

## 외고정장치에 의한 골절치료의 경험

인제医科大学대학부속 백병원 정형외과

홍윤표 · 안종국 · 조현오 · 김병직 · 권철수 · 서광윤

= Abstract =

### The Treatment of Fractures by the External Skeletal Fixation Devices (Hoffmann Apparatus, Pin and Resin Fixation)

Yoon-Pyo Hong, M.D., Jong Gook Ahn, M.D., Hyon Oh Cho, M.D., Byung Jik Kim, M.D.,  
Chil Soo Kwon, M.D. and Kwang Yoon Seo, M.D.

*Department of Orthopedic Surgery, Inje Medical College, Paik Hospital, Seoul, Korea*

We have employed the external skeletal fixation devices, that is Hoffmann apparatus and Pin and Resin fixation method, for the treatment of 44 cases of long bone fractures from Dec. 1978 to Dec. 1981. The following are our impressins.

1. Hoffmann apparatus and Pin and Resin fixation method proved to be effective and useful measure for the management of fractures of long bones, particularly in cases of the open tibial fractures.
2. Employing the Hoffmann apparatus to the tibial model, the possible limit of correction of the fracture alignment was calculated. It was found that the average angle of correction of deformity can be managed up to 20 degrees in varus and valgus deformity, 70 degrees in anterior angulation, 40 degrees in posterior angulation and 70 degrees in rotation.
3. Pin and Resin fixation method is one of effective means in immobilization of long bones. It is simple to apply, easy to manipulate and inexpensive while offering fair fixation without much complications and therefore we recommend the method as the best alternative to expensive Hoffmann apparatus.
4. The complications of Hoffmann apparatus and Pin and Resin fixation method were pin tract infections and ankle stiffness which were generally minor and prevented by more careful aseptic technique and encouraging early joint motion.

**Key Words:** Hoffmann apparatus, Pin and Resin fixation method, Fracture treatment.

### I. 서 론

골절치료의 한 방편으로서의 외고정장치는 1853년 Malgaigne<sup>15)</sup>가 슬개골 골편을 고정하기 위하여 처음 시도한 이후 1930년대 Anderson<sup>2)</sup>, Stader<sup>19)</sup>, Lewis<sup>14)</sup>, Haynes<sup>8)</sup>, Hoffmann<sup>9)</sup> 등에 의하여 많은 방법과 기구가 소개되어 왔으나, 견고한 외고정의 목적이 달성되지 않는 결함이 있어 널리 이용되지 못하였다. 1967년 Vidal<sup>20)</sup> 본 논문은 제226차 정형외과 월례집담회에서 발표되었음.

등이 원래의 Hoffmann system을 개조하여 Quadrilateral을 사용한 바 외고정장치로써의 안정성을 얻을 수 있어 개방성 및 분쇄골절 치료에 많은 성과를 거둔후 점차 널리 보급되는 추세에 있다.

외고정장치의 장점은<sup>1,5,6,12,16,20)</sup> 상처치치가 용이하고, 골절부의 고정이 견고하며, 주위관절의 조기운동을 가능케 하며, 환자의 운동성 증가, 장치의 착용후 골절부 조작등이 가능하여 다발성 외상환자에서 조기치료 및 개방성 골절환자에서 종래의 석고고정방법이 매우 불편했던 예에서 효과적으로 사용할 수 있다는 점등이다.

본 교실에서는 1978년 12월부터 1981년 12월까지 만 3년간, Hoffmann 외고정장치를 사용하여 주로 심한 연부조직 손상을 동반한 하지 장관골골절 20례를 치료하였고, 한편 하지 장관골골절 및 상박골골절 24례에서는 Pin and resin 고정법을 사용 치료하여 이들의 장점과 단점등을 관찰하였으며 이를 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다. 한편 저자들은 실험적으로 경골 모델을 이용, Hoffmann 장치를 착용시 골절부위의 교정가능한 각도에 관하여 이론적으로 연구한 바, 아울러 이를 보고하는 바이다.

## II. 재료 및 방법

### 1) Hoffmann 장치의 구조 및 사용방법

Hoffmann 장치는 4개의 Universal ball joints, 4 개의 Adjustable connecting rods, 4 개의 Articulation coup-

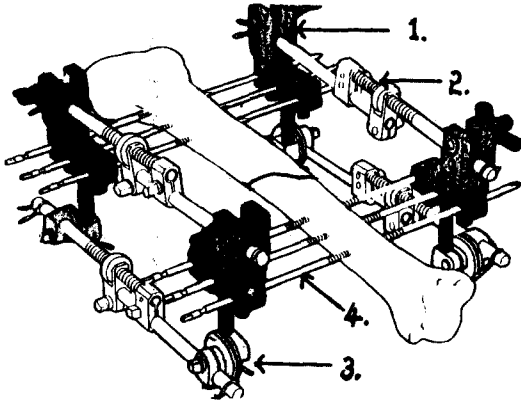


Fig. 1. Components of Hoffmann apparatus.

1. Four universal ball joints
2. Four adjustable connecting rods
3. Four articulation couplings
4. Transfixation pins

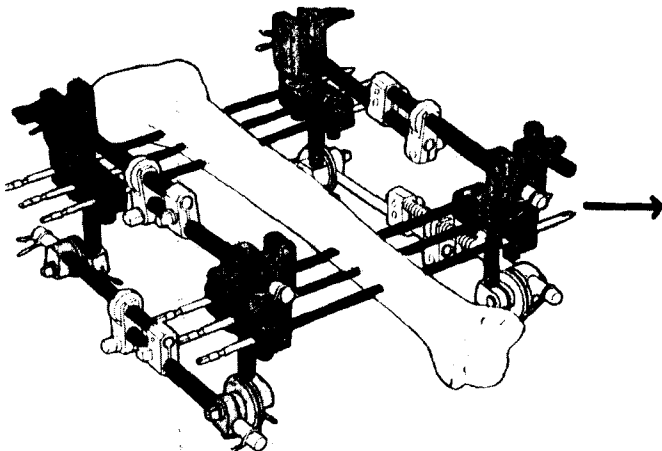


Fig. 3. Basic concept of correction of angle of Hoffmann apparatus. Four-Bar-Linkage System

lings, 골절부의 근위 및 원위 골면에 삽입하는 직경 4mm의 핀들로 구성되며 이들의 착용을 위한 보조기구들이 있다 (Fig. 1).

Hoffmann 장치의 착용방법은 골절부의 근위 및 원위 골면에 각각 3개의 transfixation pin들을 삽입한후 Universal ball joints와 rod로 고정하고 upper frame을 착용하고, 4개의 Articulation couplings에 Adjustable connecting rod를 착용한후 이들 결합부를 단단히 조인 후 Adjustable connecting rod에 달린 나사를 조절하여 compression, distraction 혹은 neutralization의 효과를 얻어 골절을 정복하였다. 핀 삽입시 주의할 점은 골절된 골의 장축에 직각으로 삽입하여야 정복이 용이하며, 장관골의 횡단면의 가장 넓은 부위인 중앙을 통과하여야 견고한 안정성을 얻을 수 있으며 핀 삽입시 피부절개를 하여 피부손상을 적게 줌으로서 후에 핀 주위감염을 줄일 수 있다<sup>5,10,12)</sup>. 또한 도수정복으로 적절한 정복을 얻

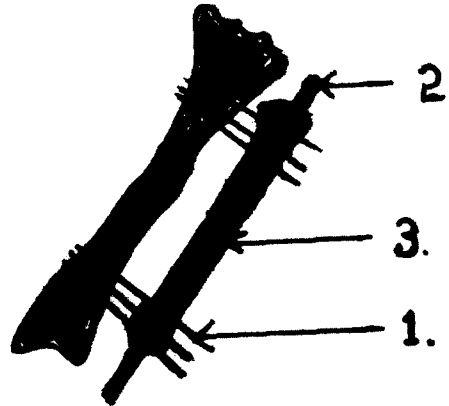


Fig. 2. Components of pin and resin.

1. Half pins (Knowles Pin)
2. Connecting rod and wire
3. Resin

은후 핀을 삽입함으로써 후에 조절할 때 피부의 긴장을 줄일 수 있다. 후처치로는 연부조직 종창을 줄이기 위하여 압박붕대를 감은후 인접관절 특히 경골골절시 족관절의 중력에 의한 침적변형을 예방하기 위하여 중립위치에서 족관절 고정을 시행하고 능동 및 수동 관절운동을 시켜 능동 배굴이 가능해지면 고정을 제거하였으며 인접관절의 조기운동을 권유하였다. 핀주위 상처치료는 처음 수주일간은 삼출액이 있으므로 가제로 덮어둔후 완전히 건조시키고 그후 매일 2~3회 과산화수소로 깨끗이 닦아주고 가피가 있으면 제거하여 감염예방에 유의하였다.

## 2) Pin and resin 의 구조 및 사용방법

Pin and resin 의 구조 (Fig. 2) 는 Half pin, Connecting rod 와 resin 으로 구성되게 되는데, 저자들이 사용한 실물은 Half pin 으로는 Knowle's pin 을 Connecting rod 는 iron bar 나 Küntscher nail 을, resin 은 치과용 resin 을 사용하였다.

Pin and resin 은 주로 개방성골절시 변연절제술을 시행한후 상처치료의 용이, 정복유지등을 위하여 창상의 봉합전에 완전한 정복내지 골편의 상대적 위치를 정확하게 유지시키면서 삽입고정 하였다. 즉, 변연절제술 시행후 육안적으로 골편을 정복한후 근위 및 원위 골편에 3개 혹은 그 이상의 Knowle's pin 들을 삽입하였는데, 안정성을 증가시키기 위하여 핀의 삽입부들이 삼각형이 되도록 하였고, 이를 metal bar 와 먼저 wire 로 묶어 움직이지 않게 한 후 resin 으로 핀과 metal bar 를 한 덩어리로 싸서 resin 이 고체화 될때까지 기다린후 창상의 상태에 따라 봉합 또는 창상을 개방하여 치료하였다. 그외에 골절의 관혈적정복 및 금속내고정술의 합병증으로 감염된 예에서 먼저 Pin and resin 으로 외고정을 한후 금속내고정을 제거하고 감염부위를 치료하였다. 핀 삽입방향은 경골의 경우 이차적수술을 고려하여 전내측 혹은 전외측에 삽입하였으며, 대퇴골의 경우 전외측에 삽입하여 이차적수술이 용이하고 혈관 및 신경손상을 피하도록 노력하였다. 피부와 rod 사이의 거리를 최소 2.5cm 이상이 되도록 하여 이차적수술시 장애가 없도록 하였다.

## III. Hoffmann 장치 사용시 골절의 교정 가능성에 관한 이론적 측정

Quadrilateral frame 의 장점은 이를 착용후 varus-valgus, anterior-posterior angulation 및 rotation 의 교정이 가능하고 골절부위에 compression, neutralization, distraction 을 할 수 있다는 점이다. 저자들은 이러한 교정이 일상적으로 사용되는 Quadrilateral frame 에서 어느정도 가능한가를 측정하였다. 즉 varus-valgus 및

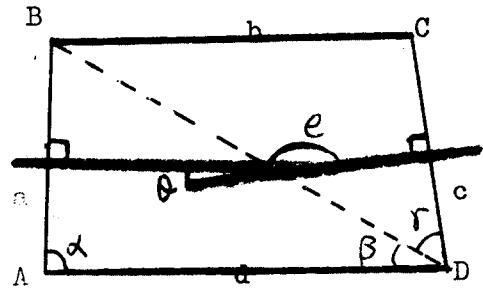


Fig. 4. Four-bar-linkage system

\*\*  $\theta$ ; angle of correction

a,c; length of pin between universal joints

b,d; length of connecting rod

anterior-posterior angulation 은 공학적으로 four-bar-linkage system 에 의하여 산출하였으며 (Fig. 3,4) rotation 은 Universal joint 를 풀기 전에는 불가능하며 transfixation pin 을 삽입하는 각도와 관계가 있었다. 그외에 교정가능 각도에 영향을 미치는 인자로는 골 및 연부조직의 상태, transfixation pin 의 bending property, Hoffmann 장치의 금속성분등이 있으나 이들의 정확한 측정은 기술적으로 매우 어려운 뿐 아니라 매우 근소하여 무시 하였다. 저자들이 실험에 사용한 Hoffmann 장치는 Howmedica 사 제품으로 실험의 편의상 경골을 모델로 한국과학기술원의 협조를 얻어 다음과 같은 결과를 얻었다.

Four-bar-linkage system 에 영향을 미치는 인자로는 1) 각 connecting rod 의 길이 2) 고정된 뼈와 universal joints 사이의 transfixation pin 의 길이 3) 골절부위와 transfixation pin 간의 거리등이며 connecting rod 의 길이는 300 mm 이나 실제 사용되는 길이는 200 mm 내외이며 transfixation pin 의 길이는 250 mm 이나 실제 사용가능한 길이는 180 mm 내외이었으며 골절부위와 transfixation pin 간의 거리는 편의상 경골 중 1/3부위의 골절에서 측정하여 100 mm 내외이었다.

### 1) varus-valgus 의 교정가능 각도

Four-bar-linkage system 을 최대로 할 경우 40° 까지 교정이 가능하였으나 임상적으로 가능한 각도는 20° 미만이었다.

### 2) 전방 및 후방만곡의 교정가능 각도

이론적으로 전방만곡은 약 100° 까지 교정 가능하였으나 임상적으로 가능한 각도는 70° 이었으며 후방만곡에서도 기구자체의 제한으로 40° 까지 가능하였다.

### 3) rotation 의 교정

이는 4 개의 universal joint 를 모두 풀어서만 교정이

가능하며 교정후 안정성의 문제가 있어 임상적으로는 70° 이내에서만 가능하였다.

#### IV. 임상증례 분석

1978년 12월부터 1981년 12월까지 본 인체의과대학부속 백병원 정형외과에 입원 치료를 받았던 44례에 대하

여 분석 검토하였다.

##### 1) 연령 및 성별분포

총 44례의 골절환자중 Hoffman 장치를 사용하여 20례, Pin and resin 을 사용하여 24례를 치료하였으며 이 중 21세에서 50세 사이의 남자가 34명으로 가장 많았다 (Table 1).

Table 1. Age and Sex distribution

Age	Male		Female		Total
	Hoffmann	Pin & resin	Hoffmann	Pin & resin	
11-20	—	1	1	—	2
21-30	7	7	1	2	17
31-40	4	5	1	—	10
41-50	3	5	—	2	10
51-60	2	1	—	1	4
61-70	1	—	—	—	1
Total	17	19	3	5	44

Table 2. Location and type of injuries

Location	Type	No. of cases		Total
		Hoffmann	Pin & resin	
Tibia	Open Fx.	13	11	24
	Communitied Fx.	1	2	3
	Infected nonunion	2	2	4
Femur	Infected nonunion	1	6	7
Pelvis	Unstable Fx.	2	1	3
Humerus	Infected nonunion	—	2	2
Knee	Arthrodesis	1	—	1
	Total	20	24	44

Table 3. Associated injury

Associated injury	No. of cases
Ipsilateral lower limb injury	13
Other limb injury	7
Brain injury	2
Spine injury and paraplegia	1
Pelvic bone Fx with femur neck Fx.	1
Total	24

Table 4. Procedures during the external fixation devices application

Procedure	No. of cases		Total
	Hoffmann	Pin & resin	
Skin graft	10	9	19
Bone graft	8	6	14
Rotational flap	1	1	2
Cross legging	1	—	1
Total	20	16	36

## 2) 손상형태와 부위

총 44례중 경골에 31례를 착용하였으며 이중 개방성 골절이 24례로 가장 많았다. 대퇴골에 착용한 7례는 모두 감염으로 인한 불유합이었으며 골반골의 불안정골절에 Hoffmann 장치 2례, Pin and resin 1례를 착용하였으며, 1례는 Knee joint arthrodesis 시 석고고정을 얹고 Hoffmann 장치를 사용하였다 (Table 2).

## 3) 동반손상

타부위의 동반손상으로는 동측 하지의 손상이 13례, 동측 하지를 제외한 타부위의 사지손상이 7례, 뇌좌상과 하지마비를 동반한 척추손상과 대퇴경부골절을 동반한 골반골절이 각각 1례로써 총 24례 이었다 (Table 3).

## 4) 이차적치료

외고정장치 착용중 다른 치료를 병행할 수 있었으며 피부이식 19례, 골이식 14례, rotational flap skin graft 2례, cross legging 1례로써 총 36례 이었다 (Table 4).

## 5) 병발증

총 44례중 핀 삽입부의 감염이 4례, 족관절 경직이 3례, 침적변형이 1례였으며 그원인으로 하퇴의 전반부 근육손상을 생각할 수 있었으나 이는 외고정장치 사용초

Table 5. Complication

	No. of cases		Total
	Hoffmann	Pin & resin	
Pin tract infection	1	3	4
Ankle stiffness	2	1	3
Cavus deformity of foot	—	1	1
Loss of reduction	—	—	—
Total	3	5	8

기의 합병증이었으며 후반기에는 족관절고정 및 조기운동으로 이들 합병증은 예방 가능하였다. 한편 외고정장치 착용중 골절정복 유지에 실패한 예는 없었다 (Table 5).

## 증 례 보 고

### 증례 1

62세 남자로서 교통사고로 수상 1주일후 본원에 이송된 환자로 우측 대퇴골골절과 우측 경골 개방성 분쇄골절 및 좌측 하지 괴사현상이 보여, 좌측은 슬관절 상부 절단을 시행하고 우측은 Hoffmann 장치를 착용하여 5개월간 유지시켰다. 그동안 동측 대퇴골의 관혈적정복

Fig. 5 Case 1.; 62/M, Open communitated fracture of the right tibia combined with ipsilateral femur fracture, A; Before application of Hoffmann apparatus, B; After application of Hoffmann apparatus, C: Post-op. 32 months.

술을 시행하고, 우측 하퇴부에 수차에 걸쳐 피부이식 및 골이식을 시행하였다. 수상후 32개월에 경골의 유합이 이루어졌으며 그간 슬관절의 조기운동으로 운동범위는

0°에서 90°로 유지되었다(Fig. 5).  
증례 2

**Fig. 6 Case 2.;** 17/M, Pathologic fracture of right femur due to chronic osteomyelitis, **A;** Pre-op X-ray, **B;** After application of Hoffmann apparatus, **C;** Post-op 4 months.

**Fig. 7 Case 7.;** 48/M, Infected tibia fracture after open reduction and internal fixation with plate and screw, **A;** Immediate post-op. X-ray after application of Pin and Resin, **B;** Post-op 1 month.

**Fig. 8 Case 4.; 57/F, Infected femur fracture after open reduction and internal fixation with homogenous bone graft and scrw, A; Pre-op X-ray, B; Immediate post-op. X-ray after application of Pin and Resin, C; Post-op 11 months, D; After removal of Pin and Resin.**

17세 남자로 우측 대퇴골에 만성 화농성골수염으로 saucerization을 시행한 후 외상으로 병적골절을 일으켜 Hoffmann 장치를 착용하고 2개월후 골이식을 시행하여 수상후 6개월에 골유합을 볼 수 있었으며 슬관절 운동 범위는 0°에서 120°를 유지하였다(Fig. 6).

### 증례 3

48세 남자로서 교통사고로 좌측 경골골절을 일으켜 타 병원에서 금속판 및 나사로 관혈적정복술을 시행한후 감염이 일어나 본원에 전원된 예로 Pin and Resin 외고정을 한후 금속내고정물을 제거하였다. 그후 피부이식을 시행 창상치유후 편을 제거 PTB 석고붕대고정으로 교환 하였다(Fig. 7).

### 증례 4

57세 여자로서 타병원에서 대퇴골골절의 관혈적정복술을 시행하였으나 불유합이 있어 비골이식과 금속나사로 내고정을 하였으나 감염이 발생하여 본원에 전원되었다. Pin and Resin 고정법을 시행한후 금속나사와 감염된 비골을 제거하여 감염을 배제한후 골이식을 시행하였다. 본 예는 Pin and Resin을 16개월간 유지하였으나 그간 편주위감염이나 loosening 등이 없었으며 골유합이 만족스럽게 진행되었다(Lig. 8).

**Fig. 9 Case 5.; 17/M, Right open tibia fracture with ipsilateral femur fracture. Photograph revealing range of knee motion in extension and flexion 7 days after operation.**

17세 남자로서 교통사고로 우측 대퇴골골절 및 동측 개방성 경골골절로 입원한 환자로써 하퇴부 변연절제술 및 경골의 Pin and resin 고정법을 시행하였으며 2주후 대퇴골의 관혈적정복술을 하였다. 종래의 석고고정방법으로는 대퇴골 관혈적정복술이 매우 불편한 경우였으며 수술후 조기 슬관절운동으로 운동범위는 0°에서 130°로 유지되고 경골의 골유합도 만족스럽게 진행되었다(Fig. 9).

## V. 고 찰

장관골의 광범위 연부조직 손상을 동반한 개방성골절의 치료에 있어서 석고고정의 사용은 고정의 불안정, 상처치치의 곤란 및 병행수술을 시행할 필요가 있을때 많은 어려움이 있어, 이에 대한 한 방편으로 외고정술이 여러형태로 개발되어 사용되어 왔다. 외고정술에 대해서는 문헌상 최초 보고로는 1853년 Malgaigne<sup>15)</sup>가 슬개골 골편을 고정하기 위하여 "claw"를 사용하였고, 1907년 Lambotte<sup>13)</sup>는 골절의 근위부 및 원위부에 solid rod를 삽입하여 외고정장치로 이들을 연결하였으며, 1934년 Anderson<sup>2)</sup>이 외고정장치를 개발하여 사용하였으나 고정의 견고성이 결여되어 성공률이 낮았고, 1937년 Stader<sup>19)</sup>등이 Stader splint를 개발하였는데 이는 pin and plaster 방법이었으며, 1938년 Hoffman<sup>9)</sup>이 외고정장치를 개발하여 Osteotaxis라 명명하였다. 이러한 외고정장치는 이차대전중 개방성골절의 처치 및 부상자 후송에 많이 이용되었으나 무모한 사용으로 component failure가 많고 불유합 및 핀주위감염으로 인한 골수염이 빈발하여 급기야 1943년부터 외고정장치의 사용을 규제하기에 이르렀다. 그후 점차 잊혀가던중 1970년 Vidal<sup>20)</sup>과 Adrey<sup>3)</sup>가 Hoffmann의 Osteotaxis를 개량하여 Quadri-lateral frame으로 고정하여 더욱 견고한 안정성을 얻게 되어 좋은 결과를 얻게되자 다시 각광을 받게되었다.

Hoffmann장치는 근래 metallurgy의 발달로 많이 개량되어 원래의 것보다 40배 이상의 안정성을 얻을 수 있다고<sup>6, 12)</sup> 하였으며 이기구의 장점은<sup>4, 5, 12)</sup> Osteotaxis (mobility of the limb), compression, neutralization, distraction을 줄 수 있으며 창상치치가 용이하며, 이들 기구의 각 부분을 조정하여 입체적인 교정이 가능하다는 점등이다. 그러나 저자들이 이 Hoffmann장치를 실제 임상에서 사용하는데 있어 varus-valgus, anterior-posterior angulation과 rotation의 교정이 골절단면의 변화등으로 어려운 경우가 있어 이론상 어느정도 교정이 가능한지를 규명하기 위하여 과학기술원의 협조를 얻어 저자들이 사용하는 기구를 이용 경골을 모델로 하여 계속해 본 결과 varus-valgus의 교정은 약 20°이하의 교정이 가능하였고,

anterior angulation은 최대 7°가 가능하며 posterior angulation은 40°까지 교정 가능하였다. rotation의 교정은 기구를 착용시킨후 4개의 articulation coupling과 universal ball joint를 조인 상태에서는 불가능하고 이들을 모두 풀어둔 상태에서만 가능하였다. 그래서 rotation 교정각도는 transfixation pin들을 골에 삽입한후 전기 기구들을 연결가능케 하며 견고한 외고정을 얻을 수 있게 되는 상태를 의미하는데 이는 70°까지 가능하였다.

Hoffmann장치의 적응증으로는<sup>5, 7, 11, 12, 17)</sup> 심한 연부조직 손상을 동반한 개방성골절, 심한 분쇄성골절, 관절 유합술, 관절내감염, 감염된 골절의 불유합의 고정에 주로 사용되나 골절과 동반된 혈관 및 신경손상으로 인해 이들을 봉합한후 봉합부를 보호하기 위한 골절의 외고정 방법으로, 또 cross legging skin graft나 골절의 교정에도 사용 가능하다. 저자들은 경골의 심한 연부조직손상을 동반한 분쇄성골절에 있어서 Hoffmann장치를 착용하여 neutralization을 얻은후 창상치치를 용이하게 할 수 있었으며 피부이식과 골이식을 시행하여 창상치유는 물론 감염을 일으키지 않고 골유합을 얻은 예가 있었고, 대퇴골 하1/3 부위에 골수염으로 saucerization수술 시행후 약화된 골에 병적골절을 일으킨 예에서 Hoffmann장치를 착용하여 compression을 얻고 골이식술을 시행하여 골유합의 완성과 함께 조기관절운동 허용으로 슬관절의 운동범위를 만족스럽게 유지할 수 있었다.

한편 합병증으로 핀주위감염, 족관절강직, 침묵변형 등이 있었으나, 사용초기의 합병증이었으며 무균적 조작 및 착용중 세심한 주의를 함으로써 핀주위감염을 예방할 수 있었으며 조기체중부하를 허용하여도 기구의 파손 및 골절부의 전위는 없었다.

Pin and Resin고정법은 Denham, Oxford device와 비슷하게 Half pin을 이용한 외고정장치로써 조<sup>11)</sup>, Inoue<sup>12)</sup>등은 개방성골절, 불유합등에 사용 보고한 바 있다. 이 외고정방법은 착용후 compression, distraction등 조작이 불가능하고 Hoffmann장치만큼 외고정이 견고하지 못한 점은 있으나 골절의 근위부 및 원위부에 핀삽입부를 삼각형으로 함으로써 비교적 견고한 고정이 가능하며 장착이 용이하고, 핀삽입으로 인한 연부조직손상이 적고 비용이 적게든다는 점등 우리 실정에 맞는 장점도 많이 권장할만한 방법이라고 사료된다.

저자들은 경골골절에 있어서 pin and Resin고정술을 시행한후 조기관절운동을 허용하였으나 pin loosening은 대개의 경우 일어나지 않음을 확인하였으나 체중부하까지는 허용하지 않았다. 또 대퇴골 중1/3 부위에 골절 및 골감염이 있을 경우 Hoffmann장치로는 transfixation pin이 대퇴부 내측을 관통하여 혈관손상의 위험이 있으나 pin and Resin은 대퇴부 외측에만 Half pin을 삽입하



므로 안전하고 고관절 및 슬관절의 조기운동을 허용할 수 있어 큰 이점이 있음을 알았다. 또한 동측의 대퇴골 골절과 동반된 경골의 개방성골절시 초기에 경골골절에 변연절제술 및 pin and Resin을 시행하면 후에 대퇴골골절의 관혈적정복시 종래의 석고붕대고정 방법보다 조작이 간편한 이점이 있었다.

한편 합병증은 Hoffmann 장치와 비슷하나, 착용중 골절면의 전위는 없었다.

#### IV. 결 론

본 인체의과대학 정형외과교실에서는 1978년 12월부터 1981년 12월까지 Hoffmann 장치를 장착한 20례의 골절과 pin and resin 고정법을 이용한 24례의 골절환자를 치험한 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

1). Hoffmann 외고정장치는 광범위 연부조직 손상을 동반한 경골골절에 있어 장착이 간편하고 골절의 고정을 유지하면서 합병하는 창상의 처치, 피부이식 및 골이식 등을 가능케하며 또한 관절의 조기운동을 도모할 수 있다.

2). Hoffmann 외고정장치의 착용시 골절면의 입체적 교정이 이론상 어느정도 가능한지 경골을 모델로하여 고정각을 측정한바 varus-vlagus는 20°, anterior angulation 70°, posterior angulation 40°, rotation 70°였다.

3). pin and resin 고정법은 Hoffmann 장치만큼 외고정이 견고하지는 못하나, 핀삽입을 삼각형으로 하여 비교적 견고한 고정을 얻을 수 있었으며 창상처치 용이, 조작편리, 신경혈관손상등 연부조직손상의 위험이 적으며 특히 비용이 적게 들어 우리 실정에 맞는 펍 경제적인 점이 있어 권장할만한 외고정방법으로 사료되었다.

4). Hoffmann 외고정장치와 pin and Resin 고정법의 합병증으로는 핀주위감염, 침착변형등이 있었으나 경미하던지 세심한 주의와 조기관절운동으로 예방이 가능하였으며 골절정복 유지에 실패한 예는 없었다.

참기 : Hoffmann system의 고정가능각의 이론적 산출에 있어 협조해주신 과학기술원 제위에게 감사하는 바이다

#### REFERENCES

- 1) 조 현오 : Pin and resin을 이용한 개방성 경골 골절의 치료, 부산의사회지, 제 17권 : 7-10, Feb, 1981.
- 2) Anderson, R.: *An Automatic Method of Treatment for Fractures of the Tibia and Fibula. Surg., Gynec.* and *Obstet.*, 58:639-644, 1934.
- 3) Adrey, J.: *Le fixateur externe d'Hoffmann couple' en cadre. Paris: Gead. 1970.*
- 4) Charnley, J.C.: *Positive pressure in Arthrodesis of the Knee Joint. J. Bone and Joint Surg.*, 30-B:478-486, 1948.
- 5) Connes, H.: *Hoffmann's External Anchorage. Techniques, Indication and Results. Edition Paris: Gead. 1977.*
- 6) Dwyer, N. ST. J. P.: *Preliminary Report upon a New Fixation Device for Fractures of Long Bones. Injury.* 5:141-144, 1973.
- 7) Fellander, M.: *Treatment of Fractures and Pseudoarthroses of the Long Bones by Hoffmann's Transfixation Method (Osteotaxis). Acta Orthop. Scand.*, 33:132-150, 1963.
- 8) Haynes. H.H.: *Treating Fractures by Skeletal Fixation of the Individual Bone. South Med. J.*, 32:720-724, 1939.
- 9) Hoffmann, R.: *Rotules a so pour la reduction dirigeee nonsanlante des fractures. In Congres Francois de Chirurgie. 1938.*
- 10) Jorgensen, T.B.: *Measurements of Stability of Crural Fractures Treated with Hoffmann Osteotaxis 2, Measurements on Crural Fractures. Acta Orthop. Scand.*, 43:201-218, 1972.
- 11) Kanrlström, G. and Olerud, S.: *Fractures of the Tibial Shaft. A Critical Evaluation of Treatment Alternatives. Clin. Ortho.*, 105:78-85, 1974.
- 12) Karlström, 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.
- 13) Lambotte, A.: *L'intervention operatoire dans les fractures. Paris: Moloin. 1907.*
- 14) Lewis, K.M., Breidenbach, L. and Stader, O.: *The Stader Reduction Splint for Treating Fractures of the Shafts of the Long Bones., Ann. Surg.*, 166:623-639, 1942.
- 15) Malgaine: *Considerations cliniques sur les fractures de la rotule et leur traitement par les griffes. J. conn. Méd. pract.*, 16:9-12, 1853.
- 16) Naden, J.R.: *External Skeletal Fixation in the Treatment of Fractures of the Tibia. J. Bone and Joint Surg.*, 31-A:586-598, 1949.

- 17) Nicoll, E.A.: *Fractures of the Tibial Shaft, A Survey of 705 Cases*, *J. Bone and Joint Surg.*, 46-B:373-387, 1964.
- 18) Shiro Inoue: *The electrical induction of callus formation and external skeletal fixation using Methyl Metahacrylate for delayed union of open tibial fracture with segmental loss*. *Clin. Orthop.*, 124:92-96, 1977.
- 19) Stader, O.: *A Preliminary Announcement of a New Method of Treating Fractures*. *North Am Vet* 18:37-38, 1937.
- 20) Vidal, J., Rabischong, P. and Bonnel, F.: *Etude biomechanique de fixateur externe d'Hoffmann dans les fractures de jambe*. *Montpellier Chir.* 16:43, 1970.