

개방성 경골골절의 임상적 고찰

연세대학교 의과대학 정형외과학교실

한대용 · 강호정 · 강용호

= Abstract =

A Clinical Study of Open Fractures of Tibia

Dae Yong Han, M.D., Ho Jung Kang, M.D. and Yang Ho Kang, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Open fracture characteristically has higher chances of infection and soft tissue damage in comparison with closed fracture. In spite of the development of operation methods and antibiotics, complications such as infection, nonunion, delayed union, and joint stiffness are continuously confronted as problems in the field of orthopedics. Different methods of treatment have been advocated as regards the care of the open wound and the method of stabilization of the fracture fragments.

Therefore a comparative analysis of the type of open fracture and the bone union time according to the initial treatment methods was made from 47 cases over the age of 20, who were followed up until bone union developed among the inpatients who were treated for open fracture of tibia in the period of 7 years from January, 1982 to December, 1988, and the results are as follows:

1. The highest incidence of fractures was encountered in 3rd decade (34%) and male to female ratio was 6:1.
2. The most common cause of fractures was traffic accident (76.6%).
3. The most common level of fracture was in mid one-third and the bone union time was longest in mid one-third.
4. The bone union time was longer, and the rate of complication was greater in order of type 1, 2 & 3 according to Gustilo's classification.
5. The good result was obtained in type 1 fractures, by using the closed reduction & cast immobilization and pin & plaster method; in type 2, the bone union time was shortest in the cases of pin & plaster method; in type 3, the bone union time was shortest in the cases of closed reduction or open, reduction & external fixation.
6. Bone union was obtained in all cases of delayed union and nonunion and the bone union time was shortest in cases treated with plate & bone graft.

Key Words: Open tibia fracture, Bone union.

서 론

개방성 골절은 폐쇄성 골절에 비해 감염의 위험이 높고 연부조직 손상이 심한 것이 특징이며, 수술방법 및 항생제의 발달에도 불구하고 감염, 불유합, 지연유합 및 관절강직 등의 합병증의 발생 빈도가 높아 정형외과 영역의 문

제점으로 계속 대두되고 있다.

개방성 경골골절의 치료 방법으로 현재까지 많은 방법이 고안, 사용되어 왔는데, 1) 도수정복 및 석고 고정, 2) 핀과 석고고정, 3) 외부 골고정술, 4) 골수강내 금속고정술, 5) 관혈적 정복 및 내고정술에 의한 방법 등이 사용되어 왔다.

연세대학교 의과대학 정형외과학교실에서는

1982년 1월부터 1988년 12월까지 개방성 경골 골절로 입원치료 받았던 환자중 골유합이 이루어질 때까지 추적이 가능했던 20세 이상 47명의 환자를 대상으로 골절의 정도, 골절의 부위 및 연부조직 손상의 정도에 따라 선택된 골절에 대한 조기 치료방법에 따른 골유합기간을 중심으로 각 예를 비교 분석하였다.

조 사 대 상

1982년 1월부터 1988년 12월까지 만 7년간 20세 이상 성인의 개방성 골절환자중 12주에서 85주(평균 추시기간 29.2주)까지 골유합이 이루어질 때까지 원격추시가 가능했던 47예를 대상으로 하였다.

동반 손상이 심하여 사망하거나, 개방성 골절의 손상이 회복 불가능, 혹은 합병증으로 절단술을 시행한 경우는 조사대상에서 제외하였다.

증 례 분 석

1. 연령 및 성별

전체 47명중 남녀의 비는 약 6:1로 남자가 현저히 많았고, 21-30세 연령에서 16예(34.0%)로 가장 많았으며 21-40세가 전체의 60.0%로 활동기 연령에 많이 발생하였다(Table 1).

Table 1. Age and sex distribution

Sex Age	Male	Female	Total
21-30	13	3	16
31-40	10	2	12
41-50	8		8
51-60	7	2	9
Over 60	2		2

Table 2. Causes & type of fractures(by Gustilo)

Cause	Type	I	II	III
Traffic accident		8	14	14
Industrial accident		1	3	2
Fall from height			2	2
Others				1
Total		9	19	19

2. 개방성 경골 골절의 분류

개방성 골절의 분류방법은 많으나, 상해의 기전, 연부조직의 손상, 골절의 상해 정도에 따라 분류한 Gustilo씨 분류법을 적용하였다. 제1형이 9예(19.2%)로 빈도가 가장 낮았고 제2형은 19예(40.4%), 제3형이 19예(40.4%) 발생하였다(Table 2).

3. 발생원인

교통사고가 36예(76.7%)로 가장 높은 빈도를 나타냈으며, 산업재해가 6예(12.8%), 추락사고가 4예(8.5%), 기타가 1예(2.1%) 등이었다(Table 2).

4. 골절의 부위

중 1/3이 22예(46.8%)로 가장 많았고, 하 1/3이 14예(29.8%), 상 1/3이 11예(23.4%) 등이었다(Table 3).

5. 골절의 형태

사상(oblique)골절이 4예, 횡(transverse)골절이 3예, 나선상(spiral)골절이 2예, 분절(segmental)골절이 5예, 분쇄(communited)골절이 33예로 전체의 70.2%를 차지하였다(Table 4).

치 료

1. 창상부의 치료

제1형 골절과 12예의 제2형 골절의 깨끗한 창상부는 다량의 생리 식염수로 창상부를 세척한 후에 오염 및 괴사된 주변부의 절제술을 시

Table 3. Level of fractures and union time

Level	Cases	Union time(WK)
Upper 1/3	11	22.3
Middle 1/3	22	29.7
Lower 1/3	14	24.0

Table 4. Shape of fractures and union time

Shape	Cases	Union time(WK)
Oblique	4	18.4
Transverse	3	20.6
Spiral	2	23.6
Segmental	5	26.1
Comminuted	33	28.5

Table 5. Union time related to the method of treatment

Type	Method	C/R & Cast		Pin & Plaster		Ext. fix.		O/R & I/F		Union time (WK)
		NO	WK	NO	WK	NO	WK	NO	WK	
I		4	15.4	3	18.0	1	25.7	1	19.3	18.0
II		8	24.0	3	20.1	5	29.1	3	22.3	24.4
II		3	32.8	1	45.2	14	31.8	1	34.0	32.8

Table 6. Correlation between type and complication

Complication	Cases	I	II	III
Delayed union	14	1	7	6
Nonunion	6		1	5
Malunion	1			1
Wound infection	8		2	6
Joint stiffness	7		1	6
Osteomyelitis	6			6

Table 7. Delayed and nonunion rate by Tx. method

Type	C/R & Cast	Pin & Plaster	Ext. fixation	O/R & I/F
I			1	
II	2	1	4	1
III	2	1	7	1

행 후에 일차 봉합술을 시행하였으며 7예의 제 2형 골절의 오염된 창상부는 세척술 및 주변부 절제술을 시행한 후에 지연 봉합을 시행하였다.

제3형 골절은 손상 정도가 심하여 오염의 방지를 위해 생리식염수로 세척을 시행한 후에 주변부 절제술을 시행하고 창상부의 감염 가능성을 최대한으로 줄인 후에 지연 봉합을 11예에서 시행하였으며, 연부 조직의 손상 정도가 심하여 지연 봉합으로 결손부를 덮을 수 없는 경우에 4예에서 피부이식술, 2예에서 근전위 및 피부이식술, 그리고 2예에서 유리 피편 이식술을 시행하여 결손부를 덮었다.

2. 개방성 골절의 치료

도수 정복 및 석고고정술은 창상부위가 작고 안정골절로 판단된 15예에서 시행하였으며, 핀과 석고고정술은 창상 부위가 비교적 작고 골절 부위가 불안정한 것으로 판단된 7예에서 골절부 상하에 핀을 관통하여 고정하였다.

외부 골고정술은 창상부의 연부 조직 손상이

Table 8. Tx for delayed and nonunion and union time

Method	Cases	Union time (WK)
Continuous cast immobilization	2	46.3
Bone graft	8	39.6
Plate & screw + Bone graft	7	36.7
Others	2	53.4

심한 경우 또는 불안정 골절일때 창상부의 처치 및 골절의 안정을 위해 20예에서 시행하였고 관혈적 정복 및 내고정술은 나사와 금속판(screw & plate), 강선 고정(wire fixation), 골수강내 금속정(intramedullary nailing)등을 이용하여 5예에서 시행하였다.

결 과

1. 골절부위에 따른 유합기간

평균 골유합기간은 분쇄골절이 가장 많이 동반된 중 1/3골절에서 29.7주(12주-72주)로 가장 길었으며, 상 1/3골절이 22.3주(12주-42주)로 가장 짧았다(Table 3).

2. 골절의 형태에 따른 유합기간

평균 골유합기간은 사상 골절에서 18.4주(14주-21주)로 가장 짧았으며, 분쇄 골절에서 28.5주(12주-72주)로 가장 길었다(Table 4).

3. 골절형에 따른 골유합의 결과

평균 골유합기간은 Gustilo씨 분류법에 따라 제1형, 2형, 3형의 순으로 연장이 되었으며, 제1형이 18.0주(12주-26주), 그리고 제3형은 32.8주(17주-72주)로 가장 길었다(Table 5).

4. 골절형과 치료방법에 따른 골유합의 결과

제1형 골절은 도수정복 및 석고고정술을 시행한 4예에서 평균 골유합기간이 15.4주로 가

장 짧았으며, 핀과 석고고정술을 시행한 3예에서 18.0주, 관혈적 정복 및 내고정술을 시행한 1예에서 19.3주의 골유합기간을 얻었으며, 외부골고정술을 시행한 1예에서 25.7주로 골유합기간이 가장 길었다.

제2형 골절은 도수정복 및 석고고정술을 시행한 8예에서 평균 골유합기간이 24.0주이며, 핀과 석고고정술을 시행한 3예에서 20.1주로 가장 짧았다. 관혈적 정복 및 내고정술을 시행한 3예의 평균 골유합기간은 22.3주이며, 외부골고정술을 시행한 5예에서 29.1주로 가장 길었다.

제3형 골절은 외부 골고정술을 시행한 14예에서 31.8주로 골유합기간이 가장 짧았으며, 도수정복 및 석고고정술을 시행한 3예에서 32.8주, 관혈적 정복 및 내고정술을 시행한 1예에서 34.0주의 골유합기간을 얻었으며, 골수염이 동반되어 골절의 치유가 지연된 핀과 석고고정술을 시행한 1예에서 골유합기간이 45.2주였다(Table 5).

5. 합병증

골유합의 판정은 임상적으로 골절부위에 동통 및 압통이 소실되고 가성운동이 없는 것을 기준으로 하였으며, 방사선 검사상 골절선이 소실되고 골주선이 연결된 것으로 정하였다.

골고정을 시행후 20주가 경과하여 방사선 및 임상소견상 골유합이 확실하지 않는 경우를 지연유합(delayed union)으로 정의하였으며, 불유합(nonunion)은 임상적으로 골절부위의 동

통 및 압통과 가성운동이 지속되고 방사선상으로는 6개월간의 추사에서 골절단 부위의 경화 및 골수강의 폐색이 보이는 것을 기준으로 하였다. 부정유합은 각변형이 5° 이상 내회전변형이 5° 외회전변형이 15° 이상으로 정의하였으며, 골유합이 얻어진 후에 정상측과 비교하여 운동범위의 장애가 있을 경우에 관절강직(joint stiffness)으로 정하였다.

본 조사에서 개방성경골골절이 지연유합 또는 불유합이 된 경우는 20예(42.6%)로 합병증 중 가장 많았으며, 상기와 같은 합병증은 Gustilo씨 분류법에 따라 제 1, 2 & 3형의 순으로 발생빈도가 증가하였다(Table 6).

6. 조기 골절치료방법에 따른 지연 유합 및 불유합의 발생률

제1형 골절은 외부 골고정술을 시행한 1예에서 발생하였다.

제2형 골절은 도수정복 및 석고고정술을 시행한 2예, 핀과 석고고정술을 시행한 1예, 외부 골고정술을 시행한 4예, 관혈적 정복 및 내고정술을 시행한 1예에서 지연유합 또는 불유합이 발생하였다.

제3형 골절은 도수정복 및 석고고정술을 시행한 2예, 핀과 석고고정술을 시행한 1예, 외부 골고정술을 시행한 7예, 관혈적 정복 및 내고정술을 시행한 1예에서 지연유합 또는 불유합이 발생하였다(Table 7).

Fig. 1-1) Through 1-3: A forty-one year old man with a type II open fracture of tibia due to traffic accident. Roentgenograms made prior to treatment revealed comminuted distal tibial fracture. 1-2) The fracture after pin & plaster. 1-3) 6 months after the accident, the fracture was healed.

Fig. 2-1) Through 2-4. A seventy-five year old man with a type III open fracture of tibia & fibula due to traffic accident. Roentgenograms made prior to treatment revealed tibial & fibular fracture. 2-2) After external fixation with a monofixator. 2-3) The monofixator was removed after 2 months. 2-4) 5 months after the accident, cancellous bone grafting & internal fixation with plate & screws were performed. 12 months after the accident, the fracture has been united.

7. 지연유합 및 불유합의 치료에 따른 골유합기간

지연유합 또는 불유합이 발생한 경우 금속 내고정술 및 자가 해면골 이식술을 시행한 7예에서 평균골유합기간이 36.7주로 가장 짧았으

Fig. 3-1) Through 3-4. A forty-three year old man with a type III open fracture of tibia & fibula which was fixed with three Steinmann pins at other hospital. Roentgenograms made at admission revealed comminuted tibial & fibular fracture. 3-2) After external fixation with a Hoffmann device. 3-3) 4 months after the accident, a free vascularized iliac osteocutaneous flap was performed for the bony defect of mid 1/3 of tibial shaft. 3-4) 17 months after the accident, the fracture was healed.

며, 자가 해면골 이식술만을 시행한 8예에서 평균 골유합기간은 39.6주이며, 도수 정복술 및 석고고정술을 시행한 2예에서 평균 골유합기간은 46.3주였다 (Table 8).

고 찰

경골의 골절은 장관골의 골절 중에서 가장 빈번히 발생하며 해부학적 구조상 경골의 전내 측부가 피부직하에 위치함으로 개방성 골절이 되기 쉽고 골감염이 흔하고, 지연, 부정 및 불유합도 빈번히 발생하는 것으로 보고하고 있다. 국내에서는 오의 88.6%⁶⁾, 정의 36%⁷⁾, 안의 40%⁵⁾ 등의 개방성 골절의 빈도를 보고하였으며, 안은 중증의 경우 10.4%의 높은 불유합 발생을 보고하였다.

이와같은 개방성 골절의 치료에 대해 현재까지 많은 보고가 있어 왔으며 이에 대해서는 아직까지 의견이 대립되고 있다. Chapman, Anderson^{9,11,12)}은 관혈적 내고정을 주장하였으나 Ellis^{13,14)}, Bergenz¹⁰⁾ & Sarmiento¹⁹⁾은 관혈적 정복 후에 발생할 수 있는 합병증의 위험을 강조하였다.

Nicoll¹⁸⁾은 선별적 관혈정복 및 내고정을 주장하였으며, 골절의 전위, 개방성의 유무, 연부 조직의 손상정도, 감염의 유무등을 고려하여 치료방법을 선별할 것을 권하였다¹⁷⁾. Velazco²⁴⁾, Veliskakis²²⁾ & Hampton¹⁶⁾은 관혈적 정복을 시도한 후에 견고한 내고정을 시행하여 골절 부위에 오염된 혈종이나 조직액의 침윤을 방지하여 창상 감염을 막을 수 있고, 골편으로 인한 주위 조직의 손상을 방지할 수 있다고 하였다.

본 저자에서는 47예의 대상 환자중 23예에서 비관혈적 치료법을 시행하여 23.4주의 평균 골유합기간을 얻었으며, 평균 골유합기간이 29.6주인 24예의 관혈적 치료법을 시행한 경우보다 골유합기간이 6.2주가 더 짧았다. 19예의 제3형 골절중 4예가 비관혈적방법에 의해 치료되었으며, 이로 인해 비관혈적 치료법을 시행한 경우가 관혈적 치료법을 시행한 경우보다 불량한 결과를 초래하였다.

Chapman¹²⁾, Wilson²³⁾은 핀과 석고고정술을 시행이 쉽고 만족한 정복을 얻을 수 있으며, 감염 및 부정유합의 발생률을 낮출 수 있지만 골절부위의 근위부 및 원위부를 고정함으로서 심한 분쇄골절의 경우에 충분한 고정을 할 수 없는 것이 단점인 것으로 보고하였다.

본 조사에서는 7예에서 핀과 석고고정을 시행한 바 각각 3예의 제1형 골절 및 제2형 골절에서 평균 골유합기간이 각각 18.0주 및 20.1주로 우수한 결과를 얻었으나, 제3형 골절에

서 골유합기간이 45.2주로 가장 불량한 결과를 얻었다. 상기 결과로 볼때 핀과 석고고정술은 제1형 및 2형 골절에서 우수한 치료 효과를 기대할 수 있었다.

외부 골고정술은 심한 연부조직의 손상이 동반된 골절치료에 유용하고 골절의 고정 및 창상치료를 동시에 할 수 있는 장점이 있다고 보고하고 있다. 20예에서 외부 골고정술을 시행한 본 조사에서는 제1형 및 2형 골절에서 가장 불량한 결과를 얻었으며, 14예에서 시행한 제3형골절에서는 가장 우수한 결과를 얻었다.

골수강내 고정방법은 불안정성 골절로 정복을 유지하기 어려운 경우 사용할 수 있으며, 경골 간부 중심부위의 횡선 혹은 짧은 사선골절이나 분절골절시 이용되며, 감염률이 낮고 지연유합 또는 불유합율이 낮으나 골수의 치유와 골유합 과정에 영향을 주며, 감염이 발생할 경우에 그 처치에 많은 어려움을 준다. 또한 압박금속판 고정방법은 골절면에 기계적 압박력을 가하여 골절을 견고히 고정하여 일차적 골유합을 기대할 수 있는 방법이지만 수술적 조작과 손상이 크고 이로 인해 감염 및 골절치유에 지장을 줄 수 있다고 보고하였다³⁾.

Gustilo씨 분류법에 따른 개방성 골절의 유형과 이에 대한 치료에서, 제1형 골절은 도수 정복 및 석고고정술을 시행한 예에서, 제2형 골절은 핀과 석고고정술을 시행한 예에서 평균 골유합기간이 가장 짧았으며, 제3형 골절은 외부 골고정술을 시행한 예에서 가장 좋은 결과를 얻었다.

송등은 75예의 개방성 경골 골절에 대한 보고에서 37예의 제1형 골절에서는 핀과 석고고정술을 시행한 2예에서 치료결과가 가장 좋았으며, 33예의 제2형 골절에서는 외부 골고정술을 시행한 2예에서, 5예의 제3형 골절에서는 관혈적 치료법을 시행한 3예에서 가장 좋은 결과를 얻은 것으로 보고하였다.

골유합에 관계되는 인자로서 Treuta, Sladeck 등은 골절주위 연부조직의 상태, 골단의 대치상태, 혈관 상태, 골막의 연속성, 국소 골유합 조직의 형성 능력등이 있다고 하였으며, Gustilo등은 감염은 지연유합과 불유합의 합병증을 유발할 수 있다고 하였다. 본 조사에서는 지연유합 또는 불유합이 된 경우는 20예로 합병증 중 가장 많았으며, 심한연부조직 손상 및 골절부 주변주의 손상이 동반된 제3형 골절에서 높은 발생빈도를 보였다. 조기 골절치료방

법에 따른 불유합 또는 지연유합의 발생은 외부 골고정을 시행한 20예 중 12예(60%)에서 발생하여 가장 높은 발생률을 보였다. 상기의 불유합 또는 지연유합이 발생시에 금속내고정술 및 자가 해면골 이식술을 시행한 경우에 가장 좋은 결과를 얻었으며, 금속내고정술 및 자가 해면골 이식술을 시행한 경우가 자가 해면골 이식술을 시행한 경우보다 더 좋은 결과를 얻은 것으로 미루어 볼때, 견고한 골고정이 골유합기간의 단축에 필연적인 것으로 나타났다.

결 론

경골간부 개방성 골절 47예에 대한 임상적 고찰에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 남녀비는 약 6:1로 남자가 현저히 많았고, 21-40세가 전체의 60%로 활동기 연령에 많이 발생하였다.

2. 수상 원인은 교통사고가 가장 높은 빈도로 76.6%였다.

3. 부위에 따른 골절의 발생은 중 1/3에서 가장 많았으며, 골 유합기간은 중 1/3에서 가장 길었다.

4. Gustilo씨 분류법에 따라 제 1, 2, 3형의 순으로 골유합기간이 길었고, 각 합병증의 발생도 증가하였다.

5. 제1형 골절은 도수정복 및 석고고정술과 핀과 석고고정술 등의 비관혈적 고정술을 시행한 예에서 더 빠른 골유합을 얻었다. 제2형 골절은 핀과 석고고정술을 시행한 예에서 가장 짧은 골유합기간을 얻었다. 제3형 골절은 외부 골고정술을 시행한 예에서 골유합기간이 가장 짧았다.

6. 지연유합 및 불유합의 발생시, 지속적인 치료로 전 예에서 골유합을 얻을 수 있었으며 금속 내고정술 및 자가 해면골 이식술을 시행한 예에서 평균 골유합기간이 가장 단축되었다.

참 고 문 헌

- 1) 나수균, 주감호, 안병훈: 경골의 개방성 골절에 대한 치료고찰. 최신의학, 16-1:1973.
- 2) 노약우, 변창세, 정우구, 김태욱, 신규석: 경골간부의 개방성 골절에 관한 임상적 고찰. 대한정형외과학회지, 19-3:567-577, 1984.
- 3) 석진오, 박규영, 김형석: 심한 개방성 연부

조직 손상을 동반한 하퇴골 골절에 대한 임상적 고찰. 대한정형외과학회지, 16-2:436-441, 1981.

- 4) 송가이, 나수균, 최창욱, 김학현: 개방성 경골골절의 임상적 고찰. 대한 정형외과학회지, 17-4:684-696, 1982.
- 5) 안승택, 김인, 문명상: 경골골절의 임상적 고찰. 대한정형외과학회지, 7-3:259-271, 1972.
- 6) 오정대, 민주철, 김익동: 성인의 경골간 골절에 대한 임상적 고찰. 대한정형외과학회지, 7-3:17-21, 1972.
- 7) 정창희, 손정모: 경골골절에 대한 조기체중 부하의 임상적 고찰. 대한정형외과학회지, 5-4:189-195, 1970.
- 8) 조은제, 박동욱, 김봉건, 유명철: 개방성 골절의 초기치치와 감염에 관한 고찰. 대한정형외과학회지, 15-1:128-134, 1980.
- 9) Anderson, J.T. and Gustilo, R.B.: Immediate internal fixation in open fractures. Orthop. Clin. N. Am., 11-3:569-578, 1980.
- 10) Bergentz, S.E. and Thureborn, S.: Shaft fractures of the lower leg. Open versus closed reduction. Acta Chir. Scand., 114:235-241, 1957.
- 11) Chapman, M.W.: The use of immediate internal fixation in open fractures. Orthop. Clin. N. Am., 11:579-591, 1980.
- 12) Chapman, M.W. and Mahoney, M.: The role of early internal fixation in the management of open fractures. Clin. Orthop., 138:120-131, 1979.
- 13) Ellis, H.: The speed of healing after fractures of the tibial shaft. J. Bone and Joint Surg., 40-B:42-46, 1958.
- 14) Ellis, H.: Disabilities after tibial shaft fractures. J. Bone and Joint Surg., 40-B:190-213, 1958.
- 15) Gustilo, R.B. and Anderson, J.T.: Prevention of infection in the treatment of 1025 open fractures of long bones. J. Bone and Joint Surg., 58-A:453-458, 1976.
- 16) Hampton, O.P. and Holt, E.P.: The present status of intramedullary nailing of the tibia. American J. of Surg., 93:597-603, 1957.
- 17) Nicoll, E.A.: Fractures of the tibial shaft. J. Bone and Joint Surg., 46-B:373-378, 1964.

- 18) Nicoll, E.A.: *Closed and open management of tibial fractures. Clin. Orthop.*, 105:144-153, 1974.
- 19) Sarmiento, A.: *A functional below-knee cast for tibial fractures. J. Bone and Joint Surg.*, 49-A:855-875, 1967.
- 20) Sladeck, E.C. and Kopta, J.A.: *Management of open fracture of the tibial shaft. South. Med. J.*, 70-6:662-665, 1977.
- 21) Trueta, J.: *Blood supply and the rate of healing of tibial fractures. Clin. Orthop.*, 105:11-26, 1973.
- 22) Veliskakis, K.P.: *Primary internal fixation in open fractures of the tibial shaft. J. Bone and Joint Surg.*, 41-B:342-354, 1959.
- 23) Wilson, J.W.: *Watson-Jones Fractures and joint injuries. 5th ed., Churchill Livingstone, Edinbergh, London and N.Y.*, 1068-1089, 1976.
- 24) Zucman, J. and Maurer, P.: *Two level fractures of the tibia. J. Bone and Joint Surg.*, 51-B:686-693, 1969.