

외고정장치를 이용한 하지의 골절치료(예보)

국군수도통합병원 정형외과

송 주 호 · 김 회 민

= Abstract =

Treatment of Lower Limb Fractures by External Skeletal Fixator (Preliminary report)

Ju-Ho Song, M.D. and Hoi-Min Kim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Capital Armed Forces General Hospital, Seoul, Korea

A consensus of current surgical practice favors external skeletal fixation in the patients with open fractures, where it can be difficult to achieve a good position and fixation by the usual methods and ipsilateral multiple fractures where it is desirable to avoid prolonged immobilization of adjacent joints.

From March, 1979 to December, 1981, 34 patients with lower limb fractures were treated by the method of external skeletal fixator. 22 patients had open comminuted fractures with extensive soft tissue injuries and 12 patients had multiple fractures which were difficult to reduce and maintain in alignment. In the 30 patients which could be assessed, the final result was excellent or good in 23 patients, acceptable in 5 patients, and poor in 2 patients.

Key Words: External Skeletal Fixator, Difficult Lower Limb Fractures.

I. 서 론

하지 골절에서 심한 연부조직 손상이나 분쇄골절로 인해 골절의 정복과 유지가 어려운 개방성 골절과 장기간 고정으로 인한 인접 관절의 운동장애를 초래할 수 있는 다발성 골절을 가진 환자의 치료에 최근 외고정장치를 많이 이용하고 있다.

저자들은 1979년 3월부터 1981년 12월말까지 국군수도통합병원 정형외과에 입원가료하였던 심한 연부조직 손상을 동반한 개방성 분쇄골절 22예 환자와 다발성 골절 환자 12예에 본 정형외과학교실에서 고안제작한 외고정장치를 이용하여 좋은 치료결과를 얻었으므로 증례 분석 및 성적을 보고하는 바이다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

1979년 3월부터 1981년 12월말까지 만 2년 9개월간

국군수도통합병원 정형외과에 입원가료한 바 있는 심한 연부조직 손상을 동반한 개방성 분쇄골절 환자 22예와 다발성 골절 환자 12예를 대상으로 하였다.

2. 성별 및 연령

전부 남자 군인이었으며 연령은 19에서 54세 사이였고 20세에서 40세 사이가 27예(79%)로 대부분이었다 (Table 1).

3. 골절부위 및 골절형태

34예중 경골 골절이 29예(85.3%), 대퇴골 골절이 5예(14.7%)였고 개방성 골절이 30예(88.2%)로 피부와 연부조직 손상정도로 다른 분류에 의해 Type 1이 7예(23.3%), Type 2가 20예(66.7%), Type 3이 3예(10.0%)였다. 다발성 하지 골절 12예는 모두 동측이며 개방성 골절은 8예 이었다 (Table 2).

4. 동반 골절

외고정장치를 이용 치료하였던 대퇴골 및 경골 골절에

동반된 손상은 두개골 골절이 4 예 고관절부, 족관절부 및 늑골 골절이 각각 3 예 등 총 17 예였다. (Table 3) (Fig. 1).

5. 손상원인

교통사고가 17 예(50%)로 제일 많았고 이중 오토바이 사고가 10 예(58.8%)였으며 폭발사고가 8 예(23.5%), 총상이 6 예(17.6%)였다 (Table 4).

6. 외고정장치에 의한 치료방법

외고정장치에 의한 고정술은 수술실에서 먼저 창상부의 충분한 세척과 변연절제술후 시행하였는데 다발성 골절과 대퇴골 골절 환자에서는 fracture table을 이용하였다. 대퇴골 간부 및 고관절부의 골절을 동반한 다발성

골절 환자에서는 대퇴골 골간부를 먼저 외고정장치를 이용하여 고정한후 고관절부에 대한 관절적 정복을 시행하였으며 그밖에 경우에는 비개방성 골절을 먼저 정복하는것을 원칙으로 하였다.

저자들이 이용한 외고정장치는 Simple pin fixator 이기 때문에 (Fig. 2) 각변형 혹은 회전변형 (angulation or rotation deformity)을 방지하기 위해서 경골과 대퇴골의 해부학적 정복후 Steinmann 핀을 골의 장축 (longitudinal axis)에 대하여 직각을 이루게하며 서로 평행하도록 삽입하였다. TV 영상증폭장치를 이용하여 견인과 조작 (manipulation)에 의해 어느정도 골절편의 전이를 교정한후 먼저 골절 부위와 가까운 상하 골편에 각각 1 개씩의 핀을 삽입하고 만족할만한 정복을 얻은후 외고정장치를 부착하고 나

Table 1. Age distribution

Age	No. of cases (%)
10-20	2 (5.9%)
21-30	20 (58.8%)
31-40	7 (20.6%)
41-50	4 (11.8%)
51-60	1 (2.9%)
Total	34 (100%)

Table 2. Type and Location of fractures

Type	Location	No. of cases (open fracture)
Single fracture	Femur	4 (4)
	Tibia	18 (18)
Multiple fracture (Ipsilateral)	Hip & femur	1 (1)
	Hip & tibia	2 (1)
	Femur & tibia	9 (6)
Total		34 (30)

Fig. 1. 동측 대퇴골 경부, 골간부, 슬개골 골절 환자로 수술후 X-선 사진 및 모습.

Fig. 2. Steinmann 핀과 외고정장치의 전면과 측면 사진.

머지 핀을 삽입하였다.

Type3의 창상을 가진 3예를 제외하고는 비관혈적인 방법으로 Hand drill을 사용하여 핀을 삽입하였으며 피사된 조직이나 피부가 핀을 따라 말려 들어가는 것과 열에 의한 골괴사가 일어나지 않도록 주의하였다^{10,13,17}.

골절 상하에 각각 3개 내지 5개의 핀을 사용하였을 때 충분한 안정성과 견고성이 있는 것으로 보고되었으나^{10,13,17}, 골절의 양상, 부위 및 부적절한 삽입장소 등으로 3개 이상의 핀의 사용은 불가능하였고 대부분의 경우 근위 골절면 및 원위골절면에 각각 2개씩의 핀을 사용하였다.

34예중 30예가 직접적으로 골절면에 압박을 가할 수 없었던 분쇄골절이었으나 저자들이 이용한 외고정장치 만으로도 안정성은 미흡하나 정복을 유지할 정도의 견고성은 있었다.

7. 수술후 처치

수술후 현수건인(balanced suspension traction)을 사용하여 손상지를 거상시켜 부종 및 이로인한 압박손상을 예방하였고 환자의 상태가 허용하는한 슬관절과 족관절 운동을 조기 실시하였다.

연부조직 손상은 항생제를 혼합한 생리적 식염수로 충분히 세척한후 wet dressing을 하여 불결된 조직의 감염 예방 및 신생육아조직의 성장을 촉진시키도록 도모하였

다. 피부결손은 적절한 시기에 피부이식술, 근성형술(myoplasty), 회전피판술(rotation flap)및 유경피부이식술(pedicle graft)등을 이용하여 치료하였다.

5예의 환자에서 장골에서 채취한 신선 동종 자가골 이식술(autogenous iliac bone graft)을 시행하였으며 비골 신경마비가 동반된 2예 및 내반, 척추변형이 발생할 위험이 있는 3예의 환자에서는 단하지 부목을 부착하여 사전에 내반, 척추변형을 예방하였으며 척추변형이 발생한 1예에 대하여서는 아킬레스건 연장술을 시행하여 만족할 만한 결과를 얻었다.

X-선 검사는 4주 간격으로 시행하였으며 골절부위에 가골형성이 충분할때 외고정장치를 제거하였으며 P.T.B. 석고붕대나 석고보조구(cast brace)를 이용하여 쌍장애 의한 부분체중부하 보행을 허용하였으나, 다발성 골절 환자에 대하여서는 가골형성이 보이기 시작하고 골절부에 안정성이 있다고 판정될때 외고정장치를 제거하고 P.T.B. 석고붕대나 석고보조구를 이용하여 동반된 기타 부위의 골절의 골유합시기까지 침상에서 단지 관절 운동을 시행하였다.

8 합병증

대퇴골 골절에서 Steinmann 핀에 의해 심재성 대퇴동맥(profunda femoris artery)의 제1분지에 손상을 초래하여 외고정장치를 제거하고 손상된 동맥분지를 결찰한후 보존적으로 치료했던 예가 2예 있었다.

Table 3. Associated fractures

Location	No. of cases
Skull	4
Hip	3
Rib	3
Ankle	3
Humerus	2
Pelvic bone	1
Patella	1
Total	17

Table 4. Cause of injury

Cause	No. of cases (%)
Traffic accident	17 (50.0%)
Explosion	8 (23.5%)
Gun shot	6 (17.6%)
Others	3 (8.9%)
Total	34 (100%)

Table 5. Duration of external fixation

Duration (wks)	Femur	Tibia
Below 6	0	0
6-12	0	3
12-18	4	15
18-24	0	6
Above 24	0	2
Total	4	26

Table 6. Duration of bony union

Duration (wks)	Femur	Tibia
12-15	0	3
16-20	1	4
21-25	2	13
26-30	1	5
Above 30	0	1
Total	4	26

Fig. 3-가. 총상으로 인한 대퇴골 골절.

Fig. 3-나. 외고정장치 후의 X-선 사진.

Fig. 3-다. 외고정장치 제거후의 X-선 사진.

핀 tract 감염은 6예에서 발생하였는데 핀을 제거한후 적절한 항생제의 계속적인 투여 및 상처치료로써 만족할 만한 결과를 얻었으며 핀 loosening은 핀 tract 감염예를 포함하여 10예에서 발생하였는데 항생제 투여와 함께 골절부위가 안정성을 보일때까지 기다린후 P.T.B. 석고붕

Fig. 3-라. 치유후의 모습.

대나 석고보조구의 사용으로 치료가 가능하였다.

골수염은 폭발사고 환자 8예중 5예(63.3%)에서 발생하였는데 균배양 및 항생제 감수성 검사 결과에 따른 적절한 항생제 투여만으로 치료가 가능한 환자가 3예이었으나 2예의 경우 계속적인 배농으로 지속적인 세척후 부골절 출혈과 신전동종 자가골 이식술을 시행하여 치료하였다. 침묵변형이 발생한 1예에서는 아킬레스건 연장술을 시행하였다.

III. 결 과

저자들은 34예중 4개월이상 20개월간 원격추시가 가능하였던 30예를 대상으로 분석 조사하였으며 4예는 현재

Fig. 4-가. 일차 치료후 외고정장치하의 X-선 사진.

치료중인 환자로 추시기간이 4 개월 미만이었다.

경골의 개방성 분쇄골절 환자 26예에서 외고정장치의 고정기간은 6 주에서 23주로 평균 12.5주 고정하였다. 수상일로 부터 전 체중부하가 가능한 시기까지를 골유합 시기로 판정하였는데 골유합시기는 12주에서 48주이었으며 평균 24.5주였다. 대퇴골 골절 환자 4 예에서 외고정 장치의 고정기간은 13주에서 18주 사이로 평균 15.0주였고 골유합기간은 18주에서 30주 사이이었으며 평균 24.0 주 이었다(Table 5.6).

고관절부 골절을 동반한 다발성 골절 환자중 2 예에서 모두 24주후 전 체중부하 보행이 가능하였고 대퇴골

Fig. 4-나. 치유후의 X-선 사진.

골절 및 경골 골절을 같이 가진 환자중 원격 추시가 가능하였던 7 예의 환자에서는 개방성 대퇴골 골절 환자에서와 같은 기간내에 골유합을 보였다.

골절의 치료후의 기능 회복은 Karström (1975)^{2,17}의 평가기준을 근거로 하여 골절부위의 임상적 중세와 제한된 관절운동 범위를 중심으로 평가하였는데 excellent result는 모든지수가 Grade A 인 경우, Good result는 모든지수가 Grade B 이상인 경우, Acceptable result는 한 지수가 Grade C에 해당되는 경우, poor result는 한 지수 이상이 Grade C에 해당되는 경우로 나누어 평가하였다. 저자들의 경우에 있어서 Karström에 의한 치료후의 기능 회복에 대한 평가로서 excellent 19예(63.3%), Good 4예(13.3%), acceptable 5예(16.7%), poor 2예(6.7%)로써 좋은 결과를 얻었다(Table 7).

증례보고

증례 I : 26세의 총상환자로 우측 대퇴골 골간부에 Type 3의 창상을 동반한 개방성 분쇄골절이 있어 충분한 상처세척과 변연절제술을 시행한후 현수건인으로 도수정복을 시도하였으나 실패하여 수상 약 3 주후에 급속 외고정장치로 고정 치료하였던 예로써, 수상후 16주에 외고정장치를 제거하고 부분체중부하 보행을 시작하여 21주에 전체중부하 보행을 할수 있었으며 수상후 28주에 X-선 검사상 견고한 골유합상을 보였으며 슬관절

Fig. 5-가. 양측 대퇴골 골절의 수술후 X-선 사진.

Fig. 6. 위로부터 Simple pin fixator, Modular pin fixator, Ring fixator의 도형 및 실제 예를 보여주고 있다.

Fig. 5-나. 경골 골절의 외고정 및 치유후의 X-선 사진.

운동은 거의 정상에 가깝게 회복되었다(Fig. 3-가, 나, 다, 라).

증례 II : 24세된 남자환자로서 지뢰폭발로 인한 안면부, 양측수부, 양측하지 및 고환파열을 동반한 우측 경골부에 Type 3의 맹관창과 분쇄골절이 있었던 환자로 일차적으로 충분한 상처세척, 변연절제술 및 오염된 골편을 제거한후 외고정장치로 고정 치료하였던 경우로서, 결손된 피부에 회전피판술 및 피부이식술을 시행하였으며, 수상후 16주에 외고정장치를 제거하고 20주에 침착기형을 교정하기위해 아킬레스건 연장술을 시행하였으며, 26주에 외부보조기 없이 보행이 가능하였다. X-선상 견고한 골유합 소견을 보이며 이학적 검사상 슬관절 운동은 정상으로 회복되었다(Fig. 4-가, 나, 다).

증례 III : 32세 남자 환자로 오토바이 운전중 택시와 충돌하여 양측 대퇴골에 비개방성 분쇄골절과 우측 경골에 Type 3의 창상을 동반한 개방성 골절이 있었으며 두개골 골절 및 다발성 늑골골절 등 동반손상으로 인한 순환 및 호흡장애가 있어 기관절개 와 속 치료등 전신 증상에 대한 대증요법을 시행한후 수상 10일후에 양측 대퇴골 골절에 대한 관혈적 정복술 및 금속판 및 금속나사내 고정술을 시행하였으며 개방성 경골 골절에 대하여서는 외고정장치로 고정치료하여 7주에 외고정장치를 제거하고 P.T.B. 석고붕대로 침상운동을 시켰으며 28주에 전체 중부하 보행을 시행하였으나 우측 대퇴골에 내고정 금

Table 7. Definition of parameters in the follow-up examination (Göran Karlström, 1975)

Factors	A	B	C
Symptoms			
Ankle joint symptoms	None or negligible	Moderate: some loss of function	Severe: clear loss of function
Aching or pain in fracture site	None or slight symptoms on exertion	Moderate symptoms	Severe symptoms: pain at rest
Difficulty in walking	None	Mild subjective symptoms	Severe symptoms : limp
Work and sports	Activities unchanged	Works as before: incapacitated for some sports	Stopped working because of injury
Signs			
Loss of knee movement	0 or 10 degrees	10 to 20 degrees	20 degrees
Loss of ankle dorsi-flexion and plantar flexion	0 or 5 degrees	5 to 10 degrees	10 degrees

속파손(metal failure)이 있어 장골에서 채취한 신선동종 자가골 이식술 및 금속판내고정술을 시행하여 48주에 치유된 경우였다(Fig. 5-가, 나).

IV. 고 찰

Malgaigne(1853)¹⁸⁾가 슬개골 골절을 정복하기 위해 비관혈적 방법으로 metal claws 를 사용한 이래 Lambotte(1907)가 처음 외고정장치를 고안하여 사용하였으며 Cuendet(1936)¹¹⁾, Anderson(1934)⁸⁾, Hoffmann(1938)¹⁴⁾을 거쳐 Adrey and Vidal(1969)⁷⁾와 Rabishong에 의해 원래 Hoffmann 장치를 변형하여 지금 Hoffmann 고정장치라 불리우고 많이 사용하고있는 quadrilateral frame 을 개발하였다.

외고정장치는 크게 Pin fixators 와 Ring fixators로 분류하며 Pin fixators 는 골절편을 통과하는 transfixation pins 과 이 핀을 고정하는 Longitudinal rods로 구성되어 다시 Simple pin fixator와 Modular pin fixators로 나누어진다(Fig. 6).

Simple pin fixator는 골절편을 통과한 핀이 바로 longitudinal rods에 고정되며 해부학적으로 정확하게 삽입되지 않으면 각변형 및 회전변형의 교정에 제한이 있는 것이 단점이지만 Modular pin fixators나 Ring fixators보다는 단순하며 창상치치에 간편하고 경제적인 면에서 이점이 있다. 여기에 속하는 고정장치로는 Roger Anderson, Denham, ASIF tubular fixator가 있으며 저자들이 사용한 장치가 여기에 속한다. Modular pin fixators는 각

골편에 나란히 삽입된 핀이 같은 clamp에 고정되고 다시 longitudinal rods에 연결 고정되는데 핀의 삽입에 어려움이 많다. Hoffmann 장치가 여기에 속하며 현재 가장 널리 이용되고 있다. Ring fixator는 circular elements와 longitudinal rods로 구성되어 있으며 아직 사용이 보편화되지 않았다.

Behrens(1981)⁹⁾은 Hoffmann 등의 외고정장치 적응을 요약하여 외고정장치를 이용했을 때가 다른 고정방법을 이용했을 때보다 나은 경우를 일차적 적응(primary indication), 다른 고정 방법으로도 치료할 수 있는 경우를 이차적 적응(secondary indication)이라고 일차적 적응에는 Type 2,3,의 창상을 가진 개방성 골절 환자, 골감염 환자, 사지연장술(limb lengthening)을 들고 이차적 적응으로는 다발성 외상환자, 화상 등으로 인한 피부손상을 동반한 골절환자, 심한 분쇄상을 가진 비개방성 환자, 관절고정술과 절골술의 경우, 관절주위나 관절내 개방성 골절을 가진환자(ligamentotaxis), 연부조직 재건술을 요하는 환자(soft tissue reconstruction)를 들었다.

외고정장치를 다른 고정방법과 비교해 볼때 장점으로 ^{12,19)} 수술후 환자 처치가 쉽고, 조기활동 및 조기관절 운동이 가능하여 폐나 피부에 오는 병발증 및 관절강직, 혈전증 등을 예방할 수 있고, 창상치치가 수월하며 이차적으로 피부이식술, 근성형술 및 골이식술 등이 보다 더 용이하고 pin and plaster 고정법이나 관혈적 정복술 및 금속내고정술에 비하여 감염률이 낮으며, 하지단축과 각 변형 및 회전변형을 방지할 수 있는 장점이 있다. 단점 및 합병증^{12,13,15,17)}으로는 핀 tract 감염이 제일 많으며

핀 loosening 이나 골수염이 발생할 수 있으며 지연유합, 불유합 신경 및 혈관손상이 발생 할 수 있다.

경골 단일골절에 대한 골유합기간에 대해서는 최(1980)⁸⁾ 등은 21.6주, 정(1981)⁹⁾ 등은 관혈적 내고정 치료 시 평균 18.7주, 비관혈적 치료시 평균 17.4주로 보고하였으며, 대퇴골 단일골절에 대해서는 김(1977)³⁾ 등은 17.8주, 김(1979)¹⁾ 등은 18주이었으며, 대퇴골 및 경골에 다발성 골절인 경우는 Karlström (1977)¹⁰⁾ 등은 24주간이 소요되었다고 보고하였으며, 김(1981)⁴⁾ 등의 편측하지의 대퇴골 및 경골에 대한 보고에 의하면 대퇴골 골절의 골유합기간이 22주이었고 경골 골절이 27주이었는데 경골 골절의 골유합기간이 지연된 것은 심한 연부조직 손상을 동반하기 때문이라하였다. 저자들의 증례에 있어서는 심한 연부조직 손상을 동반한 개방성 분쇄골절 및 다발성 골절에 대하여 저자들이 고안제작한 외고정장치를 이용하여 치료하였는데 골유합시기는 경골 골절이 평균 24.5주, 대퇴골 골절이 평균 24.0주로 다른 보고 예와 유사하였다.

합병증으로는 핀 loosening 이 김(1979)²⁾ 등의 보고에 비해 많았는데 이는 핀 tract 감염과 핀의 사용수가 적었기 때문이라 생각된다. 또 특기할 만한 합병증으로는 대퇴골 골절을 외고정장치로 고정할때 발생한 심재성 동맥의 제1 분지의 손상 2 예가 있었는데 외고정장치를 이용할때 근위부 골절면에 steinmann 핀의 삽입시 특별한 주의를 요하기에 대퇴골 골절에서는 권장할 만한 치료법이 되지 않는 것으로 사료된다.

V. 결 론

1979년 3 월부터 1981년 12월말까지 만34개월간 국군수도통합병원 정형외과에 입원치료한바 있는 하지 골절 환자 34예에 대하여 본 정형외과교실에서 고안 제작한 비교적 간편한 외고정장치를 이용치료하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 발생 빈도는 전부 남자였으며 20세에서 40세사이 가 27예(79%)로 대부분이었다.

2. 34예중 경골골절이 29예(85.3%), 대퇴골 골절이 5 예(14.7%)이었고 이중 개방성 골절은 30예이었으며 다발성 하지 골절 12예는 전부 동측이었으며 개방성 골절은 8 예 이었다.

3. 동반된 타부위의 손상은 두개골 골절이 4 예 고관절부, 족관절부 및 늑골 골절이 각각 3 예등 총 17예 이었다.

4. 손상원인은 교통사고가 17예(50%)로 가장 많았다.

5. 경골 골절에서 외고정장치의 고정기간은 평균

12.5주, 골유합시기는 평균 24.5주 이었으며, 대퇴골 골절에서 고정기간은 평균 15.0주, 골유합시기는 평균 24.0주 이었다.

6. 4 개월이상 20개월간 원격추시가 가능하였던 30예에서 최종결과는 excellent 19예(63.3%), good 4 예(13.3%), acceptable 5 예(16.7%), poor 2 예(6.7%) 이었다.

7. 본 정형외과에서 고안제작한 외고정장치의 이용은 조작이 단순하며 창상치료가 간편하고 조기관절 운동을 시킬 수 있으며 경제적인 이점이 있기에 권장할 만한 치료방법으로 사료된다.

REFERENCES

- 1) 김광희, 이경용 : 대퇴골 골절에 대한 임상적 연구, 대한정형외과학회잡지, 14:3: 446, 1979.
- 2) 김봉건, 유명철, 안진환, 오명환, 정인화 : Hoffmann 씨 외고정장치를 이용한 골절치료, 대한정형외과학회잡지, 14: 634, 1979.
- 3) 김익동, 이수영, 인주철, 권광우, 김세동 : 성인의 대퇴골 간부골절에 대한 임상적 고찰, 대한정형외과학회잡지, 12: 764, 1977.
- 4) 김익동, 이수영, 인주철, 권광우, 한천수 : 편측하지의 대퇴골 및 경골 골절에 대한 임상적 고찰, 대한정형외과학회잡지, 16: 198, 1981.
- 5) 정인회, 강용식, 강군순, 안재인, 오학윤, 주철수 : 경골 골절에 관한 임상적 고찰, 대한정형외과학회잡지, 16: 419, 1981.
- 6) 최경렬, 박영남, 안진환, 유명철, 김봉건 : 경골 골절에 대한 임상적 고찰, 대한정형외과학회잡지, 15: 317, 1980.
- 7) Adrey, J. : *Le fixateur externe d'Hoffmann couplé en cadre, Paris, 1970, Editions Gead.*
- 8) Anderson, R. : *An automatic method of treatment of fractures of the tibia and the fibula, Surg. Gynecol. Obstet. 58:639, 1934.*
- 9) Behrens, F. : *External skeletal fixation. In Instructional Course Lectures, The American Academy of Orthopaedic Surgens. Vol. 30:122-182, 1981.*
- 10) Connes, H. : *Hoffmanns External Anchorage. Technics, Indication and Results, Editions. Gead, Paris, 1977.*
- 11) Cuendet, S. : *Procédé de réduction des fractures de la diaphyse des deux os de l'avant-bras à l'aide l'appareil à broches jumelées, Livre jubilaire Albin Lambotte, Bruxelles, 1936, Vromant.*

- 12) Edge, A.J. and Denham, R.A. : *External fixation for Complicated Tibial Fractures*. *J. Bone and Surg.* 63-B:92-97, 1981.
- 13) Fellander, mac. : *Treatment of Fractures and Pseudoarthroses of the Long Bones by Hoffmanns Transfixation Method (Osteotaxis)*, *Acta Orthop. Scandinavia*, 33:132-150, 1963.
- 14) Hoffmann, R. : *Rotules à os pour la réduction dirigée, non sanglante, des fractures (ostéotaxis)*, *Helv. Med. Acta* 6:844-850, 1938.
- 15) Jackson, Roger P., Jacobs, Rae R. and Neff, James R. : *External Skeletal Fixation in Severe Limb Trauma*. *J. Trauma*, 18:201-206, 1978.
- 16) Karlström, Göran and Olerud, Sven. : *Ipsilateral fracture of the femur & tibia: J. Bone and Joint Surg.* 59-A:240-243, 1977.
- 17) Karlström Göran and Olerud, Sven. : *Percutaneous Pin Fixation of Open Tibial Fractures, Double Flame Anchorage Using the Vidal-Adrey Method*. *J. Bone and Joint Surg.* 57-A:915-924, 1975.
- 18) Malgaigne, J.G. : *Considérations cliniques sur les fractures de la rotule et leur traitement par les griffes*, *J. des Connaissances Méd. Pratiques* 16:9-12, 1853-1854.
- 19) Mendes, J.E., Cabral, A.T. and Lima, C. : *Open Fractures of the Tibia*. *Clin. Ortho.*, 156:98, 1981.