

## 60세 이상의 AO 분류 C형 원위 요골 골절에서 Kapandji 술식의 결과

김철홍 · 김성수 · 이명진 · 김현준 · 김보건 · 임영훈

동아대학교 의과대학 정형외과학교실

**목 적:** 60세 이상 AO 분류 C형의 원위 요골 골절에서 Kapandji 술식의 결과를 방사선학적, 임상적으로 분석하고자 한다.

**대상 및 방법:** 2004년 6월부터 2009년 6월까지 본원에서 수술적 치료를 받은 원위 요골 골절 환자 중에서 60세 이상이고 AO 분류상 C형 골절이면서 Kapandji 술식을 이용하여 고정술을 시행하였고 1년 이상 추시가 가능했던 21예를 대상으로 하였다. 추시 방사선 사진상 수장 측 경사각, 요골 경사, 요골 길이를 통해 골유합 과정 중에 발생한 정복 소실 정도를 변형 Lidstrom scoring 시스템을 이용하여 분석하였고, 임상적으로 최종 추시 시 visual analogue scale (VAS) 통증척도와 한글화 Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire (DASH) 점수를 적용하여 분석하였다.

**결 과:** 방사선 지표상 수술 직후와 비교하여 얻은 최종 추시의 정복 소실 값은 요골 경사는 평균  $2.7^{\circ}$ , 수장측 경사각 소실은 평균  $1.1^{\circ}$ , 요골 길이 평균 소실은 2.6 mm였다. VAS 통증척도와 한글화 DASH 점수는 평균 1.4점, 15.9점의 결과를 얻었다.

**결 론:** 60세 이상의 C형 원위 요골 골절에서 골절 내 핀 고정술을 이용한 경피적 핀 고정술은 만족스러운 방사선 결과를 제공하지는 않았다. 그럼에도 불구하고 임상적 지표들은 만족스러운 결과를 보였다.

**색인 단어:** 손목, 원위 요골 골절, AO 분류 C형, 고정, Kapandji 술식

### Results of the Kapandji Procedure in the AO Type C Distal Radius Fracture in Patients over Age 60

Chul Hong Kim, M.D., Sung Soo Kim, M.D., Myung Jin Lee, M.D., Hyeon Jun Kim, M.D.,  
Bo Kun Kim, M.D., Young Hoon Lim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Dong-A University College of Medicine, Busan, Korea

**Purpose:** To evaluate the clinical and radiologic results of the Kapandji procedure in AO classification type C distal radius fracture patients over 60 years old.

**Materials and Methods:** Twenty-one type C distal radius fracture patients over the age of 60 years who were treated with the Kapandji procedure from June 2004 to June 2009 in our hospital and had a post-operative follow-up period of more than 1 year were enrolled. The volar tilt, radial inclination, and radial length were measured for the radiographic analysis using the modified Lidstrom scoring system about post-operative reduction loss in every follow-up radiogram. The clinical result was assessed with a visual analogue scale (VAS) and Korean Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire (DASH) score at the last follow-up.

**Results:** The mean radiologic loss of volar tilt was  $1.1^{\circ}$  and the mean loss of radial length was 2.6 mm and the mean radial inclination loss was  $2.7^{\circ}$  compared with the immediate post-operative period and last follow-up period. The average VAS and DASH scores were 1.4 and 15.9.

**Conclusion:** The radiologic results of closed reduction and percutaneous pinning using the Kapandji technique for distal radius AO type C fracture patients over 60 years of age was not satisfactory. Nevertheless, the clinical results were satisfactory.

**Key Words:** Wrist, Distal radius fracture, AO type C, Old age, Kapandji technique

통신저자 : 김 현 준

부산시 서구 대신공원로 26, 동아대학교 의과대학  
동아의료원 정형외과학교실  
Tel : 051-240-5167 • Fax : 051-254-6757  
E-mail : hyeonjun@dau.ac.kr

본 논문은 동아대학교 교내연구비 지원에 의하여 연구되었음.

접수: 2011. 7. 29

심사 (수정): 2011. 8. 24

게재확정: 2012. 3. 12

Address reprint requests to : Hyeon Jun Kim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Dong-A Medical Center, Dong-A University College of Medicine, 26, Daesingongwon-ro, Seo-gu, Busan 602-715, Korea

Tel : 82-51-240-5167 • Fax : 82-51-254-6757

E-mail : hyeonjun@dau.ac.kr

## 서 론

원위 요골 골절은 해부학적 결과는 불량하여도 기능적인 결과는 양호하다는 과거 많은 보고들의 영향으로<sup>14,15,21)</sup> 도수 정복과 석고 고정을 이용한 보존적 치료가 근래까지 임상에서 가장 흔히 적용되는 치료법의 하나였다. 그러나 고정기간 동안 이차적 전위에 의하여 발생한 골절 정복의 소실은 해부학적인 측면 외에도 기능적인 문제까지 유발하므로 이러한 전위를 방지하고자 하는 노력이 치료 원칙에 적용되어 적극적인 수술적 치료가 선호되는 추세이다<sup>2,19)</sup>. 원위 요골 골절의 수술적 치료 방법으로는 경피적 K-강선 고정술, 외고정술, 외고정 및 K-강선 고정술, 내고정술, 내고정과 외고정술을 겸하는 방법 등 다양하게 존재한다.

경피적 K-강선 고정술 중 하나인 Kapandji 술식은 1976년 Kapandji<sup>9)</sup>에 의하여 소개된 방법으로, K-강선을 이용하여 골절의 해부학적 정복이 가능하다는 장점과 고식적 K-강선 고정 방법에 비하여 요골의 핀 삽입이 용이하다는 장점 등이 있고, 술 후 조기에 수부 및 수근부 관절 운동을 가능케 함으로써 조기 기능 회복에 도움이 된다고 알려져 있다<sup>2,23)</sup>. 그러나 Kapandji 술식을 포함하는 경피적 핀 고정술은 금속판 내고정에 비해 술 후 정복의 유지력이 약하며, 분쇄와 전위가 심하거나 골다공증이 있는 환자에서는 유용하지 않다고 보고하고 있으며, 특히 AO 분류 C형의 골절에서는 핀 고정술보다 금속판을 통한 견고한 내고정술을 시행하는 것이 좋은 결과를 보장하는 경우가 많다. 그러나 AO 분류 C형 골절이지만 골절로 인한 피부-연부 조직의 손상이 심하거나 고령의 환자에서 금속 제거술의 재수술을 원치 않는 경우 등에서 도수 정복이 만족스러운 경우 도수 정복하 K-강선 고정술도 선택 가능한 술식이 될 수 있다고 판단된다. 이에 저자들은 60세 이상의 골다공증이 동반된 C형 원위 요골 골절 환자 중에서 Kapandji 술식으로 치료한 환자들의 방사선 결과와 임상 결과를 분석하여 보고하고자 한다.

## 대상 및 방법

2004년 6월부터 2009년 6월까지 요골 원위부 골절로 본원에서 수술적 치료를 시행한 환자 중에서 1) Kapandji 술식으로 치료한 환자, 2) 60세 이상인 환자, 3) 골밀도 검사상 대퇴부 T 점수가  $-3.0$  이하인 환자, 4) AO 분류상 C형 골절, 5) 1년 이상 추시가 가능하였던 환자를 포함 기준으로 하였다.

21예가 분석 대상으로 선정되었는데, 평균 연령은 67세(60~88세)였으며, 성별분포는 남자가 8명, 여자가 13명이었다. 방사선 사진은 술 후 2주와 6주 또는 8주째 시행하

였고, 이후 12개월 또는 18개월째 최종 추시 검사를 시행하였다. 대상 환자들은 dual-energy x-ray absorptiometry를 이용한 골밀도 검사를 시행하였고 근위 대퇴부에서 평균 T-점수는  $-3.1$ 이었다. 골절의 원인은 낙상이 15명으로 가장 많았고, 추락사고가 2명, 교통사고가 4명이었다. AO 골절 분류상 C1골절이 2예, C2골절이 14예, C3골절이 5예였다.

환자들의 치료법으로 핀 고정술을 선택한 이유는 골절 부위의 수포(bullae) 형성 후 발생한 피부의 박리성 손상 또는 심한 피하 부종 혹은 반상출혈(ecchymosis) 등으로 관혈적 정복이 용이하지 않은 경우가 12예로 가장 많았고, 금속 제거술과 같은 이차 수술을 원하지 않은 경우가 4예였으며, 그 외 5예는 관혈적 정복을 계획하였으나 마취하에서 만족스러운 도수 정복이 획득되었다고 판단하여 Kapandji 고정술을 시술하였다. 저자들이 시술한 골절 내 핀 고정술, 소위 Kapandji 술식은 최초 소개된 방법과 크게 상이하지 않은데, 즉 C형 투시장치를 통해 도수 정복을 확인하고 골절 부위의 배측과 요측에서 각각 한 개 혹은 두 개의 핀을 삽입하여 골절로 인하여 발생한 각 형성을 정복하고 고정한 후 요골 경상 돌기로부터 골절선을 가로지르는 추가 K-강선을 요골의 척측 피질끝까지 삽입하는 고식적 핀 고정술을 병행하였다. 수술 직후에는 압박 드레싱(bulky compressive dressing)을 2일간 시행하고 이후 골절의 양상에 따라 단상지 석고 붕대(short arm cast) 고정을 하였고, 2주째 제거 가능한 단상지 부목(short arm splint) 고정으로 변경하면서 능동적 관절 운동을 시행하였으며, 이후 부목 고정은 술 후 평균 8주에 외래 경과를 통해 제거하였다. K-강선은 외래에서 마취 없이 8주에서 10주 사이에 제거하였다.

방사선 평가는 정복 소실의 지표로서 수장측 경사각(volar tilt), 요골 길이(radial length), 요골측 경사각(radial inclination)을 측정하였으며, 이를 변형 Lidstrom scoring 시스템(Table 1)에 적용하여 결과를 평가하였고<sup>22)</sup>, 임상적-기능적 평가는 최종 추시 시 visual analogue scale(VAS) 통증

**Table 1.** Radiological score

Dorsal angle	Loss of radial length (mm)	Loss of radial inclination (°)	Score
Neutral	<3	0~4	0
1~10	3~6	5~9	1
11~14	7~11	10~14	2
>15	12+	15+	4
Final grade			
Combined score	Grade		
0	Excellent		
1~3	Good		
4~6	Fair		
7~12	Poor		

척도와 한글화 Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire (DASH) 점수 설문을 통하여 평가하였다.

## 결 과

추시 방사선 사진 중에서 골절선을 가로지르는 골소주의 연결이 보이면 방사선학 골유합은 획득된 것으로 판단하였는데, 전 예에서 2차 수술 없이 방사선학적 골유합은 획득하였으며, 평균 82.5일 (41~135일)이었다. 마지막 추시 방사선 검사에서 방사선상 지표들의 평균 결과는 요골측 경사각 20.3°, 수장측 경사각 10.9°, 요측 길이 11.4 mm로 측정되었으며 (Table 2), 이러한 최종 추시의 방사선적 지표들을 수술 직후의 지표들과 비교하여 얻은 정복 소실값은 요골 경사각에서 평균 2.7°, 수장측 경사각에서 평균 1.1°, 요골 길이는 평균 2.6 mm였다. 변형 Lidstrom scoring 법에 의한 방사선학적 평가는 우수 (excellent) 7예 (30%), 양호 (good) 10예, 보통 (fair) 4예였다. 임상적 결과로 VAS 통증척도와 한글화 DASH 점수는 평균 1.4점, 15.9점의 결과를 얻었다. 술 후 합병증으로 4예에서 K-강선 주변의 표재성 감염이 발생하였으나, K-강선 제거 후 해소되었으며, 방사선 골유합 획득 전 K-강선 전위가 2예 있었으나, 관절 내 골편 전이 및 틈 형성 등의 정복 소실로 인하여 2차적인 수술로 전환된 예는 없었으며, 또한 요골 길이 소실로 인한 발생할 수 있는 척골 감입 증후군 (ulnar impaction syndrome) 등의 합병증으로 인한 통증도 추시 기간 동안 호소한 예는 없었다.

## 고 찰

원위 요골의 골절부에 K-강선을 삽입하는 Kapandji 술식은 1976년 Kapandji<sup>9)</sup>에 의해 처음으로 청소년들의 원위 요골 관절의 골절에서 골단부 성장판의 손상을 최소화하려는

목적으로 소개되었으며, 원 술식은 두 개의 골절부 삽입 K-강선을 사용하여<sup>10,13)</sup>, 후방 골편을 지지하고 이차적인 전위를 예방하는 작용으로 술 후 조기 관절 운동을 가능하게 하며 석고 고정을 최소화할 수 있다는 것이 장점이다<sup>16,20,21)</sup>. 그러나, 이러한 골절 내 (intrafocal) 고정술 단독만으로는 고정력이 부족하여 대개의 경우 Kapandji 방법으로 골절부를 정복 고정한 후 고식적 K-강선 고정술, 즉 요골 경상돌기로 부터 골절부를 관통하는 K-강선을 병행하여 사용하게 되는데 이러한 Kapandji 술식의 적응증은 최초 보고에서는 젊은 연령의 관절 외 골절로 사용을 국한하였으나<sup>10)</sup>, 부가적인 K-강선 추가와 함께 관절을 침범한 고령 환자의 골절에도 적용이 확대되었다. 그러나, 수장측 혹은 수배부의 광범위한 분쇄가 있고, 도수 정복으로 해부학적 정복을 획득하기 불가능한 경우에는 사용이 제한되기도 한다<sup>11,18)</sup>. 본 연구의 증례들은 고령 (60세 이상)으로 골다공증이 동반되어 있으면서 분쇄 골편을 동반한 관절 내 골절 환자들로, 골절부위 피부와 연부조직의 문제로 관혈적 정복을 위한 수술적 절개를 회피할 필요가 있거나, 금속 제거술을 위한 2차 수술을 피하기 위하여 혹은 마취하에서 만족스러운 정복이 획득되면 Kapandji 술식을 시행하였다.

최근의 연구보고에 따르면 원위 요골 골절에서 만족스러운 방사선 결과 없이는 우수한 기능적 결과를 기대할 수 없는 것으로 보고되고 있는데<sup>1,8,12)</sup>, Moon 등<sup>16)</sup>은 Kapandji 방법을 이용한 원위 요골 골절의 치료결과로 방사선학적인 평가에서 최종 추시상 우수가 59%였으나, AO분류 C형의 경우에는 우수가 44%였다고 보고하였으며, 요골 길이의 정복 소실량은 통계학적 유의성은 없으나, 70세 이상의 고령에서 가장 큰 것으로 보고하였다. 본 연구 대상인 C형 골절 환자에서도 방사선학적으로 우수의 결과를 보인 것은 30%에 불과하였고, 고령 환자들을 대상으로 하였으므로 방사선학적 지표들의 정복 소실률도 높았다. 그럼에도 불구하고 최종 추시 시 VAS 통증척도와 한글화 DASH 점수 설문을 통한 임상적 지표들은 만족스런 결과를 보였다. 이는 원위 요골 골절 후 환자의 주관적 만족도는 수상 당시의 골절의 분쇄나 전위 정도, 환자의 연령 등의 영향을 받으며<sup>4)</sup>, 특히 Gehrman 등<sup>7)</sup>의 연구에 의하면 고령 환자의 원위 요골 골절의 치료 결과 분석 상 임상적 활동 요구량의 정도에 따라 몸을 많이 움직이지 않는 낮은 활동 요구량의 고령 환자의 경우, 골절의 치료 후 변형의 결과가 있다고 하더라도 기능적인 결과는 양호하였다고 하였다. 본 연구에서도 평균 연령 67세 (60~88세)인 60세 이상의 환자들이 분석 대상으로 환자들의 활동량은 적다고 생각하며 이로 인해 임상적 지표는 비교적 만족할 만한 결과를 얻은 것으로 보인다. 골유합이 진행되면서 전반적인 통증은 감소하였으므로 VAS 통증척도는 호전을 보였고, 한글화 DASH

**Table 2.** Outcomes at last follow-up

	Radial Inclination (°)	Radial Length (mm)	Volar Tilting (°)	K-DASH Score	VAS Score
Result at last follow-up	20.3	11.4	10.9	15.9	1.4
Loss of radiologic index*	2.7	2.6	1.1		

VAS: Visual analogue scale. K-DASH: Korean Version of the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire. \*Mean loss of each radiologic index between immediate post-operative period and last follow-up period.



**Fig. 1.** A 75-year-old female with unstable distal radius fracture was treated using a Kapandji technique.

(A, B) Pre-operative radiographs and computed tomography scan show AO classification type C1 distal radius fracture.

(C) Immediate postoperative radiographs show acceptable reduction and fixation.

(D) On last follow-up after removal of K-wires, radiographs show changes in the radiologic indices that reflect reduction loss (radial length, volar tilting and radial inclination are 3.0 mm, 4.3° and 1.9°, respectively).

점수의 대부분의 항목은 전반적인 상지의 움직임이 필요한 경우와 대상자의 활동량에 따라 점수의 변화가 생길 수 있다. 이러한 특징이 본 연구의 대상자들의 특성과 연관되어 좋은 결과를 얻은 것으로 분석된다. 또한 골절의 불안정성에 비하여 비교적 견고하지 못한 고정물로 인하여 전체적인 부목 고정 기간이 평균 8주 정도로 내고정술을 시행한 경우에 비하여 길었으며, 핀 제거술 또한 8주에서 10주 사이에 시행하여 일반적인 경피적 핀고정술의 핀 제거 시기보다 지연되었으나 고정에 사용된 부목은 일반적인 석고 부목이 아닌 플라스틱 부목 (moldable plastic splint)을 사용하여 환자가 쉽게 제거와 장착이 용이하도록 하여 고정 기간 중에도 자발적인 능동 운동을 가능하게 하여 비교적 긴 부목고정 기간과 핀 유지가 임상적 결과에 큰 영향을 미치지 않은 것으로 생각한다.

Chung 등<sup>3)</sup>은 고령의 환자를 대상으로 원위 요골 골절의 치료 동향에 대한 분석에서 아직도 도수 정복술을 통한 비수술적 치료가 많이 이용되고는 있지만 지속적인 금속판 내고정술의 증가가 괄목할만 하다고 하였고, 다른 여러 저자들도 AO 분류상 C형 골절과 같은 분쇄 골절이면서 관절을 침범한 경우 금속판 내고정술을 시행한 후 조기 관절 운동을 시행하여 좋은 결과를 보고하고 있다<sup>5,6,17)</sup>. 본 연구

의 대상이 된 환자들은 고령환자이면서 AO 분류 C형 골절임에도 앞서 명시된 이유들로 K-강선을 이용한 Kapandji 고정술을 시행하였는데, 최종 추시상 골절 정복 소실을 효율적으로 방지하지 못하였으므로 방사선 결과만 참고한다면 보존적 치료 시 예상되는 결과와 차이점이 없다고 볼 수도 있으나, 본 증례들의 경우 보존적 치료를 하게 되는 환자들과는 달리 술 후 4주 전후부터는 능동적 관절운동을 시작할 수 있었기 때문에 임상적 지표의 향상에 도움이 되었을 것으로 판단된다. 골절 부위의 수포 (bullae) 형성 후 발생한 피부의 박리성 손상 또는 심한 피하 부종 혹은 반상출혈 (ecchymosis) 등으로 Kapandji 고정술을 시행한 환자들은 지속적인 창상 치료가 필요하였기에 술 후에 석고 붕대 (short arm cast) 고정 기간을 거치지 않고, 앞서 언급한 제거 가능한 단상지 부목만을 유지하여 창상치료를 병행하였다. 이 또한 Kapandji 고정술이 고령의 분쇄 골절에 대하여 골절 유합 시까지 안정적인 정복 유지력을 제공하기에는 부족하였지만 초기에 일정 정도의 고정력을 제공함으로써 정복 소실의 우려 없이 창상치료를 위한 일시적인 부목 고정 제거가 가능하였기에 보존적 치료보다는 유용하였다고 생각한다.

본 연구의 제한점으로는 C형 골절 중에서 Kapandji 술

식을 시행한 환자만을 대상으로 하였기 때문에 분석 대상이 적으며, 다른 술식과의 비교가 없는 Kapandji 술식만을 대상으로 한 단독 연구라는 점과 임상적 지표 향상에 초점을 맞추어 분석을 진행하여 방사선상 C형 골절이 분석 대상임에도 최종 추시 시 관절 내 골절 양상의 평가 지표에 대한 분석이 미흡하다는 점이다. 이러한 제한점에도 불구하고 AO분류상 C형의 요골 원위부 골절이 발생한 고령의 환자에서 앞서 기술한 이유들로 금속판 내고정술을 선택할 수 없다면, 마취하 도수 정복이 획득될 경우 Kapandji 고정술을 시행하는 것도 임상적인 결과 향상을 위하여 고려해 볼 수 있을 것이다.

## 결 론

60세 이상의 C형 원위 요골 골절에서 골절 내 K-강선을 이용한 경피적 핀 고정술인 Kapandji 고정술은 방사선 결과에 비해 만족스러운 임상적 결과를 보였다. 따라서 적절한 적응증에 대해 선택적으로 적용한다면 임상적으로 도움이 될 수 있는 치료 방법으로 생각한다.

## 참 고 문 헌

- 1) **Ark J, Jupiter JB:** The rationale for precise management of distal radius fractures. *Orthop Clin North Am*, **24**: 205-210, 1993.
- 2) **Board T, Kocalkowski A, Andrew G:** Does Kapandji wiring help in older patients? A retrospective comparative review of displaced intra-articular distal radial fractures in patients over 55 years. *Injury*, **30**: 663-669, 1999.
- 3) **Chung KC, Shauver MJ, Birkmeyer JD:** Trends in the United States in the treatment of distal radial fractures in the elderly. *J Bone Joint Surg Am*, **91**: 1868-1873, 2009.
- 4) **Dowdy PA, Patterson SD, King GJ, Roth JH, Chess D:** Intrafocal (Kapandji) pinning of unstable distal radius fractures: a preliminary report. *J Trauma*, **40**: 194-198, 1996.
- 5) **Dunning CE, Lindsay CS, Bicknell RT, Patterson SD, Johnson JA, King GJ:** Supplemental pinning improves the stability of external fixation in distal radius fractures during simulated finger and forearm motion. *J Hand Surg Am*, **24**: 992-1000, 1999.
- 6) **Frykman G:** Fracture of the distal radius including sequelae--shoulder-hand-finger syndrome, disturbance in the distal radio-ulnar joint and impairment of nerve function. A clinical and experimental study. *Acta Orthop Scand, Suppl 108*: 3+, 1967.
- 7) **Gehrmann SV, Windolf J, Kaufmann RA:** Distal radius fracture management in elderly patients: a literature review. *J Hand Surg Am*, **33**: 421-429, 2008.
- 8) **Hastings H 2nd, Leibovic SJ:** Indications and techniques of open reduction. Internal fixation of distal radius fractures. *Orthop Clin North Am*, **24**: 309-326, 1993.
- 9) **Kapandji A:** Internal fixation by double intrafocal plate. Functional treatment of non articular fractures of the lower end of the radius (author's transl). *Ann Chir*, **30**: 903-908, 1976.
- 10) **Kapandji A:** Intra-focal pinning of fractures of the distal end of the radius 10 years later. *Ann Chir Main*, **6**: 57-63, 1987.
- 11) **Kim JH, Lee KH, Hwang KT:** The factors of reduction loss in Kapandji technique for distal radius fractures. *J Korean Soc Surg Hand*, **9**: 250-256, 2004.
- 12) **Kim JK, Park HS, Jeong BJ:** Comparative analysis of the results of dorsally unstable distal radius fractures between Kapandji technique and volar locking plate fixation. *J Korean Soc Surg Hand*, **13**: 217-222, 2008.
- 13) **Lidstrom A:** Fractures of the distal end of the radius. A clinical and statistical study of end results. *Acta Orthop Scand, Suppl 41*: 1-118, 1959.
- 14) **McQueen MM, Hajducka C, Court-Brown CM:** Redi-splated unstable fractures of the distal radius: a prospective randomised comparison of four methods of treatment. *J Bone Joint Surg Br*, **78**: 404-409, 1996.
- 15) **McQueen MM, MacLaren A, Chalmers J:** The value of remanipulating Colles' fractures. *J Bone Joint Surg Br*, **68**: 232-233, 1986.
- 16) **Moon ES, Kim MS, Kong IK:** The amount and related factors of reduction loss in distal radius fracture after treatment by Kapandji technique. *J Korean Fract Soc*, **20**: 252-259, 2007.
- 17) **Orbay JL, Fernandez DL:** Volar fixation for dorsally displaced fractures of the distal radius: a preliminary report. *J Hand Surg Am*, **27**: 205-215, 2002.
- 18) **Orbay JL, Fernandez DL:** Volar fixed-angle plate fixation for unstable distal radius fractures in the elderly patient. *J Hand Surg Am*, **29**: 96-102, 2004.
- 19) **Park JW:** Surgical treatment of common osteoporotic fracture: distal radius. *J Korean Fract Soc*, **23**: 391-398, 2010.
- 20) **Peyroux LM, Dunaud JL, Caron M, Ben Slamia I, Kharrat M:** The Kapandji technique and its evolution in the treatment of fractures of the distal end of the radius.

- Report on a series of 159 cases. *Ann Chir Main*, **6**: 109-122, 1987.
- 21) **Stewart HD, Innes AR, Burke FD**: Factors affecting the outcome of Colles' fracture: an anatomical and functional study. *Injury*, **16**: 289-295, 1985.
- 22) **Walton NP, Brammar TJ, Hutchinson J, Raj D, Coleman NP**: Treatment of unstable distal radial fractures by intrafocal, intramedullary K-wires. *Injury*, **32**: 383-389, 2001.
- 23) **Wolfe SW, Austin G, Lorenze M, Swigart CR, Panjabi MM**: A biomechanical comparison of different wrist external fixators with and without K-wire augmentation. *J Hand Surg Am*, **24**: 516-524, 1999.