

## 전완부 골절 불유합에 대한 임상적 고찰

국립의료원 정형외과

김기용 · 윤형구 · 서재곤 · 권태우

=Abstract=

### A Clinical Study on Nonunion of the Forearm Fracture

Key Yong Kim, M.D., Hyung Ku Yoon, M.D., Jai Gon Seo, M.D. and Tae Woo Kwon, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, National Medical Center, Seoul

Nonunion is one of the important complication during treatment of forearm fracture. Nonunion of the forearm fracture inevitably prolongs the treatment course and markedly impairs the function of the forearm. We analyzed 34 cases of nonunion of forearm fracture in 21 persons from Jan. 1979 to Dec. 1985.

The results are as follows.

1. The greater force of traffic accident of machine injury produced nonunion more frequently.
2. The predilection site of the nonunion was coincidental to the fracture site of the forearm.
3. Unstable fracture such as comminuted, segmental, spiral or oblique fracture was more closely related to the nonunion than the stable fracture. Hypervascular type nonunion was more prevalent than the avascular type.
4. The probable causes of nonunion were poor external fixation, severe soft tissue injury, displaced or comminuted fracture and inadequate or inappropriate surgery.
5. Obtained bone union in all cases, but the functional result was not improved compared to the preoperative state.

**Key Words:** Nonunion, Forearm fracture.

## 서 론

전완부의 골절의 불유합은 전완부 골절에서 드물지 않게 보는 합병증의 하나이다.

전완부 골절은 골절시 정확한 정복 및 유지로서 요골 및 척골의 정상길이가 유지되어야 하고 회전 및 굴곡변형이 없어야 하며, 골간 간격이 유지되고 요골만곡도 정상이어야 한다.

그러나 최초의 골절시 심한 연부조직 혹은 골조직의 손상, 감염, 부적절하거나 부적합한 수술 또는 불충분한 외고정이 원인이 되어 불유합이 오는 경우 치료가 힘들뿐 아니라 치료기간이 길어지고 전완부 기능장애등이 수반된다.

이에 저자들은 1979년 1월부터 1985년 12월까지 국립의료원 정형외과에서 전완부 간부골절 불유합으로 입원하였던 18명 및 본과에서 전완부 골절 치

료중 발생하였던 불유합 3명 총 21명의 환자에서 34불유합에 대하여 평균 1년 이상 추시하였으며 치험결과를 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

## 증례 분석

### 1. 성별 및 연령분포

총 21명중 남자가 20명(95%), 여자가 1명(5%)으로 남자가 대부분이었고, 연령 분포는 20대가 13명(62%)으로 가장 많다(Table 1).

### 2. 수상 원인

기계에 의한 골절이 11례(52%)로 불유합의 원인 중 가장 많았으며, 교통사고로 인한 골절이 6례(28%)로써 두번째를 차지하였다(Table 2).

### 3. 불유합 부위

요골 또는 척골의 단독 및 양골골절의 불유합으로 분류하여 각각 부위에 따라 관찰한 바 요골 단독 불유합의 경우 부위에 따른 유의성이 없었고, 척골의 불유합은 근위 1/3부위에서 4례(66%)로서 호발하였다.

양골 불유합은 요골 및 척골 모두 중위 1/3부위에서 9례(70%)로서 가장 높은 빈도를 보였다(Table 3).

#### 4. 개방성 골절대 비개방성 골절

전완부 골절의 불유합은 총 21명중 10명(48%)에서 개방성 골절후 발생하였고, 11명(52%)에서 비개방성 골절후 발생하였다(Table 4).

#### 5. 골절의 양상

골절의 양상을 감별할 수 있었던 19명 30례에서 분쇄 및 분절골절, 사경 및 나선골절등의 불안정 골절과 횡골절 즉 안정골절로 분류하였으며, 불안정 골절이 27례(90%)로서 대부분을 차지하였다(Table 5).

Table 1. Age and sex distribution

Sex Age	Male	Female
~20	1	
21~30	12	1
31~40	2	
41~50	4	
51~	1	

Table 2. Cause of injury

	Number of patient	Percentage
Traffic	6	28
Machine injury	11	52
Direct blow	2	10
Fall down	2	10
Total	21	100

Table 5. Shape of fracture

Bone of nonunion	Comminuted or segmental	Oblique or spiral	Transverse
Radius	1	1	
Ulna	3	2	1
Both			
Radius	6	3	2
Ulna	7	4	

#### 6. 불유합의 형태

불유합의 형태를 hypervascular type 과 avascular type 으로 나눌때 hypervascular type 이 29례(86%)이었으며, avascular type 이 5례(14%)이었다(Table 6, Fig. 1).

#### 7. 동반 손상

동반 골절은 5명에서 나타났고, 상박골 및 하퇴골 골절이 각 1례, 중수지골, 하악골 및 늑골 골절이 각 1례씩이었으며, 신경손상중 요골신경 및 척골신경 손상이 각 5례, 정중신경 손상이 4례로써 대부분 양골골절 불유합에 동반하였다.

또한 교통사고 혹은 기계압박으로 8명(38%)에서 심한 연부조직 손상을 보여주었고, 이중 2명은 Volkmann 씨 연축을 동반하였다.

#### 8. 불유합에 이른 골절의 초기치료

전완부 골절의 초기 치료중 석고고정을 한 예가 9례(26%)이었고, 도수정복후 외고정이나 골격전인을 한예가 6례(18%)이었다.

관혈적 정복후 일반 금속판 혹은 압박 금속판을

Table 3. Location of nonunion

Bone of nonunion	Distal	Middle	Proximal	Total
Radius	1	1		2
Ulna		2	4	6
Both				
Radius	2	9	2	13
Ulna	3	9	1	13
Total	6	21	7	34

Table 4. Open vs closed

Bone of nonunion	Open	Closed
Radius	1	1
Ulna	2	4
Total	10(48%)	11(52%)

사용한 경우가 14례(41%)이었으며, 골수강 내고정을 시행한 예가 5례(15%)로 보존적 치료보다는 수술적 치료후에 불유합이 오는 경우가 보다 많았다(Table 7, Fig. 2).

### 9. 불유합의 원인

사례별로 불유합의 가장 큰 요인으로 생각되는 경우를 조사하였으며, 수술의 적응증을 잘못 잡은 경우, 수술의 기술적과오 또는 적절한 내고정물 선택의 실패등의 부적합하거나 부적절한 수술이 8례, 기간이 불충분한 석고고정 5례, 심한 연부조직

**Table 6.** Type of nonunion

Bone of nonunion	Hypervascular	Avascular
Radius	2	
Ulna	4	2
Both		
Radius	12	1
Ulna	11	2
Total	29	5

**Fig. 1.** Example of avascular type of nonunion Lt) ant hypervascular type Rt).

**Table 7.** Initial treatment before nonunion

	Radius	Ulna	Both radius	Ulna	Total
C/R and Cast immobilization	1	3	2	3	9(26%)
C/R and Skeletal traction or external fixation	1		2	3	6(18%)
O/R and Plate fixation		11	7	6	14(41%)
O/R and Intramedullary nailing		22	2	1	5(15%)

**Fig. 2.** Metallic failure with onunion Lt) and bone union 4 moths after plate fixation Rt).

손상 4례, 골결손 1례, 수상 및 수술시의 감염이 각 1례이었다(Table 8, Fig. 3).

#### 10. 불유합의 치료

금속판 내고정 및 골이식술을 시행하였던 경우가 28례(82%)이었다. 골 이식술만을 시행하였던 경우는 양골 불유합중 척골에서 1례가 있었다.

감염이 동반된 경우는 소파 및 관류술을 시행하였고, 6개월이상 충분한 시간이 지난후 골 이식술을 시행하는 것을 원칙으로 하였으며, 이때 비골생 이식술 1례, 금속판 내고정 1례, 호프만 외고정 2례이었다(Table 9, Fig. 4).

#### 11. 기능적 결과

전완부골절 불유합의 수술전후의 기능을 Ander-

son씨 평가기준에 의하여 비교하였으며(불유합 발생시 실패로 정한 기준은 의미가 없어 제외하였다).

수술 전후의 기능상 호전이나 악화는 없었으며, 우수 5명(16%), 양호 10명(32%), 불량 6명(19%)이었다. 또한 단독불유합과 양골 불유합간의 기능상 차이도 없었다(Table 10, 11).

#### 고 찰

Muller<sup>6)</sup>는 보존적 혹은 수술적 치료에 평균 3~4개월까지도 가골형성이 안될 때를 지연유합이라 정의하였고, Urist 등<sup>10)</sup>은 수상 18개월 후에도 방사선 소견상 골결손, 골단면의 경화, 골수강의 폐쇄, 가운데등이 있으면 불유합으로 정의하였다.

Anderson 등<sup>1)</sup>은 전완부 골절에 있어서 수상후 6개월이 지나 골유합을 얻기 위하여 수술적 치료가 불가피한 경우를 불유합으로 정의하였으며, 저자들도 이를 전완부 골절불유합으로 정의하였다.

Buren<sup>11)</sup>에 의하면 전완부 불유합은 요골이나 척골의 단독골절보다 양골골절에서 2배로 많았으며, 이는 단독골절시 전전골의 지지효과를 설명하였다. Stern과 Drury 등<sup>12)</sup>은 요골 골절보다 척골골절에서 불유합이 많다고 하였는데 이는 척골이 회내 및 회

Table 8. Probable cause of nonunion

Severe soft tissue injury	4
Inadequate or inappropriate surgery	8
Unsatisfactory immobilization	5
Bone defect	2
Infection related to initial contamination	1
Infection related to surgery	1

Fig. 3. Inadequate length of the plate Lt) and Firm fixation with plate and 5 screws Rt).

Table 9. Methods of treatment for nonunion

	Radius	Ulna	Both radius	Ulna	Total
Plate fixation and bone graft	1	6	11	10	28
Bone graft				1	1
Debridement and delayed bone graft	1		2	2	5

**Fig. 4-A)** Initial injury Lt) and Nonunion of the radius after external fixation Rt).

**Fig. 4-B)** Fibular gratt with Rush pinning Lt) and complete bone union at postop. 4 months Rt).

**Table 10.** 기능적 결과의 평가기준(Anderson)

우수: 굴곡-신전운동 10° 미만의 손실과 회내-회외운동 25%미만의 손실
양호: 굴곡-신전운동 20° 미만의 손실과 회내-회외운동 50%미만의 손실
불량: 굴곡-신전운동 30° 이상의 손실과 회내-회외운동 50%이상의 손실
실패: 운동장애 범위에 관계없이 불유합 발생시

외운동중 염전력을 받기 때문이다. 불유합의 유발  
인자중 전위와 분쇄정도는 중요한 역할을 하며, 수

**Table 11.** Functional results(preop and postop)

	Radius	Ulna	Both	Total
Excellent	1	1	3	5
Satisfactory	1	2	7	10
Unsatisfactory		3	3	6

상시의 직접외력의 정도를 반영한다,

Buren<sup>9)</sup>에 의하면 개방성 골절때 비개방성 골절  
에 비하여 불유합율이 6배로 높으며, 이 역시 수상  
시 직접외력이 컸다는 것을 의미하고 창상을 통한  
감염으로 불유합이 온 사례로 드물었다.

Judet<sup>8)</sup> 등은 불유합을 골단의 혈액순환이 좋은 hypervascular type 과 혈액순환이 나쁜 avascular type 으로 나누어 치료 및 예후를 판정하였으며, hypervascular type 에서는 견고한 내고정만을 하여도 되며, avascular type 에서는 견고한 내고정 및 골이식술을 시행하여야 한다고 하였다.

Weber 와 Brunner<sup>11)</sup> 는 비감염성 불유합은 대부분 hypervascular type 이었고, 감염성 불유합은 대부분 avascular type 에 속한다고 하였다.

저자들의 경우 hypervascular type 이 31례, avascular type 이 5례로서 어느 경우나 골이식술은 필수적으로 시행하였다.

Boyd 등<sup>5)</sup> 은 골절후 불유합의 원인인자로서 골절 부위, 연부조직의 손상, 전위, 개발성골절, 골결손, 수상시의 감염을 들었으며 치료과정중의 원인인자로서는 부적절한 정복, 견고하지 못한 내고정, 적응증이 안되는 수술, 술중의 감염 및 과도한 연부조직 손상, 술후 외고정의 실패등을 사례로 들었다.

보존적 치료는 골유합 면에서 볼 때 가장 골유합을 유발하지 않으나 부정유합으로 인한 전완부기능장애의 가능성이 높으므로 소아를 제외하고는 가급적 피하여야 할 것이다.

전완부 골절의 관혈적 정복 및 금속판 고정에 있어서 Stern 과 Drury<sup>9)</sup> 에 의하면 나사못을 4개 사용한 경우 5개 이상 사용한 경우보다 불유합률이 4개 이상이었고, Dodge 와 Cage<sup>4)</sup> 및 AO group 은 최소한 5개 이상의 나사못 사용이 바람직하다고 하였다.

금속판 고정의 기타 기술적 결함으로는 금속판의 길이가 짧은 경우, 금속판의 중심을 골절부위에 두지 못한 경우, 나사못을 지나치게 골절선에 가깝게 조립한 때 등으로서 견고한 내고정을 얻지 못하였다.

Smith 와 Sage<sup>6)</sup> 는 Rush 핀, Lotte 정, Kirschner 강선, Steinmann 핀, Kuntcher 정 등으로 내고정한 결과 불유합이 20%에 달했고, 이는 요골만목을 유지하기 어렵고 골편의 회전을 막을 수 없기 때문으로 보았다.

전완부 불유합의 치료원칙은 망상골 이식술 및 견고한 고정이다. 그러나 섬유성 유합이 튼튼하여 임상적으로 기능장애가 없을 때는 그냥 둘 수도 있다.

1956년 Nicoll<sup>7)</sup> 은 전완부 불유합시 골결손이 작은 경우 망상골 이식술을 금속판 고정술과 병행하여 28례에서 모두 골유합을 얻었다. 압박 금속판이 등장한 이후 1959년 Campbell clinic 에서는 장골의

전층(Corticocancellous bone)을 이식하여 골유합시 안정도를 높였고, 15사례중 13례에서 골유합을 얻었다. 골 결손은 또한 dual onlay graft 혹은 비골 이식술로도 대치가 가능하다.

감염성 불유합인 경우 Boyd 등<sup>5)</sup> 은 감염이 소실되고 창상이 봉합된 후 최소한 6개월이 지나야 골 이식술을 시행할 수 있다고 하였으며, 저자들도 이에 준하여 치료하였고, 금속판은 감염이 있더라도 골유합이 이루어질 때까지 제거하지 않았으나 감염이 심하였던 1례에서 금속판을 제거하고 외고정술 및 관류요법을 시행하였다.

전완부 불유합에서 운동장애가 많은데 이는 동반된 연부조직 손상과 근육 및 전파열의 반흔, 골편의 전위, 장기간의 외고정등으로 기인하며 회외전 및 회내전의 장애가 요척골간 간격의 협소와 무관하게 항상 존재하였다.

## 결 론

1. 기계사고, 교통사고등 직접외력이 큰 사고후에 생긴 전완부 골절에서 불유합이 잘 발생하였다.
2. 전완부 불유합의 호발부위는 골절의 호발부위와 일치하였다.
3. 골절의 양상이 분쇄 및 분절골절, 사경 및 나선골절등의 불안정 골절인 경우가 횡골절 즉 안정골절에 비하여 불유합이 잘 동반되었고, 불유합의 양상은 hypervascular type 이 많았다.
4. 전완부 골절불유합의 요인은 불충분한 외고정, 심한 연부조직 손상, 골절의 전위와 분쇄등이었으나 골절에 대한 부적합하거나 부적절한 수술이 큰 요인을 차지하였다.
5. 불유합의 치료는 견고한 내고정 및 골이식술과 충분한 외고정으로 만족스러운 결과를 얻었으나 술전에 비하여 기능적 호전을 기대하기는 어려웠다.

## REFERENCES

- 1) Anderson, L.D., Sisk, T.D., Tooms, R.E. and Park, W.I.: *Compression-plate Fixation in acute diaphyseal fractures of the radius and ulna. J. Bone and Joint Surg.*, 57A:287-297, 1975.
- 2) Boyd, H.B., Lipinski, S.W. and Wiley, J.H.: *Observation on nonunion of the shafts of the long bones with static analysis of 842 patients. J. Bone and Joint Surg.*, 43A:159, 1961.
- 3) N. de Buren.: *Causes and treatment of nonu-*

- nion in fractures of the radius and ulna. *J. Bone and Joint Surg.*, 44-B:614, 1962.
- 4) Dodge, H.S. and Cady, G.W.: *Treatment of fractures of the radius and ulna with compression plates. J. Bone and Joint Surg.*, 54-A: 1167, 1972.
- 5) Judet, J. and Judet, R.: *L'osteogenese et les retards de consolidation et les pseudoarthroses des os longs, 1960, Huitieme Congres, SIC-OT 315(Quoted from Campbell's operative orthopaedics III, 2057, 1987).*
- 6) Muller, M.E.: *Treatment of nonunion, Clin. Orthop.*, 43:83, 1965.
- 7) Nicoll, E.A.: *The treatment of gaps in long bones by cancellous insert grafts. J. Bone and Joint Surg.*, 38-B:70-82, 1956.
- 8) Stern, P.J. and Drury, W.J.: *Complications of plate fixation of forearm fractures. Clin. Orthop.*, 175:25-29, 1983.
- 9) Smith, H. and Sage, F.P.: *Medullary fixation of forearm fractures. J. Bone and Joint Surg.*, 39-A:91, 1957.
- 10) Urist, M.R., Mazet, R.Jr. and Mclean, F.C.: *The pathogenesis and treatment of delayed union and nonunion. J. Bone and Joint Surg.*, 36-A:391, 1954.
- 11) Weber, B.G. and Brunner, C.: *The treatment of nonunions without electrical stimulation. Clin. Orthop.*, 161:24-32, 1981.
-