

개방성 골절의 수술적 치료 —수상후 즉시 내고정을 시행하였던 80례에 대한 고찰—

서울대학교 의과대학 정형외과학교실 · 제주도 한라의료원 정형외과*

이한구 · 김성일* · 이영인

= Abstract =

Immediate Internal Fixation of Long Bone Open Fractures — A Review of 80 Cases —

Han Koo Lee, M.D., Sung Il Kim, M.D.* and F. Young In Lee, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Seoul National University, Seoul, Korea
*Department of Orthopedic Surgery, Halla Medical Center, Jeju-do**

Eighty long bone open fractures were treated with immediate internal fixation within an average of 7.4 hours after trauma from June, 1984 to September, 1989. Mean follow-up was 17 months ranging from 1 year to 3 years and 4 months. Fifty-four tibia, 11 femur, 9 forearm, and 6 humerus open fractures were encountered. According to Gustilo and Anderson's wound classification, there were 19 Type I, 26 Type II, and 35 Type III open fractures. Internal fixation was facilitated with plate and screws in 58 cases, Ender nails in 13 cases, Küntscher nails in 3 cases, and screws only in 5 cases. Bone grafting was performed in 47 cases. Uncomplicated union was achieved in 16 cases (84%) in type I, 23 cases (88%) in Type II, and 18 cases (51%) in Type III. Transient soft tissue infection was noted in 3 cases (16%) in Type I, 3 cases (8%) in Type II, and 5 cases (14%) in Type III. Transient osteomyelitis was present in 1 case (4%) in Type II, and 4 cases (11%) in Type III, and all were resolved within 1 month. Three cases of Type III open fractures where mutilated injury was associated with severe vascular injuries were ended up with amputation. Five unions (14%) in Type III were complicated with chronic osteomyelitis. Overall uncomplicated union was achieved in 38 cases (87%) in Type I & II, and 18 cases (51%) in Type III. Soft tissue coverage especially with viable muscle and stable fixation with good cortical contact seemed to be important prognostic factors. While there exists potential disadvantages of higher minor and major complication rates and more sophisticated management of the patient, this one-stage open reduction and internal fixation with bone graft which converts open fracture into stable closed fracture might be of some value especially in Type I & II open fractures in terms of simultaneous management of fracture and open wound, prevention of secondary infection, anatomical reduction including joint congruity, stable maintenance of reduction, elimination of deformity, and early joint motion.

Key Words : Open fractures, Immediate internal fixation, Complications

서 론

개방성 골절은 주로 고에너지 (high energy) 에 의한 외상으로 골절편의 심한 분쇄 (communion) 이외에 피부, 근육 등의 연부조직 손

상을 동반하므로 연부조직감염, 골수염, 불유합 등의 합병증으로 인하여 치료의 어려움이 있고, 한편 골절의 양상 및 연부조직 손상의 정도가 환자별로 다양하기 때문에 어떤 단일한 방법의 치료 성적을 평가하는 데에는 문제점이 있다.

연구 대상

1984년 6월부터 1989년 9월까지 내원한 80례의 상하지 장관골의 개방성 골절을 대상으로 하였다.

1. 연령 및 성별분포

평균 연령은 32.5세로 6세부터 76세까지 분포하였으며, 20세에서 30세까지가 23례로 가장 많았으며, 남자가 48례, 여자가 32례 이었다.

2. 손상의 원인 및 동반손상

오토바이 사고가 39례로 가장 많았으며, 보행자 사고가 19례, 자동차들간의 충돌이 14례, 추락이 2례, 선상에서 rope에 감긴 경우가 2례, 기타 작업중 손상이 4례이었다. 동반 손상은 총 37례 (46%)에서 발생하였으며, 그중 다발성 손상이 27례 (34%)이었다. 사고원인 별로

보면 오토바이사고가 다발성 손상 15례, 단순 손상 5례로 53%에서, 보행자 사고가 각각 5례, 3례로 42%에서, 차량충돌이 각각 5례, 1례로 43%에서 동반 손상을 보였다. 손상된 타부위는 좌상이 25례, 다른 장관골의 골절이 18례, 두부 손상이 9례, 고관절 탈구 및 골반 골절이 각각 4례, 기타 신경 및 혈관손상, 인대, 건, 안구, 치아 손상, 혈흉등 이었다. 수상 및 수술 직후 사망한 예는 없었다.

3. 손상부위 및 정도

부위 별로는 경골이 54례로 가장 많았으며, 대퇴골 11례, 전완부 9례, 상완골이 6례이었다. Gustilo & Anderson에 의한 창상 분류 별로는 경골에서는 Type I 이 8례, Type II가 17례, Type III가 29례이었고, 대퇴골에서는 Type I 이 6례, Type II가 5례, 전완부는 Type I 이 2례, Type II는 3례, Type III는 4례, 상완골에서는 Type I 이 3례, Type II가 1례, Type III가

Table 1. Types and location of open fractures

Types\Sites	Tibia	Femur	Forearm	Humerus	Total
I	8 (15%)	6 (55%)	2 (22%)	3 (50%)	19 (24%)
II	17 (31%)	5 (45%)	3 (33%)	1 (17%)	26 (33%)
III	29 (54%)	0 (0%)	4 (45%)	2 (33%)	35 (43%)
Total	54 (100%)	11 (100%)	9 (100%)	6 (100%)	80 (100%)

Table 2. Immediate internal fixation of open fractures

Internal Fixation	Tibia			Femur			Humerus			Forearm			Total
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Plate & Screw	2	4	7	2	—	—	1	—	—	2	—	—	18
Plate & Screw with Bone Graft	—	7	17	2	4	—	1	1	2	—	3	3	40
Ender Nailing	3	4	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	8
Rush Pinning	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
Ender Nailing with Bone Graft	—	1	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	5
Interlocking Küntscher Nailing	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	2
Interlocking Küntscher Nailing with Bone Graft	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Screws alone	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
Screws with Bone Graft	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Total	8	17	29	6	5	0	3	1	2	2	3	4	80

2례이었다. 전체적으로 Type I 이 19례, Type II가 26례, Type III가 35례 이었다(Table 1).

개방성 골절의 치료

수상 직후 6시간 이내에 수술을 시행한 경우가 28례, 6시간에서 12시간이 22례, 12시간에서 24시간이 16례, 24시간에서 48시간이 14례로 평균 7.4시간이었고, 수술이 타장기 손상등으로 인하여 지연될 경우는 호흡, 혈압등을 유지한 후 창상세척을 실시하였다.

수술실에서 평균 10L의 생리 식염수로 창상 세척을 하고 오염되고 좌멸된 피부의 변연 절제술을 시행하였으며, 근육은 Scully등²⁵⁾이 제시한 color, capacity to bleed, contractility, consistency를 기준으로 변연 절제술을 시행하였으며, 골편은 정복 및 내고정후 피질골간의 안정된 접촉이 가능한 경우는 그대로 두고, 분쇄가 심한 안정도에 기여하지 못한 작은 조각들은 제거하였다. 골절의 정복은 대략적으로 폐쇄적 방법으로 선열을 맞춘 후 필요한 경우 창상을 기준으로 연장절개를 하였다. 골절의 해부학적 정복 후 미리 준비된 plate, screw, Ender nail 등의 내고정 기구를 사용하여 내고정을 시행하였으며, 분쇄 골절이 골절부 직경의 1/3이상일 경우는 장골에서 해면골 이식을 시행하였다. 창상 봉합은 철저한 세척을 전제로 일차 봉합을 원칙으로 하였다. 피부 봉합이 가능할 경우는 일차봉합을 하고 drain 또는 Hemovac을 삽입하였고, 피부 결손시에는 살아있는 근육위에 피부이식술을 시행하고, 근육 결손이 있는 경우는 근육 이동술을 시행하였으며, 골이 노출된 경우는 매일 창상치료를 하면서 육아조직이 차오른 후 피부이식을 하였다. 만약 세척으로도 오염의 잔존이 의심되면 대퇴골은 연속관류를 시행하고, 경골은 창상을 개방하였으며, 상지는 drain 또는 Hemovac 삽입 후 일차 봉합을 하였다. 술 후 평균 1주일간 1차 cephalosporin과 gentamycin을 각각 정맥내, 근육내로 주입하였으며, 분비물이나 배농이 있는 경우 연장사용하였다.

술 후 고정은 안정된 정복 및 고정 후 상지는 1개월, 하지는 2개월간 장상지 혹은 장하지 석고 또는 부목 고정을 시행하고 인접한 관절의 운동을 시켜주었다. 창상부위에서 배농이 있거나 감염이 있는 경우, 골절면의 간극이 있는 불안정한 정복, 심한 분쇄골절시에는 이식

된 골에의한 충분한 가골이 골절면을 완전히 건너가고 융합될까지 부분 관절운동을 허용하면서 고정을 계속하였다. 술 후 추시는 일개월마다 방사선 촬영을 시행하였다.

관혈적 정복 후 총 58례에서 plate & screw 고정을 시행하였고, 그중 골절의 분쇄가 있었던 40례에서 장골에서부터 해면골 이식을 시행하였다. 14례에서 Ender nail고정을 시행하고 그중 5례에서 해면골 이식을 시행하였다. 3례에 Küntscher nail고정을 시행하였고, 5례에서는 screw만을 사용하여 고정하였다(Table 2).

창상 봉합은 전완골 골절중 Type II에서 1례, Type III에서 3례 피부이식을 시행하였으며, 29례의 Type III경골 골절중 7례에서 피부이식술을 5례에서 근육 이동술을 시행하고, 나머지 2례에서는 모두 단순 일차 봉합이 가능하였다.

결 과 분 석

골 유합은 술 후 1개월마다 방사선 사진을 촬영하여 골절선이 소실되고 신생골로 대체되는 때를 골유합 소견으로 기준하였다.

감염에 대한 판정은 80례중 13례에서만 미생물학적 균 배양 검사가 이루어져 본 연구의 최대 취약점이라 사료되며, 임상적인 감염(clinical infection)을 기준으로 하였다. 창상의 지속적인 표재성 발적, 국소발열, 국소발열, 종창, 분비등이 있는 경우 연부조직의 감염이라 생각하였고, 심부조직의 염증과 배농이 동반되고, 방사선 소견상 골유해나 사골의 소견이 동반되는 경우, 혈침속도의 증가, 혈액내 백혈구 수의 증가, 분비물과 함께 골절부위가 열려있는 경우들을 임상적으로 골수염이 있다고 판단하였다.

합병증이 없이 골유합이 이루어진 경우는 Type I 개방성 골절은 경골이 7례(88%), 대퇴골은 4례(67%), 상완골은 3례(100%), 전완골은 2례(100%)이었다. Type II골절은 경골이 15례(88%), 대퇴골이 4례(80%), 상완골이 1례(100%), 전완골이 2례(67%)이었다.

Type III골절은 경골이 13례(45%), 상완골이 2례(100%), 전완골이 4례(100%)로서 전체 35례의 Type III개방성 골절 중 18례(51%)에서 합병증 없는 골유합이 얻어졌다. 일시적인 표재성 연부조직 감염 후 골유합이 이루어진 경우는 Type I 골절에서 경골이 1례(12%), 대퇴골이 2례(33%)이었고, Type II에서는 경골이 2례

(12%), 전완골이 1례(33%)이었고, Type III는 경골 5례(17%)에서 연부 조직 감염이 존재하였다. 일과성 골수염이라 판단되었던 예는 Type III의 경골 골절중 3례(11%) 및 전완부 골절 1례(25%)에서, Type II의 대퇴골절 1례(20%)이었다. 골수염이 있는 체로 골유합이 이루어진 경우는 Type III의 경골골절에서 5례(16%) 발생하였다. 3례(9%)의 경골 골절은 주요 혈관 손상과 심한 근육의 손상이 동반되었던 Type IIIC에 해당하는 골절로 혈관 문합과 골절치료를 병행하였으나 3주 이내에 순환 장애 및 감염으로 개방성 절단을 시행하였다. 결과적으로 절단한 3례를 제외하고는 모든 경우에서 최종적인 골유합을 얻을 수 있었으며, 일과성 감염을 포함한 골절 유합율은 Type I, II는 100%, Type III는 경골에서 3례의 절단을 포함하여 94%, 나머지 대퇴골, 상완골, 전완골에서는 전례에서 유합을 얻을 수 있었다. 한편 골수염이 있었던 5례중 반복적인 사골 절제술, 골이식술, 항생제 요법으로 3례에서 2년 이내에 조절이 가능 하였다. 골절 유합기간은 감염유합된 경우를 제외하면 경골은 Type I이 평균 6.7개월, Type II가 평균 9.6개월, Type III가 평균 13.4개월 이었고, 대퇴골은 Type I, II 합쳐서 7.3개월, 상완골은 4.7개월, 전완골은 3.7개월이었다 (Table 3).

술후 변형은 수술시 해부학적 정복을 시행하여 심한 외반, 내반, 회전변형, 굴곡 신전 변형 등을 보인 예는 경골 골절 1례에서 교정 절골술을 시행한 예를 제외하고는 없었다. 인접한 관절운동은 상지는 술후 1개월째, 하지는 술후 2개월째 시행하여 완전 강직이 있던 예는 없었다.

증 례

증례 1

12세 남아로 1988년 3월 27일 자전거를 타고가다가 승용차와 충돌한 후 30분만에 응급실에 내원하였다. 의식은 명료하였고, 좌측 경골 및 비골의 개방성 골절이 있었고, 그 이외에 우측 쇄골 및 좌측 대퇴골의 골절이 있었고 다발성 열창이 있었다 (Fig 1-4). 좌측 하지의 내측은 심한 피부 및 근육의 결손 및 오염이 있었고 슬와부에도 열창이 있었으나 혈액순환은 유지되었던 Type III 개방성 골절이었다. 수상 후 3시간 만에 전신마취하에 창상 및 골편 세척, 변연 절제술 후 plate와 screw를 사용하여 내고정을 실시하고 drain 삽입 후 일차 봉합을 하였다. 지속적인 배농으로 창상을 술후 2일째에 다시 개방하였고 술후 3개월까지 cephalosporin과 gentamycin 주입을 하였다. 술

Table 3. Results according to the types of union

Types on Union	Tibia			Femur			Humerus			Forearm			Overall		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Uncomplicated union	7 (88)	15 (87)	13 (45)	4 (67)	4 (80)	—	3 (100)	1 (100)	2 (10)	2 (100)	2 (67)	3 (75)	16 (84)	22 (85)	18 (51)
Union after T.S.T.I.*	1 (12)	2 (13)	5 (17)	2 (33)	—	—	—	—	—	—	1 (33)	—	3 (16)	3 (8)	5 (14)
Union after T.O.▲	—	—	3 (12)	—	1 (20)	—	—	—	—	—	—	1 (25)	—	1 (4)	4 (11)
Infected union	—	—	5 (16)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5 (14)
Infected nonunion	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Amputation	—	—	3 (10)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3 (9)

Note) T.S.S.I.* : Transient soft tissue infection

T.O.▲ : Transient osteomyelitis

Fig. 1-A) Twelve year-old boy with tibia open fracture and ipsilateral femur fracture. The middle fragment of tibia was totally detached from the lower leg. **B)** He had open reduction, internal fixation with plate & screws, and iliac bone graft. **C)** At postop. 3 months, union was achieved with chronic osteomyelitis. **D)** At postop. 4 months, foreign body removal was combined with sequestrectomy. Two months later, anatomical union was obtained without residual infection.

후 3개월 사진에서 골절의 유합 (infected union) 을 얻을 수 있었으며, 술 후 4개월에 plate를 제거하고 saucerization을 시행하여 술 후 2주만에 창상이 치유되어 변형이 없는 해부학적 골유합 및 인접 관절의 가동 범위가 정상인 만족할 만한 결과를 얻을 수 있었다(Fig 1-B, C, D).

한편 대퇴골도 관혈적 정복 침 금속판 내고정을 시행하여 3개월만에 합병증 없는 골유합을 얻었다.

증례 2

30세 남자로 1987년 11월 29일 오토바이와 승용차 충돌사고는 우측 경골의 Type II 개방성 골절 및 우측 대퇴골두 골절 및 후방탈구, 좌측 대퇴골 골절이 같이 있던 예로, 수상 후 4시간만에 수술실에서 창상세척 및 변연 절제술을 시행하고 우측 경골의 해부학적 정복 후

금속판과 나사를 사용하여 견고한 내고정을 얻은 후 분쇄편이 있는 골절 부위에 해면골 이식을 시행하였다(Fig. 2-A, B). 술 후 감염은 없었으며 술 후 1년 2개월째 추사에서 해부학적 골유합을 얻을 수 있었다(Fig. 2-C).

증례 3

남자 55세로 1984년 6월 29일 오토바이를 타던 중 넘어지면서 우측 상완골 원위부에 심한 분쇄 골절편을 보이는 관절내 골절상을 입었다(Fig. 4-A). Type III의 창상으로 7시간만에 창상 세척 및 변연절제술을 시행한 후 후방도달법으로 나사와 금속판을 사용하여 즉시 내고정을 시행하여, 술 후 3개월 추사에서 감염 없이 관절면이 잘 유지된 골유합을 얻을 수 있었다(Fig. 3-B).

Fig. 2-A) Twenty-nine-year-old male with Type II tibia open fracture. **B)** Open reduction and plate & screw fixation were performed with bone grafting. **C)** Delayed but solid anatomical union was obtained at postop. 1 year and 2 months.

Fig. 3-A) Fifty-five-year-old male with Type III open comminuted intra-articular fracture in the distal humerus. **B)** Anatomical congruous joint was achieved with solid union after 3 months.

고 찰

개방성 골절은 주로 high energy에 의한 외상으로 심한 분쇄골절, 피부, 근육, 건, 신경, 혈관등의 연부조직의 오염 및 손상을 동시에 치료해야 하기때문에, 골절의 정복 및 고정 방법, 창상 봉합시기, 오염에 의한 감염의 예방 및 치료, 연부조직 재건술등 어디에 치료의 우선 순위를 두는가에 따라 다양한 치료 원칙이 제시될 수 있으며, pin and plaster, 금속 외고

정등의 치료 방법이 소개되었고, 골수염, 불유합 등의 실망을 주는 합병증에 대한 경험과 더불어 여러 다양한 치료 성적이 보고되고 있다.^{1~4, 6, 10, 12, 13, 19~25)} 한편 개방성 골절의 금속 내고정기구를 이용한 관혈적 정복 및 내고정술은 여러 저자들에 의하여 그 결과가 보고되었으나, 현재로서는 적극적으로 권장되고 있지 못한 실정이다 (Table 4).

개방성 골절의 감염은 3%에서 80%까지 다양한 결과가 보고되었다. Cinery⁵⁾는 7일 이내에 창상을 봉합하는 경우는 20.8%에서 창상

치유에 문제가 있었고, 8일에서 30일 사이에 하는 경우는 83.3%에서 감염이 있었으며 골유합도 4개월, 6.4개월로 감염군의 종류, 골절의 분쇄 및 안정도가 다르기 때문에 감염율을 객관적으로 비교하기는 어렵다고 생각된다.^{12, 13, 22~24)}

감염의 형성조건은 각 환자 개개인(host), 창상 및 골절 주위의 조건(environment) 오염된 세균(pathogen)의 3가지 요소가 충족되어야 형성된다. 따라서 치료는 환자의 면역기능, 영양, 혈중 항생제 농도 등에 의한 개인의 요소를 개선하고, 세척, 관류, 이물질 제거, 변연 절제술, 배농, 골절의 안정된 정복 및 유지, 순환이 유지되는 근육과 피부등이 국소 환경에 변화를 줄 것이다. 오염균에 의한 감염은 세균의 감염력과 세균의 숫자에 의해 결정되며, 항생제를 비롯한 개체와 국소 환경의 개선에 영향을 받을 것이다. 창상 세척시 고압에 의한 jet stream 관류와 저압의 관류가 사용되어지고 있는데, 저자들의 생각으로는 만약 오염 균이 virulence가 높은 경우는 고압의 관류는 세균들을 더 깊은 조직까지 이동시켜 역효과를 줄 수 있는 반면, virulence가 낮은 경우는 고압관류가 빠른 시간에 세균의 숫자를 줄이는데 효과적이기 때문에 유리하다고 생각된다. 따라서 도시나 도로의 창상은 고압의 관류가 효과적이고, 총상, 농장등에서 입은 창상은 균의 감염력이 크기 때문에 지속적인 저압 관류가 유리하다고 생각하였다.

국소 환경을 판단하는데에는 대개 high ener-

gy에 의한 직접손상일수록 골절의 분쇄 정도와 연부조직 손상의 심한 정도가 일치하기 때문에 Gustilo & Anderson¹²⁾ 등 여러 분류가 있다. 저자들의 증례를 분석하여 보면 Type I, II에 비하여 Type III에서 일과성 표재성 연부조직 감염은 큰 차이가 없었으나 일과성 골수염 및 골수염은 Type III에서 더 많았다. 감염이 합병되었던 3례와 2차로 절단하였던 3례 모두 경골의 Type III 골절에서 관찰되었고 6례 모두 심한 근육의 손상과 분쇄골절이 있었다. 경골은 타부위 장관골에 비하여 이미 1/3이 근육으로 덮여 있지 않기 때문에 Type III의 골절일 경우 순환이 좋은 근육으로 골절부위의 1/3-1/2이상이 덮이지 않게 되고 분쇄파편들이 무혈성 파편으로되어 국소 환경의 불량으로 감염의 치료가 어렵고 골절의 치유를 도우지 못한다.

골절의 치료와 감염의 치료, 그리고 2차 감염의 예방의 측면에서 피질골의 안정된 접촉이 있는 견고하고 안정된 내고정여부를 결정하는 골편의 분쇄 정도와 순환이 좋은 근육으로 창상을 덮을 수 있는 여부가 예후를 결정하는 중요한 인자임을 간접적으로 시사하여 준다.

여러 저자들이 보고한 골유합은 Table 4와 같다. 저자들의 증례를 분석하여 보면 전혀 합병증이 없는 골유합이 Type I, II에서 각각 84%, 88%로 Type III의 51%에 비하여 유의 있게 높았으며, 골수염이 합병된 유합 5례는

Table 4. Internal fixation of open fractures

Authors	No. of Cases	Fracture Location		Nonunions(%)	Infections(%)
		Tibia	Others		
Davis, 1948	150	55	95	2	3
Carpenter et al 1952	17	17		18	23
Lottes et al 1952	20	20		35	35
Johnsson 1953	29	11	18	?	10
Zadik, 1953	24	13	11	0	4
Wade et al 1958	51	51		27	14
Veliskakis 1959	80	80		12	16
Claffey, 1960	48	48		17	35
Edwards, 1965	68	68		3	12
Burwell, 1971	63	63		11	14
Gallinaro, 1973	31	31		11	17
Clancey et al 1978	35	35		0	22
Authors, 1990	80	54	26	0*	29

* : Three mutilated limbs which had secondary amputation were excluded.

Table 5. Union in type III tibial open fractures according to muscle injury

Types of Injury	Union	Delayed Union	Infected Union	Amputation
I	2 (66%)	1 (33%)	0	0
II	6 (67%)	3 (33%)	0	0
III	5 (29%)	4 (24%)	5 (29%)	3 (18%)

모두 Type III이었다.

종합해 보면 혈관 손상 및 심한 연부조직 손상이 동반되어 절단을 시행하였던 3례를 제외하고는 감염여부에 상관없이 모두 골유합이 있었는데, 이는 금속 내고정장치는 골유합의 궁극적인 결과에는 영향을 미치지 않는 것으로 사료되었으며, 한편 Gristina¹¹⁾ 등은 생체의 실험에서 금속이 세균의 증식을 더 촉진하지 않는다고 하였다. 체외 금속고정술등과의 감염을 비교 여부는 동반 손상이 다양하고 대조군이 없어서 비교가 불가능 하였다.

한편 증례수가 많았던 Type III의 개방성 경골 골절을 손상의 양상에 따라 세분하여 보았다 (Table 5, 6). 근육의 손상정도를 오염은 되었으나 근육의 대부분이 살아있어 골절면을 덮을 수 있는 경우를 Grade I, 일부가 괴사되었으며서도 근육이동을 앓고도 골절부위가 모두 덮일 수 있을 때를 Grade II, 근육이동을 하여야만 덮힐 수 있거나 그 이상의 손상을 Grade III라고 임의로 정의하였을 경우 Table 5에서 보는 바와 같이 Grade I, II에 비하여 Grade III에서 골절 유합을 및 감염율이 높았다. 같은 개념으로 골절의 분쇄정도가 정복 후 피질골의 2/3 이상이 접촉하면서 내고정 기구로 골절 정복이 유지되고 견고한 내고정이 된 경우를 Grade I, 피질골이 1/3이상 접촉이 유지되면서 견고하지는 않으나 전위는 예방 할 수 있는 경우를 Grade II, 피질골의 접촉이 1/3이하인 경우를 Grade III라 정의하고 5개월이상을 지연유합이라 임의로 정의하였을 때 역시 Grade가 높을수록 골절유합의 장애가 있었으며, 고energy손상이 분쇄로 인한 피질골의 간극, 피부, 근육, 혈관등의 심한 연부 조직의 손상등으로 인하여 치료하기가 어렵다고 사료되었다.^{10, 13,}

14, 15, 28)

저자들의 일단계 치료법의 장점으로서 골절치료와 감염치료를 동시에 시행할 수 있고, 골절부위를 즉시 덮어주어 2차 감염을 예방할 수 있고, 분쇄 골편의 가능한 한 해부학적 정복

Table 6. Union in type III tibial open fractures according to fracture pattern

Fracture Pattern	Union	Delayed Union	Infected Union	Amputation
I	6 (75%)	2 (25%)	0	0
II	1 (33%)	2 (67%)	0	0
III	6 (33%)	4 (22%)	5 (28%)	3 (17%)

및 정복의 유지가 잘되며, 해부학적 골유합을 얻을 수 있어 술 후 변형을 최소화하고 특히 관절면까지 연장되어있는 골절에 유리하고, 조기 관절 운동이 가능하다. 한편 문제점으로는 비록 골유합을 얻을 수 있으나, 이론적으로 내고정 및 정복시 연장 절개가 필요하여 감염의 위험을 증가시킬 수 있으며, 수술시 연부조직의 손상을 더주어 무혈성 괴사 골편을 증가시킬 수 있다고 생각된다.

결론적으로 Type I, II의 개방성 골절은 치료를 하는 의사의 선택에 따라 내고정을 시행하고 그 장점을 살릴 수도 있다고 생각되며, Type III 골절은 심한 연부 조직의 손상으로 감염의 치료 및 골유합에 어려움이 있었으며 고정 문제 이외의 단계적인 골 및 연부조직의 재건술이 필요하다고 사료된다.

결론

저자들은 Type I 19례, Type II 26례, Type II 35례, 총 80례의 개방성 골절에 대하여 평균 7.4 시간내에 창상세척, 변연 절제술, 해부학적 정복, 금속 내고정, 피질골의 2/3이상이 접촉하지 않을 경우 해면골 이식, 근육이동, 피부 이식을 통한 가능한한 안정된 폐쇄 골절로의 전환을 하는 일단계 치료법을 시도하고 평균 17개월간 추시하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 감염율은 Type I에서 16%, Type II에서 15%, Type III에서 49%, 전체적으로는 29%이었으며, Type I, II에 비하여 Type III에서 유의하게 높았다.

2. 골절 유합은 Type I과 Type II는 최초 감염과 관계없이 전례에서 이루어졌고, Type III중 5례 (14%)는 골수염이 합병된 감염유합이었고 3례 (9%)는 절단을 시행하였으며, 모든 Type III중 32례 (91%)에서 골유합이 이루어졌다.

3. 관혈적 정복 및 내고정술식의 한 적용으로서 개방성 골절의 내고정 및 골이식 치료는

골절과 창상의 동시 치료, 해부학적 정복, 견고한 정복의 유지, 2차 감염의 예방, 수술 후 변형의 극소화, 관절기능의 유지, 조기 기능회복 등의 장점이 있다고 사료되어 적극적인 골절 치료의 한 방편으로 선택해 볼 수 있다고 사료되었다.

REFERENCES

- 1) 김성기, 하영준, 강기서, 이은우, 임현: 개방성 장관골 골절의 즉시 내고정 치료. 대한정형외과학회, 22:761-769, 1987.
- 2) Burgess, M.D., Poka A, Brumback, R. J. and Bosse, C.M.J.: *Managment of Open Grade III Tibial Fractures*. Orthop. Clin. N. Am. 18, No. 1:85-93, 1987.
- 3) Chapman, M.W. and Mahoney, M.: *The Role of Early Internal Fixation in the Management of Open Fractures*. Clin. Orthop., 138:120-131, 1979.
- 4) Chapman, M.: *Role of Bone Stability in Open Fractures*. Instructional Course Lectures. A.A.O.S. pp. 75-87, C.V. Mosby company, 1982.
- 5) Cinerny, G., Byrd H.S. and Jones, R.E.: *Primary versus Delayed Soft Tissue Coverge for Severe Open Tibial Fractures. A Comparison of Results*. Clin. Orthop., 178:54-63, 1983.
- 6) Claffey, T.: *Open Fractures of the Tibia*. J. Bone and Joint Surg., 42, No. 2:407, 1960.
- 7) Clancey, G.J. and Hansen S.T.: *Open Fractures of Tibia*. J. Bone and Joint Surg., 60-A, No. 1:118-122, 1978.
- 8) Davis, A.G.: *Primary Closure of Compound-Fracture Wounds, With Immediate Internal Fixation, Immediate Skin Graft, and compression Dressings*. J. Bone and Joint Surg., 30-A, No. 2:405-415, 1948.
- 9) Edwards, C., Simmons, S., Browner, B.D. and Weigel, M.C.: *Severe Open Tibial Fractures. Results Treating 202 Injuries with External fixation*. Clin. Orthop., 230:98-115, 1987.
- 10) Gristina, A.G. and Rovere, G.D.: *An In Vitro Study of the Effects of Metals Used in Internal Fixation on Bacterial Growth and Dissemination*. J. Bone and Joint Surg., 45-A, No. 5:1104, 1963.
- 11) 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, No. 4:453-458, 1976.
- 12) Gustilo, R.B.: *Management of Infected Fractures*. Instructional Course Lectures. A.A.O.S. pp. 18-29, C.V. Mosby Company, 1982.
- 13) Gustilo, R.B.: *Management of Open Fractures and Complications*. Instructional Course Lectures. A.A.O.S. pp. 63-75, C.V. Mosby Company, 1982.
- 14) Johnner, R., Joerger, K., Cordey, J. and Perren, S.M.: *Rigidity of Pure Lag-Screw Fixation as a Function of Screw Inclination in Vitro Spinal Osteotomy*. Clin. Orthop., No. 178:74-79, 1983.
- 15) Johnson, K.D.: *Managemtn of Malunion and Nonunion of the Tibia*. Orthop. Clin. N. Am., 18, No. 1:157-171, 1987.
- 16) Johnner, R. and Wruhs, O.: *Classification of Tibial Shaft Fractures and Correlation with Results after rigid Internal Fixation*. Clin. Orthop., No. 178:7-25, 1983.
- 17) Lottes, J.O., Hill, L.J. and Key, J.A.: *Closed Reduction, Plate fixation, and Medullary Nailing of Fractures of Both Bones of the Leg. A Comparative End Result Study*. J. Bone and Joint Surg., 34-A, No. 4:861-877, 1952.
- 18) Magerl, F., Wyss, A., Brunner, C. and Binder, W.: *Plate Osteosynthesis of Femoral Shaft Fractures in Adults*. Clin. Orthop., No. 138:62-73, 1979.
- 19) McNeur, J.C.: *The Management of Open Skeletal Trauma with Particular Reference to Internal Fixation*. J. Bone and Joint Surg., pp. 54-60, 1970.
- 20) Moed, B., Kellam, J.F., Foster, R.J., Tile, M. and Hansen, S.: *Immediate Internal Fixation of Open Fractures of the Diaphysis of the Forearm*. J. Bone and Joint Surg., 68-A, No. 7:1008-1016, 1986.
- 21) Patzakis, M.J.: *Management of Open Fractures and Complications*. Instructional Course Lectures, A.A.O.S. pp. 62-64, C.V. Mosby Company, 1982.
- 22) Patzakis, M., Wilkins, J. and Morre, T.M.:

- Use of Antibiotics in Open Tibial Fractures. Clin. Orthop., No. 178:31-35, 1983.*
- 23) Patzakis, M., Wilkins, J. and Moore, T.M. : *Considerations in Reducing the Infection Rate in Open Tibial Fractures. Clin. Orthop., No. 178:36-41, 1983.*
 - 24) Rudei, T.P. and Luscher, J.N. : *Results after Internal Fixation of Comminuted Fractures of the Femoral Shaft with DC Plates. Clin. Orthop., No. 138:74-76, 1978.*
 - 25) Scully, R.E., Artz, C.P. and Sako, Y. : *An Evaluation of the Surgeon's Criteria for Determining Viability of Muscle Durgin Debridement. Arch. Surg. 73:1031-1035, 1956.*
 - 26) Spiegel, P.G. and VanderSchilden, J.L. : *Minimal Internal and External Fixation in the Treatment of Open Tibial Fractures. Clin. Orthop., No. 178:96-102, 1983.*
 - 27) Weiland, A.J., Moore, J.R. and Hotchkiss, R. N. : *Soft Tissue Procedures for Reconstruction of Tibial Shaft Fractures. Clin. Orthop., No. 178:42-50, 1983.*