대한정형외과학회지 제25권 제6호
J. of Korean Orthop. Assoc.
Vol. 25, No. 6, Dedember 1990

좌멸손상에 의한 수부골절의 수술적 치료

가톨릭의대부속 부천 성가병원정형외과

김형민 · 김윤수 · 박충서 · 은승표

=Abstract=

Operative Treatment in Fractures of the Metacarpal and Phalanx in the Crushing Injury

Hyoung-Min Kim, M.D., Youn-Soo Kim, M.D., Choong-Seo Park, M.D. and Seung-Pyo Eun, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Holy Family Hospital, Catholic University Medical College, Bucheon, Korea

Fractures of the metacarpal and phalanx of the hand are common occurances and bony union usually occurs without difficulties. If complication of the metacarpal and phalangeal fracture of the hand occurred, it causes significant functional deficit.

The authors have reviewed 92 patients, 121 cases of metacarpal and palangeal fracture of the crushed hand which were treated with internal fixation with/without open reduction in the deparment of orthopaedic surgery in Holy Family Hospital from Jan. 1985 to Dec. 1989.

The authors obtained the following results ;

1. The incidence of nonunion and delayed union was 12.4% (15/121 cases).
2. The criteriae of nonunion and delayed union are progressive angulation at fracture site after removal of implant, lack of bony union evidence in the radiography more than 12 weeks after injury, tenderness and pain on motion at fracture site and gross pseudomotion.
3. Nonunion and delayed union occurred more commonly in phalangeal fractures, shaft fractures, severely traumatized fractures (open fractures, marked displaced fractures, comminuted fractures and fractures had associated injuries in the same hand) and under-reduced fractures after internal fixation.
4. Mean TAM (total active motion) range at last follow up was 94.5° in thumb and 186.6° in finger and that of nonunion and delayed union cases was 89° in thumb and 153.5° in finger.

Key Words : Metacarpal and phalangeal fractures, Crushing injury nonunion and delayed union.

서 론

중수골 및 수지골의 골절은 흔하게 발생하나 골유합은 타부위에 비하여 빠른 시간에 일어나며 불유합은 매우 드물다. 그러나 문명 및 산업의 발달로 인하여 기계에 의한 수부의 손상은 점차 다발성, 광범위하게 일어나며, 중수골 및 수지골의 골절도 심한 연부조직 손상 및 개방창을 동반한 골편의 심한 전위, 분쇄상 및 골소실의 소견을 보이며 이에 따라 합병증도 많이 발생한다.

이에 저자들은 좌멸손상에 의한 수부골절에 있어 골절의 위치, 양상 및 수술적 치료방법에 따른 골유합의 상태 및 관절운동 범위에 대하여 증례 분석 및 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

본 논문은 1990년 추계 정형외과 학회에서 발표한 논문임.

연구 대상 및 방법

1985년 1월부터 1989년 12월까지 가톨릭의과대학 부속 부천성가병원 정형외과에서 좌멸손상에 의해 발생한 중수골 및 수지골 골절로 가료한 195명의 환자 중 12주 이상의 추시가 가능하였고 추시기간 내에 골유합이 일어났던 92명, 121예를 대상으로 하였으며 추시기간은 최단 12주에서 최장 4년 1개월로 평균 24.1주였고, 이중 불유합 및 지연유합은 13명, 15예에서 발생하였으며 이들은 최단 30주에서 최장 1년 6개월로 평균 41.3주간의 추시를 하였으며, 이와 관련되는 인자를 찾고자 골절과 연관되는 인자를 세분하여 각각에 대한 골절환자 총수에 대한 부유합 환자 수의 빈도를 비교 검토하였다.

증례 분석 및 결과

1. 성별, 연령 및 좌우의 비교

총 92명 중 남자가 82명, 여자는 7명이었고, 불유합 및 지연유합이 발생한 13명 중에는 남자가 12명이었다. 연령은 최소 6세부터 58세로 평균 28.7세였고, 불유합 예에서는 최소 19세, 최고 49세로 평균 25.7세였다(Table 1). 우측이 68예, 좌측이 53예였으며, 불유합이 발생한 예에서는 우측이 7예, 좌측이 8예였다.

2. 손상 수지 및 골절 부위의 분포

각 수지에서 비슷한 골절의 발생빈도를 보였고, 불유합은 무지, 인지 및 중지에서 각각 5, 3, 5예가 발생하여 환지 및 소지에 비하여 발생빈도가 높았다. 수지골이 86예로 많이 발생하였고 이중 12예에서 불유합이 발생하여 중수골보다 높은 빈도를 보였다(Table 2). 골절 부위별로는 간부에서 65예로 가장 많이 발생하였고, 불유합 역시 간부에서 11예(16.9%)로 높은 빈도를 보였다(Table 3).

3. 골절 형태에 따른 분류

분쇄가 없거나 경미한 골절(골폭의 30%이하)과 심한 골절(골폭의 30%이상)로 나누었고, 분쇄가 없거나 경미한 골절은 횡형 골절, 단사형 골절, 장사형 골절 및 종형 골절로 나누고, 이것을 다시 전위가 없거나 경미한 골절(골폭의 1/3이하)와 심한 골절(골폭의 1/3이상)로 나누었다. 분쇄가 심한 골절은 골소실이 없거나 경미한 골절(골폭의 1/2이하)와 골소실이 심한 골절(골폭의 1/2이상)로 나누었다. 분쇄가 없거나 경미한 골절이 76예였으며 이중 전위가 심한 골절이 58예였고 이중 7예(12.1%)에서 불유합이 발생하였고, 분쇄가 심한 골절은 총 38예였고 이중 7예(16.2%)에서 불유합이 발생하여 전위가 심한 골절과 분쇄가 심한 골절에서 불유합의 발생빈도가 높았다(Table 4).

4. 개방성 및 동일 수부의 동반손상 유무

개방성 골절이 71예, 폐쇄성 골절이 50예였고, 불유합은 개방성 골절에서 12예가 발생하여 16.9%의 높은 발생빈도를 보였다(Table 5). 총 121예중 102예가 동일 수부의 동반손사이 있었고, 동반손상은 인접 수지의 골절 또는 절단이 68예로 가장 많았고 개방창을 제외한 동일 수지의 연부조직 손상이 36예 및 동일수지 다른 부위의 골절 또는 원위부 절단이 18예였으며, 이것은 서로 병합하여 나타나기도 하였다. 불유합이 발생한 15예는 모두 동일

Table 1. Age Distribution

Age	-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-
Total	1	21	40	17	11	2
Nonunion	0	4	7	1	1	0

Table 2. Fracture Site Distribution (/ ; Total cases/ Nonunion cases)

		Tuumb	Index	Middle	Ring	Little	Total	
Phalanx	Distal	6/1	3/0	0/0	3/0	1/0	13/1	86/12
	Middle	–	7/1	6/1	5/0	7/1	25/3	
	Proximal	14/4	10/1	8/2	8/1	8/0	48/8	
Metacarpal		2/0	9/1	11/2	7/0	6/0		35/3
Total		22/5	29/3	25/5	23/1	22/1		121/15

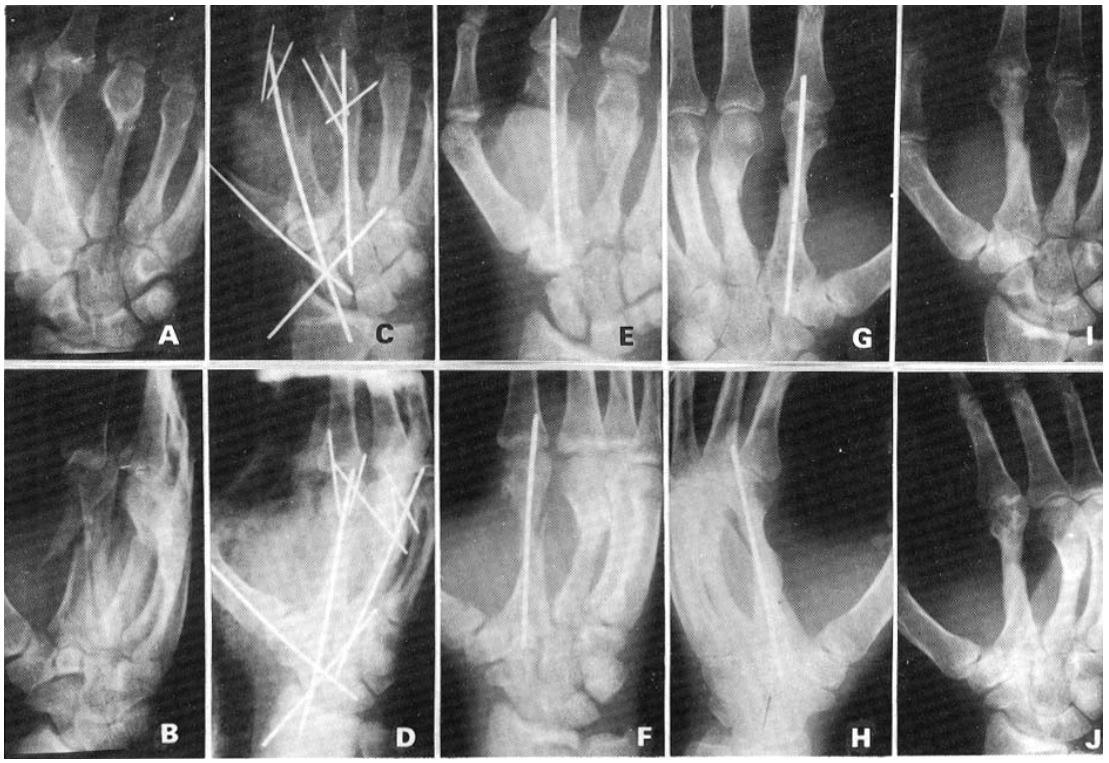

Fig. 1. (A, B) Initial radiographs of 19-years-old male who injured by cutting mechine. (C, D) Radiographs after operation. (E, F) Radiographs at 12 weeks after operation shows that fracture in second metacarpal is ununited. (G.H) Radiographs at 5 months after operation shows union evidence of second metacarpal fracture. (I, J) Radiographs at 11 months after operation shows solid union of second metacarpal fracture.

Table 3. Location of Fracture

Site	Total	Nonunion
Head & Neck	28	1
Shaft	65	11
Base	26	1
Bone loss include. Joint	2	2

수부의 동반손상이 있던 예에서 발생하였다 (Table 6).

5. 수상후 수술까지의 기간, 수술의 적응증 및 수술방법

수상 당일 수술을 시행한 것이 69예, 수상후 1-3일이 28예였고, 수상 3주이상 경과하여 시행한 경우도 7예가 있었으며, 수상후 수술까지의 기간과 불유합의 발생빈도와의 인과관계는 없었다. 중수골 및 수지골에서의 수술은 적응은 도수 정복이 안되거나, 동일 수부에 수술을 필요로하는 동반손상이 있는 경우, 다발성 수부골절이 있는 경우와 연부조직의 손상이 심하여 수시로 석고를 제거하고 창상치료를 필요로 하는 경우등이였다.

Table 4. Type of Fracture (/ ; Total cases/Nonunion Cases)

	Mild Disp.	Severe Disp.	Total
Mild Comminution	20/1	58/7	78/8
Transverse	9/0	31/4	40/4
Short Obl.	6/1	12/1	18/2
Long Obl.	2/0	4/1	6/1
Longitudinal	3/0	11/1	14/1
Severe Comminution			43/7
Mild Bone Loss			38/4
Severe Bone Loss			5/3

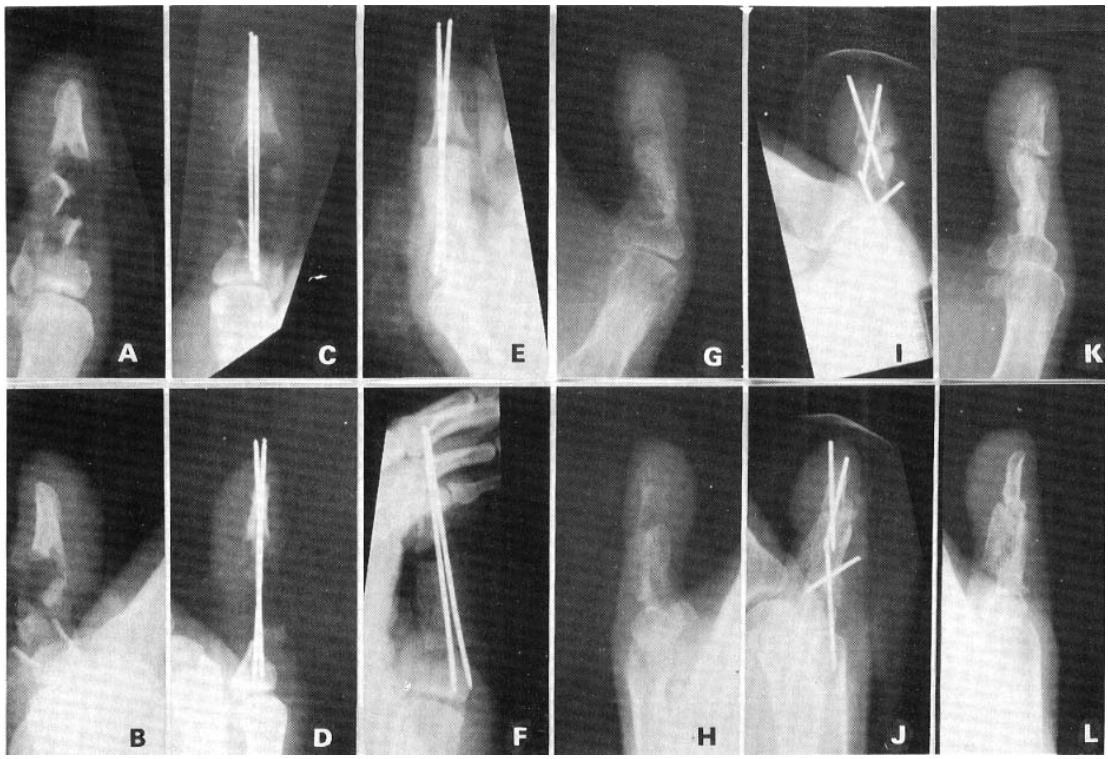

Fig. 2. (A, B) Initial radiographs of 30-year-old male who injured by press mechine shows fractures on proximal and distal phalanx of thumb with segmental loss of interphalangeal joint. (C, D) Two days after injury, longitudinal K-wire fixation was done for preserve length. (E, F) Four weeks after injury, iliac corticocancellous graft inserted. (G, H) Radiographs at 20 weeks after injury shows visible gap between graft and phalangeal bones. (I, J) Radiographs after second operation. (K, L) Radiographs at 7 months after last operation shows solid union of bone.

Table 5. Open vs Closed

Type	Total	Nonunion
Open	71	12
Closed	50	3

Table 6. Associated Injuries in the Same Hand.

	Total	Nonunion
With Associated Injury	102	15
Amputation or Fracture in the Same Ray	18	4
Amputation or Fracture in the Other Ray	68	8
Soft Tissue Injuries in the Same Ray*	36	7
With Associated Injury	19	0

(*; excluding open fracture and superficial laceration)

수술방법으로는 관혈적 정복 및 내고정을 시행한 것이 95예, 도수 정복 및 내고정한 것이 26예였고, 불유합은 각각 12예(11.6%)와 3예(11.5%)에서 발생하여 발생빈도의 큰 차이는 없었다. 내고정물로는 K-강성만 사용한 것이 109예로 가장 많았다(Table 7).

6. 수술후 골절 정복의 정확도

수술후 골절 정복의 정도에 따라 해부학적인 정복과 불완전 정복으로 나누었으며, 불완전 정복되었던 예가 63예였으며 이중 13예에서 불유합이 발생하여 20.6%의 높은 발생빈도를 나타내었다(Table 8).

7. 내고정물의 제거

수술후 4주 이내에 제거한 것이 30예, 수술후 5-6주와 7-10주에 제거한 것이 각각 33예였고, 수술후 11주이상 제거하지 않은 것이 11

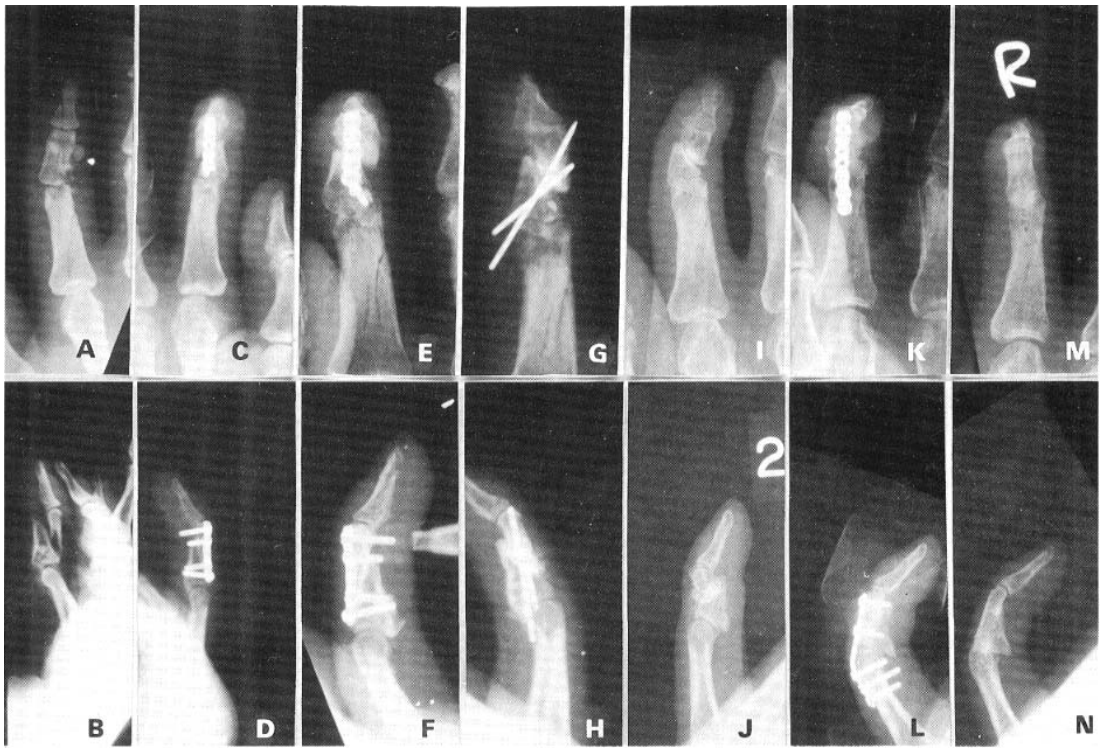

Fig. 3. (**A, B**) Initial radiographs of 49-year-old male who injured by press mechine show comminuted and marked displaced fracture on mid-phalanx of index finger. (**C, D**) Radiographs after operation show under-reduction of fracture. (**E, F**) Radiographs at 8 weeks after operation show no evidence of union. (**G, H**) Radiographs after second operation. (**I, J**) Radiographs after implant removal at 15 weeks after second operation show volar angulation of fracture and sclerosis of fracture end. (**K, L**) Radiographs after third operation. (**M, N**) Radiographs at 18 months after accident show solid union of fracture and arthrodesed PIP joint.

예였으며, 제거하지 않은 것도 2예였다. 11주이상 고정한 11예중 5예는 지연유합으로, 1예는 불유합이 발생하여 골이식을 시행하기 위하여 내고정물을 장시간 제거하지 않았다. 내고정물 제거 시기와 불유합과의 인과관계는 없었다.

8. 불유합 및 지연유합의 진단 및 치료

불유합 및 지연유합으로 진단할 수 있었던 기준으로는 내고정물 제거후 추시 방사선 검사상 각형성 변형이 진행되었던 경우가 7예로 가장 많았고, 방사선 검사상 12주가 지나도록 골유합의 소견이 보이지 않는 경우가 6예였고, 불유합의 임상증상(골절부의 압통 및 운동시 동통)이 있었던 경우 및 임상적으로 골절부의 가운동성이 있던 경우가 각각 1예씩이었다. 골이식술을 시행하였던 10예의 수술 시야 모두에서 가성운동 및 골절부의 섬유성 조직이 확인되었다.

지연유합 5예는 지속적인 고정을 시행하였고(평균 21.4주, 15-30주), 나머지 19예의 불유합 환자중 1예에서는 관혈적 정복, 내고정술 및 골이식술을 시행하였으나 골유합이 일어나지 않아 2차의 골이식술을 시행하였고, 골소실이 있어 bone peg graft를 시행하였던 1예에서는 이식골 근위 및 원위부에 불유합이 발생하여 2곳의 골이식술을 시행하였다. 상기 2예를 포함한 12부위의 불유합의 치료는 K-강선 고정과 골이식술이 6예, 금속판 고정 및 골이식술이 3예, 내고정없이 골이식술 만을 시행한 예, 내고정물은 제거하지 않고 골이식술만을 시행한 예 및 금속판 내고정, 골이식술 및 인접관절 시행한 것이 각각 1예씩이었다(Table 9).

10. 최종 내원시의 관절운동 범위

Table 7. Internal Fixation Method and Material at Initial Treament

	Total	Nonunion
K-wire only	109	14
Cross Fixation	30	5
Interfragmentary Fixation	31	2
Longitudinal Fixation*	30	6
Cross with Longitudinal Fixation*	18	1
Plate and Screws	2	1
Screw	2	0
Interosseous Wiring	2	0
Tension Brad Wiring	5	0
Transverse K-wire Fixation Through Intact Metacarpal	1	0

(*; Fixation through proximal and/or distal joint)

관절운동 범위는 TAM (total active motion)으로 측정하여 무지는 94.8°, 기타수지는 186.6°였고, 불유합이 발생한 경우에 무지는 89.0°, 기타수지는 153.5°로 불유합이 발생한 예에서 통계학적으로 유의한 관절운동 범위의 감소가 있었다 (무지 : $p<0.05$, 수지 : $p<0.01$).

고 찰

손은 골, 관절, 건, 인대 및 신경등의 구조가 작은 부위에 밀집하여 있고 이들이 합목적적으로 작용하여 운동, 감각 및 표현기관으로의 중요한 기능을 섬세히 수행하고 있어 이들중 하나의 구조라도 손상이 있게되면 손의 긴응에 많은 영향을 미치게 된다. 손은 외부로 노출되어 있고 상지의 말단장치 (terminal device)여서 중수골 및 수지골의 골절은 비교적 흔히 발생하나 골유합은 타골절에 비하여 조기에 일어나며 합병증도 드물다. 그러나 문명 및 산업의 발달로 인하여 손상의 정도는 점점 심하여지고 합병증의 빈도도 증가된다.

Brennwald[7]는 수지 골절시 치료의 일차적인 목적은 골유합을 얻는것이 아니라 수부의 기능을 회복시키는 것으로써 이를 위하여는 연부조직의 기동 (soft tissue mobilization)이 중요하며 이를 위하여 골에 가해지는 외력을 중화시키기 위한 외고정 혹은 내고정이 필요하다고 하였다. 수부 골절의 치료방법으로는 도수정복 및 외고정,[10] 피부 견인술,[19] 기능적 보조기[22]등의 보존적 방법과 도수정복 및 골외고정,[17] 관혈적 정복 및 골외고정,[13] 두수정복 및 내고정,[4,14] 관혈적 정복 및 내고정,[9,11,16] 관혈적 정복 및 골수강내 고정술[15]등의 수술적 방법이 있으며 거의 대부분의 저자가 좋은 결과를 보고하고 있다.

Table 8. Degree of Reduction after Initial Treatment

	Total	Nonunion
Anatomical Reduction	58	2
Underreduction	63	13

Table 9. Treatment for Nonunion (B.G.; Bone Graft)

Method of Treatment	Cases
B.G. with K-wire Fixation	6
B.G. with Plate Fixation	3
B.G. only	1
B.G. with preserve initrally fixed K-wire	1
B.G. with Plate Fixation and Arthrodesis	1

골절의 유합은 임상적 유합과 방사선학적 유합으로 나누며, 중수골 및 수지골 골절에서의 임상적 유합은 대부분의 저자가 수상 후 4-6주에 일어난다고 하여 의견이 일치하나 방사선학적 유합에 대하여는 이견이 있어 Litster[16]는 6-8주, Lewis등[15]은 6주 그리고 Brennwald[7]는 골 재모형은 8-10주, 골응고 (consolidation)는 12주에 일어난다고 하여 조기에 골유합이 일어난다고 주장하였으나, 이와는 반대로 Rockwood와 Green[18]은 4-5개월, Smith와 Reider[20]는 5개월에 골유합이 일어난다고 하여 논란이 되고 있다.

수부골절 불유합의 판정 기준은 김등[1]은 동통, 가운동, 방사선 소견상 간격, 골절단의 경화가 골절후 4개월이상 지속되는 경우라 하였고 Jupiter등[12]은 방사선 검사상 골응고가 안되고 가운동이 4개월이상 있으면 진단할 수 있다고 하였다. 저자들의 예에서는 내고정물 제거 후 추시 방사선 검사상 진행되는 각형성 변형, 방사선 검사상 12주이상 골절단 사이의 간격이 뚜렷이 보이는 경우, 불유합의 임상증상 (압

통 및 운동시 골절부의 동통 및 골절부의 가운동 등이었다.

수지골 불유합의 빈도는 김등[1]은 0.9%, Barton[2]은 0.7% 그리고 Borgeskov[5]는 0.2%라 하였고, 내고정술을 시행한 예에서의 불유합에 대하여는 대부분의 저자가 발생하지 않았다고 보고하였으나,[4,9,11,15,16] Barton[3]은 8예의 불유합중 7예가 내고정을 시행하였던 예라고 보고하였으며, Jupiter등[12]은 25예의 불유합중 17예가 수상후 K-강선 고정을 시행한 경우라고 보고하였다. 저자들의 예에서는 내고정을 시행한 환자를 대상으로 하여 12.4%의 매우 높은 빈도를 보였으며 이것은 강력한 외력에 의한 다발성, 광범위, 심한 연부조직 손상을 동반하고 있는 좌멸 수부손상에 의한 골절이 연구대상이었기 때문이라고 생각된다.

수부의 불유합이 잘 생기는 부위는 Stern등[21]은 4예중 3예가 중수골에서 발생하였다고 보고하였고, Jupiter등[12]은 수지골에서 잘 생긴다고 하였다. 저자들의 예에서는 수지골 및 골간부에서 많이 발생하였으며 그 원인으로는 수지골이 중수골에 비하여 주변 연부조직이 적어 같은 크기의 외력을 받더라도 손상의 정도가 심하며 골유합시에도 악영향을 미치기 때문으로 판단되고, 간부에서는 연부조직의 부착이 적고 피질골로 구성되어 있기 때문으로 판단된다.

불유합이 잘 발생하는 경우로는 김등[1]은 개방창, 부적절한 고정 및 견인이라 하였고, Boswick[6]은 부적절한 정복, 부적절한 고정, 연부조직의 삽입, 골소실 또는 감염이라 보고하였고, Green[8]은 중수골 골절에서 관혈적 정복시에 골절단이 견인된 경우에 생길수 있다고 하였다.

Barton[3]은 개방성 골절, 연부조직 손상 및 골소실을 포함한 심한 골절이 원인이라고 하였으며, Jupiter등[12]은 불유합이 심한 손상(severe injury) 및 개방성 골절에서 많았고 수상후 K-강선 고정한 예 특히 골절단이 견인되고 K-강선이 골절편을 고정하지 못한 경우에 불유합이 많았다고 보고하였다. 저자들의 경우에도 개방성 골절(16.9%), 전위가 심한 골절(12.1%), 분쇄상이 심하거나 골소실이 있는 골절(16.3%), 동일 수부에 동반 손상이 있는 골절(14.3%)등과 같이 강력한 외력에 의한 골절, 수지골 골절(14.0%), 간부 골절(16.9%) 및 수술 후 정복이 불완전하였던 골절(20.6%)에서 높은 빈도로 불유합이 발생하였다.

불유합의 치료로는 골이식술, 견고한 내고정 혹은 견고한 내고정 및 망상골 이식술[6,8,18]등을 시행하며, 이외에도 Boswick[6]은 중수골에서 동통이 없는 섬유성 불유합은 치료가 필요없으나 인지 또는 소지의 동통이 심한 중수골의 불유합에서는 Ray amputation도 시행한다고 하였고, Barton[3]은 골단에 가까운 불유합시에는 골편 제거술, 관절 고정술 및 관절 성형술을 권하기도 하였다. 저자들은 지연유합의 경우에는 지속적인 고정(5예), 불유합인 경우에는 관혈적 정복, 내고정술 및 망상골 이식술(9예), 망상골 이식술(2예)과 인접관절 고정술을 포함한 내고정 및 망상골 이식술(1예)등의 방법을 시행하였다.

수지 골절후 관절운동 범위에 대한 보고는 많으나 불유합 발생 이후 관절운동 범위의 변화에 대한 보고는 배우 드물어 김등[1]은 불유합에 대한 수술전에 비하여 수술후에 4°의 TAM의 감소가 있었다고 보고하였고, Jupiter등[12]은 AO금속판 고정술을 한 예에서는 관절운동이 증가하였으나 K-강선 고정시에는 감소되었다고 보고하였다. 정상적으로 골유합이 된 예와 불유합이 발생한 예 사이의 TAM을 비교한 보고는 없으며 저자들의 예에서는 전체의 TAM평균은 무지가 94.8° 기타수지가 186°에 비하여 불유합이 발생한 예에서는 무지가 89.0° 기타수지가 153.3°로 각각 5.8°와 13.1°의 TAM의 감소가 있었다.

결 론

본 가톨릭의과대학 부속 부천 성가병원 정형외과에서 1985년 1월부터 1989년 12월까지 좌멸손상에 의해 발생한 중수골 및 수지골 골절로 수술적 가료한 195명의 환자 중 12주이상의 추시관찰이 가능하였던 92명, 121예를 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 불유합 및 지연유합은 13명, 15예에서 발생하여 12.4%의 발생빈도를 보였다.

2. 내고정물 제거후 추시 방사선 검사상 진행되는 각형성 변형, 방사선 검사상 12주가 지나도록 골유합의 소견이 보이지 않는 경우, 불유합의 임상증상(골절부의 압통 및 운동시 동통)이 있었던 경우 및 임상적으로 골절부의 가운동성이 있던 경우에 불유합 및 지연유합을 진단할 수 있었다.

3. 불유합이 잘 일어나는 경우는 수지골 골

절, 간부골절, 강력한 외력에 의한 골절(개방성 골절, 전위가 심한 골절, 분쇄상이 심하거나 골소실이 있는 골절 및 동일수부에 동반손상이 있는 골절) 및 수술후 정복이 불완전하였던 골절등이었다.

4. 최종 내원시의 TAM은 무지 94.8° 기타수지 186.6°였고 불유합이 발생한 예에서는 무지 89.0° 기타수지 153.5°였다.

REFERENCES

1) 김기용, 조덕연, 권삼주 : 수지골 골절 불유합의 치험 -7예-. 정형외과학회지, *21 : 353-358, 1986.*
2) Borton, N.J. : *Fractures of the Shaft of the Phalanges of the Head. Hand, 11 : 119-133, 1979.*
3) Barton, N.J. : *Fractures of the Hand and Wrist. pp. 334, Epinbrugh, Churchill Livingstion Co., 1988.*
4) Belsky, M.R., Eaton, R.G. and Lane, L.B. : *Closed Reduction and Internal Fixation of Proximal Phalangeal Fractures. J. Hand Surg., 9 : 725-729, 1984.*
5) Borgeskov, S. : *Conservative Therapy for Fractures of the Phalanges and Metacarpals. Acta. Chir. Scan., 133 : 123-139, 1967.*
6) Boswick, J.A. : *Complications in Hand Surgery. pp. 136, Philadelphia, Saunder Co., 1986.*
7) Brennwald, J. : *Bone Healing in the Hand. Clin. Orthop., 214 : 7-10, 1987.*
8) Green, D.P. : *Operative Hand Surgery. 2md Ed. Vol 1. pp. 727 & 760, Edinburgh, Churchill Livingston Co., 1988.*
9) Greene, T.L., Noellert, R.C. and Belsole, R. : *Treatment of Unstable Metacarpal and Phalangeal fractures with Tension Band Wiring Technique. Clin. Orthop., 214 : 78-84, 1987.*
10) Jahss, S.A. : *Fractures of the Metacarpal. A New Method of Reduction and Immobilization. J. Bone and Joint Surg., 20 : 178-186, 1938.*
11) Hasting, H. : *Unstable Metacarpal and Phalangeal Fracture Treatment with Screws and Plates. Clin. Orthop., 214 : 37-52, 1987.*
12) Jupiter, J.B., Koniuch, M.P. and Smith, R. J. : *The Management of Delayed union and Nonunion of the Metacarpals and Phalanges. J. Hand Surg., 10-A : ° 457-466, 1985.*
13) Kessler, I., Hecht, O. and Baruch, HA. : *Distraction Lengthening of Digital Rays in the Management fo the Injured Hand. J. Bone and Joint Surg., 61-A : 83-87, 1979.*
14) Lamb, D.W., Abernethy, P.A. and Raine, P. A. : *Unstable Fractures of the Netacarpals : A Method of Treatment by Transverse Wire Fixation to Intact Metacarpals. Hand. 5 : 43-48, 1973.*
15) Lewis, R.C., Nordyke, M. and Duncan, K. : *Expandable Intramedullary Device for Treatment of Fractures in the Hand. Clin. Orthop., 214 : 85-92, 1987.*
16) Lister, G. : *Intraosseous Wiring of the Digital Skeleton. J. Hand Surg., 3 : 427, 1978.*
17) Pritsch, M., Engel, J. and Farin, I. : *Manipulation and External Fixation of Metacarpal Fractures. J. Bone and Joint Surg., 63-A : 1289-1291, 1981.*
18) Rockwood, C.A. Jr. and Green, D.P. : *Fractures in Adults. 2nd Ed. Vol 1. pp. 343, Philadephia, Lippincott, 1984.*
19) Schulze, H.A. : *An Improved Skin-Traction Techique for the Fingers. J. Bone and Joint Surg., 29 : 222-224, 1947.*
20) Smith, F.L. and Reider, D.L. : *A Study of the Healing of One Hundread Consecutive Phalangeal Fractures. J. Bone and Joint Surg., 17-A : 91-109, 1935.*
21) Stern, P.J., Weiser, M.J. and Reilly, D.G. : *Complication of Plate Fixation in the Hand Skeletion. Clin. Orthop., 214 : 59-65, 1987.*
22) Viegas, S.F., Tencer, A., Woodard, P. and Williams, C.R. : *Functional Bracing of Fractures of the Second through Fifth Metacarplas. J. Hand Surg., 12-A : 139-143, 1987.*