

Monofixateur 금속 외고정법을 이용한 하지 개방성 골절의 치료경험

가톨릭대학 의학부 부속 강남성모병원 정형외과학교실

문명상 · 이규성 · 연 건

=Abstract=

A Clinical Analysis on Treatment of Lower Extremity Injuries Using External Monofixateur

Myung-Sang Moon, M.D., Ph.D., F.A.C.S., Kyu-Sung Lee, M.D. and Gun Yeon, M.D.

*Department of Orthopedic Surgery, Catholic University Medical College,
Kang-Nam St. Mary's Hospital, Seoul, Korea*

External fixators are popular in treatment of the open fractures of long bones, especially tibia, associated with soft tissue injury, because they prevent further injury to the injured soft tissue and bone.

Over the past ten years, bilateral frame external fixators such as Hoffmann system had been used for lower extremity lesions. But they had many disadvantages like that bilateral frames were less rigid in A-P plane bending moment mechanically, therefore unilateral frame external fixators such as Monofixateur have been introduced recently.

The Monofixateur was able to fix the fracture rigidly and compress, distract and neutralize the fracture site and could be used as a static and dynamic stabilizer.

We have treated 19 cases using Monofixateur of the Gotzen type for open fractures of lower extremity from October 1984 to February 1987.

The summary of the results obtained from this study are as follows :

1. Monofixateur was easy to use, simple and light. It provided a rigid stability to fracture.
2. It was possible to allow static stabilization on the unstable fracture, whereas dynamic stabilization on the stable fracture.
3. Application was easier than any other type of external fixators from the view point of using a few screws and unilateral frame, therefore it could prevent further soft tissue injury and was easy to secondary operation.
4. It was possible to use for short fracture fragment of the proximal or distal fractures of the long bone.
5. The fracture healing time averaged 32.5 weeks and there were marked differences of the fracture healing time between open type I, II and III fractures.
6. There was little complication such as pin tract infection and ankylosis of the joint.

Key Words : Fractures, Open, Treatment, External skeletal fixation, Fractures of lower extremities, Monofixateur(Gotzen apparatus).

서 론

금속 외고정법은 손상부 주위조직의 재손상을 극소화 하면서 견고한 고정을 제공하고, 창상처치가 용이하여 연부조직의 손상이 심한 골절 특히 개방성 경골골절의 치료에 흔히 이용되고 있다. 장관골 골절에 외고정을 처음 시도한 것은 Lambott¹⁴⁾이며, 그후 많은 외고정법들이 소개되었으나, 주로 편측 외고정(unilateral external fixator)이 실시되었고, 견고치 못한 고정, 편주위 감염등의 결함으로 사용이 제한되었다.

Table 1. Age and sex distribution

Age	Male	Female	Total	(%)
0~20	1	—	1	5.3%
21~30	6	—	6	31.6%
31~40	6	—	6	31.6%
41~50	5	—	5	26.2%
51~60	—	—	—	—
61~	1	—	1	5.3%
Total	19	—	19	(100%)

Table 2. Cause of injury

Cause	No. of Case	%
Traffic accident		
Pedestrian	12	63%
Motorcycle	3	15.8%
Bicycle	1	5.3%
Accident at work		
Caught under heavy object	2	10.6%
Others		
Fall from the height	1	5.3%
Total	19	100.0%

Table 4. Location and type of injury

Location and type	No. of cases(%)
Open ipsilateral femur and tibia Fx.	1(5.3%)
Open tibia Fx. (By Guistilo)	16(84.1%)
Type I	4(21%)
Type II	4(21%)
Type III	8(42.1%)
Infected femur nonunion	1(5.3%)
Infected tibia nonunion	1(5.3%)
Total	19(100.0)

Adrey⁶⁾와 Vidal¹⁷⁾은 Hoffmann의 외고정기기를 개선하여 양측 이중고정(bilateral external fixator)을 시도 하였으며, 개조된 Hoffmann기기의 견고성 및 안정성이 판명된 후 지금까지의 대부분의 외고정법은 양측성 이었다.

그러나 양측 외고정법은 측면에서 고정해야 하므로, 보행등 일상 활동시에 하퇴에 가해지는 전후 방향의 굴곡 운동에 견고치 못한 역학적 단점이 지적되고 있고, 사용경험이 쌓이면서 임상적인 결함이 밝혀져 가고있다. Behrens⁸⁾는 위의 단점들을 고려하여 일측 이중 고정 혹은 일측 외고정을 권유하고 있고, Bastiani⁷⁾, Gotzen⁹⁾ 등은 Orthofix, Monofixateur등 일측 외고정기구를 소개하고 있다.

저자들은 1984년 10월부터 심한 개방성 하지 골절로 입원하여 Monofixateur로 일측외고정을 실시한 19명의 환자에 대한 임상결과를 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

증례 분석

1. 성별 및 연령분포

19예의 골절환자 모두가 남자였으며, 연령은

Table 3. Associated injury

Associated injury	No. of cases
Head injury	3
Thorax injury	2
Contralateral leg injury	3
Ipsilateral leg injury	6
Upper limb injury	3
Neurovascular injury	3
Spine and pelvis	1
Total	21

Fig. 1. A) Application of the Monofixateur in the distal one-third fracture of tibia. **B)** Application of the Monofixateur in the proximal one-third fracture of tibia. **C)** Application of the Monofixateur in the segmental fracture of tibia.

16세부터 61세까지로 평균연령은 34세였으며, 20대와 30대에서 가장 높은 빈도를 보였다(Table 1).

2. 손상원인

손상의 원인은 교통사고가 16예(84.2%)로서 대부분을 차지하였으며, 나머지 2예(10.5%)는 산업재해 그리고 1예(5.3%)는 추락사고에 의한 것이었다(Table 2).

3. 동반손상

19명중 14명이 다발성 손상을 입은 환자로서,

19예에서 동반손상을 볼 수 있었으며, 6예에서는 동측 하지손상이 가장 많았고, 특히 동측의 신경 및 혈관 손상까지 합치면 9예나 되었다(Table 4).

4. 손상부위 및 형태

19예중 대퇴골에 Monofixateur 외고정을 실시한 경우는 2예로 동측에 경골골절이 동반된 개방성 대퇴골 골절 1예와 치료도중 감염에 의한 불유합으로 전원해온 1예 등이었다. 경골에 Monofixateur 외고정을 실시한 예는 17예로 그중 1예는 역시 감염에 의한 불유합으로 전원해온 경우였고, 나머지 16예는 손상직후 바로 내원한 예였으며, Gustilo의 분류법에 의하면 제 I 형이 4예, 제 II 형이 4예, 제 III 형이 8예였다.

5. 치료

1) 개방창의 1차적인 처치

모든 개방창에 대해 충분한 세척 및 변연 절제술을 실시하였으며, 제 I, II, III형 모두 가능한 한 1차적인 봉합을 원칙으로 하였다. 변연 절제시에는 손상조직 특히 근육등을 정도, 수축성, 색깔, 출혈정도 등을 참조해 철저한 변연절제술을 시행 하였으며, 노출된 골편은 근육 및 피부판으로 덮어 개방창을 폐쇄토록 노력하였다. 또한 감염예방을 위해 조기에 항생제를 투여 하였고 hemovac을 이용해 상처로 부터의 삼출액

Table 5. Additional operation after monofixateur external fixation

Type of operation	No. of cases
Skin care	
Free skin graft	8
Rotational flap	2
Care for bone infection	
Curettage or Sequestrectomy	4
Care for bone union	
Cancellous bone graft	
Simple bone graft	10
Papineau bone graft	1
Fibula osteotomy	1
Electrical stimulation	2

Fig. 2. (Case 1) : Ipsilateral open comminuted fracture of distal femur and proximal tibia.
A) Preop. Film of 27-year-old male patient. **B)** External fixation of femur and tibia with Monofixateur(PAD 4 wks). **C)** Insertion of semiinvasive electrical stimulator(PAD 7 wks). **C)** Sequestrectomy of the distal femur(PAD 11 months). **E)** Follow-up film at PAD 26 months of the distal femur. **F)** Follow-up film at PAD 15 months of proximal tibia.

및 혈액의 저류를 방지하였다.

2) Monofixateur를 이용한 외고정법

개방창 처치후 T-V 영상 증강장치 하에서 도수정복을 시도하여 만족스러운 정복이 이루어진 상태에서 외고정을 실시하였다. 먼저 지주봉에 clamping jaw, clamping block등의 고정기구들을 필요한 수대로 조립하여, 골절의 정복위가 유지된 상태에서 장골축을 따라 Monofixateur 장치를 경골 전면 또는 대퇴 측면에 각각 위치시키고 clamping jaw의 구멍을 통해 Schanz screw를 삽입 고정하였다.

경골간부의 경우 골절부를 중심으로 상·하의 주 골편에 각각 2개의 Schanz screw를 삽입하였으며, screw를 경골 전면에서 사상면을 따라 삽입시키고 조립장치는 경골 전면부에 위치시켰다.

경골 근위부 골절의 경우 골간단부의 골편이 짧아 bridging clamp를 이용하여 screw를 경골두의 관절면에 가까운 전내측과 전외측에 각각 삽입하였다. 경골 원위부 골절시에는 건 손상을 피하기 위해 Swivel clamping jaw를 이용하였고 원위 골편이 짧을 경우 구멍이 뚫린 disc를 이용해 두 screw로 고정하였다(Fig. 1).

대퇴골절시에는 Monofixateur를 측면에 위치시켰고, 주 골편에 2내지 3개의 screw를 사용하였고, 동측대퇴 및 하퇴골절이 동반된 경우 고정 상·하 양지주봉을 연결기(Connector)로 연결하여 슬관절 운동을 가능케 하였다.

고정장치 조립을 마친 후 Tensioner를 이용해 Clamping block을 이동시켜 골절 간격을 줄임과 동시에 골 유합 촉진을 위해 압박을 가하였다.

Fig. 3. (Cases 2) : Open comminuted fracture of proximal tibia. **A)** Preop. Film of 41-year-old male patient. **B)** External fixation with Monofixateur after removal of Hoffmann's Ext. fixator (PAD 7 wks). **C)** Post op. Film showing autogenous bone graft(PAD 6 months). **D)** Follow up film at PAD 19 months.

3) Monofixateur외고정 후의 조치

수술후 3일 부터 인접관절의 운동을 허용하였으며, 가벼운 분쇄골절 및 골결손이 없는 안정 골절에 대해서는 술후 2주 부터 쌍장을 이용한

부분체중 부하를 허용하였다.

피부결손을 포함한 심한 연부조직 손상예에서는 일측 외고정법이며서 창상치료가 용이 하였고, 10예에서 유리피부 이식 또는 회전피판 이

Fig. 4. (Cases 3) : Open comminuted fracture of distal tibia. A) Preop. Film of 46-year-old male patient. B) External fixation with Monofixateur(PAD 10 days). C) Removal of Monofixateur(PAD 7 months).

Fig. 5. (Cases 4) : Open comminuted fracture of proximal tibia. A) preop. Film of 38-year-old male patient. B) External fixation with Monofixateur(PAD 12 days). C) Removal of the Monofixateur(PAD 7 months).

식술을 실시하였다.

연부조직 및 골감염 소견을 나타낸 4예에서는 골 소파 및 부골 제거술을 실시하였으며, 편 주위의 염증 발생시는 Schanz screw 삽입부위를 재 조정 하였다.

방사선학적 추시를 매 4주마다 실시하여 골막 성 가골이 보이기 시작하는 4~8주에 고정장치 의 clamping block의 나사를 풀어 체중부하시 골절부에 dynamic loading이 가해지도록 하였으

며, 지연유합 및 불유합이 예상되는 경우 조기에 골 이식술, 피부 결손 및 감염의 동반된 1예는 papineau해면골 이식술을 실시 하였으며, 감염에 의해 불유합이 지속된 2예는 전기자극기를 사용하였다. Monofixateur로 골편을 고정한 후 경과관찰중 필요하였던 이차적인 수술은 표 5와 같다.

증례 보고

증례 1: 좌 대퇴 및 좌 경골 개방성 분쇄골절(제 III형)

이 27세의 남자는 교통사고로 개방성 골절상을 입고 입원하였다. 연부조직 손상에 대한 변연 절제술후 일차봉합 및 식파술을 실시 하였고 분쇄 및 전이된 골편의 정렬을 얻기 위해 중골견인을 실시하였다.

수상후 4주에 피부 결손부가 치유되었고, 감염 소견은 계속 되었으나, 골절편의 정렬이 이루어져 대퇴골 및 경골에 따로 Monofixateur 외고정을 시행하고 양 지주봉을 연결기(connector)로 연결시켜 주었다. 대퇴원위부의 골 결손이 심해 수상후 7주에 반침습형(semiinvasive)의 전기자극 장치를 설치 하였으며, 만성 골수염의 소견이 지속되 수상 11개월에 부골 제거술을 실시하고 Monofixateur 외고정 장치를 제거하였다. 수상후 19개월에 골수염의 소견이 소실되고, 방사선상 골 유합의 소견을 보여 완전 체중부하가 가능하게 되었다(Fig. 2).

증례 2: 좌골 경골 및 비골 근위부 개방성 분쇄골절

이 41세의 남자 환자는 교통사고로 좌측 경골 및 비골 근위부에 제 II형의 개방성 분쇄골절과 함께 좌측 슬와 동맥 손상, 비골 신경마비등의 손상을 입고 내원하였다. 상처처치 및 Monofixateur로 골절을 외고정후 응급으로 동맥성형술을 실시하였다. 수상후 6주에 피부 및 골 괴사, 감염등에 대해 부골 제거 및 소파술을 실시하였고, 10주에 회전피판 이식술, 16주에는 골이식술을 하였다. 수상후 8개월에는 골 감염이 소실되었고, 수상 19개월에 방사선상 완전 골 유합이 이루어져 Monofixateur를 제거하였다(Fig. 3).

증례 3: 우측 경골 원위부 개방성 골절(제 I형)

이 46세의 남자는 교통사고로 우측 경골 원위부에 개방성 골절상을 입고, 내원하여 상처의 일차봉합과 함께 골절은 Monofixateur로 외고

Table 6. Period of bone union and Monofixateur external fixation

Type of fracture(by Guistilo)	Period of bone union(wks)	Period of fixation in monofixateur
Type I.	17.5	30.0
Type II.	29.3	30.0
Type III.	42.5	42.5
Mean period	32.5	35.5

Table 7. Definition of parameters in the follow-up examination

Fractors	A	B	C
I. Symptoms			
Ankle joint symptoms	Negligible	Moderate : some of function	Severe : clear loss of function
Aching or pain in area	None or slightly symptoms on exertion	Moderate symptoms	Severe symptoms ; pain of rest
Difficulty in walking	None	Mild subjective symptoms	Severe symptoms ; limp
II. Signs			
Skin condition	Normal	Slightly discolored	Ulcer of fistula ; persistent infection
Deformity	Normal	Slightly, not noticeable	Considerable, noticeable ; shortening > 1cm
Loss of knee movement	0 or < 10 degrees	10 to 20 degrees	> 20 degrees
Loss of ankle movement	0 or < 5 degrees	5 to 10 degrees	> 10 degrees

정을 하였다. 골 결손이 심해 수상후 4주에 골 이식을 실시하였고, 8주 부터는 dynamization 을 실시함과 동시에 부분 체중부하를 허용하였다. 수상후 7개월에 완전 골 유합 소견을 보여 외고정 장치를 제거하였다(Fig. 4).

증례 4: 우측 경골 근위부 개방성 분쇄골절 (제 I 형)

이 38세 남자는 교통사고로 경골 근위부에 개방성 분쇄골절상을 입고 내원하였으며, 내원 즉시 창상의 일차 처리후 곧 Monofixateur로 외고정 하였다. 이 환자는 신증후군으로 장기간 Steroid 제재를 복용하고 있었다. 수상후 2주에 조기 골 이식술을 실시하였으며, 수상후 8주에는 완전 체중 부하가 가능하였고, 수상후 7개월에는 Monofixateur를 제거하였다(Fig. 5).

결 과

골절 치유의 판정은 임상 및 방사선 소견을 기준으로 하되 외부 고정기구의 도움없이 완전 체중 부하가 가능하였던 시기를 유합시기로 정하였으며, 이 보고예에서의 골 유합시기의 범위는 15주에서 82주였고 평균 32.5주였다. 또한 Monofixateur 고정기간도 14주에서 82주였고 평균 35.5주였다.

분류법에 의한 제 I, II, III형의 골 유합시기 및 고정기간은 표 6과 같으며 각형에 따라 치유 기간에는 현저한 차이가 있었다.

Monofixateur 외고정은 치료성적은 19예중 원격 추시가 가능하였던 11예에 대해서 골절부의 국소소견과 관절운동력을 중점으로 평가(Karlström의 평가기준 : 표 7)하였다.

우수예(excellent)는 표 7에서와 같이 모든 지수가 A등급에 속하고, 양호(good)는 모든 지수가 B등급 이상, 보통(acceptable)은 어느 한지수만이 C이고 나머지는 A나 B일때, 불량(poor)은 하나 이상의 지수가 C등급 이상일때로 정하였다. 그 결과 우수가 4예, 양호가 2예, 보통이 2예, 불량이 3예였다.

치료중 발생한 합병증은 다발성 손상예가 많아 다양하였으나, Monofixateur 외고정으로 인한 합병증은 핀 주위염 3예, 슬관절 강직 1예, 족관절 강직 1예 등이었다. 그러나 다른 외고정 장치에서 흔히 볼수 있는 신경 혹은 혈관손상, 외고정장치의 부전증등의 합병증은 없었다.

고 찰

장관골의 개방성 골절은 심한 외력에 의해 발생되므로, 피부결손 및 기타의 연부조직 손상이 심하며, 또한 심한 골 분쇄 및 골 결손이 동반되므로 불안정 골절이 야기된다. 그리고 상처의 오염에 의한 감염이 빈번하므로, 치료에 많은 어려움이 뒤따른다. 개방성 골절의 치료는 창상에 대한 철저한 세척, 변연절제, 창상봉합, 피부 이식을 통한 적절한 개방창의 처치등에 뒤이은 정확한 정복, 견고한 고정, 골 이식을 통한 골절 자체의 치료로 이루어진다.

최근 10년간 위와같은 개방성 골절에 적합한 치료방법으로 금속 외고정법이 도입되어 널리 이용되고 있고, 좋은 치료결과가 보고되고 있다. 금속 외고정법은 1853년 Malgaigne¹⁵⁾가 처음으로 시도한 바 있고, 뒤이어 Lambott(1970)¹⁴⁾, Strader(1937)¹⁶⁾, Hoffmann(1939)등에 의하여 사용되었으나, 고정의 견고성이 부족하여 잊혀졌다.

근래에는 Adrey와 Vidal등이 개발한 Hoffmann system, A-O external fixator, Ace Fisher apparatus, Wagner device, Orthofix, Monofixateur등의 많은 외고정기구가 개발되어 이용되고 있고, 우리나라에서도 사용되고 있다. 최근의 외고정 기구들은 견고한 고정이 가능하며, 기구마다 다소 차이는 있으나, 골절의 형태에 따라 압박, 분리, 견인, 중립등이 가능하며 골절의 정복 뿐만 아니라, 전·후 방향의 각변형, 내외반 및 회전변형 등도 교정할 수 있게 되어있다.

금속 외고정법은 양측 외고정법과 일측 외고정법으로 양분되며 지금까지는 Hoffmann system과 양측 외고정법이 널리 사용되어 왔다. 그러나 양측 외고정법에 대한 경험이 축적되면서 다음과 같이 단점이 지적되었다. 우선 고정핀의 혈관 및 건손상, 구획증후군 등을 일으켜 침묵기형을 잘 초래하며, 상처치치, 골이식, 피부이식 등 2차적인 수술시에 불편하며, 조립된 외고정 기구의 부피가 커 족관절의 운동, 보행등에 지장을 초래하는 경우가 흔하다.

Kimmel¹³⁾등은 Hoffmann system의 조립이 복잡해 부정 유합율이 높고, 핀 주위감염의 빈도가 높음도 밝히고 있다. 또한 앞서 지적한 바와같이 양측 외고정법은 측면에서 고정해야 함으로 일상 활동시에 하퇴에 가해지는 전후 방향

의 굴곡 힘에 견고치 못한 역학적 단정도 있다.

이와같이 양측 외고정법의 단점을 고려하여 Behrens⁸⁾, Bastiani⁷⁾, Gotzen⁹⁾ 등은 일측 외고정 기구를 소개하고 있으며, 가볍고 작은 부피이면서 단순한 조립기구로, 핀 및 지주봉의 고정에 견고하고 동적축성부하(dynamic axial loading)가 가능하며, 측면 굴곡력 및 회전력에 강한 half-pin에 의한 일측 외고정기구가 가장 이상적인 금속 외고정기구라는데에 이들의 의견이 일치하고 있다.

저자들이 사용한 Monofixateur는 Gotzen이 개발한 일측 외고정 기구로 고정장치의 구조물과 기능상의 특징은 다음과 같다. 기본 구조물은 지주봉, clamping jaw, clamping block, serew로 구성되어 있으며, 지주봉은 굴곡 및 염전에 강한 사각형의 관으로 되어있다. Schanz screw는 직경이 커 6mm 지름의 해면골용 나사못(cancellous screw)과 5mm 지름의 피질골 나사못(cortical screw)이 있어 장관골의 반대편 골피질까지 회전되면서 완벽하게 조여지면, 고정기간동안 잘 이완이 되지 않도록 되어있다.

Schanz serew를 고정해주는 clamping jaw, disc, bridging clamp등의 연결기구가 다양해 원위부나 근위부의 짧은 골편에도 2개 이상의 screw를 쉽게 삽입할 수 있다.

Clamping jaw를 지주부에 연결해 주는 clamping block은 지주부의 전장을 자유로이 이동할 수 있어 수술시에 골절상태에 따라 압박, 중립등이 가능하고 조임나사를 풀면 체중 부하시 축성부하(axial loading)가 되므로 동적 및 정적 안정성(dynamic and static stabilization)이 가능한 특징을 갖는다.

Gotzen은 Monofixateur 고정시에 하지의 경우 골편에 2개씩의 Schanz screw를 삽입하여 전방에서 고정시키고, 지주봉과 골절된 골표면사이의 거리는 짧게(3~4cm) 유지시키며, 중간에 고정하는 2개의 Schanz screw는 가능한 한 골절선에 가깝게 삽입시키고, Schanz screw간에는 6cm의 폭을 두도록 권유하고 있다.

저자들의 Monofixateur로 치료하였던 19예에서 얻은 경험에 의하면 이 기구는 삽입 조작이 무척 간편하였고, 주 골절편에 각각 2개씩의 Schanz screw로도 견고한 고정이 유지되어, 수술 직후부터 관절운동이 가능하였고, 수술 후 2주부터 쌍장에 의한 부분 체중부하가 가능하였다.

또한 다양한 연결기구를 이용하여 골절편의 짧은 원위부와 근위부의 골절도 고정이 가능하였고, 연부조직 손상을 피하여 screw를 삽입할 수 있어 screw에 의한 연부조직 감염과 관절강직도 피할 수 있었다. 치료기간중 Monofixateur로 고정한 상태에서 피부이식술, 골 이식술등 이차적인 수술을 여러 차례 시도 하였으나, 고정기구가 간편해 수술조작이 용이하였고 술후의 상처 처치도 편리하였다.

Monofixateur 외고정법으로 치료한 본 예의 골 유합기간은 제 I, II, III형에서 현저한 차이가 있었으나, 평균 32.5주로 다른 외고정 기구를 사용하였던 보고와 큰 차이는 없었으나, 합병증은 3예의 핀 주위염, 한예의 관절자체의 손상에 의한 슬관절 강직 그리고 한예의 족관절 강직 뿐이었다.

결 론

저자들은 1984년 10월부터 1987년 2월 사이에 심한 연부조직 손상을 동반한 개방성 하지 골절에 Monofixateur 외고정 기구를 이용 치료하여 얻은 치료 성적은 다음과 같다.

1. 불안정 골절에 정적 안정(static stabilization) 안정상 골절에 동적 안정(dynamic stabilization)이 가능하였고, 필요에 따라 기구의 기능을 한 기능에서 다른기능으로 쉽게 바꿀수 있다.

2. 다른 금속 외고정 기구보다 상처치치를 용이하게 했고 이차적인 수술도 용이 하게 하였다.

3. 근위부 및 원위부의 짧은 골절편에도 견고한 고정을 제공 하였다.

4. 평균 골 치유기간은 32.5주 였으며, 제 I, II, III형의 골절 치유기간에는 현저한 차이가 있었다.

5. Screw 삽입시에 연부 조직의 손상을 피할 수 있었고, 핀 주위염과 관절강직등 합병증의 발생률도 낮았다.

6. Monofixateur기구는 단순하고 가벼우며, 조작이 간편하면서도 견고한 고정효과를 제공할 수 알 수 있었다.

REFERENCES

- 1) 김봉건, 유명철, 안진환, 오명환, 정인화 : Hoffmann씨 외고정 장치를 이용한 골절치료.

- 대한정형외과학회지, 14-4 : 634-642, 1979.
- 2) 장사상, 전병천, 김연일, 최창욱, 김학현 : *Hoffmann* 외고정술의 임상적 고찰. 대한정형외과학회지, 17-5 : 964-626, 1982.
 - 3) 홍윤표, 안중국, 조현오, 김병직, 권철수, 서광운 : 외고정 장치에 의한 골절치료의 경험. 대한정형외과학회지, 17-4 : 617-625, 1982.
 - 4) 유명철, 배대경, 조일형, 이방섭 : 경골간부 골의 외고정 치료법. 대한정형외과학회지, 20 : 477, 1983.
 - 5) 김준영, 최영안, 최영출 : 경골간부 골절에 대한 임상적 고찰. 대한정형외과학회지, 22-3 : 627-637, 1987.
 - 6) Adrey, J. : *Le fixateur externe d'Hoffmann couple' en cadre*. Paris : Gead. 1970.
 - 7) Bastiani, G. : *The treatment of fractures with a dynamic axial fixator*. J.B.J.S. 66-B, 538-545, 1984.
 - 8) Behrens, F. : *Unilateral external fixation for severe lower extremity lesion Concepts in external fixation*. Grune and Stratton : 279-291.
 - 9) Gotzen, and L. Tscheme, H. : *Fracture with soft tissue injuries*. 10-29, Spriger-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo.
 - 10) Gustilo, P.B. and Anderson, J.T. : *Prevention of infection in the treatment of 1025 open fracture of long bones*. J.B.J.S., 58-A : 453, 1976.
 - 11) Kalström, Goran and Olerud, Sven : *Fracture of tibia shaft. A crinical evaluation of treatment alternatives*. Clical Orthop. 105 : 82-115, 1974.
 - 12) Kalström, Goran and Olerud, Sven : *Per-cutaneous pin fixation of open tibial fractures, Double frame anchorage using the Vidal-Adrey method*. J.B.J.S., 57-A, 915-924, 1975.
 - 13) Kimmel, R.B. : *Results of treatment using the Hoffmann external fixator for fractures of the tibial diaphysis*. J. Trauma. 22 : 906-965, 1982.
 - 14) Lambotte, A. : *L' intervention operatoire dans les fractures*, p3, Lamartin, Brussels, 1907.
 - 15) Malgaigne, J.F. : *Considerations Cliniques sur les fractures de la rotule et leur traitement par les griffe*. J. Connaissances Med. Pratiques, 16 : 9. 1853-1854.
 - 16) Strader, O. : *A preliminary announcement of a New Method of Treating fractures*. North Am Vet 18 : 38, 1937.
 - 17) Vidal, J. Rabischong, P. and Bonnel, F. : *Etude biomechanique de fixateur externe d'Hoffmann dans les fractures de jambe*. Montpllier Chir. 16 : 43, 1970.
 - 18) Vidal, J., Buscayret, C., Connes, H., Paran, M. and Allieu, Y. : *Traitement des fractures ouvertes de jambe par le fixateur externe en double cadre*. Rev chir Orthop. 1976 : 62(4) : 433-48.