

흡수성 핀을 이용한 요골 두 및 경부 골절의 치료

서울대학교 의과대학 정형외과학교실

백구현 · 손영진 · 이춘기 · 정문상

= Abstract =

Bioresorbable Implant Fixation for the Treatment of Radial Head and Neck Fractures

Goo Hyun Baek, M.D., Young Jin Sohn, M.D., Choon Ki Lee, M.D.,
Moon Sang Chung, M.D.

*Department of Orthopedic Surgery College of Medicine,
Seoul National University, Seoul, Korea*

Between March 1988 and March 1995, 10 patients with displaced Mason type II, type III, or type IV fracture of the radial head or neck were treated by open reduction and internal fixation using bioresorbable pins. The average age of the patients was 38 years (22 to 70), and average follow-up period was 14 months (12 to 18). There were 4 type II, 4 type III, and 2 type IV fractures. According to the functional rating system of Broberg and Morrey, the clinical results were reviewed at an average follow-up of 14 months. The functional results were 4 excellent, 5 good, and 1 fair. Fixation of displaced radial head or neck fracture using bioresorbable pins, was considered as one of the good methods.

Key Words : Fracture, Radial Head, Internal Fixation, Bioresorbable Pin

※ 통신저자: 백 구 현
서울특별시 종로구 연건동 28 (110-744)
서울대학교병원 정형외과학교실
Tel: 02-760-2368 Fax: 02-764-2718

* 본 논문은 1997년 서울대학교병원 지정공동 연구비 지원(연구번호 02-97-309)에 의해 이루어진 결과임.

서 론

흡수성 내고정물(bioresorbable implant)을 이용한 골절의 치료는, 1985년 족관절의 과골절에 시행된 것이 처음 보고된 이후로 점차 그 적응증이 늘어나고 있는 추세이다. 흡수성 내고정물은, 이의 제거를 위한 2차적인 수술이 필요 없다는 장점이 있는 반면, 강도가 약하므로 부하를 많이 받는 부위에서는 사용하기 힘든 단점이 있다. 요골 두 및 경부는 체중 부하 부위가 아니므로, 이 부위의 골절은 수술적 정복의 적응이 되는 경우 흡수성 내고정물을 이용한 내고정으로 치료될 수 있음이 보고된 바 있다¹⁾. 저자들은 1988년 이후 10례의 요골 두 및 경부 골절을 흡수성 핀으로 내고정한 바 있어 그 경험을 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

연구대상 및 방법

1988년 3월부터 1995년 3월까지 서울대학교 병원에서 polyglycolide를 재료로 한 흡수성 핀을 이용하여 요골 두 및 경부 골절에 대한 내고정술을 시행받은 10례를 대상으로 하였다. 이중 요골 두 골절이 7례, 경부 골절은 3례였다. 성별로는 남자 1례, 여자 9례였으며 수술시 연령은 최소 22세, 최고 70세로 평균 38세였다. 이중 20세에서 29세 사이가 4명으로 가장 많았고, 30세에서 39세 사이가 2명, 40세에서 49세 사이가 2명, 그리고 50대와 70대가 각각 1명씩이었다. 수상의 원인으로는 추락 사고가 9례, 자동차 사고가 1례였다. 요골 두 골절은 Johnston⁶⁾의 제 4형을 추가한 Mason의 분류⁸⁾상 제 2형이 4례, 제 3형이 4례, 제 4형이 2례였다. Hotchkiss⁵⁾에 의한 수정 Mason 분류에 의하면 10례 모두가 제 2형에 속하였다.

수상에서 수술까지 걸린 기간은, 부정유합과 불유합으로 내원했던 2례를 제외하면, 평균 6.4일(4일-12일)이었다. 일례는 보존적 치료 후 불유합된 채 전원되었으며, Mason 제 3형으로 생각되었고 수상후 4개월에 수술하였다. 또 다른 일례는 요골 두 관절면의 50%가 3mm 정도 전위된 채 부정 유

합되어 있어, 수상 후 5개월에 교정 절골술을 시행하였다. 동반 손상으로는 주두의 견열 골절 및 신전건 견열이 3례, 상완근 파열이 1례에서 있었다.

수술은 전례에서 외측방 접근법을 이용하였다. 골편의 해부학적 정복을 시행하여 관절면을 회복한 다음, 검자로 임시 고정한 상태에서 가능한 상완골 소두와 접촉하는 요상완 관절면을 피하여 요골두의 측면에서 핀을 삽입하였으며 관절면을 통하여 삽입한 경우 관절 연골 밖으로 핀이 노출

Table 1. Functional Rating Index³⁾.

Variable	Point Value
Motion	
Degree of flexion($0.2 \times \text{arc}$)	27
Degree of pronation($0.1 \times \text{arc}$)	6
Degree of supination($0.1 \times \text{arc}$)	7
Strength	
Normal	20
Mild loss(appreciated but not limiting, 80% of opposite side)	13
Moderate loss(limits some activity, 50% of opposite side)	5
Severe loss(limits everyday tasks, disabling)	0
Stability	
Normal	5
Mild loss(perceived by patient, no limitation)	4
Moderate loss(limits some activity)	2
Severe loss(limits everyday tasks)	0
Pain	
None	35
Mild(with activity, no medication)	28
Moderate(with or after activity)	15
Severe(at rest, constant medication, disabling)	0

* The translation of total score to qualitative groups was as follows: 95 to 100 points, excellent; 80 to 94 points, good; 60 to 79 points, fair; and zero to 59 points, poor.

되지 않게 하였다. 사용된 흡수성 핀의 수는 평균 4개(3개-7개)였다. 동반된 주두 골절이 있는 경우 장력대 강선 고정을 함께 시행하였다. 술후 주관절은 90도 굴곡상태에서 장상지 석고 부목으로 고정하였다. 술후 1주에 착탈이 가능한 장상지 부목(removable long arm splint)로 바꾸고, 반대편의 팔 힘을 이용한 수동적 운동을 시작하였다. 술후 3주부터는 조심스럽게 능동적 관절운동을 시작하였다. 이소성 골형성을 예방하기 위해 Etidronate disodium(Dinol[®]) 또는 Indomethacin을 4-6주간 경구 투여하였다. 수술후 기능 평가는 Broberg와 Morrey의 functional rating system³⁾을 따라 우수(Excellent), 양호(Good), 보통(Fair), 불량(Poor)으로 분류하였다 (Table 1). 추시 기간은 평균 14개월(범위 : 12개월-18개월)이었다.

결 과

최종 추시 결과 주관절의 운동 범위는 굴곡 구축 평균 10도(범위 : 0도-20도), 후속 굴곡 평균 130도(120도-135도)였으며, 전완부의 외회전 평균 70도(10-90도), 내회전 평균 61.1도(30도-80도)였다

Table 2. Motion

Type(case no.)	FC	FF	Pron	Sup
II (4)	10	130	58	60
III (4)	13	130	63	75
IV (2)	3	133	65	80
average	10	130	70	61

(FC : flexion contracture, FF : further flexion, Pron : pronation, Sup : supination; average degree)

Table 3. Strength

Type(case no.)	normal	mild loss	moderate loss	severe loss
II (4)	3	0	1	0
III (4)	2	2	0	0
IV (2)	1	1	0	0
average	6	3	1	0

Table 4. Stability

Type(case no.)	normal	mild loss	moderate loss	severe loss
II (4)	4	0	0	0
III (4)	1	3	0	0
IV (2)	2	0	0	0
total	7	3	0	0

Table 5. Pain

Type(case no.)	normal	mild loss	moderate loss	severe loss
II (4)	2	2	0	0
III (4)	1	3	0	0
IV (2)	1	1	0	0
total	4	6	0	0

(Table 2). 술후 관절의 기능 평가를 위해 운동 범위, 힘, 안정성, 동통에 근거한 Broberg와 Morrey의 functional rating system을 적용한 결과, 4례가 우수, 5례가 양호, 1례가 보통이었으며 불량의 해당하는 예는 없었다 (Table 3,4,5).

주관절 후방 탈구가 동반되었던 2례 모두에서는, 상완골 내과 주변에 이소성 골형성(heterotopic ossification)을 보였다. 이중 일례에서는 척골 신경 압박 증상이 동반되어 술후 5개월째 이소성 골제거와 척골 신경 유리술을 시행하였다 (증례 2). 그러나 일례에서는 주관절 운동 범위에 영향을 주지않아 추시 관찰 중이다. 방사선상 골절 유합까지의 기간은, 자연 유합으로 술후 12개월만에 골유합을 얻은 1례를 제외하면, 평균 8주 (범위 : 6주-11주)였다. 내고정물에 의한 이물 반응은 없었다.

중 례

<증례 1> (Fig 1. A-C)

53세 남자. 산길에서 넘어지면서 손으로 땅을 짚은 후 좌측 주관절 부위의 통증과 종창을 주소로 본원에 입원하였다. 방사선 소견상 요골두의 분쇄상 골절 및 외측 각형성을 보이는 Mason 제

Fig 1-A. Angulation of radial head was 35 degrees, preoperatively.

B. Radial head was fractured into 3 fragments, and the main fragment was compressed, displaced and angulated on CT scan.

C. Alignment and union of the radial head was satisfactory at postoperative 3 months.

3형, Hotchkiss 제 2형의 골절이었으며 주두의 후방에 견열 골절이 동반되어 있었다. 전산화 단층촬영에서 요골 두에 3개의 골편이 확인되었다. 수상 4일후 외측방으로 접근하여 개방성 정복을 한 후 4개의 흡수성 핀을 이용하여 내고정하고 동반된 주두 견열 골절에 대하여 강선 고정을 시행하였다. 술후 장상지 석고 부목으로 고정하였으며, 1주부터 반대편 팔힘을 이용한 수동적 운동을, 그리고 3주째부터 능동적 관절운동을 시작하였다. 수술후 12개월까지 추시한 결과 방사선상 골 유합은 견고하였고 통증은 없었다. 관절 운동 범위는 굴곡구축 5도, 후속굴곡 130도, 회내전 70

도, 회외전 80도로 거의 정상이었다. 관절의 불안정성 없었으며 근력도 정상이었다.

<중례 2> (Fig 2. A-D)

47세 여자로 손을 뻗친 채 넘어져 주관절 후방 탈구와 함께 우측 요골 두 및 경부의 분쇄상 골절이 발생하였다. Mason 제 4형, Hotchkiss 제 2형의 골절로 수상 5일후 개방성 정복 및 7개의 흡수성 핀을 이용한 내고정을 시행하였다. 술후 17주 방사선에서 골절 부위의 유합은 이루어졌으나, 주관절 내상과의 내측에 이소성 골형성과 척골 신경 마비 증상이 관찰되었다. 이 당시 관절 운동

Fig 2-A.B. Preoperative radiographs and CT scan, after reduction of posterior dislocation of the elbow, showed 40 degrees of angulation and comminution of the fractured radial head.

C. Heterotopic ossifications were developed around medial epicondyle with limitation of motion of the elbow and compression neuropathy symptoms of the ulnar nerve.

D. Removal of the heterotopic ossifications, medial epicondylectomy and release of the ulnar nerve were done.

범위는 굴곡 구축 60도, 후속굴곡 100도, 회내전 30도, 회외전 70도로 제한되어 있었다. 술후 5개월에 이소골 제거하고 내측 상과 절제술 및 척골 신경 유리술을 시행하였다. 술후 11개월 추사에서 굴곡 구축 20도, 후속굴곡 120도, 회내전 40도, 회외전 80도로 관절 운동 범위가 호전되었다.

고 찰

요골 두 골절은 1954년 Mason⁸⁾에 의해 세 형으로 분류된 바, 제 1형은 전위가 없는 변연부 일

부의 골절 혹은 균열, 제 2형은 전위된 변연부 골절 그리고 제 3형은 요골 두 전체를 침범하는 분쇄 골절을 의미한다. 1962년 Johnston⁶⁾은 요골 두 골절의 정도에 관계없이 주관절의 탈구가 동반되었던 예들을 제 4형으로 추가하였다. 이 형은 광범위한 관절 주위 연부조직 손상과 이소성 골형성 등으로 인하여 예후가 나빠 조기에 요골 두 절제술을 시행함이 권장된 바 있다. Hotchkiss⁵⁾는 Mason의 분류법이 제 2형에서 치료 방침의 결정에 도움을 주지 못하는 점을 지적하면서 방사선 소견, 이학적 검사 소견, 동반 손상을 고려한 새로운 분류법을 사용하여, 전완부 회전에 제한이 없

고 골절의 전위가 2mm 이내인 경우를 제 1형, 기계적인 전완부 회전의 제한이 있고 골절이 2mm 이상 전위되었으나 심한 분쇄가 없는 경우를 제 2형으로 하고, 심한 분쇄상 골절로 재건술이 불가능하여 요골 두 절제술의 적응이 되는 경우를 제 3형으로 하였다. 이 분류는 치료 방법에 기준을 둔 것으로, 분쇄가 심한 경우라도 골절 부위의 수술적 복원이 가능한 경우는 제 2형으로 하였다. 따라서 제 2형과 3형의 경계가 모호한 경우도 있을 수 있다. 저자들의 증례는 Johnston의 제 4형이 추가된 Mason의 분류에 의하면 제 2형이 4례, 제 3형이 4례, 제 4형이 2례였으나, 이를 Hotchkiss의 분류에 적용한다면 모든 예가 제 2형에 속했다고 할 수 있다. 요골 두 및 경부는 해부학적으로 구조가 작고 관절면을 많이 포함하고 있어, 골편의 정복은 가능하더라도 적당한 내고정 방법은 찾기 힘든 실정이다. 현재까지 Kirschner 강선, AO mini-plate, AO mini-screw, Herbert 나사 등이 사용되어 왔으나⁹⁾, 이러한 내고정물의 경우 적용 부위 및 방향, 골편의 크기 등에 따른 제한점 등이 문제될 수 있다. 그러나 흡수성 핀을 사용할 경우, 관절면에도 적용할 수 있고 골편의 크기나 방향 등에 대한 제약이 비교적 적으므로 기술적인 면에서 장점이 있다고 사료된다. 저자들의 경우, 흡수성 핀의 이러한 기술적인 면에서의 장점 때문에 Johnston 4형이나 분쇄상의 골절이라도 가능한 관혈적 정복을 시도하였다.

요골 두는 주관절의 안정성에 매우 중요한 구조물로 알려져 있다. Schwab 등¹³⁾은 외반 부하(valgus stress)에 저항하는 구조물로 요골 두의 중요성에 대해 언급한 바 있다. Morrey 등¹⁰⁾은 요골 두를 외반력에 저항하는 중요 구조라 하여, 내측 측부인대에 이어 secondary stabilizer라고 하였다. 종적인 안정성에 대하여 Halls와 Travill⁴⁾은 완관절에 가해진 종적 부하를 견디는 골성 구조물의 역할에 대해 요상완 관절이 40%, 척상완 관절이 60%의 부하를 담당한다고 하였다. 골간막 또한 전완부 회전이나 굴곡, 신전 등의 다양한 위치에서 변화되는 요골과 척골의 정렬(alignment)과 형태에 따라 부하를 분산하는 데 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 요골 두는 이처럼 주관절

의 안정성에 중요한 역할을 하고 있어 절제했을 경우 관절의 불안정성을 초래할 위험이 있다. 즉 외반력에 대한 주관절의 횡적 불안정성과 요골의 근위부 이행(proximal migration) 등 종적 불안정성이 유발될 수 있다. 따라서 요골 두의 골절시, 비록 분쇄가 심하더라도 절제하는 것보다는 해부학적 정복 및 내고정을 시도하는 것이 바람직하다고 사료된다. 그러나 요골 두의 심한 분쇄로 절제술이 불가피한 경우도 횡적 또는 종적 불안정성이 의심될 경우, 일시적으로 요골과 척골을 관통하는 핀 삽입술로 연부조직의 치유를 기대하거나, 인공적인 요골두 삽입물 치환술을 시행하기도 한다.

인체에 사용되는 흡수성 중합체(polymer)로는 1954년 최초로 PGA(polyglycolic acid)가 소개된 바 있다. 이후 흡수성 물질에 대한 연구는 활발히 진행되어, 1980년대에 들어서서 상악 안면 수술 분야 및 정형외과 분야에서 내고정물로 사용이 시작되었고, 현재 이들 물질의 사용이 점차 증가하는 추세에 있다. 이들 흡수성 중합체들은 원래 흡수성 봉합사로 사용되던 물질들로, 1970년 PGA를 재료로 한 Dexon[®]이 가장 먼저 상품화되었다. 흡수성 내고정물의 사용에 대한 임상 보고를 보면, poly-p-dioxanone을 이용한 내고정에 대한 최초의 임상보고가 1983년 Niederdellmann 등¹¹⁾에 의해 이루어졌으나 이는 하악골의 내고정에 사용한 것이었다. 정형외과 영역에서는 1985년 Rokkanen 등¹²⁾의 보고가 최초로, 22례의 족관절 골절에서 흡수성 핀과 봉합사를 이용하여 내고정한 결과 금속 내고정물로 치료한 군과 차이가 없었다고 하였다. 1986년 Haas 등은 polydioxanone 핀을 이용한 수부의 내고정에 대한 임상보고를 하였고, 같은 해에 Wustner 등¹⁵⁾은 polydioxanone 핀을 이용한 수부의 골절치료와 관절 고정술의 결과를 보고하였다. 1988년 Becker¹⁾는 요골 두 골절에, Lozes 등⁷⁾은 치돌기(odontoid process) 골절에 흡수성 중합체를 사용하여 내고정한 결과를 보고하였다.

정형외과 영역에서 사용되고 있는 중합체에는 PGA, PLA(Polylactic acid), PLA/PGA copolymer, poly-p-dioxanone(PDS[®]) 등이 있다. PGA는 1954

년 처음 개발되어 1970년부터 Dexon[®]이라는 이름으로 상품화 되었다. PGA와 PLA의 copolymer인 Vicryl[®] 또는 Polyglactin이라는 봉합사도 상품화 되었다. Poly-para-dioxanone은 PDS[®]라는 상품명으로 알려져 있으며 p-dioxone의 중합반응에 의해 생성되는 diethylene glycol을 단위로 하는 중합체이다. PGA는 생체 내에서 주로 비특이성 가수분해에 의해 glycolic acid로 분해되며, 이는 소변으로 배출되거나 또는 TCA cycle을 통해 이산화탄소로 분해된다고 한다. PGA는 비특이성 가수분해 이외에도 일부가 carboxypeptidase나 nonspecific esterase에 의해서도 분해된다. PLA의 경우 PGA와 같은 효소성의 분해반응은 알려진 바 없으며, 단지 가수분해에 의해 유산(lactic acid)으로 분해된 후 TCA cycle에 의해 이산화탄소로 분해되며, 그 대사산물의 체내축적은 없는 것으로 알려져 있다. 이와같은 분해과정에 의해 흡수성 내고정물은 시간이 지남에 따라 골절부위에서 점차 초기강도(initial strength)를 잃게 되는데, PGA는 2주에 20%의 강도(strength)를 잃고, 4~6주에 80%의 강도를 잃는다고 한다. Polydioxanone의 경우 6주후 49%의 초기 강도를 유지하고 6개월에 완전 흡수된다. PLA는 PGA보다 분해 소요 시간이 길어 수년이나 되며, PHBA (poly-beta-hydroxybutyric acid)는 6개월 이상 걸리는 것으로 알려져 있다. PGA와 PLA의 copolymer는 이들 두 물질의 혼합비와 화학적 조성 등을 달리함으로써 역학적 성질과 생체내 잔존 기간을 변화, 조절할 수 있다. 이러한 흡수성 물질로 골절을 치료하는 경우, 장점도 있으나 단점도 있는 실정이다. 흡수성 내고정물의 장점으로는, 내고정물의 제거를 위한 2차적인 수술이 필요 없다는 점, 금속 내고정물에 비해 강도가 낮아 내고정물 주위 골의 골흡수가 적다는 점, 골절의 내고정이나 인대 재건술을 위한 재수술시에 내고정물이 삽입된 상태에서 drilling이 가능하다는 점, 금속 내고정물에서 발생하는 부식(corrosion) 등이 없다는 점 등이다. 반면 단점으로는, 비싼 가격, 강도가 약하므로 부하를 많이 받는 부위에서는 사용할 수 없다는 점, 중합체가 분해되면서 발생하는 debris에 의해 이물 반응이 일어날 수 있다는 점, 내고정물을 가공 및

소독하는 과정에서 중합체의 분자량(molecular weight)이 감소하면서 물리적인 특성이 변할 수 있다는 점 등이 지적되고 있다. 즉 직경 2-3mm의 중합체는 손의 힘으로도 부러질 정도로, 이에 대한 보강이 시급한 실정이다. 이물반응은 PGA/PLA copolymer를 사용한 경우 술후 평균 3개월에 7.9%에서 보고된 바 있으나, 색소로 사용되던 aromatic quinone dye를 제거한 뒤 5% 이하로 감소하였다²⁾. 이들 이물반응은 흡입(aspiration)하거나 절개 및 배농을 함으로써 증상이 소실되며 전체적인 골절 유합에는 영향이 없다고 알려져 있다.

이들 흡수성 물질의 임상적 적용은, 점차 그 대상 영역이 확대되고 이에 대한 연구도 활발히 진행되고 있지만, 아직까지 초기 단계라 할 수 있다. 정형외과 영역에서 흡수성 핀의 가능한 적용증으로는, 수지, 족지, 중수지, 중족지의 관절내 골절; 요골 두 골절; 전관절의 관절내 골절; 슬관절의 과부 골절이나 슬개골 골절; 거골 골절; 경골이나 거골의 박리성 골절; 작은 관절의 고정술; 무지 외반증 수술시 절골술 후 내고정이 필요한 경우; 등을 들 수 있다¹²⁾. 그러나 역학적 부하가 많은 부위, 이 핀의 흡수성 때문에 골절 치유에 필요한 내고정 기간이 핀의 흡수로 인한 초기 강도를 잃게 되는 기간보다 긴 경우, 골다공증이 심한 망상골의 내고정, 이 핀의 모양을 변형시켜야 하는 경우, 활동성 감염 등에서는 사용하기 힘들 것으로 사료된다. 최근 골형성 단백질(bone morphogenic protein) 등 골형성 유도물질의 운반체(carrier)로 중합체를 사용하는 동물 실험이나 중합체 합성시에 항생제를 첨가하는 방법에 대한 연구 등은 향후 흡수성 내고정물의 새로운 장점이 추가될 수 있음을 암시한다고 할 수 있다¹⁴⁾.

결 론

1988년부터 1995년까지 서울대학교 병원에서 흡수성 핀을 이용하여 10례의 요골 두 또는 경부 골절에 대한 내고정술을 시행하였다. Broberg와 Morrey의 functional rating system에 의한 술후 기

능 평가에서, 우수 4례, 양호 5례, 보통 1례의 성적을 얻었다. 흡수성 핀은 금속 내고정물에 비해 내고정물의 제거를 위한 이차적인 수술이 필요없는 등 장점이 있어, 요골 두 또는 골절의 수술적 치료법 중 좋은 방법의 하나로 사료되었다.

REFERENCES

- 1) **Becker D** : A sparing operation in fracture of the radius head using pinning with resorbable biofix material. *Handchir Mikrochir Plast Chir*, 20(3):157-159, 1988.
- 2) **Böstman O, Prtio E, Hirvensalo E and Rokkanen P** : Foreign-body reaction to polyglycolide screws: Observation in 24/26 malleolar fracture cases. *Acta Orthop Scand*, 63:173-176, 1992.
- 3) **Broberg MA and Morrey BF** : Results of delayed excision of the radial head after fracture. *J Bone Joint Surg*, 68-A:669-674, 1986.
- 4) **Halls AA and Travill A** : Transmission of pressures across the elbow joint. *Anat Rec*, 150:243-247, 1964.
- 5) **Hotchkiss RN** : Fractures and dislocations of the elbow. In: Rockwood CA ed. *Rockwood and Green's fractures in adults. 4th ed.* Philadelphia, Lippincott-Raven Publishers : 997-1014, 1996.
- 6) **Johnston GW** : A follow-up of one hundred cases of fracture of the head of the radius with a review of the literature. *Ulster Med J*, 31:51-56, 1962.
- 7) **Lozes G, Fawaz A, Jomin M, Skondia V, Mescola P, Devos P, Herlat M and Pruvo JP** : Direct osteosynthesis of fractures of the odontoid process using a biodegradable implant. *Neurochirurgie*, 34(5):355-358, 1988.
- 8) **Mason ML** : Some observations on fractures of the head of the radius with a review of one hundred cases. *Br J Surg*, 42:123-132, 1954.
- 9) **Morrey BF** : Current concepts in the treatment of fractures of the radial head, the olecranon, and the coronoid. *Instructional Course Lectures*. The Academy of American Orthopedic Surgeons, 22:175-185, 1995.
- 10) **Morrey BF, Tanaka S and An K-N** : Valgus stability of the elbow: A definition of primary and secondary constraints. *Clin Orthop*, 265:187-195, 1991.
- 11) **Niederdelmann H and Bührmann K** : Resorbierbare Osteosynthese-Schrauben aus Polydioxanon(PDS). *Dtsch Z Mund-Kiefer-Gesichts-Chir*, 7:399, 1983.
- 12) **Rokkanen P, Böstman O, Vainionpää S, Vihtonen K, Törmälä P, Laiho J, Kilpikari J and Tamminmaki M** : Biodegradable implants in fracture fixation: Early results of treatment of fractures of the ankle. *Lancet*, 1(8443):1422-1424, 1985.
- 13) **Schwab GH, Bennett JB, Woods GW and Tullos HS** : Biomechanics of elbow instability: The role of the medial collateral ligament. *Clin Orthop*, 146:42-52, 1980.
- 14) **Wei G, Kotoura Y, Oka M, Yamamuro T, Wada R, Hyon SH and Ikada Y** : A bioabsorbable delivery system for antibiotic treatment of osteomyelitis: The use of lactic acid oligomer as a carrier. *J Bone Joint Surg*, 73-B:246-252, 1983.
- 15) **Wustner MC, Parkecke BD and Gramcko BD** : Resorbable PDS splints in fracture stabilization and for arthrodeses of the hand. *Handchir Mikrochir Plast Chir*, 18(5):298-301, 1986.