

경골의 불유합및 지연유합에서 해면골 이식을 겸한 Sliding Inlay Bone Graft의 효과

부산 메리놀병원 정형외과

정영환 · 강태준 · 정학영

== Abstract ==

The Effect of Sliding Inlay Bone Graft with Cancellous Chip Bone Graft in Non-Union or Delayed Union of the Tibia

Young Hwan Jeong, M.D., Tae Jun Kang, M.D. and Hak Young Jeong, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Maryknoll Hospital, Busan, Korea

In the treatment of the non-union or delayed union of the long bone, it is very difficult to achieve union. We have experienced 15 cases of non-union or delayed union of the tibia who were treated by sliding inlay bone graft with cancellous chip bone graft from June, 1979 to April, 1984.

The results were as follows:

1. In all cases cancellous iliac bone graft were performed, and additionally internal fixation or simple cast immobilization were done for stabilization of the fracture site.
2. The average bone union time was 2.8 months in delayed union and 4.4 months in non-union.
3. In 5 failed cases there were reactivation of previous infections.
4. In 5 cases of postoperative infection, sliding grafts were sequestered in all.
5. The advantage of this procedure in the cases without infection were:
 - 1) In the anteromedial cortex of tibia, such a surgical intervention permits easy skin closure and prevents skin necrosis.
 - 2) Such a procedure can recanalize the obliterated medullary cavity without disturbance of the fracture ends during operation.
6. This procedure was proved to be one of valuable adjuvant method in the treatment of uninfected non or delayed union of the tibiae.

Key Words: Bone graft, Sliding inlay, Nonunion, Delayed union, Tibia.

서 론

급격히 발달하는 기계문명과 교통수단으로 인한 심한 사지골절을 흔히 볼 수 있으며 이에 따르는 불유합및 지연유합에 대한 회수도 상대적으로 증가되고 있는 상태이다. 특히 경골은 전내측이 전장을 통해 피하에 직접 노출되어 있기 때문에 개방성 골절이 되기 쉬우며 골절부위의 감염으로 인한 불유합및 지연유합이 많다. 이런 경우 골유합을 이루며 감염을 효과적으로 치료하는데 대한 여러 학자들의 많은 치료방법이 보고되고 있다.

1950년 Wallace는 Tibial Sliding Bone Graft를, 1953년 Anderson은 Barrel Stave Bone Graft를, 1957년 Wilson은 Cancellous Strip Graft를 시행하여 좋은 골유합을 보았다고 보고하고 있다. 저자들은 1979년 6월부터 1984년 4월까지 부산 메리놀병원 정형외과에서 치험한 골절의 불유합및 지연유합에서 경골에 실시한 해면골 이식을 겸한 Sliding Inlay Bone Graft에 대해서 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

증례 분석

Table 1. Age and Sex distribution

Sex Age	Male	Female	Total(%)
11~20	1		1(6.7%)
21~30	5	2	7(46.7%)
31~40	4		4(26.7%)
41~50	2		2(13.3%)
51~60	1		1(6.7%)
Total	13(86.7%)	2(13.3%)	15(100%)

Table 2. Causes of injuries

Mode of injury	No. of cases
Traffic accident	7(46.7%)
Direct blow	4(26.7%)
Fall down	2(13.3%)
Impinging	2(13.3%)

Table 3. Type and sites of fractures

Site	Type	Open		Closed	
		Comm.	Simple	Comm.	Simple
Proximal	1/3	2		1	
Middle	1/3	2		2	1
Distal	1/3	6	1		
Total		11(73.3%)		4(26.7%)	

1. 성별 및 연령

남녀의 비율은 남자가 13명, 여자가 2명이었으며 연령별로는 21~40세 사이가 전체의 73%로서 가장 많았다(Table 1).

2. 골절의 원인

골절의 원인으로는 교통사고가 7례로서 가장 많았으며 직접손상이 4례, 추락사고 2례, 기계압착에 의한 경우가 2례였다(Table 2).

3. 골절의 부위 및 형태

골절의 부위로서는 경골 하 1/3이 7명이었으며 중 1/3이 5명, 상 1/3이 3명으로서 경골 하 1/3에서 불유합 및 지연유합이 더 많았다. 골절의 형태로서는 개방성 복잡골절이 10명으로서 전체의 66.7%를 차지했다(Table 3).

4. 불유합 및 지연유합의 원인

감염에 의한 경우가 6례로서 가장 많았으며 이 중 4례에서는 연부조직의 심한 손상을 동반하였으며, 그외 골절편의 이연(Distaction)이 3례, 부적절

Table 4. Probable causes of Non or delayed union

Causes	No. of cases
Infection	6
Severe soft tissue injury	4
Unsatisfactory immobilization	2
Distraction	3
Other	2

Table 5. Management before sliding inlay bone Graft

Fixation method	No. of cases
External fixation	11
Pin and plaster	5
Hoffmann	2
Long leg cast	4
Internal fixation	4
O/R with DCP	3
O/R with steinmann pin	1

Table 6. Fixation method

Fixation method	No. of cases
Compression plate	5(33.3%)
Screw fixation	2(13.3%)
Cast	8(53.3%)

한 고정이 2례였으며 특별한 원인을 추정할 수 없는 경우가 2례였다(Table 4).

5. 수상후 Sliding Inlay Bone Graft 까지의 기간 및 처치

수상후 본 이식술을 실시하기까지의 기간은 최단 4개월에서 최장 8개월까지였으며 평균 6.5개월이었다. 처치로서는 외고정을 11례에서 실시하였으며 이중 5례에서 Pin and Plaster Cast를, 2례에서는 Hoffmann씨 외고정을, 나머지 4명에서는 단순 석고고정만 시행하였다. 내고정을 실시한 4례에서 관혈적 정복 및 자가압박 금속판 고정을 실시한 경우가 3례였으며 1례에서는 관혈적 정복 및 Steinmann Pin 내고정을 하였다(Table 5).

6. 적응증(Indications)

본 병원에서는 임의로 다음과 같은 경우에서 본 이식술을 시행하는 것을 원칙으로 정했다. 즉, 첫 치료 후 4~6개월에 방사선 소견상 불유합이나 지연유합의 소견이 보이는 경우에서

1. 골의 선열이 유지되어 있는 경우

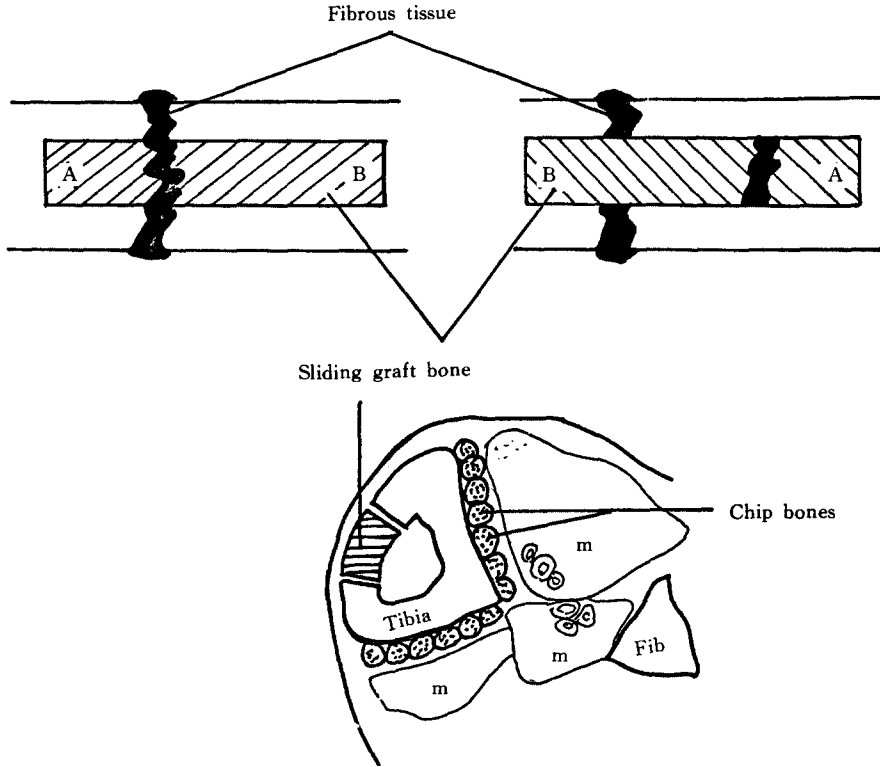


Fig. 1.

2. 피질골의 결손이 심하지 않은 경우
3. 섬유성 유합이 되어있는 경우
4. 감염이 없는 경우에서 실시하는 것을 원칙으로 하였다.

7. 골이식 방법(Technique)

섬유성 유합이 된 부위를 제거하지 않고 골절단을 손상시키지 않으면서 전기톱을 사용하여 폭 1.0~1.5cm와 길이 10cm의 골편을 만들어 내고 이 창구를 통해 골수관을 소파하여 재개통한 후 골편을 “도1”과 같이 180도 회전시켜 고정하였다. 다음 해면골을 골결손 부분과 Sliding Graft가 없는 외측과 후방에 이식하고 필요에 따라 내고정 혹은 석고 고정을 실시하였다(Table 6).

8. Sliding Inlay Bone Graft 를 시행한 후 골유합이 이루어지기까지의 시간

골유합의 판정은 자각증상과 타각증상이 소실되고 방사선 소견상 Trabecular Crossing되며 Callus Bridging되는 시기로 정했다. 골유합 시기는 지연유합의 경우 최단 2.3개월에서 최장 4개월까지였

으며 평균 2.8개월이었고 불유합의 경우 최단 3.5개월에서 최장 6개월 까지로서 평균 4.4개월이었다. 전체의 평균 골유합 기간은 3.3개월이었다.

9. 실패한 경우

총 5례에서 술후 감염이 있었으며 전례에서 이식한 Sliding Bone은 부골화되었으며 이중 3례에서는 부골 제거술후 감염소실과 더불어 골유합이 이루어졌고 나머지 2례에서는 부골제거후 전기자극법으로 골유합이 이루어졌다.

10. Sliding Inlay Bone Graft 의 장점

본 시술의 장점으로서는 첫째, 경골의 내측 피질골에서는 Sliding Inlay Graft만 시행하고 Chip Bone Graft는 외측방및 후방에만 시행하므로 피부봉합이 용이하며 Bulky한 Chip Bone Graft에 의한 전내측의 피부괴사등의 합병증을 경감시킬 수 있다. 둘째, 골절단의 섬유성 유합을 손상시키지 않고 Sliding Graft의 창구를 통해 골수관을 소파하여 재개통시킬 수 있으므로 수술이 비교적 용이하다.

Fig. 2. Case 1. Closed fracture on the midshaft of tibia, intact fibula. **A)** Post-trauma. Closed midshaft fracture with minimal displacement. **B)** 5 months elapsed after trauma. Still visible fracture gap with no evidence of callus formation. **C)** Postoperative state. Showed sliding grafted bone and multiple chip bones around the fracture site. **D)** 5 months after operation. Showed callus bridging and trabecular crossing acrossed fracture site.

Fig. 3. Case 2. Open fracture with severe soft tissue injury. **A)** 6 months after trauma. Initially treated with steinmann pin external fixation. Good alignment, but, no evidence of callus formation. **B)** Post-operative state. Showed sliding grafted bone with chip bones. **C)** Postoperative 4 months. Showed trabecular crossing between the fracture site, but, sequestrization of sliding bone. **D)** Post-operative 10 months. 5 months elapsed after removal of plate and sequestrum of sliding bone. Complete union state.

Fig. 4. Case 3. Comminuted fracture on the proximal tibia and fibula. **A)** Post-operative 5 months. widening and smoothening of fracture site without callus formation. **B)** Post-operative state and 6 months elapsed after control of infection. Showed fracture of sliding bone and the multiple chip bones. **C)** Post-operative 5 months. Still noted fracture gap with sclerotic change of sliding bone due to reactivation of infection. **D)** 4.5 months elapsed after osteostim implantation. Showed trabecular crossing on the fracture site.

고 찰

불유합이란 Cave¹¹⁾와 Paterson¹⁰⁾은 골의 재생과정이 완전히 정지된 상태를 말하며 Urist¹²⁾는 수상 후 18개월까지 방사선 소견상 골결손이 보이는 경우, 골절부위의 위운동성, 골절단의 경화, 골절면이 둥글거나(Rounding), 버섯모양(Mushrooming)을

나타내거나 골수강의 폐쇄를 보이는 경우를 불유합이라 하였다. Jones¹³⁾는 20주가 정상과 지연유합의 경계가 되며 불유합과 지연유합의 경계는 정확하지 않다고 하였다. Jones¹⁰⁾는 20~24 주, Urist¹²⁾는 4~18개월사이, Ellis¹⁴⁾는 20주 이상, Paterson¹⁰⁾은 6개월 이상 방사선 소견에서 불충분한 가골형성이 있을때 지연유합이라 하였으며 Jackson과 McNab

은 3~4개월 사이에 검사상 확실한 운동성이 있을 경우 잠재성 지연유합(Potential Delayed Union)이라 하였다²⁾. 저자의 경우에서도 수상후 5개월까지 방사선 소견에서 불충분한 가골형성 및 운동성이 있을 경우 지연유합으로 정하였다.

불유합이 잘 오는 연령으로 Cave¹⁾는 20~30세, 김^{1,2)}, 박⁴⁾ 및 Boyd⁶⁾ 등은 20~40세가 가장 많았다고 하였으며 저자들의 경우도 같은 소견이었다. 불유합은 경골하부에서 가장 잘 온다고 여러 학자들에 의해 보고되고 있으며^{3, 14, 17, 22)} Boyd⁶⁾는 842례의 장관골 불유합에서 불충분한 고정, 골절부의 순환장애, 연부조직 삼입, 이연, 분쇄형 및 감염 등이 라 하였으며 김²⁾과 박⁴⁾ 등은 불충분한 고정, Urist²²⁾와 Fernandez¹³⁾는 이연이 가장 중요하다고 하였으며 Trueta¹¹⁾는 예비가골(Preliminary Callus)이 굳어지기 전에 골절부위의 운동으로 인해 신생혈관의 파열이 중요한 원인이 된다고 하였으며 Marmor²³⁾는 감염이 개방성 골절이나 폐쇄성 골절의 관혈적 정복후에 주된 원인이라고 보고하였다. Ellis¹²⁾는 수상당시 심한 정도에 따라 골절유합과 지연 및 불유합의 측정에 가장 중요하다고 하였다.

불유합 및 지연유합의 치료에 있어 견고한 내고정술, 골이식술, 전기자극 및 전자자극 등을 비롯하여 미세현미경 수술을 이용한 생골 및 생피부 이식술까지 대두하게 되었다. 불유합 및 지연유합의 치료는 견고한 내고정이라 주장하였으며 Hohl¹⁰⁾, Handerson¹⁴⁾과 Campbell²²⁾ 등은 골절단 사이의 섬유조직을 제거하고 골수강을 개방한 후 골이식 및 골절편을 내고정 한다고 주장하였으나 Phemister²⁴⁾는 골절단 사이의 섬유조직을 제거하지 않고 해면골 이식을 할 경우 골절부위에 가골이 Bridge되면 섬유성 유합은 결국 골화된다고 하였다. 이는 Urist²²⁾, Forbes¹⁴⁾, Wallace²⁵⁾, Lamb²³⁾, Muller²⁶⁾ 및 Roger¹⁰⁾ 등의 주장과 같다. 저자의 경우에서도 섬유성 유합을 제거하지 않고 Sliding Graft를 만든 창구를 통해서 골수강을 재개통한 후 골이식을 시행하였다.

감염이 있는 경우 불유합으로 인해 골절부위에 운동이 있는한 감염이 계속되므로 견고한 고정이 필요하다. 감염이 있는 경우에도 Lottes²⁷⁾는 골수강 내고정을 실시하여 골유합을 얻을 수 있었으며 송⁵⁾, Freeland¹⁵⁾, Hanson¹⁶⁾, Lamb²³⁾, Miller¹⁰⁾ 및 Jones^{28, 21)} 등은 후측방 도달법으로 경골에 해면골 이식을 하여 많은 예에서 골유합을 얻었으며 감염도 소실되었다고 보고하였다. 그러나 Marmor²³⁾와 Wallace²⁵⁾ 등은 감염이 소실된 후 적어도 6개월이 지나 골이식을 시행해야 한다고 하였으며 저자의 경우에서도 이와 같이 하는 것을 원칙으로 하였다.

Wallace²⁵⁾는 임상적으로 감염이 사라졌어도 수술 시 배양검사에서 50%의 양성배양을 보였으며 이때 술후 재감염율은 감염이 소실된 6개월 후의 경우 39%, 3개월후의 경우 48%가 된다고 하였으며 Urist²²⁾는 약 20%에서 재감염을 보고하였다. 저자의 경우에서도 감염의 재발현으로 인해 5명에서 이식골이 부골화되었다. 골이식 방법으로는 Hohl¹⁰⁾에 의하면 Onlay Graft, Inlay Graft, Barrel-Stave Graft, Dual Onlay Graft 및 Massive Sliding Graft가 소개되었으며 김¹⁾은 Barrel-Stave형 해면골 이식술을 보고하였다. Inlay Technique는 Albee²⁹⁾에 의해 소개되었으며 Sliding Inlay Bone Graft는 손상부위에서 얻을 수 있으므로 건강측으로부터 이식골을 얻을 필요가 없으며, Internal Stability를 제공해주고 Pseudarthrosis를 건너서 Strong Cortical Graft를 사용하여 Osteogenesis를 제공할 수 있고 특히 지연유합 및 불유합에서는 골조송증이 있어 쉽게 Revascularization되어 건강한 피질골보다 빨리 모골과 유합된다고 하였다³⁰⁾. 또한 Graft의 Bulk를 감소하여 피부 봉합이 용이하다는 장점이 있다. 저자의 경우 경골의 전내측에 Sliding Inlay Bone Graft를 시행하고 후면과 외측면에는 해면골 이식을 시행하여 더욱 골유합의 효과를 얻을 수 있었다.

1972년 Lavine³¹⁾은 선천성 가관절증에서 직류전기를 사용하였으며 유⁹⁾는 전기자극법으로 82%에서, 이⁷⁾는 100%에서, Brighton¹⁰⁾은 83.7%에서 불유합 환자를 치유하였다고 보고하였으며 Paterson³²⁾은 Implanted Direct Current Stimulator를 사용하여 86%의 골유합을 보았다고 보고하였다. 저자들의 경우 5명의 실패한 경우중 2명에서 Implanted Direct Current Stimulator를 사용하여 원만한 골유합을 이루었다.

결 론

1979년 6월부터 1984년 4월까지 부산 메리놀병원 정형외과에서 치험한 골절의 불유합 및 지연유합에서 경골에 실시한 해면골 이식을 겸한 Sliding Inlay Bone Graft에 대해서 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 전례에서 해면골 이식을 하였으며 골절단을 고정하기 위해 금속내고정, 나사못 고정이나 단순 석고고정을 실시하였다.
2. 평균 골유합 시간은 지연유합의 경우 2.8개월이었으며 불유합의 경우는 4.4개월이었다.
3. 불유합의 원인이 감염이었던 5례에서는 모두 술전감염이 재발현되어 실패하였다.

4. 감염이 있었던 5례에서 모두 이식한 Sliding Bone이 부골화되었다.

5. 본 이식술의 장점은 첫째, 경골의 전내측 피질골에 시행하므로 피부봉합이 용이하여 피부괴사를 방지할 수 있었으며, 둘째, 수술시 골절단을 손상시키지 않고 창구를 통해서 폐쇄된 골수강을 소파하여 재개통시킬 수 있었다.

6. 불유합의 원인이 감염이 아닌 예에서 본 시술은 가치있는 보조치료 방법으로 사료된다.

REFERENCES

- 1) 김광희 · 김성준 · 오승환 · 갈영수 : 장관골 골절의 지연유합 및 부전유합에 대한 골이식술. 대한정형외과학회지, 제 9 권 제 2 호 : 149-156, 1974.
- 2) 김광희 · 위광민 · 백성흠 : 골절의 불유합 및 지연유합에 대한 임상적 고찰. 대한정형외과학회지, 제 18 권 제 5 호 : 921-929, 1983.
- 3) 박원택 : 경골 골절의 지연유합과 불유합에 대한 임상적 고찰. 대한정형외과학회지, 제 4 권 제 4 호 : 55-59, 1969.
- 4) 박인현 : 골절 Non-Union 형성의 원인적 분석. 대한정형외과학회지, 제 2 권 제 4 호 : 27-32, 1967.
- 5) 송재의 · 고복현 · 이광진 · 윤승호 : 경골 후방골 이식술에 의한 감염성 부전유합 경골골절의 치료. 대한정형외과학회지, 제 14 권 제 1 호 : 63-68, 1979.
- 6) 유명철 · 배대경 · 김종관 · 안용성 : 전기자극법을 이용한 장관골 불유합의 치료. 대한정형외과학회지, 제 18 권 제 6 호 : 1177-1184, 1983.
- 7) 이덕용 · 정문상 · 장재석 · 황규천 : 전기자극을 이용한 감염된 불유합치료의 임상적용. 대한정형외과학회지, 제 17 권 제 5 호 : 779-784, 1982.
- 8) Boyd, H.B.: *Treatment of Ununited Fractures of the Long Bones. J. Bone and Joint Surg.*, 47-A : 167-173, 1965.
- 9) Boyd, H.B., Lipinski, S.W. and Wiley, J.H.: *Observation on Nonunion of the Shaft of the Long Bones with Statistical Analysis of 842 patients. J. Bone and Joint Surg.*, 43-A : 159, 1961.
- 10) Brighton, C.T., Black, J., Friedenberg, Z. B., Esterhai, J.L. and Connolly, J.F.: *A Multicenter Study of the Treatment of Non-Union with Constant Direct Current. J. Bone and Joint Surg.*, 63-A : 2-13, 1981.
- 11) Cave, E.F.: *Delayed Union and Nonunion of Fractures. In Fractures and Other Injuries. Chicago, Year Book Publishers, Inc., 1960.*
- 12) Ellis, H.: *The Speed of Healing after Fracture of the Tibial Shaft. J. Bone and Joint Surg.*, 40-B : 42-46, 1958.
- 13) Fernandez-Palazzi, F.: *Fibular Resection in Delayed Union of Tibial Fractures. Acta Orthop. Scand.*, 40 : 105-118, 1969.
- 14) Forbes, D.B.: *Subcortical Iliac Bone Grafts in Fracture of the Tibia. J. Bone and Joint Surg.*, 43-B : 672-679, 1961.
- 15) Freeland, A.E. and Mutz, S.B.: *Posterior Bone Grafting for Infected Ununited Fracture of the Tibia. J. Bone and Joint Surg.*, 58-A : 653-657, 1976.
- 16) Hanson, L.W. and Eppright, R.H.: *Posterior Bone Grafting of the Tibia for Non-union. J. Bone and Joint Surg.*, 48-A : 27-43, 1966.
- 17) Harilaos, T., Freeman, P.A. and Grant, B.D.: *Delayed Union and Non-union. of the Tibial Shaft Fractures. J. Bone and Joint Surg.*, 46-A : 557-569, 1964.
- 18) Henderson, M.S.: *Massive Bone Graft applied for Non-union of the Humerus. Surg., Gynec. and Obstet.*, 46 : 397-402, 1928.
- 19) Hohl, M.: *Surgical Treatment and Technique. J. Bone and Joint Surg.*, 47-A : 179-190, 1965.
- 20) Jones, K.G.: *Treatment of Infected Non-union of the Tibia Through the Posterolateral Approach. Clin. Orthop.*, 43 : 103-109, 1965.
- 21) Jones, K.G. and Barnett, H.C.: *Cancellous Bone Grafting for Non-union of the Tibia Through the Posterolateral Approach. J. Bone and Joint Surg.*, 37-A : 1250-1260, 1955.
- 22) Lamb, R.H.: *Posterior Bone Graft for Nonunion of the Tibia. Clin. Orthop.*, 64 : 114-120, 1969.
- 23) Lavine, L.S. and Lustrin, I.: *Electric Enhancement of Bone Healing. Science*, 175 : 1118-1121, 1972.
- 24) Lottes, J.O.: *Treatment of Delayed or Nonunion Fractures of the Tibia by a Medullary Nail. Clin. Orthop.* 43 : 111-128, 1965.
- 25) Marmor, L.: *How to Treat the Infected Ununited Fracture of the Tibia. Am. J. Surg.*

113: 475-477, 1967.

- 26) Miller, W. et al : *Posterior Bone Graft in Non-union of Fractures of the Shaft of the Tibia. Southern Medical J.*, 62 1254-1258, 1969.
 - 27) Muller, M.E. and Thomas, R.J.: *Treatment of Non-union in Fractures of Long Bones. Clin. Orthop.* 138: 141-153, 1979.
 - 28) Paterson, D.C., Lewis, G.N. and Cass, C.A.: *Treatment of Delayed Union and Non-union with an Implanted Direct Current Stimulator. Clin. Orthop.* 148: 117-128, 1980.
 - 29) Phemister, D.B.: *Treatment of Ununited Fractures by Only Bone Grafts without Screw or the Fixation and without Breaking Down of the Fibrous Union. J. Bone and Joint Surg.*, 29: 946-960, 1947.
 - 30) Rogers, W.J.: *Iliac Inlay-on-Edge Bone Graft. J. Bone and Joint Surg.*, 50-A: 1410-1416, 1968.
 - 31) Trueta, J.: *Nonunion of Fractures. Clin. Orthop.* 43: 23-35, 1965.
 - 32) Urist, M.R., Mazet, R. and McLean, F.C.: *The Pathogenesis and Treatment of Delayed Union and Non-Union. J. Bone and Joint Surg.*, 36-A: 931-968, 1954.
 - 33) Wallace, P.: *Treatment of Fractures with Long-Standing Osteomyelitis. Results of Use of the Tibial Sliding Graft. Arch. Surg.*, 61: 379-386, 1950.
 - 34) Watson-Jones: *Transplantation of Bone. Fractures and Joint Injuries*, 4th edition, Vol. 1, Williams and Wilkins co.: 298-339, 1962.
-