

Papineau술식을 이용한 골수염의 치료

한림대학 강남성심병원 정형외과

장익렬 · 정영기 · 박원창 · 유정한

= Abstract =

Surgical Management of Bone Infection (14 Cases Treated by Papineau's Method)

Ik Yull Chang, M.D., Yung Khee Chung, M.D., Won Chang Park, M.D. and Jung Han Yoo, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Kang Nam Sacred Heart Hospital, Hallym College, Seoul, Korea

Papineau's technique represents an excellent method of dealing with serious bone infections with significant bone and soft tissue loss. The procedure is carried out in three stages: the 1st stage is the excision of infected bone and soft tissue, stabilization of the fracture site, the 2nd stage is the cancellous bone grafting, and the 3rd stage is the skin coverage.

During the period from June 1980 to September 1982, our limited experience with 14 cases has been extremely satisfactory;

1. This method is applicable to traumatic osteomyelitis and some cases in which the infection has been blood borne.
2. Successful bone grafting in the presence of infection depends upon;
 - a. complete sequestrectomy and removal of all infected tissue
 - b. an adequate vascular bed for the graft
 - c. no dead space
 - d. sufficient immobilization

Key Words : Chronic osteomyelitis, Papineau technique.

I. 서 론

골수염은 항생제의 개발과, 많은 수술적 치료법의 발달에도 불구하고, 아직도 논란의 대상이 되고 있다. 특히 산업 사회의 발달로 교통사고나, 산재사고가 증가하므로써, 개방성 골절이나, 심한 골손실 및 연조직 손상을 동반하는 경우, 치료에 어려움을 겪게 된다. 치료의 장애요인은, 괴사된 골조직이나, 반흔조직이 잔존하고, 골강내의 dead space가 남는 경우, 또는 오랜 염증으로 피부부합^c, 안되는 경우에 발생하게 된다. 특히, 골수파술을 시행한 후, 재감염을 방지하기 위하여, dead space를 처리하는 방법으로, 피부나 굳이식술, 또는 골^o,

omentum²⁾ 등을 이식, 이용하고 있다. 염증조직에 해면골을 이식하는 방법은, 1944년 Mowlem^{5,13)}이 처음 시도한 이후, 학자들간에 논란이 많으나, 1973년 Papineau^{22,23)}는, 첫째, 괴사된 골조직이나 염증성 조직을 제거하고, 골절부의 견고한 고정, 둘째, 해면골이식술, 셋째, 피부부합술의 3단계에 걸친 방법을 기술하여, 골손실이 크고 피부창상이 심한 골감염에서 좋은 결과를 보고하였다.

저자들은, 1980년 6월부터 1982년 9월까지, 3년동안, 장관골에 발생한 골수염 14례에 대하여, Papineau술식을 이용하여, 치료에 좋은 결과를 얻었기에, 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

II. 증례 분석

1. 연령 및 성별 분포

* 본 논문은 1982년 10월 17일 대한 정형외과 학회 제 26차 추계 학술대회에서 발표 되었음.

총 14례 중, 연령별 분포는, 최소 16세, 최고 59세로써, 대부분 청장년층의 환자였으며, 평균 연령은 34세였다.

성별로는, 전원이 남자 환자였다(Table 1).

2. 부위별 분포

대퇴골에 발생한 경우는 3례였으며, 나머지 11례는 경골에 발생하였다(Table 2).

3. 골수염의 발생원인

총 14례 중, 개방성 창상에 의한 감염이 8례로써 가장 많았으며, 혈행성 감염, 수술 창상 감염, 금속사 외고정에 의한 감염의 순으로 나타났다(Table 3).

4. 골수염의 원인균

창상 및 골강내의 분비물에 대한 균배양 및 약제 내성 검사 결과, 포도구균에 의한 감염이 7례, 대장균 5례, 녹농균 3례의 순위였으며, 혼합 감염의 경우도 4례 있었다(Table 4).

5. 1차 수술 후 환부 고정방법

괴사골 및 염종조직의 제거술인 1차 수술 후, 골절 및

상처부의 고정방법은, 석고고정이 9례로 가장 많았고, Hoffman device 나, Charnley clamp를 이용한 외고정이 4례였으며, 내고정을 이용한 경우는 없었다(Table 5).

6. 2차 수술의 시행 시기

골소파술 후, 해면골이식을 시행하는 기간은, 2개월 간격인 경우가 5례로 가장 많았고, 1주 간격이 3례, 1개월 간격이 2례로서, 총 14례 중, 12례가 2개월내에 골이식술을 시행하였으며, 골소파술과 골이식술을 동시에 시행한 경우도 2례 있었다(Table 6).

Table 4. Infectious organism of osteomyelitis

Organism	No. of Pt. (%)
<i>Staphylococcus aureus</i>	7 (38.5)
<i>Colliform bacilli</i>	5 (27.5)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	3 (16.5)
α -hemolytic streptococcus	1 (5.5)
β -hemolytic streptococcus	1 (5.5)
<i>Proteus</i>	1 (5.5)
Total	18

Table 5. Method of immobilization after the first stage operation (after excision of necrotic bone and soft tissue)

Immobilization	No. of Pt. (%)
Plaster of Paris cast	9 (64.4)
External device	4 (28.5)
Pin and Plaster technique	1 (7.1)
Total	14(100.0)

Table 6. The date of the second stage operation (Interval between saucerization and bone graft)

Interval	No. of Pt. (%)
0 wk.	2 (14.3)
1 wk.	3 (21.5)
1 Mo.	2 (14.3)
2 Mos.	5 (35.7)
3 Mos.	1 (7.1)
Over 3 Mos.	1 (7.1)
Total	12(100.0)

Table 1. Distribution of age and sex

Age	Male (%)	Female	Total (%)
<20	1(7.1)	—	1(7.1)
21-40	9(64.3)	—	9(64.3)
41-60	4(28.6)	—	4(28.6)
Total	14(100)	—	14(100)

Table 2. Location of the osteomyelitis

Site	No. of Pt. (%)
Femur	3 (21.4)
Tibia	11 (78.6)

Table 3. Causes of osteomyelitis

	No. of Pt. (%)
Open fracture	8 (57.2)
Hematogenous infection	3 (21.4)
Postoperative wound infection	2 (14.3)
Pin tract infection	1 (7.1)

7. 3차 수술(피부보합술)의 시행 시기

14례 중, 피부보합술을 시행한 경우는 12례로서, 이 가운데 6례가 골이식술 후 1개월내에 피부이식술을 시행 하였으며, 3례는 2개월내에 수술이 가능하였다(Table 7).

8. 피부 표면 치료 방법

피부 결손부의 치료 방법으로는, 피부이식술을 시행한 경우가 8례로서 가장 많았으며, 상피형성으로 인한 자연 치유가 2례에서 있었다(Table 8).

9. 수술 후 고정 기간

3단계 수술 후, 고정 가료 기간은 술후 4개월까지가 7례로서 가장 많았으며, 6개월까지 고정한 경우도 3례 있었다(Table 9).

10. 합병증

골이식술 후, 염증의 지속으로 재수술을 시행한 경우가 2례 있었으며, 피부 이식 부위의 국소감염 1례는 항생제 투여로 치유 되었다(Table 10).

III. 증례보고

증례 1

연 ○환, 남자, 38세.

입원 6주 전, 우측 하퇴부에 외상을 입고, 동통과 종

Table 7. The date of the third stage operation
(Interval between bone graft and skin coverage)

Interval	No. of Pt. (%)
Within 1 Mo.	6 (50.0)
1-2 Mos.	3 (25.0)
2-3 Mos.	2 (16.7)
Over 3 Mos.	1 (8.3)
Total	12(100.0)

Table 8. Methods of skin coverage

Method	No. of Pt. (%)
Spontaneous healing	2 (14.3)
Secondary suture	3 (21.4)
Split thickness skin graft	8 (57.2)
Myocutaneous flap graft	1 (7.1)
Total	14(100.0)

창이 지속되어 내원하였으며, 입원 당시, 우측 경골 원위부에 압통과 국소발진이 있었고, 족관절 운동장애를 보였다. 환부 내측에는 10년 전 경골 골절상의 반흔이 남아 있었다. 방사선 소견상, 우측 경골 원위부에 만성 골수염의 골변화를 보였다(Fig. 1-1). 혈액검사상, 적혈구 침강 속도가 증가되었으며, 백혈구 증가소견을 보였다.

입원 후, 석고고정과 항생제 투여를 1주일간 시행하고, 골소파술과 반흔조직제거술을 시행하여 골강을 노출 시켰다(Fig. 1-2). 1차 수술 후, 배양된 포도구균에 대한, 항생제 투여와 염증의 치료를 계속하여, 노출된 골강 내에 고무 육아조직이 발육하도록 하여, 골소파술 2주 후, 감염증이 호전되고, 육아조직이 양호하여(Fig. 1-3), 2차 수술로서, 우측 장골에서 골피조직을 제외한 해면골을 취하여, 골강 내에 dead space가 없도록 채웠다(Fig. 1-4). 골이식 표면에 육아조직이 덮이고 감염증이 소실되어, 3주 후, 피부이식술을 시행 하였다(Fig. 1-5). 창상이 치유된 후, 석고 고정하여 보행을 시켰으며(Fig. 1-6), 술후 6개월이 경과된 후, 골강 내에 견고히 골형성이 이루어진 것을 볼 수 있었다(Fig. 1-7).

증례 2

정 ○윤, 남자, 59세.

교통사고로 좌측 하퇴부에, 연조직의 심한 손상과, 경골 및 비골 분쇄 골절상을 입고, 수상 1주 후, 타병원에서 전원되었으며, 입원 당시, 감염으로 인한 배농이 있고, 골편의 돌출을 보여 주었다(Fig. 2-1). 방사선

Table 9. Postoperative immobilization period

Period	No. of Pt. (%)
Within 2 Mos.	1 (7.1)
2-4 Mos.	7 (50.0)
4-6 Mos.	3 (21.5)
6-8 Mos.	1 (7.1)
8-12 Mos.	1 (7.1)
Over 1 Yr.	1 (7.1)
Total	14(100.0)

Table 10. Complications

	No. of Pt.
Recurrence of infection and reoperation	2
Skin infection	1

Fig. 1-1. Reontgenograms of chronic osteomyelitis of the distal tibia, right.

Fig. 1-3. The cavity is covered with healthy granulation tissue.

Fig. 1-2. Reontgenograms after saucerization and cast immobilization.

Fig. 1-4. The second stage: Cancellous bone filling in the cavity.

소견 상, 좌측 경골 하단부에 분쇄골절과 골편들을 보였으나, 골수강 및 골피질의 염증성 변화는 없었다(Fig. 2-2). 상처부의 균 배양 검사 상, α -용혈성 연쇄상 구균이 배양 되었으며, ampicillin 과 cephoran 에 감수성을 보였다.

항생제 투여와 함께, 1차 수술로서, 연조직의 변연 절제술 및 창상부 소파술을 시행하고, 골절에 대하여는 Hoffman device 를 이용한 견고한 외고정을 시행하였으며(Fig. 2-3), 노출된 골편은 muscle flap 을 이용하여 덮었다(Fig. 2-4). 1차 수술 3주 후에, 감염의 호전과 육아조직의 발육이 양호하여, 장골에서 취한 해면골을 환부에 이식하였다(Fig. 2-5). 2차 수술 4주 후에, 피부이식술을 시행하여(Fig. 2-6), 창상의 빠른 회복을 볼 수 있었으며, 골이식술 12주 후에, 약간의 가골 형성을 보여, 부분 체중 부하가 가능 하였다(Fig. 2-7).

증 례 3

김 ○운, 남자, 31 세.

교통사고로, 좌측 하퇴부에 개방성 창상과 복잡골절상을 입고 입원하였다.

입원 당시, 연조직 결손과 골편의 외부 돌출을 볼 수 있었고, 기타 주요 혈관 손상은 없었다. 방사선 소견상, 경골 간부의 분절 및 복잡 골절과 함께, 심한 변형을 보

Fig. 1-5. The third stage: The wound healed by skin graft.

Fig. 1-7. Roentgenograms of sound healing at six months.

Fig. 1-6. Wound healing and cast immobilization.

Fig. 2-1, 2. Extensive soft tissue injuries of the leg, a comminuted fracture of the distal tibia, left.

Fig. 2-3, 4. The first stage: Radical excision of the infected soft tissues and necrotic bone, external fixation of the leg and coverage of soft tissues.

Fig. 2-5. The second stage: Cancellous bone grafting in the cavity.

Fig. 2-7. Wound healing and cast immobilization.

Fig. 2-6. The third stage: Split thickness skin graft over granulation tissue.

Fig. 3-1. Segmental fracture of the tibia and soft tissue injuries of the leg.

였다 (Fig. 3-1).

연조직의 변연절제술과 Charnley clamp를 이용하여 외고정을 시행 하였다 (Fig. 3-2). 상처부 균 배양검사 상,

Fig. 3-2. Extensive debridement and external fixation of the leg.

Fig. 3-4. The first stage: Excision of infected soft tissue and necrotic bone.

Fig. 3-3. Roentgenograms of bone infection, 16 weeks after injury.

Fig. 3-5. The second stage: Cancellous bone grafting on the granulation tissue.

Fig. 3-6, 7. Roentgenograms showed a healed fractures with recurrent drainage.

녹농균이 배양 되었고, chlormycin, geopen 등에 감수성을 보였다. 적절한 창상 치료와 항생제 투여로 합병증 없이 치유 되어, 6주 후 외고정을 제거하고 석고 고정으로 변경 하였다. 수상 16주 후, 경골 하단 골절부위에 골피질의 염증 변화와(Fig. 3-3), 국소 증세의 발현으로, 2주 후, 골소파술을 시행하여 골내강을 외기에 노출시킨 상태로 치료하였다(Fig. 3-4).

골소파술 6주 후, 해면골이식술을 시행하였고, 2차 수술 7주 후, 피부이식술을 시행 하였다(Fig. 3-5). 수상 1년 후, 경골 상단 골절부위에서 염증이 재발하여, 골소파술과 골이식술을 동일한 방법으로 시행 하였으나, 염증이 지속되어 6주와 9주 후, 2차례에 걸쳐 재수술을 시행 하였으며, 골유합은 되었으나, 골피질의 심한 약화를 초래 하였다(Fig. 3-6, 7).

IV. 고 찰

골수염은 의학의 발달에도 불구하고 여전히 논란이 되고 있으며, 치료가 지연 될 수록, 골감염과 함께, 주위 골조직의 괴사, 또는 연조직의 반흔 현상으로 항생제의 효과적인 침투를 방해하게 된다. 항생제가 적절히 침투하려면, 괴사된 골 및 연조직을 제거하고, dead space를 없애야 하며, 파괴된 공동은 골중식에 의해 자연 소실

되기는 어렵다^{7, 10, 12, 14, 27)}

이러한 dead space를 없애기 위해 free skin graft, muscle flap, bone graft, omentum 이식술²⁾ 등, 여러 방법이 이용 되지만, 골단에는 사용하기 어렵고, 관절 주위의 공동은 이용할 만한 적절한 근육이 없는 등, 각기 방법에 따라 어려움이 따른다^{1, 7, 10)}.

1944년 Mowlem^{5, 13)}은 감염된 공동에 골이식술을 처음 시도하였고, 일반적으로 감염 상태 하에 골이식을 시행하는 것은 바람직한 방법이라 생각치 않고 있으나^{4, 6, 8, 16, 26)}, low grade infection의 존재는 골이식에 장애가 되지 않으며 사지가 위축되기 전에 이용하면 시간을 절약하고 회복이 빠를 수 있다고 보고하였다⁷⁾.

Buchman⁷⁾등은 공동을 채우거나, 많은 골조직을 제거하는 경우, infected fracture with pseudarthrosis, 또는 infected defect가 자연 소실되지 않을 때 골이식술이 필요하다고 하였다. Ham¹⁰⁾은 이식한 해면골에서 osteocyte의 대부분은 사멸되지만, covering osteogenic cell과 osteoblast는 주위 모세혈관과 조직액의 공급으로 생존 할 수 있다고 하였다.

Coleman은 골소파술과 골이식술을 동시에 시행 하는 것이 경과가 좋다고 하였고, Towmey등은 골수염에 골이식을 하여도 상당한 생존력과 감염에 대한 저항력을 갖는다고 하였다¹³⁾.

특히 Jacob^{12, 15, 23, 24)}은 골감염, 골조직의 소실, 피부 결손등 pathologic triad가 있는 경우에 적응증이 되며, 보다 체계적으로 3단계로 세분하여, 항생제의 도움아래 1차 수술로 피사된 골조직이나 오염된 연조직을 제거하고, 골절이 있는 경우 견고한 외고정을 시행한다고 하였다.

평균 2주가 경과하면, 소파된 골강내에 염증이 소실되고 육아조직이 내면에 고루 발육하게 된다.

2차 수술로 골강 내 육아조직 위에, dead space가 없도록 차곡 차곡 해면골을 이식한다. 1, 2차 수술간의 간격이 너무 길면 육아조직이 과잉발육하여 좋지않다. 이식한 해면골 위에 육아조직이 덮이면, 3차 수술로 피부 이식술을 시행하며, 상피형성에 의한 자연치유가 되는 수도 있다.

창상의 치유 기간은 45일 내지 120일 정도이며, 평균 치유 기간은, 골수염이 3개월, 염증성 골절 부전유합이 6개월 정도이고, 골강부 절제를 시행한 경우에는 체중 부하를 6개월 이상 경과한 후 허용하고, 가능한 한 2년 정도 보조기 사용을 권하고 있다^{12, 15, 18, 20, 21, 24)}.

Papineau 술식으로 염증의 치유와 함께 골유합이 될 수도 있으나, Camille³⁾등은 골절에 대한 2차 골이식술이 추가되어야 한다고 하였으며, 본 14례 중 3례에서 추가 골이식술이 필요하였다.

수술이 성공하기 위해서는, 오염 피사된 골 및 연조직을 완전히 제거하여야 하며, 염증이 소실되고, 골강 내에 육아조직이 고루 발육한 vascular bed를 만든 후에 골이식술을 하여야 한다.

골이식은 주로 장골(ilial crest)이나, 대퇴전자부(trochanteric region of femur)에서 해면골 조직을 얻으며, 골피조직은 제거하여야 한다.

또한 골강 내 골이식을 할 때, dead space가 남지 않도록 촘촘히 채움으로써 재발을 방지할 수 있다^{5, 12, 13, 15, 24)}.

장관골에 염증성 골절 부전유합이 6개월 이상 지속되는 경우에는, 충분한 골소파술과 함께 견고한 골절고정술이 필요하며, 이에 는 내, 외고정의 여러 방법이 있으나, Hoffman device를 이용한 외고정이 보다 효과적이라고 생각된다^{12, 15, 19, 24, 25)}.

Hazlett¹³⁾은 염증성 골절 101례에서 11례가 2차 수술이 필요하였으며, 초기 후유증은 3례에 불과하였으나, 해가 거듭할수록 증가하는 경향을 보인다고 하였다. 이와같은 재발 요인은, (1) 골조직의 광범위한 sclerosis 현상이 있을 때, (2) 근조직의 심한 반흔현상, (3) 환자의 연령이 많을 때 잘 생기며, single operation보다 multiple stage operation이 결과가 나쁜 것은 그만큼 창상의 오염이 심하고 장기간 창상을 노출하여 2차 감염이 발생하는데 원인이 있다고 생각된다^{13, 14)}.

일반적으로 포도구균이 가장 흔한 원인균이며, cephalosporin 제제가 가장 효과적인 항생제로 인정 받고 있으며, colliform bacillus, proteus 등이 원인균일 때는 penicillin이나 sulfa 제에 내성을 나타내며 재발을 잘 일으킨다고 한다^{11, 17)}.

합병증은, 염증의 재발, 골이식부의 감염증, 피부창상의 지속등이 있으며 실제 수술에서, (1) 염증이 있는 골이나 연조직을 충분히 제거하지 못한 경우, (2) 골강내에 dead space가 없도록 충분히 골이식을 하지 못한 경우, (3) 알콜중독등의 전신상태 악화가 있을 경우, (4) 하퇴 원위부와 같이 혈액 순환이 좋지 않은 부위에 발생한 경우 등에는 예후가 나쁘다고 하였다⁷⁾.

V. 결 론

1980년 6월부터 1982년 9월까지 3년동안, 강남 성심 병원 정형 외과에서 14례의 골수염 환자에게 Papineau 술식을 이용하여 치료에 좋은 결과를 얻었다.

1. 14례의 감염된 골손실 부위에 오염된 조직을 제거하고 해면골을 이식하여, 11례가 합병증없이 치유되었고, 나머지 3례 중 2례는 2차에 걸친 재수술을 시행하였으며, 1례는 피부 국소 감염으로 쉽게 치유되었다.

2. 골수염의 원인은 개방성 창상에 의한 감염이 가장 많았으며, 감염균은 포도구균이 가장 많았다. 1차 수술 후, 환부 고정 방법은 석고고정이 가장 많이 이용되었다. 1, 2차 수술간의 간격은, 평균 6주, 2, 3차 수술간의 간격은 평균 4주였으며, 수술 고정기간은 평균 4개월이었다.

3. Papineau 술식은 외상이나 기타 원인으로 염증과 골손실이 심한 경우, 피부 창상으로 골노출이 되는 경우 등에 좋은 결과를 얻는 방법이다.

4. 이 수술을 성공적으로 시행하려면 다음 사항들을 고려하여야 한다.

- 염증성 골 및 연조직을 완전히 제거하고 골절부위의 견고한 외고정이 필요하다.
- 골소파술 후, 골강 내에 염증이 소실되고 육아조직이 고루 발육한 후에 골이식술을 시행하여야 한다.
- 장골에서 주로 골이식을 하며, 골피조직이 없는 해면골만을 취하여야 한다.
- 골유합이 견고해 질 때까지 충분히 고정하여야 한다.

REFERENCES

- 1) Agiza, A.H. : *Treatment of tibial osteomyelitic defects and infected pseudarthrosis by the Huntington fibular*

- transference operation. J. Bone and Joint Surg.*, 63A:814, 1981.
- 2) Azuma, H., Kondo, T., Mikami, M. and Harii, K.: *Treatment of chronic osteomyelitis by transplantation of autogenous omentum with microvascular anastomosis. Acta Orthop. Scand.*, 47:271-275, 1976.
 - 3) Camille, R. B., Reignier, B., Suilant, G. and Berteaux, D.: *Technique and natural history of the Papineau operation. Year book of Orthop. and traumatic Surg.*, 72, 1977.
 - 4) Clawson, D. K., Davis, F. J. and Hansen, S.T.Jr.: *Treatment of chronic osteomyelitis with emphasis on closed suction-irrigation technique. Clin. Orthop.*, 96:88-97, 1973.
 - 5) Coleman, H. M., Bateman, J. E., Dale, G. M. and Stan, D. E.: *Cancellous bone grafts for infected bone defects, a single stage procedure. Surg. Gynec. and Obstet.*, 83:392-398, 1946.
 - 6) Compere, E. L., Metzger, W. I. and Mitra, R. N.: *The treatment of pyogenic bone and joint infections by closed irrigation(circulation) with a nontoxic detergent and one or more antibiotics. J. Bone and Joint Surg.*, 49A:614-624, 1967.
 - 7) De Oliveira, J. C.: *Bone grafts and chronic osteomyelitis. J. Bone and Joint Surg.*, 53B:672-683, 1971.
 - 8) Dombrowski, E. T. and Dunn, A. W.: *Treatment of osteomyelitis by debridement and closed wound irrigation-suction. Clin. Orthop.*, 43:215, 1965.
 - 9) Farrow, R. C.: *Summary of results of bone grafting for war wounds. J. Bone and Joint Surg.*, 30A:31-38, 1948.
 - 10) Ger, R. and Efron, G.: *New operative approach in the treatment of chronic osteomyelitis of the tibial diaphysis. Clin. Orthop.*, 70:165-169, 1970.
 - 11) Gustilo, R. B.: *Use of antimicrobials in the management of open fractures. Arch. Surg.*, 114:805-808, 1979.
 - 12) Gustilo, R.B.: *Management of open fractures and their complications. 46-51, 166-181, W.B. Saunders Co.*, 1982.
 - 13) Hazlett, J. W.: *The use of cancellous bone grafts into treatment of subacute and chronic osteomyelitis. J. Bone and Joint Surg.*, 36B:584-590, 1954.
 - 14) Horwitz, T.: *Surgical treatment of chronic osteomyelitis complicating fractures. Clin. Orthop.*, 96:118-128, 1973.
 - 15) Jacob, A. L., Benoit, K.J. and Lecestre, P.: *Failures and limitation of the Papineau operation. Year book of Orthop. and traumatic Surg.*, 76-78, 1979.
 - 16) Kelly, P.J., Martin, W.J. and Coventry, M.B.: *Chronic osteomyelitis. II. Treatment with closed irrigation and suction. J. Am. Med. Assn.*, 213:1843-1848, 1970.
 - 17) Kelly, P. J., Wilkowski, C. J. and Washington, J. A., 2d.: *Comparison of gram-negative bacillary and staphylococcal osteomyelitis of the femur and tibia. Clin. Orthop.*, 96:70-75, 1973.
 - 18) Kostuik, J. P. and Harrington, I. L.: *Treatment of infected un-united femoral shaft fractures. Clin. Orthop.*, 108:90-94, 1975.
 - 19) Lawyer, R. B. and Lubbers, L. M.: *Use of the Hoffmann Apparatus in the treatment of unstable tibial fractures. J. Bone and Joint Surg.*, 62A:1264, 1980.
 - 20) Meyer, S., Weiland, A.J. and Willengger, H.: *The treatment of infection nonunion of fractures of long bones. J. Bone and Joint Surg.*, 57A:836-842, 1975.
 - 21) Mueller, M.E. and Thomas, R. J.: *Treatment of nonunion in fractures of long bones. Clin. Orthop.*, 138:141-153, 1979.
 - 22) Papineau, L.J.: *Osteocutaneous resection-reconstruction in diaphyseal osteomyelitis. Clin. Orthop.*, 101, 306, 1974.
 - 23) Papineau, L. J., Alfageme, A., Dalcourt, J. P. and Pilon, L.: *Chronic osteomyelitis of long bones-resection and bone grafting with delayed skin closure. J. Bone and Joint Surg.(Br.)*, 58, 138, 1976.
 - 24) Piganiol, G., Mosser, J. J., Herard, P., Regnard, P. J., Lalloue, C. and Lelaurin, J.: *Surgical management of bone infection. Year book of Orthop. and traumatic Surg.*, 74-75, 1977.
 - 25) Rosen, H.: *Compression treatment of long bone pseudarthrosis. Clin. Orthop.*, 138:154-166, 1979.
 - 26) Waldvogel, F. A., Medoff, G. and Swartz, M. N.: *Osteomyelitis: A review of clinical features: Therapeutic considerations and unusual aspects(second of three parts). N. Engl. J. Med.*, 282:260-266, 1970.
 - 27) West, W.F., Kelly, P.J. and Martin, W.J.: *Chronic osteomyelitis, factors affecting the results of treatment in 186 patients. J. Am. Med. Assn.*, 213:1837-1842, 1970.