

## 요골 원위부 관절내 골절의 비관혈적 수술 후의 임상적 결과 -비관혈적 정복 후 경피적 강선 고정과 외고정술-

차재룡 · 구정희 · 조형래 · 김진완 · 김유대 · 박영일 · 홍성확

좋은삼선병원 정형외과

**목 적:** 본 연구에서는 요골 원위부 관절내 골절의 비관혈적 정복 후 경피적 강선 고정과 외고정 병합요법을 이용한 치료 결과를 평가하기 위해서 시행하였다.

**대상 및 방법:** 본 연구는 1995년 6월부터 2001년 6월까지 본원에서 관절내 골절로 비관혈적 수술을 받은 환자 중 최소 1년 이상 추시가 가능했던 52명을 대상으로 하였으며, Cole과 Obletz의 주관적 분석과 Scheck의 객관적 분석을 이용하여 결과를 산출하였다.

**결 과:** AO분류에 따라 B형과 C1형의 골절에서는 경피적 강선 고정만을 시행하여 83.3%에서 양호 이상의 결과를, C2형과 C3형의 골절에서는 외고정 병합요법을 시행하여 82.2%에서 양호 이상의 결과를 보였다.

**결 론:** 요골 원위부 관절내 골절의 비관혈적 정복 후 경피적 강선 고정과 외고정을 이용한 치료는 균일한 관절면의 회복과 양호한 임상적 결과를 보이는 유용한 치료 방법으로 생각되어진다.

**색인 단어:** 요골 원위부, 관절내 골절, 경피적 강선 고정, 외고정

## Clinical Results after Percutaneous Surgical Treatment of Intra-articular Fracture of the Distal Radius

Jae Ryong Cha, M.D., Jung Hoei Ku, M.D., Hyung Lae Cho, M.D., Jin Wan Kim, M.D.,  
Yoo Dae Kim, M.D., Young Il Park, M.D., Seong Hwak Hong, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Good Samsun Hospital, Busan, Korea

**Purpose:** To evaluate the clinical and radiologic results of percutaneous surgical treatment of the intra-articular fractures of the distal radius, we have compared the results of percutaneous pinning and the combination of percutaneous pinning with external fixation after closed reduction.

**Materials and Methods:** We analysed the results of 52 patients with intra-articular fracture who received the operative treatment with closed reduction in the period of June, 1995 to June, 2001 and also were in regular follow-up at least one year. We used the subjective analysis by Cole & Obletz and the objective analysis by Scheck.

**Results:** We have found the outcome that 83.3% of percutaneous pinning were graded above "Good" in type B and C1 and 82.2% of the combination treatment of percutaneous pinning with external fixation were graded above "Good" in type C2 and C3.

**Conclusion:** The percutaneous pinning and external fixator after closed reduction in intra-articular fractures of the distal radius are considered useful to restore the articular congruity and make good clinical results.

**Key Words:** Distal radius, Intra-articular fracture, Percutaneous pinning, External fixation

## 서 론

요골 원위부의 불안정성 관절내 골절은 도수 정복 후 보존적 치료만으로는 예후가 나쁜 경우가 많고, 치료 후에도 관

절면의 불일치, 관절 운동의 제한 및 외상후 관절염 등의 많은 합병증이 보고 되고 있다<sup>8,13,15</sup>. 골절부위의 정복과 함께 견고한 고정을 통하여 균일한 관절면의 회복과 정상 요골 길이를 유지하는 것이 중요하며, 수술 후에도 적극적인 재활 치료와 조기 관절 운동이 강조되고 있다<sup>14,16,17</sup>. 1995년 6월

통신저자: 구 정 희

부산광역시 사상구 주례동

좋은삼선병원 정형외과

Tel : 051-310-9289 · Fax : 051-323-3308

E-mail : fissura@empal.com

Address reprint requests to : Jung Hoei Ku, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Good Samsun General Hospital, Busan, Korea

Tel : 051-310-9289 · Fax : 051-323-3308

E-mail : fissura@empal.com

부터 2001년 6월까지 요골 원위부 관절내 골절로 수술적 치료를 받은 64례 중 비관혈적 정복술 및 고정술을 시행한 52례를 후향적으로 분석하여 기능적 결과와 방사선학적 결과를 평가하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 성별 및 연령 분포

1995년 6월부터 2001년 6월까지 요골 원위부 관절내 골절로 비관혈적 수술을 시행한 후 최소 1년 이상 추시가 가능했던 52례를 대상으로 하였으며 이중 28례가 남자, 24례가 여자였다.

평균 연령은 42세 (23~68세)였고 평균 추시 기간은 1.4년이었으며 골절의 원인은 추락사고 및 실족사고가 42례로 가장 많았다 (Table 1).

### 2. 골절의 분류

골절의 분류는 AO분류<sup>1)</sup>에 따라 분류하였으며, AO분류상 B1형 5례, B2형 3례, C1형 15례, C2형 22례, C3형 7례로, C2형이 가장 많았다 (Table 2).

### 3. 수술 방법 및 술 후 처치

완관절 부위의 부종이 어느 정도 감소된 후 비관혈적 정복

이 용이하게 한 뒤 수술적 치료를 하는 것을 원칙으로 하였으며, X-선 영상증폭장치 하에서 요골 원위부의 요골 길이 유지, 척측 경사, 전방 경사 및 관절면의 조화 등을 고려하여 전위된 관절내 원위 골편을 허용 범위 내로 도수 정복한 후 K-강선으로 골절부를 고정하였다. B1형 5례의 경우는 2개의 1.6 mm~1.8 mm K-강선으로 요측 배부에서 시작하여 척측 수장부로 향하도록 고정하였으며, B2형 3례와 C1형, C2형, C3형에서는 1.6 mm K-강선 1개를 요골의 척측면 배측에서 요측으로 추가적으로 고정하였다.

C1형 2례, C2형 19례의 경우는 관절의 불안정성이 보여 외고정술을 병행하여 관절면의 안정성 유지 및 추후 발생할 수 있는 관절면의 함몰에 대비하였으며, C3형의 경우 7례 모두에서 경피적 강선 고정과 외고정을 병행하였다.

경피적 강선 고정만을 한 경우, K-강선 고정 후 완관절 및 전완부를 U자 석고 부목으로 3~4일간 고정하여 부종이 감소한 후 단상지 석고 붕대로 5~6주간 추가 고정하였다. 석고 붕대 제거 후 조심스럽게 완관절의 능동적 운동을 실시하였으며, 술 후 6~7주경에 단순 방사선 촬영으로 골절부위의 가골 형성을 확인한 후 K-강선을 제거하였다 (Fig. 1).

외고정과 병행 치료한 경우는 술 후 4주경에 외고정 기구 (STABLELOC<sup>®</sup>)의 만능관절을 이용하여 완관절의 능동적 운

**Table 1.** Causes of injuries

Causes	No. of cases	Percent
Slip down	24	46.2
Fall down	18	34.6
Traffic accident	10	19.2
Total	52	100

**Table 2.** Distribution of intraarticular fracture (AO classification)

Type	No. of cases	Percent
B <sub>1</sub>	5	9.6
B <sub>2</sub>	3	5.8
C <sub>1</sub>	15	28.9
C <sub>2</sub>	22	42.3
C <sub>3</sub>	7	13.2
Total	52	100



**Fig. 1.** A 57 year-old woman was taken.  
(A) Roentgenograms after the injury.  
(B) Roentgenograms after the operation.  
(C) Roentgenograms at 14 months after the operation.



**Fig. 2.** A 45 year-old man was taken.  
**(A)** Roentgenograms after the injury.  
**(B)** Roentgenograms after the operation.  
**(C)** Roentgenograms at 16 months after the operation.

**Table 3.** Criteria for subjective evaluation (Cole & Oblatz)

Result	Description
Excellent	No pain, no disability, no noticeable limitation of motion
Good	Occasional pain, no disability, slight limitation of motion
Fair	Occasional pain, no disability if careful, slight limitation of motion, slight restriction of activities
Poor	Constant pain, limitation of motion, disability, and limitation of activities because of wrist problem

동을 시작하였으며, 술 후 6~7주경에 단순 방사선 촬영으로 골절부위의 가골 형성을 확인한 후 외고정 기구를 제거하였고, 술 후 7~8주경에 K-강선을 제거하였다 (Fig. 2). 내고정과 외고정의 병합 시행으로 추시 방사선 사진에서 관절면의 함몰은 술 후 방사선 사진과 큰 차이가 없었다.

#### 4. 평가 방법

본 연구는 후향적으로 최종 추시상까지의 기능적 결과와 방사선학적 결과를 평가하고 관찰하였으며, 치료 결과 판정은 Cole과 Oblatz<sup>5)</sup>의 주관적 기준과 완관절 및 전완부의 운동범위와 완관절의 X-선 계측에 의한 Scheck<sup>19)</sup>의 객관적 기준을 적용하여 종합 평가하였다. 주관적 평가에서는 완관절의 동통, 무력감 및 운동장애 등의 유무에 따라 우수 (0점), 양호 (4점), 보통 (8점), 불량 (12점)을 부여하였다 (Table 3).

객관적 평가에서 방사선 영상을 기초로 한 평가는 수술 전 후 및 최종 추시에서 손상 받은 완관절의 전후면 사진을 촬영하여 해부학적 정복의 척도인 요골 길이와 척추 경사를, 측면 사진 상에서 전방 경사를 측정하였으며, 각각 우수 (0점), 양호 (1점), 불량 (2점)을 부여하였다 (Table 4).

완관절의 운동범위는 건측과 비교하여 15° 이하의 운동범위 감소가 있는 경우는 우수 (0점), 15°~30°의 감소가 있는

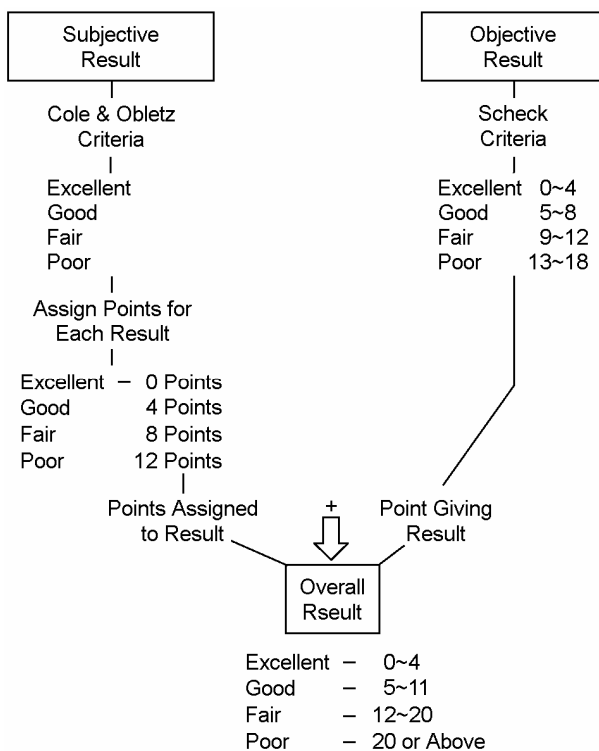
**Table 4.** Objective evaluation of results based on X-ray appearance (Scheck)

	Degree or Millimeters	Result	Numeric value
Radial length	10~13 mm	Excellent	0
	5~9 mm	Good	1
	<5 mm	Poor	2
Ulnar tilt	18°~23°	Excellent	0
	10°~17°	Good	1
	<10°	Poor	2
Volar tilt	6~11°	Excellent	0
	0~6°	Good	1
	Negative angle	Poor	2
Range			0~6

경우 양호 (1점), 30°~45°의 감소가 있는 경우 보통 (2점), 45° 이상의 감소가 있는 경우 불량 (3점)으로 하였으며, 굴곡, 신전, 회내전, 회외전의 네 부분으로 나누어 평가하였다 (Table 5).

**Table 5.** Criteria for objective evaluation based on wrist motion (Scheck)

Motion compared with that of normal Wrist			Motion tested	
Amount of loss	Ration	Numeric value	Motion	Range of numeric value
0°~15°	Excellent	0	Flexion	0~3
16°~30°	Good	1	Extension	0~3
31°~45°	Fair	2	Pronation	0~3
45°+	Poor	3	Supination	0~3
			Range	0~12

**Fig. 3.** Algorithm for the determination of over-all results.

전체적인 결과에 대한 판정은 Cole과 Oblatz<sup>5)</sup>의 주관적 평가와 Scheck<sup>19)</sup>의 객관적 평가를 종합하여 0~4점은 우수, 5~11점은 양호, 12~20점은 보통, 20점 이상은 불량으로 판정하였다 (Fig. 3).

## 결 과

주관적 평가에서 경피적 강선 고정만을 시행한 경우 83.2%, 외고정술을 병행한 경우 82.1%에서 양호 이상의 결과를 보였다 (Table 6).

객관적 평가에서 요골 길이는 경피적 강선 고정만을 시행

**Table 6.** Results of subjective evaluation

Results \ Tx. method	Pinning (%)	Pinning & E.F. (%)
Excellent	4 (16.6)	3 (10.7)
Good	16 (66.6)	20 (71.4)
Fair	3 (12.5)	4 (14.3)
Poor	1 ( 4.2)	1 ( 3.5)
Total	24 (100)	28 (100)

**Table 7.** Results based on X-ray appearance

Radiologic assessment \ Tx. method	Rating	Pinning (%)	Pinning & E.F. (%)
Radial length	Excellent	17 (70.8)	19 (67.9)
	Good	5 (20.8)	6 (21.4)
	Poor	2 ( 8.4)	3 (10.7)
Ulnar tilt	Excellent	16 (66.6)	17 (60.7)
	Good	4 (16.7)	8 (28.6)
	Poor	4 (16.7)	3 (10.7)
Volar tilt	Excellent	17 (70.8)	17 (60.7)
	Good	5 (20.8)	9 (32.1)
	Poor	2 ( 8.4)	2 ( 7.2)
Total		24 (100)	28 (100)

\*E.F: External fixation

한 경우 91.6%, 외고정술을 병행한 경우 89.3%에서 양호 이상의 결과를 보였다. 척추 경사는 각각 83.3%, 89.2%에서 양호 이상의 결과를, 전방경사는 각각 91.6%, 92.8%에서 양호 이상의 결과를 보였다 (Table 7).

완관절의 운동범위는 각각 70% 이상에서 양호 이상의 결과를 보였다 (Table 8).

전체적인 결과에 대한 판정에서 경피적 강선 고정만을 시

Table 8. Results based on Wrist motion

Wrist motion	Result	P.P (percent)	P.P & E.F (percent)
Flexion	Excellent	3 (12.5)	2 ( 7.1)
	Good	14 (58.3)	18 (64.3)
	Poor	5 (20.8)	6 (21.4)
	Fair	2 ( 8.3)	2 ( 7.1)
Extension	Excellent	3 (12.5)	3 (10.7)
	Good	16 (66.7)	18 (64.3)
	Poor	4 (16.7)	6 (21.4)
	Fair	1 ( 4.2)	1 ( 3.6)
Pronation	Excellent	3 (12.5)	1 ( 3.6)
	Good	15 (62.5)	20 (71.4)
	Poor	5 (20.8)	6 (21.4)
	Fair	1 ( 4.2)	1 ( 3.6)
Supination	Excellent	2 ( 8.3)	2 ( 7.1)
	Good	15 (62.5)	19 (67.9)
	Fair	6 (25)	5 (17.9)
	Poor	1 ( 4.2)	2 ( 7.1)
Total		24 (100)	28 (100)

행한 24례 중 20례에서, 외고정술을 병행한 28례 중 23례에서 양호 이상의 결과를 보였다 (Table 9).

술 후 합병증은 모두 8례에서 발생하였고, 경피적 강선 고정만을 시행한 경우에는 C1형에서 외상후 관절염 1례, 반사성 교감신경 이영양증 1례가 발생하였으며, 외고정술을 병행한 경우에는 C3형에서 외상후 관절염 2례, 부정유합 1례, 반사성 교감신경 이영양증 1례가 발생하였고 C2형과 C3형에서는 각각 강선 주위 감염이 1례씩 발생하였다. 외상후 관절염은 추시 기간이 짧았기 때문에 발생 빈도가 낮았으며 지속적인 물리 치료와 약물 치료로 호전되어 일상생활에 큰 지장이 없었다. C3형의 경우 1례에서는 부정유합과 외상후 관절염이 동반되어 완관절 운동성의 제한과 통증으로 일상생활에 지장을 겪고 있는 상태였지만 시간이 경과함에 따라 조금씩 호전되는 양상을 보였다. 강선 주위 감염과 반사성 교감신경 이영양증은 보존적 치료로 정상 회복되었다.

## 고 찰

추락사고나 교통사고 등의 강력한 외력에 의한 손상으로 인하여 관절면을 침범한 골절과 분쇄나 전위가 심한 형태의 골절이 증가하여 비수술적 방법으로 치료하였을 경우 골절

Table 9. Over-all results

Results \ Tx. method	Pinning (%)	Pinning & E.F. (%)
Excellent	3 (12.5)	2 ( 7.2)
Good	17 (70.8)	21 (75)
Fair	3 (12.5)	4 (14.3)
Poor	1 ( 4.2)	1 ( 3.5)
Total	24 (100)	28 (100)

의 재전위나 관절면의 붕괴 등으로 인해 여러 가지 합병증이 증가한다고 보고 되고 있다<sup>2,3,12)</sup>. 본 연구에서는 경피적 강선 고정만을 시행한 경우에는 외상후 관절염이 1례가 발생하였고, 외고정술을 병합한 경우에는 외상후 관절염이 2례, 부정유합이 1례가 발생하였다. 추시 기간이 짧았던 이유로 인해 외상후 관절염의 발생 빈도가 낮았다고 추측된다.

Cooney 등<sup>6,7)</sup>은 손목이 후방 굴곡된 채로 넘어지는 경우, 손바닥의 어느 부분이 착지되는가에 따라 손상의 종류가 달라질 수 있음을 보고하였으며, 방사선 소견 상 후방 굴곡이 20도 이상, 심한 후방굴 꺾질의 분쇄, 10 mm 이상의 요골 단축이 있는 경우 불안정 골절로 보았다. 심한 분쇄 골절일 경우 외고정 장치를 이용하여 연부조직 긴장에 의한 이차적 정복의 소실을 막을 수 있다고 보고하였다.

Frykman<sup>9)</sup>은 골절의 양상에 따라 원위 척골 및 원위 요척 관절의 동반 손상 여부가 예후에 영향을 미치는 점을 고려하여 8개의 형태로 분류하였으며, 이는 요수근 관절의 관절면의 일치도 뿐만 아니라, 원위 요척 관절의 일치도 중요함을 강조하였다.

최근에는 인대 정복술의 개념을 이용한 외고정 기구의 사용이 증가 추세에 있으며 Sanders 등<sup>18)</sup>은 심하지 않은 요골 원위부 불안정 골절을 외고정술을 이용하여 보다 쉽게 치료할 수 있다고 보고하였고, Horesh 등<sup>10)</sup>은 정상 요골 길이의 유지, 요척골간 관절 및 요수근 관절간의 관절 조화의 유지가 중요하며 골절의 재전위가 불량한 결과를 초래하는 가장 중요한 요인이라 하여 이러한 재전위를 방지하는 데는 외고정술이 유용하다고 하였다. 또한, Zagorski<sup>21)</sup>는 외고정 기구의 단독 사용만으로는 관절면의 만족할 만한 정복을 유지할 수 없다고 하여 부가적으로 K-강선 및 나사못의 사용을 권고하였다. 고에너지 손상으로 인한 심한 원위 요골의 관절면 손상과 골간단부의 분쇄 골절을 동반하는 불안정 관절내 골절의 경우에 관혈적 정복과 내고정 후 추가적으로 외고정 기구를 사용하는 빈도가 점점 증가하고 있다<sup>4)</sup>. 본 연구에서는 C1형 2례, C2형 19례, C3형 7례의 경우에 비관혈적 정복 후 경피적 강선 고정 및 외고정 기구를 병행 치료하여 관절면의

함몰을 막고 재전위를 방지할 수 있었다.

고정 기간은 비관혈적 정복 및 외고정술의 경우 Jenkins 등<sup>11)</sup>은 4주를, Cooney 등<sup>7)</sup>은 10주간의 고정을 주장하였으나 Frykman<sup>9)</sup>과 Yoo 등<sup>20)</sup>은 6주 내지 8주의 고정을 주장하였으며, 관혈적 정복 및 내고정술의 경우에서도 6주 내지 8주의 석고 고정을 권장하였다. 본 연구에서는 경피적 강선 고정만을 시행한 경우에는 6~7주 후에 석고 고정을 제거하였고 외고정을 병행한 경우에는 술 후 4주경에 만능관절을 이용하여 관절 운동을 시작한 후 술 후 6~7주경에 외고정 기구 및 K-강선을 제거하였다.

골절 분류법 중 AO분류법<sup>1)</sup>은 기준에 알려진 여러 형태의 골절 양상을 모두 포함할 뿐 아니라 골절의 분쇄상이나 안정성을 표시하고 있어 치료의 구체적인 계획 수립에 용이하여, 본 연구에서는 AO분류법을 적용하였다.

대체적으로 수술의 적응증은 A3 이상의 골절로서, 일반적인 보존적 치료로서는 골편의 유지가 잘 안되는 경우나, 정복이 되고 재전위가 없더라도 젊은 연령이거나 활동적인 환자에서 관절 내 분쇄나 심한 골간단부 분쇄가 동반된 경우에 해당하며 보다 적극적인 치료 방침이 요구된다.

B1형은 요골 경상 돌기의 골절로서 골절부위는 도수 정복 후 강선을 삽입하거나 관혈적 정복 후 나사 고정을 하며, 골간단부의 분쇄를 동반할 때 외고정을 병합하여 치료한다.

B2형은 원위 요골 관절 내 후방부위 골절로 골편이 배부측으로 전위되어 관혈적 또는 비관혈적 정복 후 강선 고정 또는 금속판 고정으로 치료한다. 본 연구에서는 부종이 어느 정도 소실된 후 비관혈적 정복술 및 경피적 강선 고정만으로도 만족스러운 결과를 보였다.

B3형은 원위 요골 관절 내 전방부위 골절로 골편이 수장측으로 전위되어 비관혈적 정복이 어려운 경우가 많으며, 이런 경우 관혈적 정복 후 강선 또는 금속판 고정으로 치료하는 경우가 많다.

C1형은 척측 관절면의 골편을 해부학적으로 복원하는 것이 중요하며 본원의 경우 13례에서 비관혈적 정복 후 경피적 강선 고정만을 시행하였고, 2례에서는 척골 경상돌기 골절이 동반되어 강선 고정만으로는 관절 내 골편의 유지가 어렵고 정복 소실이 우려되어 외고정 병합요법을 시행하였다. C2형은 관절면의 골절선이 하나인 T형 골절로서 골간단부의 분쇄가 동반되어 외고정 병합요법을 시행하여 추후 발생할 관절면의 함몰을 예방하여야 좋은 임상 결과를 보이는 골절이다. 본원에서는 19례에서 외고정 병합요법을 시행하여 만족할만한 임상적 결과를 보였으며, 3례에서는 강선 고정만으로도 비교적 관절 내 골편의 유지가 잘되어 외고정 병합요법을 시행하지 않았다. C3형은 관절면과 골간단부에 모두 분쇄상이 있는 경우로서 관절면의 불안정성이 관찰되며 추후 관절면의 함몰로 인한 불량한 임상적 결과가 예측된다. 따라서,

본원에서는 7례 모두에서 비관혈적 정복 후 강선 고정 및 외고정 병합요법을 시행하였다.

## 결 론

AO분류에 따라 B와 C1형의 골절에서는 비관혈적 정복 후 강선 고정을, C2와 C3형의 골절에서는 외고정 병합요법을 시행하여 임상적으로 양호한 결과를 보였다. 요골 원위부 관절내 골절의 양상에 따라 비관혈적 정복 후 경피적 강선 고정 및 외고정 병합요법의 적절한 수술 방법을 선택한다면 균일한 관절면의 회복과 양호한 임상적 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

- 1) Allgöwer M, Müller ME, Schneider R and Willenegger H: Manual of internal fixation. Technique recommended by AO-ASIF group, 3rd ed. New York, Springer-Verlag: 134-135, 1990.
- 2) Bradway J, Amadio PC and Cooney WP: Open reduction and internal fixation of displaced, comminuted intra-articular fractures of the distal end of the radius. J Bone Joint Surg, **71-A**: 839-847, 1989.
- 3) Carrozzella J and Stern PJ: Treatment of comminuted distal radius fractures with pins and plaster. Hand Clin, **4**: 391-397, 1988.
- 4) Cho HO, Kwak KD, Cho SD and Sohn AH: Treatment of the unstable distal radius fracture. J Korean Fracture Soc, **61**: 92-99, 1993.
- 5) Cole JM and Obletz BE: Comminuted fractures of the distal end of the radius treated by skeletal transfixation in plaster cast. An end result study of thirty-three cases. J Bone Joint Surg, **48-A**: 931-945, 1966.
- 6) Cooney WP III, Dobyns JH and Linscheid RL: Complications of Colles' fractures. J Bone Joint Surg, **62-A**: 613-619, 1980.
- 7) Cooney WP III, Linscheid RL and Dobyns JH: External pin fixation of unstable Colles' fractures. J Bone Joint Surg, **61-A**: 840-845, 1979.
- 8) Falch JA: Epidemiology of fractures of the distal forearm in Oslo, Norway. Acta Orthop Scand, **54**: 291-301, 1983.
- 9) Frykman G: Fracture of the distal radius including sequelae-Shoulder-hand-finger syndrome. Disturbance on the distal radioulnar joint and impairment of nerve function. A clinical and experimental study. Acta Orthop Scand, **108**: 1-153, 1967.

- 10) **Horesh Z, Volpin G and Hoerer D:** The surgical treatment of severe comminuted intraarticular fractures of the distal radius with the small AO external fixation device. *Clin Orthop*, **263**: 147-153, 1991.
  - 11) **Jenkins NH, Jones DG, Johnson SR and Mintowt-Czyz WJ:** External fixation of Colles' fractures. An anatomical study. *J Bone Joint Surg*, **69-B**: 207-211, 1987.
  - 12) **Jupiter JB and Masem M:** Reconstruction of post-traumatic deformity of the distal radius and ulna. *Hand Clin*, **4**: 377-390, 1988.
  - 13) **Knirk JL and Jupiter JB:** Intra-articular fractures of the distal radius in young adults. *J Bone Joint Surg*, **68-A**: 647-659, 1986.
  - 14) **Kihara H, Palmer AK, Werner FW, Short HW and Fortino MD:** The effect of dorsally angulated distal radius fractures on distal radioulnar joint congruency and forearm rotation. *J Hand Surg*, **21-A**: 40-47, 1996.
  - 15) **Lee LW and Putnam MD:** Unstable fractures of the distal radius. An algorithmic method of treatment. *Orthop Trans*, **12**: 357-541, 1988.
  - 16) **Leung KS, Shen WY and Tsang HK:** An effective treatment of comminuted fractures of the distal radius. *J Hand Surg*, **15-A**: 11-17, 1990.
  - 17) **Putnam MD and Firscher MD:** Treatment of unstable distal radius fractures. Methods and comparison of external distraction-ORIF neutralization. *J Hand Surg*, **16-A**: 385-391, 1991.
  - 18) **Sanders RA, Keppel FL and Waldrop JI:** External fixation of distal radius fractures. Results and complications. *J Hand Surg*, **16-A**: 385-391, 1991.
  - 19) **Scheck M:** Long-term follow-up of treatment of comminuted fractures of the distal end of the radius by transfixation with Kirschner wires and cast. *J Bone Joint Surg*, **44-A**: 337-351, 1962.
  - 20) **Yoo MC, Rhee YG, Lee KY and Ahn DK:** Treatment of the unstable distal radius fracture. *J Korean Fracture Soc*, **11**: 11-19, 1988.
  - 21) **Zagorski JB:** Comminuted fractures of the distal radius. *Instr Course Lect*, **39**: 255-263, 1990.
-