

## 고리 강선을 이용한 변형 긴장대 고정술

이은우 · 이한준 · 김태호

중앙대학교 의과대학 부속 용산병원 정형외과학교실

**목 적:** 변형 긴장대를 이용한 골절의 고정은 매우 유용한 치료 방법이지만 K-강선의 이완으로 인한 고정 소실이 문제점으로 남아 있다. 이러한 내 고정 강선의 이완을 막고자 내 고정 강선에 고리를 만들어 변형 긴장대 고정술을 시행하여 그 유용성 여부를 알아 보았다.

**대상 및 방법:** 1999년 9월부터 2002년 6월까지의 기간에 내원한 40명의 환자 중 슬개골 골절 16례, 주두골 골절 8례, 쇄골 골절 8례 (불유합 3례), 족근관절 골절 5례, 견봉쇄골관절 분리증 3례에 대해 고리 강선을 이용한 변형 긴장대 고정술을 시행하였다. 고리 강선은 환형 외고정 기구에 사용되는 강선을 이용하여 그 장축에 일치하도록 고리를 만들었다.

**결 과:** 수술 후 평균 20개월의 추시 관찰소견 상 전례에서 고리 강선의 이완은 없었으며, 기능적 평가에서도 만족할만한 결과를 얻었다. 불유합이나 금속 자극에 의한 합병증은 없었다.

**결 론:** 고리 강선을 이용한 변형 긴장대 고정술은 내 고정 강선의 전위를 막을 수 있어 그로 인한 합병증을 줄일 수 있다고 판단 되며, 특히 내 고정 강선의 전위가 잘 일어나는 주관절이나, 견관절 부위의 변형 긴장대 고정술시에 유용한 술식으로 사료된다.

**색인 단어:** 변형 긴장대 고정술, 고리 강선

## Modified Tension Band Technique With Looped Pin

Eun Woo Lee, M.D., Han Jun Lee, M.D., Tae Ho Kim, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Yong-San Hospital, Chung-Ang University, Seoul, Korea

**Purpose:** Fixation of fracture using modified tension band is a very useful treatment method, but loss of fixation caused by loosening of K-wires still remain problem. So we have studied the usefulness of modified tension band with looped pin in order to prevent loss of internal fixation.

**Materials and Methods:** From September 1999 to June 2002, we had treated 40 patients with this technique, including 16 patella, 8 olecranon, 8 distal clavicle fractures in which three were nonunion fractures, 5 ankle fractures and 3 acromioclavicular joint separations. We looped the pin which has been used for ring external fixator, in line with its long axis.

**Results:** After mean postoperative follow-up of 20 months, there were no loosening of looped pin in all cases and we obtained satisfactory results of functional evaluation. There were no complications of nonunion or metallic irritation.

**Conclusion:** We concluded that modified tension band with looped pin could prevent displacement of internal fixation, and reduce the subsequent complications. Especially in elbow and shoulder joint that the displacement of fixation pin occurred frequently, It was considered as very useful operative technique.

**Key Words:** Modified tension band technique, Looped pin

## 서 론

골절의 내 고정에 있어서 변형 긴장대 술식 (modified ten-

sion band technique)<sup>7,9,16,19,20</sup>은 매우 유용한 치료 방법이지만 수술 후 조기 재할 중에 내 고정 K-강선의 전위 및 이완으로 인한 고정의 소실 및 합병증<sup>8,13</sup>이 발생할 수 있다. 이에 저자들은 보다 안전한 조기 재할을 할 수 있도록 내 고정 강

통신저자: 이 은 우

서울특별시 용산구 한강로 3가 62-207  
중앙대학교 부속 용산병원 정형외과  
Tel : 02-748-9963 · Fax : 02-793-6634  
E-mail : osewlee@hanmail.net

Address reprint requests to : Eun Woo Lee, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Yong-San Hospital, Chung-Ang University, 62-207, 3-ga, Hangang-ro Yongsan-gu, Seoul 140-757, Korea  
Tel : +82.2-748-9963 · Fax : +82.2-793-6634  
E-mail : osewlee@hanmail.net

\*본 논문의 요지는 2001년도 대한골절학회 추계학술대회에서 발표되었음.

\*\*본 논문은 2002년도 중앙대학교 학술 연구비 지원으로 작성되었음.

선의 이완을 막고자 내 고정 강선에 고리 (loop)를 만들어 변형 긴장대 술식을 시행하고 고리형 강선의 유용성 및 사용시 문제점들에 대해 알아보고자 하였다.

## 대상 및 방법

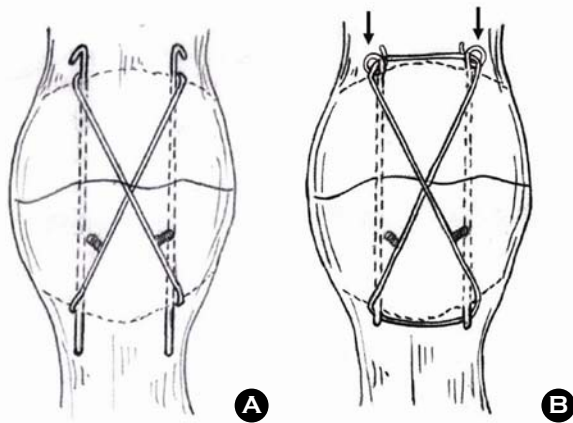
1999년 9월부터 2002년 6월까지 40명의 환자를 대상으로 고리 강선을 이용한 변형 긴장대 고정술을 시행하였으며 이중 슬개골 골절 16례, 주두골 골절 8례, 쇄골 골절 8례 (불유합 3례), 족근관절 골절 5례. 견봉쇄골관절 분리증이 3례였다. 이들의 평균 연령은 35세 (범위 22~58세)였고, 남자는 28례, 여자는 12례였다. 수술 후 추시기간은 최단 12개월에서 30개월로 평균 20개월이었다. 조기 재활을 위해 수술 후 바

로 수동적 관절운동을 시켰고 동통이 허락하는 범위에서 능동적 관절운동을 허용하였다. 치료에 대한 평가로는 추시 관찰시 이학적 검사 및 방사선학적 검사를 하여서 관절운동 범위, 골유합 및 내 고정 강선의 전위 여부를 관찰하였다.

그리고 내 고정 강선에 대한 인장 강도 실험<sup>4,5,18)</sup>을 통해 기존의 K-강선을 이용한 것과의 고정력 차이 및 고리부분의 안정성을 객관적으로 평가하고자 하였다.

### 1. 수술 방법

골절의 고정은 AO group의 변형 긴장대 술식을 이용하였고<sup>9,19,20)</sup> 내 고정 강선의 고리를 통해 강선 (wire)을 통과시켜 내 고정 강선을 잡아줌으로써 전위나 이완을 막도록 하였으며 (Fig. 1), 기존의 K-강선으로 고리를 만들려고 시도했으

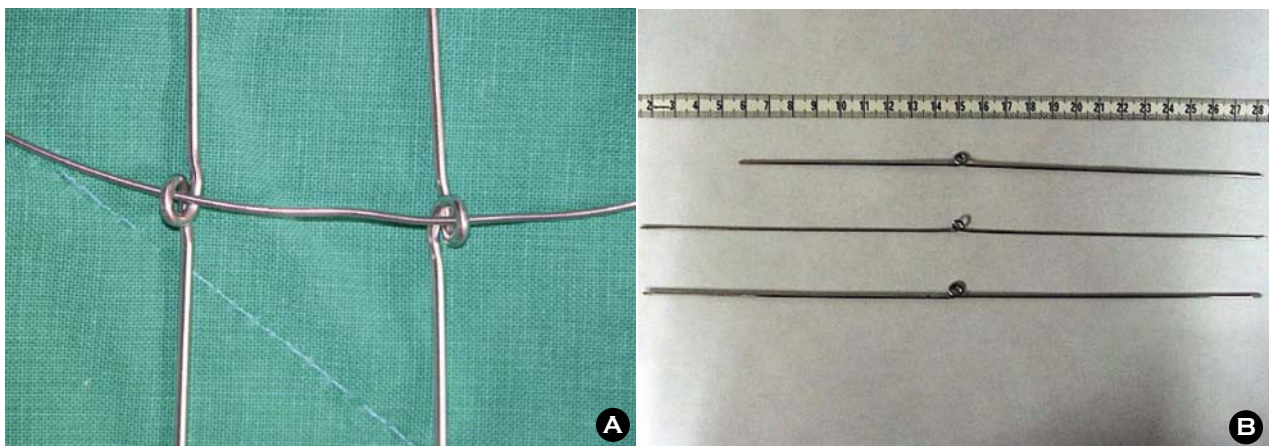


**Fig. 1.** Illustration of modified tension band technique

(A) Modified tension band by K-wires.

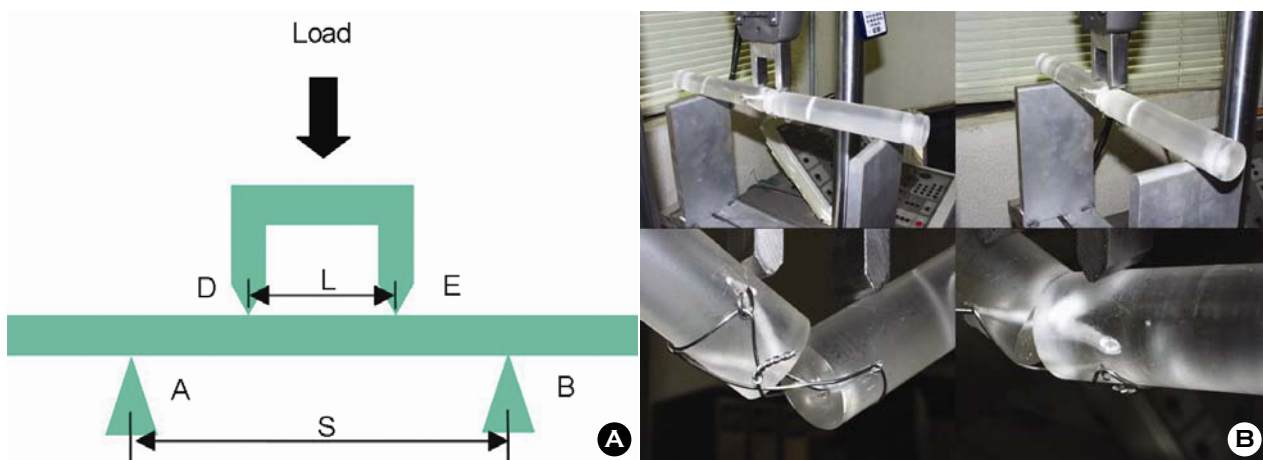
(B) Modified tension band by looped pins The loops block loosening of pins (arrows).

(C) The looped pin inserted into the drill chuck prior to fixation.

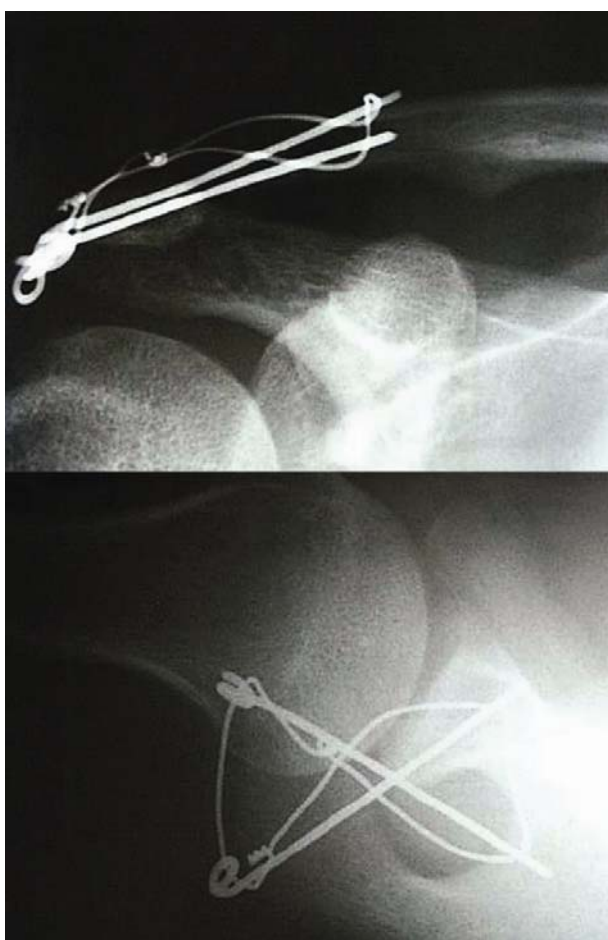


**Fig. 2.** (A) The photograph showed looped pins and wire passing through the loops.

(B) Real photograph of looped pins. Loops are located at 5 cm or 10 cm distance from the end of pins.



**Fig. 3.** (A) Four points bending test was schematically illustrated. (L: loading point span-40 mm, S: support point span-300 mm)  
(B) The photograph showed processes of bending test.



**Fig. 4.** 31-year-old male patient with right acromioclavicular joint separation was injured by fall-down accident. Fixation of right acromioclavicular joint with looped pin was performed. Four months after operation, there was no loosening and migration of looped pin.

나 고리 부분이 약해져 끊어지는 경우가 많아서 신연에 보다 잘 견디는 직경이 1.5 mm인 환형 외고정기구에 사용되는 강선 (DKM, Korea)을 이용하여 그 장축에 일치하도록 환상의 고리 (circular loop)를 술 전에 미리 만들었다. 고리의 위치는 강선의 한 쪽 끝에서 5 cm, 10 cm으로 만들어 골절에 맞는 것을 이용하였다 (Fig. 2). 골절 부위의 고정에는 강선이 삽입부 반대편으로 나오는 것을 볼 수 있는 부위 즉, 어깨골, 쇄골 등은 강선 삽입 후 절단을 했으며, 길이를 측정해야 하는 부위는 같은 길이의 강선을 먼저 삽입한 후 depth gauge로 길이를 측정하여 고리 강선을 알맞게 절단하여 삽입하였다.

## 2. 인장강도 실험

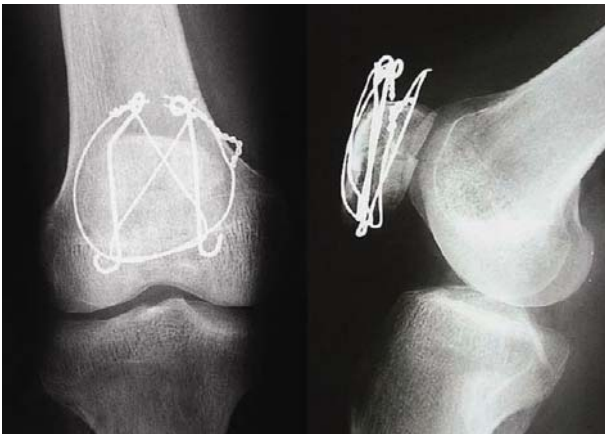
기존의 K-강선을 이용한 변형 긴장대 술식과 고정력의 차이 및 고리부분의 안정성을 객관적으로 평가하기 위하여 아크릴로 제작된 원통을 긴장대 술식으로 고정하여 인장 강도 실험을 하였다 (Fig. 3). 인장 강도 실험은 고리 강선과 기존의 K-강선으로 직경 30 mm, 길이 200 mm의 아크릴 원통 2개를 변형 긴장대 술식으로 고정하여 각각 30회씩 시행하였다. Instron Model 8511 (Instron company, USA) 기종을 이용하여 고정된 아크릴 원통을 지지점 전장 (support point span) 300 mm, 하중점 전장 (loading point span) 40 mm의 사점-굽곡력 (four point bending force)<sup>5)</sup>이 가해지도록 장치한 후 대기압 상온에서 분당 10 mm의 일정한 속도로 고정된 긴장대 부위가 충분한 변형이 생길 때까지 힘을 가하였다. 실험의 시작에서 종료까지 컴퓨터를 이용하여 시편의 변형과 하중을 저장하여 하중변위 선도 (load-displacement curve) 및 최대 굽힘 하중 (maximaum bending load)를 구했고, 변형 시 고리부분의 변화 관찰을 하였다. 그리고 두 집단간의 최대 굽힘 하중의 평균을

내어 그 강도의 비교를 하기 위하여 t-test를 시행하였다.

## 결 과

수술 후 평균 20개월의 추시 관찰 소견상 전례에서 관절 강직이나 창상감염 등의 합병증 없이 거의 전 범위의 능동적 관절운동을 보였고 기능적으로도 만족할 만한 결과를 얻었다. 그리고 방사선학적 검사 상에서 내 고정 강선의 이완 및 전위로 인한 합병증 없이 모두 골유합과 관절의 안정성을 이루었으며, 그 기간은 평균 9주 (슬개골 10주, 주두골 9주, 쇄골 8주, 족근관절 8주, 견봉쇄골관절 10주)였다 (Fig. 4).

인장 강도 실험에서 두 긴장대의 항복점과 파괴점은 유의한 차이를 보이지 않았다. 그리고 파괴하중의 수치 비교에서 두 집단은 t-test 결과 유의 확률 (p-value) 값이 0.671로 95% 신뢰도를 가지고 고리 강선과 기존의 K-강선 간에 강도차이가 없다는 결론을 얻을 수 있었다. 그리고 파괴의 양



**Fig. 5.** 31-year-old male patient suffered from car accident. The radiograph, one month after operation, showed bending of circlage wire and tension band wire. But wire loops were intact.

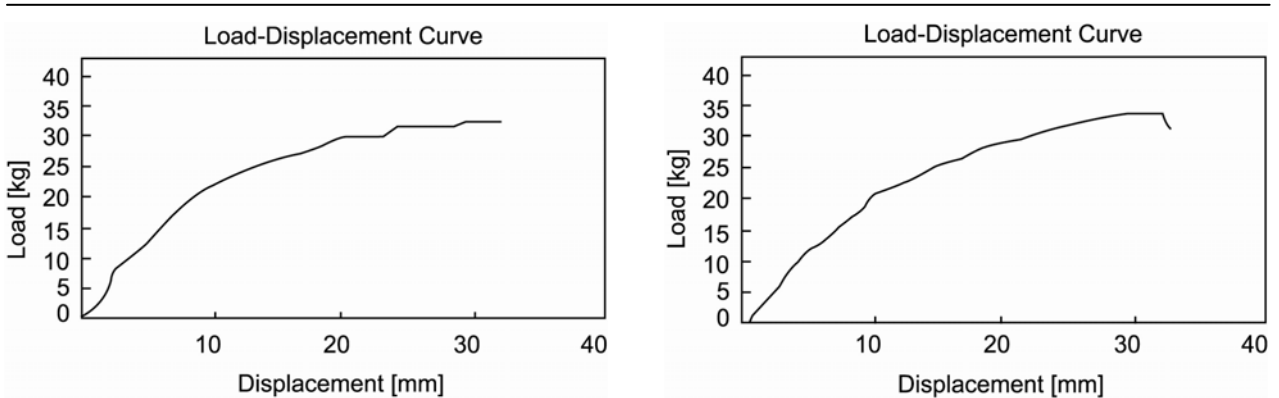
상은 하중변위선도 (load-displacement curve)상에서 고리 강선과 K-강선 모두 유사한 경향을 보였고 (Table 1), 고리 강선의 고리부분에서도 별다른 문제가 발생되지 않았다.

## 고 찰

골절부위에 가해지는 분산력과 전단력을 압박력으로 전환시키는 AO group의 변형 긴장대 술식은 골절의 고정에서 매우 유용한 치료 방법으로 정형외과 영역에서 다양한 골절치료에 쓰이고 있다<sup>2,6,8,9,11,12,14,17</sup>. 많은 생역학적인 연구에서 이 방법이 수술 후 초기 안정성을 부여하여 다양한 골절에 유용하게 사용될 수 있음이 증명되어 왔다<sup>13,15</sup>. 그러나 수술 시에 충분한 고정을 얻었다 할지라도 관절 운동 시에 내 고정 K-강선의 이완 및 전위로 인한 고정 소실 및 금속 자극에 의한 합병증<sup>1~3,6,8,10,11,13,14</sup>이 여러 저자들에 의해 보고되었다. 이런 합병증에 대하여 Weber 등은 그 원인을 내 고정 K-강선의 전위가 아닌 부적절한 수술 방법여부에서 찾으려 하였고<sup>20</sup>, Larsen과 Jensen은 내 고정물의 변형을 피하기도 하였다<sup>10</sup>.

저자들은 AO group의 긴장대 고정술의 기본 원리를 보존하면서 내 고정 강선의 전위를 막아 안전한 조기 재활을 위해 내 고정 강선에 고리를 만들어 변형 긴장대 고정술을 시행하였다. 처음에는 긴장대 고정술 시에 강선을 먼저 삽입한 후에 고리를 만들려고 하였으나, 기술적으로 매우 어려워져 술전에 미리 고리를 만든 강선을 이용하여 변형 긴장대 고정술을 시행하였다. Kinik 등<sup>8</sup>의 방법으로 기존의 K-강선을 이용하려 하였으나, 원형으로 고리를 만드는 과정에서 구부리는 부위가 부러져 고리형 강선을 만드는데 적합하지 않다고 판단되어 올리브 강선의 제작에 쓰이는 재료에 고리를 만들었다. 기존의 K-강선과 인장강도의 차이 및 고리부분의 안정성을 평가하기 위하여 실험한 실험에서 파괴하중의 유의한 차이점을 발견할 수 없었지만, 시편의 파괴가

**Table 1.** There was no significant difference between looped pins and K-wire in load-displacement curve. (Left: looped pin, Right: K-wire)





강선 자체 또는 강선 간의 연결부에서는 발생하지 않으면서 모사 골절편의 삽입부에서 발생한 것을 고려해 보았을 때 강선의 삽입부의 조건 즉 천공술의 정확성, 천공 직경 그리고 삽입 강선의 직경이 파괴 하중의 크기에 영향을 준 것으로 판단된다. 따라서 두 강선의 파괴 하중에 대한 수치 차이만으로 임상 적용 시 강선의 성능을 평가하기는 다소 무리가 있다고 사료되나 기존의 K-강선에 대한 강도 차이는 크지 않다고 생각된다.

저자들의 경험상 우선 수술 시에 내 고정 강선의 고리 안으로 강선을 통과시킴으로써 고리 자체가 압박력을 줄 수 있으므로 골절부위의 압박이 보다 더 효율적으로 이루어질 수 있다는 점과 정복된 골절에 보다 정확하고 견고한 고정을 할 수 있다는 장점이 있었다. 무엇보다도 기존의 변형 긴장대 고정술의 주요 실패 원인 중 하나인 삽입 강선의 이완을 막을 수 있기 때문에 골절 고정부위의 초기 안정성을 확보할 수 있어 조기 재활에 도움이 되었다. 특히 전위가 잘 생기는 견, 주관절, 및 견봉 쇄골관절에 유용하게 사용할 수 있음을 경험하였다. 또한 내 고정 강선의 전위로 인한 금속 자극 및 피부 돌출 등도 관찰되지 않았다. 이 강선에 대하여 제작 시 저자들이 우려한 문제점이었던 실제 골절의 고정 시에 고리 부위에서의 강선 파열에 관하여서는 인장 강도 실험 결과 그런 문제점은 발생하지 않았고, 실제 환자의 경우에도 발생하지 않았다.

그러나 수술 시 강선에 고리가 있기 때문에 K-강선에 비하여 취급이 불편하였고 고리의 축이 강선의 축과 정확히 일치하지 않는 경우에는 정확한 삽입이 어려웠다. 그리고 수술 시 고리부위가 반드시 골 조직위에 오도록 해야 하며 그렇지 않은 경우 연부 조직이 강선의 고리와 골 조직 사이에 끼이게 되어 강선을 감아 고정할 때에 고리 강선이 휘게 되어 고정력이 약화될 수 있었고 실제로 그런 문제로 인하여 조기 재활이 늦어진 1례를 경험하였다 (Fig. 5).

이런 문제들을 개선하여 고리의 위치를 보다 다양하게 하여 골절에 따라 편리하게 사용할 수 있도록 하는 것과 고리의 축과 강선의 축이 일치하도록 제작하는 것, 그리고 수술 시 기술적 측면을 고려하여 시술한다면 변형 긴장대 고정술의 적응이 되는 다양한 골절치료를 있어 유용한 방법으로 생각되었다.

## 결 론

고리 강선을 이용한 변형 긴장대 고정술은 내 고정 강선의 이완 및 전위에 의한 고정 소실을 막을 수 있어 강선 제작을 위한 기술적인 향상이 이루어진다면 강선의 이완이 잘 일어나는 주두골이나, 슬개골, 그리고 견관절 부위의 골절에 사용하여 견고한 초기 안정성을 부여하여 조기 재활을 가능케

하는 유용한 치료법으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

- 1) **Curtis MJ:** Internal fixation for fractures of the patella. A comparison of two methods. *J Bone Joint Surg*, **72-B(2)**: 280-282, 1990.
- 2) **Doursounian L, Prevot O and Touzard RC:** Osteosynthesis by tension band wiring of displaced fractures of the olecranon. *Ann Chir*, **48(2)**: 169-177, 1994.
- 3) **Fan GF, Wu CC and Shin CH:** Olecranon fractures treated with tension band wiring techniques-comparisons among three different configurations. *Changcheng Yi Xue Za Zhi*, **16(4)**: 231-238, 1993.
- 4) **Fyfe IS, Mossad MM and Holdsworth BJ:** Method of fixation of olecranon fractures. An experimental mechanical study. *J Bone Joint Surg*, **67-B(3)**: 367-372, 1985.
- 5) **Gould WL, Belsole RJ and Skelton WH Jr:** Tension-band stabilization of transverse fractures: An experimental analysis. *Plastic and reconstructive surgery*, **73(1)**: 111-116, 1984.
- 6) **Hung LK, Chan KM, Chow YN and Leung PC:** Fractured patella: Operative treatment using tension band principle. *Injury*, **16(5)**: 343-347, 1985.
- 7) **Kim HS, Hong KD, Ha SS, Park YK and Chung NS:** Modified tension band wiring and circumferential wiring in the operative treatment of Patella fracture. *J Korean Fracture Soc*, **7(2)**: 552-559, 1994.
- 8) **Kinik H, Us AK and Mergen E:** Self locking tension band technique in transverse patellar fractures. *Int Orthop*, **20(6)**: 357-358, 1996.
- 9) **Kouwenhoven GC and Weber BG:** Prestress osteosynthesis in olecranon fractures. *Arch Orthop Unfallchir*, **65(3)**: 244-250, 1969.
- 10) **Larsen E and Jensen CM:** Tension band wiring of olecranon fractures with non-sliding pins. Report of 20 cases. *Acta Orthop Scand*, **62(4)**: 360-362, 1991.
- 11) **Levack B, Flannagan JP and Hobbs S:** Results of surgical treatment of patellar fractures. *J Bone Joint Surg*, **67-B(3)**: 416-419, 1985.
- 12) **Lotke PA and Ecker ML:** Transverse fractures of the patella. *Clin Orthop*, **158**: 180-184, 1981.
- 13) **Macko D and Szabo RM:** Complications of tension-band wiring of olecranon fractures. *J Bone Joint Surg*, **67-A(9)**: 1396-1401, 1995.
- 14) **Murphy DF, Green WB and Dameron TB Jr:** Displaced ole-

- cranon fractures in adults, clinical evaluation. Clin Orthop, **224**: 215-223, 1987.
- 15) **Murphy DF, Green WB, Gilbert JA and Dameron TB Jr**: Displaced olecranon fractures in adults. Biomechanical analysis of fixation methods. Clin Orthop, **224**: 210-214, 1987.
- 16) **Rhee KJ, Yang JY, Lee JK, Shin HD, Kim JS, Kim YM and Lee MJ**: Operative treatment of olecranon fractures using tension band wiring. J Korean Fracture Soc, **11(3)**: 672-682, 1998.
- 17) **Rink PC and Scott F**: The operative repair of displaced patellar fractures. Orthop Rev, **20(2)**: 157-165, 1991.
- 18) **Scilaris TA, Grantham JL, Prayson MJ, Marshall MP, Hamilton JJ and Williams JL**: Biomechanical comparison of fixation methods in transverse patella fractures. J Orthop Trauma, **12(5)**: 356-359, 1998.
- 19) **Weber BG**: Olecranon fractures. Z Unfallmed Berufskr, **66(2)**: 66-70, 1973.
- 20) **Weber MJ, Janecki CJ, Mcleoad P, Nelson CL, Thompson JA and Rock L**: Efficacy of various forms of fixation of transverse fractures of the patella. J Bone Joint Surg, **62-A(2)**: 215-220, 1980.
- 21) **Wolfgang G, Burke F, Bush D et al**: Surgical treatment of displaced olecranon fractures by tension band wiring technique. Clin Orthop, **224**: 192-204, 1987.
-