접근법을 시행할 수 있다.

저자들의 접근법은 외측 도달법의 장점인 상완골 외상과 까지 고정 공간을 확보할 수 있어서 충분한 길이의 금속판의 적용과, 안정성을 줄 수 있는 4개 이상의 나사고정이 가능하다. 또한 금속판의 위치가 외측으로 주관절 운동에 영향이 없는 부위여서 주관절 강직의 발생 가능성이 적다.

저자들의 접근법에 단점으로는 상완골 외측에 매우 협소한 부위에 금속판을 위치시켜야 하므로 금속판과 상완골 외상과의 모양이 맞지 않아 부자연스럽게 금속판이 위치하게 된다. 수술 후 일부의 경우에 금속판이 상완골 외과부로 돌출되어 불편감을 호소하는 경우도 있었다. 그러므로 해부학적으로 상완골 외상과의 해부학적 모양에 적절한 금속판이 개발된다면 유용하게 이용할 수 있고 보다 견고한 내고정이 될 것으로 생각한다. 이러한 해부학적 금속판은 상완골 원위부 골절에서 최소 절개를 이용한 금속판의 내고정술의 수술적 선택에도 유용하게 응용될 수 있을 것으로 판단한다.

본 연구의 단점은 후향적 연구, 최소 1년으로 짧은 추시 기간, 총 24명의 적은 환자 수, 그리고 대조군 없이 진행된 연구라는 점에 있다.

## 결 론

상완골 원위부 골절 및 불유합의 치료로 새로이 고안된 전외측과 외측 병행 도달법은 상완골 전장에 걸쳐서 도달이 가능하고, 상완 원위부로 접근 시에도 요골 신경 박리가 필요 없고, 수술 중 요골신경 보호가 용이하며, 금속판의 충분한 고정 공간 확보로 견고한 고정을 할 수 있어 매우 유용한 수술방법이다. 향후 적절한 해부학적 금속판이 개발된다면 보다 유용한 도달법이 될 것이다.

## 참 고 문 헌

- 1) **Cooney WP:** Humeral fractures: operative treatment, complication, and reconstruction surgery. In: Evarts CM ed. Surgery of the musculoskeletal system. Vol. 2. 2nd ed. New York, Churchill Livingstone: 1633-1600, 1990.
- 2) **Dabezies EJ, Banta CJ 2nd, Murphy CP, d'Ambrosia RD:** Plate fixation of the humeral shaft for acute fractures, with and without radial nerve injuries. J Orthop Trauma, **6:** 10-13, 1992.
- 3) **Henry AK:** Extensile exposure. 2nd ed. New York, Churchill Livingstone: 25-37, 1973.
- 4) **Holstein A, Lewis GM:** Fractures of the humerus with radial-nerve paralysis. J Bone Joint Surg Am, **45:** 1382-1388, 1963.
- 5) **Hoppenfeld S, Deboer P:** Surgical exposures in orthopedics. The anatomic approach. 4th ed. Philadelphia, Lippincott: 73-110, 2009.
- 6) **Jupiter JB:** Complex non-union of the humeral diaphysis. Treatment with a medial approach, an anterior plate, and a vascularized fibular graft. J Bone Joint Surg Am, **72:** 701-707, 1990.
- 7) **Mills WJ, Hanel DP, Smith DG:** Lateral approach to the humeral shaft: an alternative approach for fracture treatment. J Orthop Trauma, **10:** 81-86, 1996.
- 8) **Swanson TV, Gustilo RB:** Fracture of the humeral shaft. In: Gustilo RB, Kyle RF, Templeman DC ed. Fracture and dislocation. St. Louis, Mosby: 365-385, 1993.
- 9) **Thompson JE:** Anatomical methods of approach in operations on the long bones of the extremities. Ann Surg, **68:** 309-329, 1918.
- 10) **Wang JP, Shen WJ, Chen WM, Huang CK, Shen YS, Chen TH:** Iatrogenic radial nerve palsy after operative management of humeral shaft fractures. J Trauma, **66:** 800-803, 2009.
- 11) **Yildirim AO, Oken OF, Unal VS, Esmer AF, Gülçek M, Uçaner A:** Avoiding iatrogenic radial nerve injury during humeral fracture surgery: a modified approach to the distal humerus. Acta Orthop Traumatol Turc, **46:** 8-12, 2012.