

전완부의 Type IIIc 개방성 골절에 대한 임상적 고찰

성애병원 정형외과

윤형구 · 전광표 · 오국환 · 김동준 · 정영진

= Abstract =

A Clinical Study of Type IIIc Open fracture of the Forearm

Hyung Ku Yoon, M.D., Kwang Pyo Jeon, M.D., Kuk Whan Oh, M.D., Dong Jun Kim, M.D.
and Young Jin Jung, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Sung-Ae General Hospital, Seoul, Korea

In 1984, Gustilo subgrouped type III open fracture into IIIa, IIIb and IIIc according to the severity, soft tissue damage and vascular injury. Type IIIc open fracture presents serious problems especially possible amputation due to vascular insufficiency, so emergency vascular surgery with bone fixation by using plate, IM nail fixator is mandatory.

We reviewed 10 cases of type IIIc open fracture of the forearm and evaluated the bone healing process according to fixation method, intramedullary nailing and plating treated at Orthopaedic Department of Sung-Ae General Hospital from Feb. 1986 to Aug. 1988.

The following results were obtained:

1. All cases were industrial accidents, 9 cases in right, and the mean age was 24.1 ranging from 17 to 34.
2. There were 4 cases of the radial & ulnar artery rupture and 6 cases of the radial artery rupture, 7 cases were treated end to end anastomosis and 3 cases with vein graft.
3. The fracture level of ulna & radius was same in all cases, 7 cases in distal one-third, 2 cases in middle one-third and 1 case in proximal one-third.
4. The average time of union was 14.1 weeks in the radius and 14.5 weeks in the ulna.
5. The fixation methods were plating in 7 cases and IM nailing in 3 cases.
6. The complications were non-union in 1 case, osteomyelitis in 2 cases and refracture in 1 case.
7. The functional result was excellent in 1 case, satisfactory in 3 cases, unsatisfactory in 5 cases, and failure in 1 case according to the rating system of Anderson.

Key Words: Forearm, Open fracture, Type IIIc.

서론

개방성 골절에 대한 분류는 1969년 Gustilo 등¹⁾에 의하여 연부조직 손상 정도에 따라 Type I II III로 분류하였으나 너무 광범위하여 1984년 합병증 발생빈도와 예후를 예견하기 위하여 연부조직 및 혈관손상 여부에 따라 Type IIIa, IIIb, IIIc subtype으로 다시 분류하였으며 Type IIIc에서는 손상된 혈관의 문합술

을 위하여 골고정에 따른 감염의 위험을 감수 하더라도 골고정이 필수적인 바 본원 정형외과에서 체험한 전완부 Type IIIc 개방성 골절 10례에 대한 골고정방법 골유합의 기간, 감염 및 합병증에 관하여 분석하고 문헌 고찰과 함께 보고하고자 한다²⁾.

대상 및 연구방법

1986년 2월부터 1988년 8월까지 2년 6개월

동안 본원에서 치료한 Type IIIc 전완부 개방성 골절 중 절단되지 않았던 10례를 대상으로 하여 골유합 및 합병증에 관하여 금속판 고정술과 골수강내 금속정 고정의 결과를 비교 검토하고자 하였으며 연구방법은 임상기록지, 방사선 판독, 임상소견 및 기능적 결과를 평가하여 수상기전, 골절의 형태, 금속고정방법, 혈류 중단시간 및 혈관수술 수기에 따른 수술후 골유합 및 합병증의 병발에 대한 관계를 연구하였다.

증 례 분 석

1) 연령 및 성별분포

연령별 분포는 17세부터 34세까지로 평균 21.1세였으며 전례에서 활동력이 높은 남자였고 9례에서 우측에서 발생하였다(Table 10).

2) 손상의 원인

전례가 산업 활동으로 인한 기계손상이었고 주위 연부조직의 손상 정도가 심한 것이 특징이었다(Table 2).

3) 골절 및 혈관손상의 위치

Table 1. Age and Sex distribution

Age/Sex	Male	Female	Total
11-20	4	0	4
21-30	4	0	4
31-40	2	0	2
Total	10	0	

Table 2. Causes of Injury

Cause	No. of cases
프레스	5
선반	2
사출기	1
롤러	1
Total	10

Table 3. Sites of Fracture

Site	No. of cases
Proximal 1/3	1
Middle 1/3	2
Distal 1/3	7
Total	10

전례에서 요골 및 척골골절이 동일 위치에서 발생하였으며 원위 1/3이 7례로서 제일 많았고 대부분 분쇄골절이었다(Table 3).

골절부위와 혈관손상이 동일 위치에 있었고 전례에서 요골동맥 파열이 있었으며 골절 원위부의 혈액순환은 심한 압제손상으로 인하여 측부순환의 손상을 받게 되어 불량하였으며 3례에서는 동맥의 결손 및 동맥내막의 심한 손상으로 인하여 직접문합이 불량할 것으로 예상되어 정맥이식술을 시행하였으며 문합은 8번이나 10번 나이론사를 사용하여 수술현미경하에서 단단문합술을 시행하였다(Table 4).

4) 동반된 연부조직의 치료

1차적으로 신경, 건, 근의 손상을 복원하려 하였으며 2차적 연부조직 재건술은 6례에서 시행하였고 신경 및 건의회복은 불량하였다.

정중신경과 척골신경 손상이 3례 정중신경 손상 2례 척골신경 손상 1례 그리고 요골신경 손상이 3례로 1례를 제외하고는 전부 신경손상을 동반하였으며 손상된 신경은 1차 봉합을 시행하였고 손상받지 않은 신경도 심한 견인과 좌상으로 인하여 기능소실이 대부분 존재하였다.

5) 수술 지연 시간과 골유합과의 관계

수상후 5-7시간 이내의 수술이 5례로서 제일 많았고 수술지연 시간과 골유합의 기간과는 관계가 없었다(Table 5).

Table 4. Injured vessel

Injured vessel	No. of cases
Radial & Ulnar artery	4
Radial artery	6
Ulnar artery	
Total	10

Table 5. Delayed time from trauma to operation

Delayed time	No. of cases	Bone union time (weeks)	
		Ulna	Radius
3-5 hrs	2	16.7	16.7
5-7 hrs	5	14	12.9*(1)
7-10 hrs	2	14	#(2)
10 hrs ↑	1	14	14

*Infected non-union #Delaye union

6) 골단축술

10례중 6례에서 골단축술을 시행하였으며 2cm미만은 4례 2-4cm까지는 2례 시행하였다 (Table 6).

7) 골고정 방법과 골유합과의 관계

금속판 고정술은 7례 골수강내 금속정고정은 3례에서 시행하였고 골유합의 기간은 전자에서 요골 14.9주, 척골 14.6주이었고 후자에서는 요골 12.7주, 척골 14.4주이었다(Table 7).

8) 합병증

합병증으로 골수염이 2례 재골절이 1례 불유합이 1례 발생하였다(Table 8).

9) 기능적 평가

Table 6. Bone shortening

Length	No. of cases
no	4
2 cm ↓	4
2-4 cm	2

Table 7. Relation between bone fixation method and bone union time

Method	No. of cases	Bone union time (weeks)	
		Ulna	Radius
Plate & screws	7	14.6	14.9
IM nail	3	14.4	12.7

Anderson등³⁾의 분류기준에 의하여 우수 1례 만족 3례 불만족 5례 실패 1례였다(Table 9).

증 례

증례 1

27세 남자 환자로 사출기에 의해 우측요골 및 척골 원위 1/3에 개방성 골절과 동시에 요골동맥 파열과 척골동맥의 혈전형성과 압케손상으로 인하여 내원당시 혈액순환이 불량하여 응급수술로 골단축술 금속판 및 나사못 고정후 수술현미경하에서 요골동맥을 문합하고 척골동맥의 혈전 제거술을 시행하였으며 술후 원위부의 혈액순환이 호전된 것을 확인 할 수 있었다 (Fig. 1-A, 1-B).

Table 8. Complications

Complications	No. of cases
Osteomyelitis	2
Refracture	1
Non-union	1

Table 9. Functional results (by Anderson, 1975)

	No. of cases
Excellent	1
Satisfactory	3
Unsatisfactory	5
Failure	1
Total	10

Fig. 1. 27 year-old male patient with type IIIc open fracture of right forearm. Pre-op photograph (1-A) and radiograph (1-B).

Fig. 1-CD. Post-op 5 months photograph (1-C) and radiograph (1-D).

Fig. 2. 20 year-old male patient with type IIIc open fracture of right forearm. Pre-op photograph (2-A) and post-op 4 months radiograph (2-B).

술후 약 20주에 방사선 사진상 골유합소견을 보였으며 기능은 양호하였다(Fig. 1-C, 1-D).

증례 2

20세 남자 환자로 프레스에 의해 우측요골 및 척골 개방성 골절과 요골 및 척골의 완전 파열이 있었고 손상 원위부의 혈액순환이 불량하였다(Fig. 2-A).

응급수술로 골단축을 시행하고 금속판 및 나사못 고정후 요골 및 척골동맥을 문합하였으며 술후 원위부의 혈액순환이 호전되었으며 방사선 사진상 골유합소견은 약 14주에 보였으며 상지의 기능은 불량하였다(Fig. 2-B).

증례 3

23세 남자 환자로 선반에 의한 손상으로 우측 요골 및 척골 중위 1/3의 개방성 골절과 동시에 요골동맥 완전 파열 및 척골동맥의 혈전형성과 압계손상으로 인하여 손상 원위부의 혈액순환이 불량하였다(Fig. 3-A).

응급수술로 골수강내 금속정 고정후 요골동맥 문합과 척골동맥 혈전 제거술을 시행하였고 술후 원위부 혈액순환의 호전을 보였으며 방사선 사진상 골유합은 약 13주에 보였고 상지 기능은 우수하였다(Fig. 3-B, 3-C).

고 찰

Fig. 3. 23 year-old male patient with type IIIc open fracture of right forearm. Pre-op radiograph (3-A) and post-op 2 months radiograph (3-B) Post-op 5 months photograph (3-C).

최근 우리나라에서도 기계화 자동화 및 산업 기계의 발달로 인하여 산재사고는 보다 증가하며 이에 따라 개방성 골절의 빈도나 정도가 심해지고 있으며 또한 기계 등에 의한 사고는 연협성을 동반하고 후유증으로 전완부 및 수부로 이에 대한 조기의 정확하고 신속한 수술적 가료가 필수적이며 이의 성공여부는 수상 당시의 손상 정도가 가장 중요하며 수술시기, 수상 부위, 수상의 기전, 골절의 형태, 혈관 및 연부 조직의 손상 정도 그리고 수술현미경을 이용한 수술수기 및 술후 처치등에 기인한다고 할 수 있다.

Gustilo등⁸⁾은 1969년 개방성 골절에 대하여 Type I, II, III로 분류하여 변연절제술 세척 항생제 투여 골절부의 안정성 유지와 연부조직의 재건 등의 원칙을 제시하였으나 Type III의 경우 너무 광범위하여 1984년 다시 예후정도를 예상하여 Type IIIa, IIIb, IIIc로서 연부조직 및 혈관 손상의 정도와 예후에 대하여 설명하였으며 그에 의하면 환부 패혈증은 Type IIIb에서 42% 절단은 Type IIIc에서 42%를 보고하였는데 특히 수술후 감염의 증가를 보였다. 예후를 결정하는 인자로는 연부조직 손상과 골노출 정도, 환부오염 정도, 혈관손상 정도 및 골절의 안정성 여부 등을 열거하였다^{7,8)}.

장관골 골절중 동맥손상을 동반하는 경우는 0.6-3%이며 이중 전완부는 경골골절 다음이며 이러한 손상은 고에너지손상과 둔상 등 산재사고에서 많이 볼 수 있다. 혈관손상을 동반하는 개방성골절은 골절의 치료보다는 혈관의 재관류로 인한 생존이 우선이고 그 다음은 감염 골절

치료 기능의 회복이 순서대로 고려되어야 한다.

골절고정이 혈관문합보다 우선하여야 함은 골절고정이 안된 상태에서의 동정맥 수술은 수술시의 용이함 뿐 아니라 수술후 혈관문합부의 재파열, 혈중형성, 혈전형성, 혈관문합부의 긴장감 및 꼬임등의 문제로 인하여 불량할 것으로 사료되는데 Connolley등⁶⁾은 월남전시 Type IIIc에서 급속내고정을 굳이 우선하지 않고 골격견인으로서도 가능하다고 하였으며 특히 Type IIIc 개방성 골절에서 무혈성 범위나 피사될 조직의 범위를 알기에는 2-3일 정도 기다려야 하기 때문에 Gustilo등⁹⁾은 어떤 경우에는 골격견인을 권하기도 하였다. Type IIIc의 개방성 골절의 중요한 문제가 되는 것은 혈류를 회복시키기 위하여 연부조직에 대한 측부순환이 있다는 전제로 하여 손상받지 않은 조직이나 측부순환을 수술시 너무 광범위한 노출이나 탐색에 의하여 손상받지 않도록 각별히 조심해야 수술시 손상에 의한 무혈성 조직이 되는 것을 예방할 수 있으며 이는 전완부의 불완전 절단인 경우에도 측부순환이 있다는 전제를 하여야 한다.

수술시 기능의 회복을 기대하여 건이나 신경을 1차적으로 복원함을 원칙으로 하였으며 피부이식 신경이식 단계적 건이식술 등을 하였으나 심한 좌멸창으로 인하여 예후는 불량하였다.

혈관 및 골고정의 수기로서는 혈관봉합시 혈관내면에 부분적 손상이 있으면 과감하게 혈관 손상 부위를 절제하고 정상혈관끼리 봉합하거나 정맥이식술로 혈전을 방지하려고 노력하였으며 원칙적으로 단단문합술을 하려고 하였고 가능한 정맥문합술도 시행하였다.

본례에서는 요골 및 척골동맥 손상이 4례 요골동맥 손상만 있는 경우 6례로서 전례에서 요

골동맥 손상이 있는 것이 특징이었으며 이는 손상기전이 요골이 먼저인 것으로 사료되며 요골동맥 손상만 있을 시에도 심한 압계손상으로 인하여 척골동맥의 좌상이나 혈전형성으로 원위부의 혈액순환이 불량하여 혈관문합술을 시행하였다.

최근에는 골단축보다는 정맥이식술을 이용하여 골단축을 줄이려는 보고가 있으며 이는 심한 압계손상이 있거나 근육괴사가 예상되는 근위 1/3인 경우 골조직 손실의 정도, 혈관손상의 위치 및 부위 그리고 수술 수기상 긴장도에 따라 판별하여 사용해야 할 것으로 사료되며 전완부인 경우 2개의 골격으로 구성되고 많은 근, 건 계통이 있기 때문에 한쪽 골단축시 다른쪽 골단축을 동시에 시행하여야 하고 건의 긴장도도 고려되어야 한다^{1,4,12}.

전완부의 골고정 방법으로는 크게 3가지의 방법이 사료되는 바, 첫째로 금속판 고정술, 둘째 골수강내 금속고정술, 세째로 금속 외고정장치로 대별할 수 있는데 아직도 개방성 골절이나 마멸창이 있을시 치료 원칙으로서 일부 저자들을 제외하고는 일차적으로 금속 내고정술은 감염의 빈도가 높아 시행하지 않는 것을 원칙으로 삼아왔으나 신경 및 혈관손상을 동반한 경우에는 골단축이나 금속내고정이 필수적이며 1986년 Moed등¹¹⁾은 전완부의 개방성 골절에서 초기 금속내고정술로서 감염의 위험과 골유합의 장애없이 비교적 좋은 결과를 보고하였다.

골단축은 하지보다 상지에서는 큰 문제가 되지 않으며 심한 골의 압계손상시 시행할 수 있으며 이는 동반된 연부조직의 압계손상으로 기능은 기대하기 어렵고 봉합된 혈관 및 신경을 긴장으로부터 보호하는 것이 주 목적이므로 저자들의 경우 금속판 고정술을 시행후 골유합 기간이나 감염이 크게 증가하지 않은 바 이것은 초기에 변연절제술 및 세척술 그리고 견고한 골고정시 큰 문제가 되지 않은 것으로 사료되었다.

골수강내 금속고정술은 1940년 Filand에서 시행된 후 1950년 Rush가 전완부에서 시행하였고 그후 Sage^{13,14)}는 요골의 만곡에 일치시킨 Pre-bent Sage nail을 고안하여 골유합을 증진시켰으나 최근에는 이의 사용이 감소추세인데 이의 단점으로서 수술수기상 어렵고 가골 형성이 적고 교차유합 가능성이 높고 회전변형 고정이 어렵고 특히 요골의 해부학적 특징으로

근위 및 중위 1/3은 가능하나 본 증례에서와 같이 원위 1/3인 경우는 좋지 않으나 금속판 고정술이 어렵거나 골절선이 장축에 있든지 분절일 경우 선택될 수 있겠다. 개방성 골절에서 제일 나쁜 후유증은 골간부 골수염의 발생여부가 문제가 되며 저자들은 3례에서 시행하였으나 이중 1례에서 골수염이 발생하였는데 이는 최선의 방법이 아니라 차선택이 될 수 있을 것으로 사료되며 필요시 외고정 장치나 금속판 고정술과 동시에 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

금속 외고정 장치는 최근에 많은 발달과 개화로 인하여 심한 개방성 압계골절에서 적응증이 점차 넓어지고 있으며 혈관 신경문합을 시행한 경우에 보다 많이 사용될 것으로 사료되나 두개의 골격으로 구성되어 있는 전완부에서는 쉽게 사용하기는 어려운 점이 있다.

Type IIIc에서의 금속 외고정 장치는 골조직 및 신경 혈관손상을 주기 쉽기 때문에 사용범위가 제한되고 있으며 사용시에는 Hoffman double vidal frame이 좋다고 하였다¹⁰⁾.

그 적응증으로는 첫째 Type III의 개방성 골절 둘째는 연부조직 손실을 동반한 주관절부 골절 탈구시 내고정이 어렵거나 세째로 불안정성 관절내 골절 넷째 감염이 있거나 다섯째 골조직 손실 및 분쇄손상으로 길이의 유지가 필요한 경우에 시행하여야 하나 본 저자는 시행하지 않았다.

Type IIIc 개방성 골절에서 혈류문제가 해결되면 골감염의 문제가 예상되며 특히 Type IIIc 개방성 골절에서는 감염이 어느 정도 예상되나 상지의 생존이 더 중요한 문제라고 생각되기 때문에 혈류 다음으로 감염이 문제가 되며 감염이 된 상태에서도 견고한 골고정이 이루어지면 골유합도 일어날 수 있다고 한다.

최근에 Moed등¹¹⁾은 전완부 개방성 골절의 초기 금속내고정술을 시행한 55례중 심부감염 2례 불유합 6례이었으며 Type IIIb, IIIc인 경우 더욱 불량함을 보고하였는데 이는 초기 연부조직 손상과 이에 따른 수술시기가 문제가 될 것으로 생각된다. 개방성 골절에서 관혈적 골고정시 수술시기를 지연시키는 이유는 감염의 위험을 감소시키고 이에 따른 불유합을 예방하기 위함이나 혈관 손상시 우선되는 것이 혈액순환이기 때문에 변연절제술과 세척을 철저히 한 후에 금속판으로 고정하여 감염을 감소시키려고 노력하는 것이 하나의 방법일 것으로 사료

된다.

수술후 고정은 장상지 석고부목으로 고정하였으며 연부조직 치유가 다 된 후에는 장상지 석고붕대고정을 각각의 상태, 임상적 소견 및 방사선 촬영 결과에 따라 10주에서 13주까지 하였으며 필요시 창을 내어 상처치료를 하였다.

본례에서는 요골과 척골의 골유합이 각각 14.1주 14.5주로써 Moed등¹¹⁾, Chapman등⁵⁾과 최등²⁾에 의해 발표된 개방성 골절에서의 골유합보다 길었으며 또한 수상시부터 혈관문합술까지의 평균시간은 약 7시간이었고 이 시간의 경과를 골유합에는 큰 영향을 주지 않았다.

기능적 결과의 평가는 Anderson등³⁾의 분류기준에 의하여 우수는 주관절 굴곡운동제한이 10° 미만이고, 회전운동제한이 25% 이내, 만족은 주관절 굴곡운동제한이 20° 미만이고, 회전운동제한이 50% 이내에서 제한된 경우, 불만족은 주관절 굴곡운동 제한이 30° 이상이고, 회전운동이 40% 이상에서 제한된 경우, 실패는 운동장애와 관계없이 불유합소견을 보인 경우로 분류하는 바 본례에서는 우수 1례, 만족 3례, 불만족 5례, 실패 1례로 연부조직의 심한 압력 손상으로 인하여 예후는 불량하였으며 불만족과 실패의 예에서는 기능이 거의없는 상지로 수부기능의 역작용을 하는 경우가 있었다.

결 과

1986년 2월부터 1988년 8월까지 성애병원 정형외과에서 경험하였던 전완부 Type IIIc 개방성 골절 10례를 경험하고 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 전례가 산재사고였으며 우측이 9례였고 나이는 17-34세로 평균 24.1세였다.

2. 요골 및 척골동맥 손상이 4례 요골동맥 손상이 6례였으며 7례에서 단단문합술을 3례에서 정맥이식술을 시행하였다.

3. 전례에서 요골 및 척골의 동위치에 골절이 있었으며 원위 1/3의 7례, 중위 1/3이 2례, 근위 1/3이 1례였다.

4. 골유합은 요골 14.1주 척골 14.4주였으며 제1형 및 2형 개방성 골절의 골유합에 비해 길었다.

5. 고정방법으로는 금속판 및 나사못 고정술 7례 골수강내 고정술 3례였으며 전자의 평균 골유합 기간은 요골 14.9주 척골 14.6주 후자는 요골 12.7주 척골 14.4주였다.

6. 합병증은 골수염 2례 불유합 1례 재골절 1례였다.

7. 기능적 평가는 Anderson등의 분류기준에 의하여 우수 1례, 만족 3례, 불만족 5례, 실패 1례였고 심한 압력 손상으로 인하여 기능은 좋지 않았으며 Type IIIc 개방성 골절에 있어 수술시 광범위한 수술적 조작은 연부조직의 손상을 가중시키며 측부순환을 차단하여 더욱 좋지 않은 결과를 초래할 수 있다고 생각한다.

REFERENCES

- 1) 감상수, 고평일:수지와 상지 재접합술 대한정형외과학회지, 18:1027-1212, 1983.
- 2) 최기홍, 강충남, 왕진만, 노권재, 이영수:성인의 요골 및 척골 간부골절에 대한 임상적 고찰 대한정형외과학회지, 23:778-788, 1988.
- 3) Anderson, L.D., Sisk, T.D., Tooms, R.E. and W.I. Park.: *Compression plate fixation in acute diaphyseal fractures of the radius and ulna. J. Bone and Joint Surg.* 57-A:287-297, 1975.
- 4) Aho, A.J., Nieminen, S.J., Salo, U. and Luoma, R.: *Antebrachium fractures: Rush pin fixation today in the light of late results. The Journal of Trauma.*, 24:604-610, 1984.
- 5) Chapman, M.W., Eric Gorgon. and Zissimos, G.A.: *Compression plate fixation of acute fractures of the diaphysis of the radius and ulna. J. Bone and Joint Surg.*, 71-A:159-169, 1989.
- 6) Connolly, J.F., Whittaker, D. and Williams, E.: *Femoral and tibial fractures combined with injuries to the femoral or popliteal artery. A review of the literature and analysis of fourteen cases. J. Bone and Joint Surg.*, 53-A:56-68, 1971.
- 7) Gustilo, R.B. and Anderson, J.T.: *Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones. Retrospective and prospective analysis. J. Bone and Joint Surg.*, 58-A:453-458, 1976.
- 8) Gustilo, R.B., Simposon, L. and Nixon, R., et al.: *Analysis of 511 open fractures. Clin. Orthop.*, 66:148-154, 1969.

- 9) Gusitilo, R.B., Mendoza, R.M. and Williams, D.N.: *Problems in the management of Type III c (severe) open fractures: A new classification of Type III open fractures. The Journal of Trauma*, 24: 742-746, 1984.
- 10) Jackson, P.R., Jacobs, R.R. and Neff, R.H.: *External skeletal fixation in severe limb trauma. The Journal of Trauma* 18: 201-205, 1978.
- 11) Moed, B.B., Kellam, J.F., Foster, R.J., Tile Marvin. and Hansen, S.T.: *Immediate internal fixation of open fractures of the diaphysis of the forearm. J. Bone and Joint Surg.* 68-A: 1008-1017, 1986.
- 12) Rookwood and Green.: *Fractures in Adults. 2nd Ed. pp. 511-588, Philadelphia, J. B. Lippincott Co., 1984.*
- 13) Sage, F.P.: *Fracture of the shafts ad distal ends of the radius and ulna. Instructional course lecture Vol. XX; 95-115, 1971.*
- 14) Sage, F.P.: *Medullary fixation of fractures of the forearm. A study of the medullary canal of the radius and a report of fifty fractures of the radius treated with a prevent triangular nail. J. Bone and Joint Surg.* 41A: 1489-1516, 1959.
-