

## 개방성 경골골절의 외고정술에 대한 임상적 고찰

한림대학 의과대학 정형외과학교실

장익열 · 정영기 · 이기병 · 유병구

=Abstract=

### Clinical Study for External Fixators of Open Tibial Fractures

Ik Yull Chang, M.D., Young Kee Chung, M.D., Kee Byoung Lee, M.D. and Byung Gu Yoo, M.D.

*Department of Orthopaedic Surgery, Kang Nam Sacred Heart Hospital, Hallym College,  
Seoul, Korea*

From August, 1981 to November, 1985, the Hoffmann and Monofixateur apparatus were employed in the treatment of thirty five open tibial fractures that we considered to have a poor prognosis with more conventional forms of treatment.

The results were obtained as follows;

1. Application of Monofixateur was minimum iatrogenic soft tissue injuries and easier, simpler than Hoffmann and two external fixators were favorable device with rigidity in wound management.
2. Two external fixators could obtained sufficient stability when 3 or more pins were applied at each fragment of fracture in Hoffmann and 2 or more pins in Monofixateur.

Monofixateur could obtained high stability with small number of fixation components and more stronger against anterior-posterior bending and in Hoffmann more stronger against lateral bending.

3. External components of Monofixateur was located in anterior surface, therefore dynamization converted tensile force of anterior surface of tibia to compression force and then bone union was activated.
4. After operation, in Hoffmann correction of compression, distraction and angular, rotational deformity were possible and in Monofixateur correction of compression distraction, and anterior or posterior angulation was possible.
5. Because of rigid stability of two external fixators, these allowed early movement, avoiding joint stiffness and duration ambulation unilateral assembly of device in position biomechanically favorable.
6. The lateral view of fracture site could not be confirmed accurately due to overlapping of Hoffmann's adjustable connecting rod and bony shadow. In Monofixateur A-P and lateral view of Fx. site could be confirmed.
7. Accurate reduction and compression played a important role in bone union.
8. The time to fixation for all of the fractures averaged 20 weeks in Hoffmann and 16 weeks in Monofixateur.

The time to union averaged 24 weeks in Hoffmann and 20 weeks in Monofixateur.

**Key Words:** Open tibial Fx., Hoffmann, Monofixateur.

서 론

현대사회는 다양한 문명사회로서 차량증가에 의

한 교통사고의 증가와 고도의 산업발전에 따른 산업재해의 증가로 심한 연부조직손상을 동반한 개방성 분쇄골절 및 분절골절의 발생빈도가 많아지고 있다. 따라서 이들 골절의 정복, 고정, 유지 및 창상

**Fig. 1.** Application of Hoffmann apparatus.

**Fig. 2-A)** Application of Monofixateur in tibial open Fx.

**Fig. 2-B)** Fixation components of Monofixateur.

의 치료등은 다른 유형의 골절양상과 달리 치료상 많은 난점을 내포하고 있다.

본 한림대학 의과대학 부속 강남성심병원 정형외과학교실에서는 지난 4년간 총 35례의 개방성 경골골절에 대해 Hoffmann과 Monofixateur 외고정구를 사용하여 비교적 좋은 결과를 얻었기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

**Fig. 3.** Application of Monofixateur in tibial open segmental Fx.

## 재료 및 방법

### 1. 재 료

저자들이 치험한 개방성 경골골절 환자중 Hoffmann씨 외고정구로 치료한 18례, Monofixateur외고정구로 치료한 15례, 혼합치료한 2례등 총 35례를 비교 분석하였다.

### 2. 외고정구 설치방법

개방성 창상부위의 충분한 세척과 변연절제술을 시행하였으며 drill guide를 통하여 drilling한 후 pin은 골절부위의 상하 2개군으로 삽입하는데 Hoffmann외고정구는 보통 각 군에 세개의 full threaded pin을 외측에서 내측으로 삽입하여 양측에 걸쳐 있도록 하였으며 이때 근육, 건손상을 최소화하고 혈관 및 신경손상이 없도록 주의하였다. Monofixateur외고정구는 전후상(A-P plane)에서 골절부위의 정확한 정복후 골절부를 중심으로 보통 상하에 각각 두개의 half threaded pin을 경골의 전면에서 수직으로 삽입하였다.

두 외고정장치는 모두 골절부의 위치에 따라 pin의 수를 조정하였지만 각 군에 두개이상의 pin을 사용하였다. 이후 Hoffmann 고정감자 (Hoffmann

fixation clamp)는 창상처치 및 부종을 고려하여 피부로부터 약 2~3cm 떨어지도록 하여<sup>4,5)</sup> 네개의 연결봉(connecting rod)을 부착함으로써 이중고정틀(double frame system)이 완료되어 견고한 고정을 얻을 수 있었다(Fig. 1). Monofixateur 외고정술에서

는 한개의 fixation bar와 삽입된 Schanz-screw(half threaded pin)의 수만큼의 clamping block과 fixation clamping jaw가 필요하였으며 clamping block에 fixation clamping jaw를 접속시키고 fixation bar에 끼운 후 fixation clamping jaw에 있는 구멍에 Schanz-screw를 끼워 피부로부터 약 2~

**Table 1.** Age and sex distribution

Age	Male	Female	Total
1~ 9	1	—	1
10~19	2	—	2
20~29	11	—	11
30~39	8	2	10
40~49	6	—	6
50~59	4	—	4
60~69	—	1	1
Total	32	3	35

**Table 2.** Mechanism of injury

	Mechanism	No. of cases
Motor vehicle	Pedestrian	19
accident	Riding on motor cycle	3
	In car	4
	Riding on bicycle	3
Explosion		1
Penetrating injury		1
Others	Direct trauma	4
Total		35

**Fig. 4.** Application of Monofixateur in proximal tibial open Fx.

**Table 3.** The wound classification of gustilo and anderson

Type I	Low energy Wd. Less than 1cm long Caused by the bone piercing from the inside outward
Type II	High energy Wd. Greater than 1cm in length Moderate amount of soft tissue damage
Type III	High energy Wd. Usual long than 10cm Extensive muscle devitalization Generally a widely displaced or comminuted Fx The following factors always make an open Fx a Type III Shotgun Wd. High velocity gunshot Wd. Segmental Fx. Fx. with diaphyseal segmental loss Associated major vascular injury Fx. occurring in a farmyard environment

**Table 4.** Classification of open Fx. by Gustilo and Anderson

Type	Hoff.	Mono.	Comb.	Total
I	2	3	—	5
II	6	3	—	9
III	10	9	2	21
Total	18	15	2	35

**Table 5.** Associated injury

	No. of case
Fibular Fx(ipsilateral)	26
Femur Fx	7
Deep laceration	6
Nerve injury	5
Skull Fx	4
Tibia Fx(contralateral)	3
Pelvis Fx	3
No. associated injury	7

**Table 6.** Partial Wt. bearing

	Hoff.	Mono.
Stable Fx.	6Wks.	4Wks.
Unstable Fx.	8Wks.	8Wks.

3cm 떨어진 상태에서 나사를 돌려 견고한 고정을 얻을 수 있었다(Fig. 2). 또한 골절부의 widening, overlapping 전후 각형성변형 (angular deformity)은 tension clamp를 사용하여 교정할 수 있었다. Monofixateur를 사용한 2례의 분절골절에서는 세개의 골편에 각각 두개씩의 Schanz-screw를 사용, 총 여섯개의 Schanz-screw를 삽입하였으며(Fig. 3), 근위부 경골골절에서는 근위골편의 길이가 짧아 중으로 두개 이상의 나사를 삽입하기 어려울경우, 횡으로 두개이상의 나사를 다른 각도로 삽입하였다(Fig. 4). 심한 분쇄성을 보이는 골절에서는 K-강선, 나사못, wire 고정등을 보조적으로 시행하였다.

## 증례 분석

### 1. 연령 및 성별분포

총 35례중 남자가 32례로 절대적으로 많았으며 연령분포상으로는 20대 및 30대가 21례로 가장 많았다(Table 1).

### 2. 수상 원인

비개방성 골절과 달리 대부분이 강력한 충격에 의하여 발생하였는바 교통사고가 29례로 가장 많았다

**Fig. 5.** Dynamization with crutch walking.

**Fig. 6.** After removal of pins in Hoffmann's method, application of pin and plaster.

폭발사고가 1례, 관통상이 1례였다(Table 2).

### 3. 개방성 골절의 분류

Gustilo와 Anderson의 분류에 따랐으며<sup>12)</sup> (Table 3) 총 35례에서 제 III형이 21례로 가장 많았고 제 II형이 9례, 제 I형이 5례의 순서로 나타났다(Table 4).

### 4. 동반 손상

개방성 경골골절은 일반적으로 직접적이고도 강력한 충격에 의해 발생하기 때문에 대부분 다른 부

위에 손상을 동반하는바, 동측의 비골골절을 수반한 경우가 26례로 가장 많았고, 대퇴골 골절이 7례, 다른 부위의 심부열창이 6례, 신경손상이 5례, 두개골 골절이 4례, 경골골절과 골반골절이 각각 3례의 순서로 나타났고 동반손상이 없었던 경우는 7례 뿐이었다(Table 5).

## 5. 수술후 처치

Hoffmann 외교정구와 Monofixateur 외교정구 장치후 치료는 Böhler Braun, Balanced Suspension을 이용하여 하지를 거상시켰으며 피부결손 및 연부조직손상에 대해서는 지속적인 세척과 창상처치를 통

해 감염을 예방하고자 하였고 3례에서는 노출된 뼈의 피사를 예방하기 위해 다발성 누공을 형성하여

**Fig. 7.** Application of Knee hinge cast brace.

**Fig. 8-A)** Preop. (Type III)

**Fig. 8B.** Postop.

**Fig. 8-C)** Follow up(bone union state).

신생육아조직의 성장을 유도하였으며 7례에서 sequestrectomy를, 14례에서는 피부이식술을 적당한 시기에 시행하였다. 골절부고정은 견고하여 많은 환자에서 조기관절운동 및 체중부하를 시행할 수 있었다. 지연유합을 보인 경우는 Hoffmann이 4례, Monofixateur가 3례로 모두 7례에서 나타나 골이

**Table 7. Complications**

	Hoff.	Mono.	Total
Deep Wd. inf.	4	5	9
Pin tract inf.	4	3	7
Delayed union	4	3	7
Osteomyelitis	2	1	3
Cellulitis	—	1	1
Massive skin necrosis	—	1	1
Expire	1	—	1
	15	14	29

**Table 8. Fixation and bone union period**

	Hoff.	Mono.
Fixation	20	16
Bone union	24	20

식술을 시행하였고 골수염이 합병된 3례에서는 Paineau procedure를 시행하였다. 방사선 검사는 첫 4주까지는 2주마다 그 이후는 4주마다 시행하였다. 부분적 체중부하는 비골손상없이 전이가 없거나 (undisplaced) 횡골절등 안정성 골절로 생각되는 경우 Hoffmann에서 6주, Monofixateur에서 4주에 시작하였고 비골골절이 있으며 사상골절 (oblique Fx.)이거나 심한 분쇄골절등 불안정 골절로 보이는 경우 두 외고정장치 모두 평균 8주에 시작하였다 (Table 6). 체중부하와 동시에 dynamization을 시행하였다 (Fig. 5).

가골형성이 뚜렷하고 국소압통이 없을때 연결봉 (connecting rod)을 제거한후 안정성을 검사하였으며 불안정할 경우 연결봉(connecting rod)을 다시 고정하였다. Pin 주위감염이 있었던 경우 감염부위 치료 또는 pin제거를 통해 감염을 조절할 수 있었고 Hoffmann 외고정장치를 한 2례에서는 감염된 pin을 제거한 후 pin and plaster로 적용하였다 (Fig. 6). Hoffmann 외고정술을 시행한 경우는 평균 20주, Monofixateur의 경우 평균 16주부터 PTB 석고붕대고정 또는 delbet 석고붕대고정을 통한 완전 체중부하를 허용하였고 동측 대퇴골 골절이 동반된

**Fig. 9-A) Pre-op (Type II).**

**Fig. 9-B) Post-op.**

예에서는 knee hinge cast brace를 적용 보행하도록 하였다(Fig. 7).

## 6. 합병증

심연부조직 감염이 9례로 가장 많았으며 pin주위 감염이 7례, 지연유합이 7례, 골수염이 3례의 순서였고 봉와직염, 광범위 피부괴사, 전격성 간염에 의한 사망이 각각 1례가 있었다(Table 7).

## 7. 고정기간 및 골유합시기

Hoffmann 외고정구의 경우 5개월에서 2년이상, Monofixateur 외고정구의 경우 3개월에서 1년이상 원격추시가 가능하였던 총 34례를 분석한 결과 외고정구에 의한 고정기간은 Hoffmann 외고정구는 평균 20주, Monofixateur 외고정구의 경우 평균 16주로 Monofixateur 외고정구로 치료된 예가 약 4주간의 고정기간이 짧았으며, 골유합기간은 외고정구 장치후부터 방사선학적 골유합까지의 기간으로 정하였는바 Hoffmann 외고정구의 경우 16주에서 1년까지로 평균 24주였고, Monofixateur 외고정구의 경우 15주에서 33주까지로 평균 20주였다(Table 8).

## 증례

### 증례 1

49세된 남자환자로서 트러워에서 떨어지는 상자

**Fig. 9-C)** Follow up(bone union state).

**Fig. 10-A)** Pre-op (Type III).

**Fig. 10-B)** Post-op(Hoffmann apparatus).

**Fig. 10-C) Removal of Hoffmann apparatus(non-union).**

에 직접충격을 받고 좌측 경골 원위부에 제 III형의 개방성 골절로 내원하여, 저자들은 세척술 및 변연 절제술후 Monofixateur 외고정장치와 interfragmental screw fixation을 하였으며, 5주후 피부결손에 대해 피부이식을 시행하였다. 인접관절운동은 수상 후 2주에, 부분체중부하는 수상후 8주에 시작하였고, 16주에 골유합소견이 보여 외고정구를 제거한 후 delbet 석고붕대 고정으로 완전체중부하를 허용하였고, 방사선학적 골유합은 20주에 나타났다 (Fig. 8).

## 증례 2

27세된 남자로서 택시를 타고가던중 마주오던 버스와 충돌, 우측 경골원위부에 제 II형의 개방성 분쇄골절을 받았으며 장파열을 동반하여 수상 2주후 Hoffmann 외고정장치를 장착하였으며 수술직후 동통 및 부종이 양호해지면서 조기 관절운동을 시작하였고 수상후 15주에 골유합소견을 보여 외고정장치를 제거후 PTB 석고붕대 고정하에 완전체중부하를 허용하였다. 방사선학적 골유합은 26주에 나타났다 (Fig. 9).

## 증례 3

37세된 여자로서 보행중 택시와 충돌하여 우측

**Fig. 10-D) Reapplication of Monofixateur with bone graft.**

**Fig. 10. E. Follow up. (bone union).**

경골간부에 제 III형의 개방성 골절을 보여 Hoffmann 외고정구를 장착하였고 동측 대퇴골 골절은관



혈적금속 내고정술을 시행하였다. 경골골절부는 수 상후 12주에 지연유합소견을 보여 Hoffmann 외고 정장치 제거후 Monofixateur 외고정술 및 골이식술 을 시행하였다. 2주후 인접관절운동, 6주 후에는 부분체중부하를 시행하였다. 26주경 방사선학적 골 유합소견을 보여 외고정장치제거후 delbet 석고붕대 고정하에 체중부하를 시행하였다 (Fig. 10).

## 고 찰

골절 가관절 및 관절유합술등에 대한 금속외고정 술은 오래전부터 시행 보고되어 왔는데 1853년 Malgaigne이 슬개골 골편을 고정하기 위하여 Claw 를 처음 사용한후<sup>1,10)</sup> 1907년 Lambotte가 장골골절 에 transfixation pin을 처음 사용하였으며 그 이후 Bohler (1929), Anderson (1934), Judet (1934), Hoffmann (1938), Stader (1942) 등이 자기 특유의 외고정 장치를 고안하였다. Hoffmann 외고정장치는 1968년 Vidal과 Adrey에 의해 transfixation pin과 do-uble frame을 사용하므로써 단순한 Hoffmann 외고 정장치보다 안정성이 40배이상 증가한다는 사실이 생역학적 연구에 의해 밝혀진후<sup>4,5)</sup> 현재에 이르고 있다.

Brian T Briggs에 의한 standard quadrilateral Hoffmann system을 경골에 적용하여 실험한 결과 외고정구의 견고성 (rigidity)은 다음 요소에 의해 증 가된다고 보고하였다.

- 1) Pin의 수적인 증가
- 2) 큰 직경 (large diameter)의 full threaded pin의 사용
- 3) 측 연결봉 간격 (side connecting rod distance)의 감소
- 4) Pin 간격 증가
- 5) Pin group간의 간격의 감소
- 6) Compression screw를 대칭으로 조여줌으로써 외고정구의 견고성이 증가된다고 보고하였으며 A-P bending stiffness는 lateral bending stiffness의 1/5 이하였고, 180도로 full threaded pin을 적용했 을때 보다 90도로 half threaded pin을 적용하였을 때 stiffness가 감소하였으며 굴곡변형에 대한 최대 교정 각도는 약 5도라 보고하였다<sup>6)</sup>.

저자들은 Monofixateur 외고정술에서 직경이 큰 Schanz-screw를 사용하여 견고성 증가를 도모하였 다. Monofixateur 외고정술의 경우 외전, 내반, 외 반변형의 교정이 어려웠으며 Hoffmann 외고정술의 경우 A-P bending stiffness가 약한 반면 Monofix-ateur에서는 Schanz screw를 경골 전면에 수직으로

삽입함으로써 보행시 하퇴부 굴곡근의 수축으로 경 골 전면에 발생하는 장력 (tensile force)을 압력 (com-pression force)으로 바꾸어 골유합에 도움이 되도 록 하였다.

Göran Karlström 등은 외고정이 견고하지 못하면 골절면과 pin 주위 감염이 쉽게 발생된다고 하였다<sup>11,12)</sup>.

외고정구에 대한 장점이 많이 보고되어왔는데 Dw-yer (1973), Connes (1977) 등은 골절부의 견고한 안정 성으로 손상지의 거상이 가능하여 연부조직 부종을 예방함과 동시에 관절운동이 가능하여 혈전증의 예 방 및 관절강직을 줄일 수 있었다고 보고하였다<sup>4,7)</sup>.

본 레에서는, 외고정장치하에서 창상치료, 피부 이식술, 조기관절운동 및 체중부하 그리고 골이식 술등이 가능하였다.

Vidal, Adrey 및 Connes<sup>8)</sup> 등은 견고하고 안정된 외고정으로 체중부하가 가능하다고 했으며 저자들 도 가능한한 조기에 보행을 시작하도록 하였다.

Charles M. Court-Brown 등의 가토실험에 의하 면 석고고정치료시 주로 외가골 형성에 의해 골유 합이 이루어지나 금속판과 금속나사에 의한 고정은 피질골혈류장애를, 골수강금속정 (medullary nailing)의 경우는 골수강내 혈류장애를 초래하였다. 외고 정구의 경우 피질골과 골수강내 혈류의 손상이 적 어 골유합은 medullary ossification 및 periosteal os-sification에 의해 이루어진다고 보고 하였다<sup>9)</sup>.

Brian T. Briggs (1980) 등에 의하면 Hoffmann 외 고정구는 횡골절의 경우에 종적압박 (axial compr-ession)을 가하여 골절부의 안정성을 증가시키므로 골유합에 도움을 주었으나 사상골절 (oblique Fx.)와 나선골절 (spiral Fx.)에서는 압박할때 정복의 유지가 어렵다고 보고하였으며<sup>3)</sup>, Ruskin, B. 등은 해부학적 정복과 압박이 가능하였던 경우 유합기간이 평균 5.1개월, 그렇지 못하였던 경우 평균 8.2개월로 골 절부의 정확한 정복과 압박이 골유합에 많은 영향 을 주는 것으로 보고하였다<sup>13)</sup>.

Gotzen에 의하면 Monofixateur 외고정술에서는 한쪽근의 clamping block의 나사를 풀어줌으로써, dynamic fixation으로 작용하여 muscle contraction 과 pressure에 의한 bending rotation 없이도 func-tional axial compression을 허용하므로써 효과적으 로 골유합을 증가시킨다고 하였다. Monofixateur의 적응증으로는 closed, open 그리고 infected Fx. pseudarthrosis, osteotomy adaptation, arthrodesis, joint transfixation이 있으며 Monofixateur 외고정 장치의 장점은 그 시술의 간편함과 단순하고 적은 숫자의 고정장치로도 높은 견고성을 보이며 static

또는 dynamic fixation을 얻을 수 있는데 있다고 보고하였다<sup>8)</sup>.

## 결 론

본 한림대학 의과대학 부속 강남성심병원 정형외과학교실에서는 1981년 8월부터 1985년 11월까지 심한 연부조직손상을 동반한 개방성 경골골절치료를 Hoffmann과 Monofixateur 외고정장치를 이용하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) Monofixateur는 Hoffmann 외고정장치보다 적용이 용이하였으며 상기 두 외고정장치는 모두 골절부의 견고한 고정으로 창상치치 및 피부이식 등에 편리하였고 Hoffmann 외고정구 적용의 경우 Monofixateur 적용시보다 연부조직손상이 컸다.

2) Hoffmann 외고정구는 pin의 적용을 각 골단에 3개 이상 적용하였을 때 충분한 안정성을 얻을 수 있었고, Monofixateur는 대부분 각 골단에 2개 이상을 적용하였는데 이때 적은 수의 fixation component로 높은 안정성(high stability)을 얻을 수 있었으며, Hoffmann 외고정장치는 lateral bending stiffness가 Monofixateur 외고정장치는 A-P bending stiffness가 강했다.

3) Monofixateur 외고정구의 경우 장력(tensile force)을 받는 경골의 전면에서 pin을 삽입하므로써 dynamization시 압력(compression force)으로 작용 골유합을 촉진하는 것으로 사료되었다.

4) Hoffmann 외고정구는 수술후 골절부의 압박 이개를 조절하고 회전 및 굴곡변형들을 비교적 용이하게 교정할 수 있었고 Monofixateur는 측면상 전후 굴곡변형의 교정과 압박 및 이개가 가능하였다.

5) 두 외고정술은 고정이 견고하여 수술후 초기에 인접 관절의 운동이 가능하였으며 특히 Monofixateur는 초기 체중부하로 골유합을 촉진시켰다. 그리고 보행중 반대측 하지 운동에 제한을 주지 않았으며 고정장치가 가벼워 쉽게 운동할 수 있었다.

6) Hoffmann 외고정장치에서는 연결봉(connecting rod)이 접쳐있어 측면상이 잘 보이지 않았고 Monofixateur는 전후 및 측면상 모두 비교적 잘 보였다.

7) 외고정장치를 적용할 때 정확한 정복과 압박이 골유합에 많은 영향을 주었다.

8) 외고정구 고정기간은 Hoffmann 외고정술이 평균 20주, Monofixateur가 평균 16주였고, 골유합 기간은 Hoffmann이 평균 24주, Monofixateur 외고정술이 평균 20주였다.

9) 두 외고정술은 제 II형 이상의 심한 연부조직 손상의 개방성 경골골절에 좋은 성적을 나타냈다.

## REFERENCES

- 1) 김봉전 · 유명철 · 오명환 · 정민환 : Hoffmann 씨 외고정장치를 이용한 골절치료. 대한정형외과학회지. 제 14권, 제 4호 : 634-642, 1979.
- 2) 최창욱 · 김학현 : 경골골절의 경피 금속정 및 석고고정, 순천향의대논문집 : 제 1권, 제 1호, 25-29, 1978.
- 3) Brian, T., Briggs., Edmund, Y. and Chao, S.: The mechanical performance of the standard Hoffmann Vidal external fixation apparatus. J. Bone and Joint Surgery. 64-A, 566-573, 1982.
- 4) Charles, M., Court-Brown, B. Sc., M.B. CH. B., F.R.C.S.E.D. et al: The Effect of External Skeletal Fixation on Bone Healing and Bone blood Supply. An Experimental Study. C.O.R. R., No. 201:278-289, 1985.
- 5) Connes, Henery: Hoffmann's Double Frame External Anchorage.(Foreword by Jacques Vidal) Paris, Gead, 1973.
- 6) Connes, H.: Hoffmann's External Anchorage. Technics, Indication and Results. Editions. Gead, Paris, 1977.
- 7) Dwyer, N. S.T.J.P.: Preliminary Report upon a New Fixation Device For Fractures of Long Bones. Injury, 5:141-144, 1973.
- 8) Gotzen, L., Hass, N. and Schlentzka, R.: Fortschritte in der externen Stabilisierung. Der Chirurg. 56, 705-711, 1985.
- 9) Karlstrom, G. and Olerud, S.: Percutaneous pin fixation of open tibial fractures, Double frame anchorage using the Vidal-Adrey method. J. Bone and Joint Surg. 57-A, 915-924, 1975.
- 10) Malgaigne: Consideration cliniques sur les fractures de la rotule et leur traitement par les griffes. J. Conn. Med. Pract., 16:9-12, 1853.
- 11) Naden, J.R.: External skeletal fixation in the treatment of fracture of the tibia. J. Bone and Joint Surg., 31-A, 586-598, 1949.
- 12) Rockwood, and Green.: Fractures, Vol. 1:199-200, J.B. Lippincott. Co., 1984.
- 13) Ruskin, B., Lawyer, Jr. and Lawrence, M.: Lubbers.: Use of the Hoffmann's apparatus in the treatment of unstable tibia fractures. J. Bone and Joint Surg., 62-A:1264-1273, 1980.