

상완골 간부골절 불유합의 치료

국립의료원 정형외과

정희영 · 한상요 · 조덕연 · 김기용

= Abstract =

The Treatment of Non-union of Humeral Shaft

Hee Young Cheong, M.D., Sang Yo Han, M.D., Duck Yun Cho, M.D. and Key Yong Kim, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, National Medical Center, Seoul, Korea

The non-surgical treatment for the fresh humeral shaft fracture would appeared to be not sufficient in respect of immobilization and maintenance of the contact surface of the fracture ends, which have had stimulated surgeons to perform internal fixation.

This might be one of the reasons to produce non-union of humeral shaft fracture, supplemented by increasing incidence of fractures due to car and machinery accident.

Authors have experienced 18 cases of non-union of humeral shaft fracture and accomplished solid union in all cases by osteosynthesis accompanied by autogenous bone graft.

In detail:

1. Non-union was prevalent in the age group of 20 to 40 and mostly in male. Site of non-union was found mostly at the lower 2/3.
2. The cause of the fracture was mainly due to the car and machinery accident. Initial treatments were surgical in 14 out of 18 cases, and 12 cases of this surgically treated group were treated within 2 days after the injury.
3. On retrospective analysis of medical records and X-ray films, probable cause of the non-union were supposed to be too early performed inadequate internal fixation and post-operative infection in the operated cases, whereas distraction of fracture ends due to poor external fixation and infection in the cases treated conservatively.
4. 16 cases of established non-union were treated by authors with rigid internal fixation and additional bone graft, and 1 case with bone graft only.
5. Authors have utilized shoulder spica or long arm cast post-operatively for 1 to 4 months.
6. Union was obtained in all cases. Developed transient radial nerve palsy in 4 cases, and neighbouring joints contracture in 2 cases, which required considerable time of physical therapy.

Key Words : Rigid internal fixation, Autogenous cancellous bone graft.

I. 서 론

상완골 간부 골절은 상완골의 外科頸(Surgical neck)

* 본 논문은 1982년도 국립의료원 정형외과 임상연구비
보조로 이루어진 것임.

부터 顆上櫛(Supracondylar ridge) 상반까지의 골절을 말하며^{6,9)}, 전체 골절의 빈도에서 약 1%를 차지한다고 한다(Mann & Neal, 1965)^{10, 11, 20)}.

그러나 상완골 간부 골절에 따른 불유합율은 학자에 따라 다르지만 약 5~10%라는 비교적 높은 비율을 차지하고 있다^{7, 12, 13, 14, 20, 23)}.

특히 최근 날로 증가하는 교통사고와 기계사고로 인하여 전체 상완골 간부 골절의 빈도가 증가하고 있으나, 적절하지 못한 관혈적 정복 및 내고정술과 불충분한 외고정등으로 인하여 상완골 골절의 불유합은 점차 증가되고 있는 추세를 보이고 있다.

지금까지 상완골 간부 골절의 불유합에 대한 연구가 국내에서는 희귀했던 점을 감안하여 국립의료원 정형외과에서 1971년 1월부터 1981년 12월까지 수술가료를 실시하였던 상완골 간부 골절의 불유합 18례에 대한 수술적 가료와 그 결과를 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

II. 증례분석

1. 성별 및 연령 분포

19세에서 41세까지의 연령분포를 가진 총 18례중 남자가 16례였고 연령분포는 21세에서 40세까지가 16례로 가장 많았다.

이 중 17례는 불유합에 대한 치료를 위하여 타병원에서 전원된 환자이며 1례만이 본원에서 치료하였던 상완골 신선골절 67명 중 발생한 불유합례이다(Table 1).

2. 수상의 원인

교통사고에 의한 경우가 8례로 가장 많았으며 기계사고가 3례, 직접외상이 3례, 넘어져서 생긴 경우 및 떨어

Table 1. Age & sex distribution

Sex	Male	Female	Total
Age			
19	1		1
21-30	5	1	6
31-40	9	1	10
41	1		1
Total	16	2	18

Table 2. Causes of injury

Cause	Male	Female	Total
Auto accident	6	2	8
Machinery accident	3		3
Direct blow	3		3
Slipping	2		2
Falling	2		2
Total	16	2	18

져서 생긴 경우가 각각 2례씩을 차지하였다(Table 2).

3. 골절의 형태

총 18례중 개방성 골절이 2례였으며 1례를 제외하고는 모두 타병원에서 1차치료를 받았기 때문에 골절의 정확한 형태를 알 수 없는 경우가 많았지만 확인할 수 있었던 8례중 복잡골절이 6례, 횡선골절이 2례를 차지하였다(Table 3).

4. 수반된 손상

전원된 17례 중 4례는 일차수술가료후에 요골신경 손상으로 인한 手下垂變形을 갖고 있었으며, 그 외 동측의 전박골 골절을 포함해서 8례에서 수반된 각종 손상이 있었다(Table 4).

5. 부위별 분포

불유합의 부위별 분포는 중앙 1/3부위가 10례로 가장 많았으며, 원위 1/3부위가 6례, 근위 1/3부위가 2례를 차지하였다(Table 5).

Table 3. Type of fracture

Type	No	Type	No
Closed	16	Comminuted	5
		Transverse	3
Open	2	Unknown	10
Total	18	Total	18

Table 4. Combined injuries

Injury	No
Drop hand	4
Ipsilateral forearm Fx.	2
Compression Fx. T12-L2	1
Contralateral femur, ipsilateral fibula, calcaneal Fx.	1
Liver laceration	1
Burn	1

Table 5. Site of non-union

Site	No
Proximal 1/3	2
Mid 1/3	10
Distal 1/3	6
Total	18

Table 6-A. Duration from injury to initial treatments

Duration	Open reduction & Internal fixation	Closed reduction & Cast	Total
1- 2 day	12	3	15
3- 7 day		1	1
8-14 day	2		2
Total	14	4	18

Table 6-B. Initial treatment and duration of immobilization

Type of Tx. Immobilization	O/R & I/F		C/F		Total
	Compress plate	Ordinary plate	Shoulder spica	Long arm cast	
-4 wk	1	1			2
8 wk		3			3
12 wk		4	2		6
16 wk		2		1	3
20 wk		3		1	4
Total	1	13	2	2	18

Table 7. Probable causes of non-union

Cause	No
Inadequate initial O/R & I/F	11
Infection	4
Poor external immobilization	3
Total	18

Table 8. Duration of non-union

Duration	No.
- 6 Mo	9
6 Mo - 12 Mo	6
12 Mo - 24 Mo	2
24 Mo -	1
Total	18

6. 수상후 1차 치료

전원된 17례 중 12례가 수상후 2일내에 수술을 받았으며, 그 내역은 교통사고 5례, 기계사고 3례, 직접외상 1례, 넘어져서 생긴 경우 1례, 추락사고가 2례이었다.

본원에서 발생한 불유합 1례는 중위1/3의 횡선킴골절이었으며, 수상 8일후에 수술하였다(Table 6-A)

상완골 골절에 대한 최초의 치료방법을 살펴보면, 관

Table 9-A. Treatment of non-union of humerus (plate), at N.M.C.

	Ordinary plate	Compression plate	Total
8 hole		2	2
7 hole		2	2
6 hole	2	10	12
Slotted plate	2		2
Total	4	14	18

Table 9-B. Treatment of nonunion of humerus (bone graft) at N.M.C.

Method	I/F with bone graft	Additional bone graft only	Total
Onlay bone graft	1		1
Inlay bone graft	2		2
Cancellous bone graft	14	1	15
Total	17	1	18

혈적 정복및 내고정이 14례로 대부분을 차지하였으며, 나머지 4례는 보존적 요법인 도수정복및 석고고정으로 치료하였다.

이 때 술후 고정기간은 2주에서 6개월까지 차이가 많았다(Table 6-B).

7. 불유합의 원인

병력과 X-선 소견을 토대로 분석한 결과, 불유합을

초래케 한 것으로 판정된 원인으로는 조기에 실시한 부적절한 관혈적 정복및 내고정으로 인한 신연및 나사의 이완이 가장 많았고, 그외 감염, 불량한 외고정에 의한 골단간의 신연등으로 구분할 수 있었다(Table 7).

8. 수상시와 불유합 수술까지의 시간경과

수상후 불유합의 기간을 보면 대부분이 1년 이내에 수술을 받았으나, 1년 이후에 수술을 받은례도 3례나 되었다(Table 8).

Table 10. Duration of post-op. immobilization at NMC

Type Duration	Shoulder spica	Long arm cast	Total
4 wk	1	3	3
8 wk	1	4	5
12 wk	4	2	6
16 wk	3	1	4
Total	8	10	18

Table 11. Complications

Complication	Preop.	Postop.	Total
Radial nerve palsy	4	4 (transient)	8
LOM of shoulder and/or elbow	11	2	13
Total	15	6	21

Case. 1 Fig. 1. 중위 1/3부위의 횡선골절사진. 본 환자는 소아때에 epiphyseal injury로 의심되는 손상을 좌측 전관절에 받은 病歴이 있음.

Fig. 2. 관혈적 정복및 내고정후 5개월째의 사진. 불유합의 소견을 보임.

Fig. 3. 추가적으로 골이식을 시행한 후 5개월째의 사진. 골유합의 소견을 보임.

9. 치료방법

본원에서 실시한 상완골 불유합에 대한 치료는 총 18례중 17례에서 금속판을 사용한 내고정을 실시하였으며, 전례에서 자가 해면골이식술을 첨가하였다(Table 9-A,B).

10. 수술 후 석고고정기간

총 18례중 shoulder spica를 사용하여 고정한 례가 8례, long arm cast로 고정한 례가 10례였고, 고정기간은 1개월에서 4개월 사이였다(Table 10)

11. 합병증

수전및 수술에 병발된 합병증으로는 요골신경마비및 견관절과 주관절의 운동제한이 있었는데, 수술에 병발된 요골신경마비가 4례였으며, 견관절과 주관절의 운동장애가 2례있었으나, 계속적인 물리치료로 전례에서 완전히 회복되었다. 그러나, 술전에 발생되었던 요골신경마비 4례중 2례는 회복되지 않았고, 술전에 장기간에 걸쳐 외고정으로 인한 견관절과 주관절의 운동장애 11례중 9례에서는 추시기간동안 다소의 호전은 있었으나, 운동장애가 지속되었다(Table 11).

12. 치료결과

전술한 바와 같은 관혈적 정복및 내고정과 추가적인

Case. 2 Fig. 1. 원위 1/3의 불유합 사진 local clinic에서 관혈적 정복및 내고정을 실시한 후 3개월째의 사진임. 당시 경도의 감염의 징후가 있었음.

Fig. 2. 본원에서 implants를 제거하고 sequestrectomy를 한 후의 사진.

Fig. 3. 본원에서 compression Y形 plate를 사용해서 내고정한 후 3개월째의 사진. 골유합의 소견을 보임.

Case. 3 Fig. 1. 중위 1/3의 불유합 사진. local clinic에서 내고정 실시후 10개월만에 implants를 제거한 후의 불유합 사진임.

Case. 4 Fig. 1. 중위 1/3의 불유합 사진. local clinic에서 내고정 실시후 2개월째의 사진. 골절단의 신연을 보이고 있음.

Fig. 2. 본원에서 내고정및 골이식실시후 2개월째의 사진.

Fig. 2. 본원에서 압박내고정및 골이식실시후 2개월째의 사진.

Case 5. Fig. 1. 원위1/3의 불유합사진. local clinic 에서 내고정 실시 후 3개월째의 사진. 불유합의 소견을 보임.

자가해면골이식술을 실시하여 상완골 불유합 18례 전례에서 골유합을 얻을 수 있었다.

술후 평균 고정기간은 10주였으며, 추시기간은 6개월에서 30개월사이였으며 평균 12개월이었다.

잔존한 합병증으로 요골신경마비 8례중 6례는 완전히 회복되었으나, 2례는 회복되지 않았다.

그중 1례는 수술전 약 7개월간의 요골신경마비가 있었던 레로서 본원에서 내고정술과 동시에 최초 수술시 금속판과 골사이에 끼어있던 요골신경을 유리시켜 주었으나, 회복되지 않았고 전이식술등의 재활술도 거부하였다.

또 다른 1례는 약 4개월간의 술전 요골신경마비가 있었던 레로서 본원에서 내고정술과 동시에 delayed neurotomy를 시행하였으나 손의 기능이 회복되지 않아 전이식술을 시행하여 양호한 결과를 얻었다.

관절의 운동장애는 시간이 감에 따라 점차 회복되는 경향을 나타내었다.

IV. 고 찰

상완골 간부골절에 따른 불유합은 과거 1940년대 전 만해도 다른 어떤 長骨의 불유합에 비해서도 높은 비율

Fig. 2. 본원에서 압박내고정술 실시 후 2개월째의 사진. 골유합의 소견을 보임.

을 차지하였다^{3,4,23)}.

그 이유로 Campbell⁴⁾은 두가지 이유를 들었는데, 첫째는 어떤 형태의 외고정방법으로도 완전한 고정을 할 수 없다는점, 둘째는 좋은 해부학적 整列(alignment)를 유지하더라도 양 골단사이의 충분한 접촉면을 유지할 수 없어서 신연(distraction)이 되기 쉽다는 점등을 지적하였다⁴⁾.

그러나 1933년에 Caldwell에 의한 hanging cast의 개발 이후 abduction splint, plaster body cast 등의 비수술적 방법과 intramedullary nailing 및 plate와 screw를 이용한 내고정등의 수술적 방법을 비롯하여 최근에는 Sarmiento에 의한 functional brace²⁰⁾, U-shaped coaptation splint¹²⁾ 등 다양한 치료방법의 개발에 따라 상완골 간부의 불유합은 계속하여 감소하였고 최근에는 1~12%까지 상당히 감소되었으며 골절에 따른 합병증도 현저히 줄어들었다^{4,7,20,23)}.

수술적 방법과 비수술적 방법의 비교 보고에서 Holm¹³⁾은 상완골간부의 불유합이 수술적 방법으로 치료한 경우가(12%), 비수술적 방법으로 치료한 경우(5.5%)보다 많다고 보고하였고¹³⁾ Steen, Stewart, Coventry, Heppenstall, Sarmiento 등 많은 학자들 역시 상완골의 신선 골절시 수술적 요법보다 비수술적 요법으로 치료하는 것

이 불유합 및 지연유합의 발생을 낮추는 길이라고 주장하였다^{7, 8, 20, 22, 23}.

상완골 간부골절의 불유합에 대한 진단 역시 다른 장관골의 불유합의 진단 규정에 준하지만, 이 진단규정에는 학자에 따라 다소 논란이 있다.

일반적으로 용인된 불유합의 규정은 다음과 같다.

1. 시 기

Campbell⁴⁾은 상완골의 다른 장골보다 불유합의 징후가 다소 빨리 오기 때문에 수상후 8주까지 임상적으로 유합의 징후가 보이지 않을 때는 불유합으로 판단하고 보다 적극적인 치료를 할 것을 권하였다⁴⁾.

한편, Okhotsky와 Souvalyan은 불유합과 지연유합의 정의에 있어서 지연유합은 골절후 8주 이내, 불유합은 4개월 이내에 유합의 소견이 보이지 않는 경우, 가관절 형성은 8개월 이후까지도 불유합의 상태로서 골절부위에 통증이 없는 운동이 있을 때라고 정의하였다¹⁷⁾.

Charles 또한 4개월까지 유합의 소견이 보이지 않을 때 불유합이라고 정의한다고 하였다⁶⁾.

2. 임상적 소견

일반적으로 통용되는 불유합의 소견으로 운동시 증가되는 통증, 골절부위의 압통, 가성운동등의 징후를 들 수 있다¹²⁾.

그 외, Ray는 골절부위를 통과하는 진동의 지연전도를 추가했다¹⁸⁾.

3. X-선상 소견

Ray, Urist 등은 양 골단 사이에 골의 연결이 되지않는 결손부위, 양 골단의 경화(sclérosis), 버섯양화(mushrooming), 또는 주형화(molding)가 생기며 골수강이 皮質骨(Compact bone)에 의해 폐색되며 양골단이 骨粗鬆症에 의해 tapering 또는 narrowing되는 소견들을 들었다^{9, 20)}.

4. 병리학적 소견

Ray 등은 치밀하고 무혈성인 섬유성 조직이 양 골단 사이에 있으면서, 그 결손부위를 연결하는 골소주(trabeculation)가 없거나, 양 골단을 섬유성 연결조직이 덮어서 가성관절을 형성하는 소견을 들었으며¹⁸⁾, Urist 등은 골절부위에 fibrinod와 hyaline degeneration, 또한 mucin 등의 amorphous mixture의 축적을 주장하였다.

본 보고에서는 골절후 4개월 이후에도 골유합이 일어나지 않는 경우를 불유합으로 판정하였으나, 4개월 이전의 예에서도 X-선상 골단의 경화와 원형화가 확실하여 골유합의 가능성이 없거나 희박한 경우를 역시 포함

하였다.

상완골 간부의 동맥분포는 주영양동맥과 부영양동맥의 두가지로 나눌 수 있는데^{1, 5, 15)}, 주영양동맥은 상완골 중위 1/3과 하위 1/3의 경계부나 중위 1/3의 하부의 전 내측에서 골내로 들어가는 것이 대부분이다^{1, 15)}.

물론 골의 대부분은 골막에 의해 영양분포를 받지만, 간부의 중위와 하위 1/3의 경계부에 생긴 골절은 이 주영양 동맥을 파괴하기 쉽고, 또한 이때 관혈적 정복을 하기 위해 골막을 심하게 벗겨내는 것은 골유합에 있어서 심한 장애요소가 된다고 Laing, Sever 등은 주장하였다^{5, 15, 21)}.

Klenerman 또한 상완골 불유합의 가능한 원인으로서는 신연이나 불량한 배열, 초기에 실시한 내고정^{11, 12, 18)}, 상완골 간부의 혈액순환장애, 개방성 골절이나 감염, 연부 조직삼입등을 들었지만, 가장 중요한 한가지 이유를 든다면 이 혈액순환의 장애라고 주장하였다.

따라서, 그는 중위 1/3의 횡선골절시 지연유합과 불유합이 가장 흔히 일어난다고 지적하였다¹⁴⁾.

이 점에서는 Coventry 등도 동의했지만 그들은 불유합이 일어나기 쉬운 부위를 하부 2/3까지 확장시켰다⁸⁾.

또한 횡선골절시 불유합이 일어나기 쉬운 이유로 Charles는 양 골단사이의 접촉면이 적고 신연과 연부조직 삼입의 기회가 많기 때문이라고 주장했다⁶⁾.

특히 횡선골절시 hanging cast 등의 보존적 요법으로 치료를 할 때 신연이 생기기 쉽기 때문에 Heppenstall, Steen 등은 이때에 오히려 관혈적 정복 및 내고정을 할 것을 권했다^{7, 12)}.

그 외에 불유합이 일어나기 쉬운 조건으로 Charles는 관절부위에 인접한 골절, 동측의 견관절, 완관절, 또는 전박부의 골절이 동반된 경우, 신경 또는 혈관계의 손상, 환자의 비협조등을 지적하였다⁹⁾.

본 보고에서는 17례의 상완골 간부골절 불유합중 13례가 초기에 관혈적 정복을 실시하였고, 또한 그 중 15례가 하부 2/3에 발생한 점을 고려할 때 상기 저자들의 결론과 다소의 공통점을 발견하게 된다.

상완골 불유합의 치료는 역사적으로 wire나 screw를 이용한 방법, 골의 양골단을 제단식이나 돌쩌귀식의 중첩형으로 만들어 맞추는 방법, 外在(onlay) 또는 内在(inlay), 骨移植(bone graft) 또는 骨髓腔内 骨移植(intramedullary bone graft) 등의 방법들이 한때 사용된 적이 있었으나⁴⁾, 최근 상완골 불유합의 치료는 骨髓腔内 金屬釘(intramedullary nailing)이나 金屬板을 이용한 견고한 内固定이 가장 좋은 방법으로 알려져 있다^{6, 9)}.

수술시는 양 쪽 골절단을 정상골 조직이 노출될 때까지 자르고 골수강내에 구멍을 뚫은 후(Drilling) 양 쪽 골단을 근접시킨다.

이 때, Charles, Campbell 등은 반드시 자가해면골이식을 골절부위에 추가해야 한다고 주장하였지만^{6,9)}, Okhotsky, Aufranc 등은 Osteoporosis가 심하지 않으면 반드시 골이식을 해야 할 필요는 없다고 하였다^{2,17)}.

Campbell은 골절단 사이의 결손이 심할 때는 fibular transplantation을 권하기도 하였지만, 결손이 4~5 cm 이하일 때는 불구나 외형상 부조화가 심하지 않기 때문에 결손의 bridging을 하는 예는 드물다고 하였다⁹⁾.

Müller는 상지골에 壓迫金屬板을 사용할 경우 적어도 6 hole 이상의 것을 사용해야 하며 양쪽 골단에 각각 적어도 2 개씩의 螺絲를 박아야 한다고 하였으나¹⁶⁾, Aufranc은 아래위에 최소한 각각 3 개씩의 螺絲를 사용하여 金屬板을 고정할 것을 권하였다²⁾.

골이식은 外在 또는 內在, 또는 Barrel-stave 식 骨移植를 사용하는 경우도 있으나, 대개는 腸骨을 이용한 自家海綿骨移植를 사용하는 것으로 되어있다^{6,9)}.

본 원에서 상완골 불유합에 시행한 내고정기 술 후 요골신경의 마비가 4례 있었는데, 이는 최초로 실시한 관혈적 정복으로 인해 생긴 광범위한 섬유화 때문에 요골신경을 확인하지 못한채 수술한 경우에 발생하였으며, 광범위한 반흔조직을 박리하여 요골신경을 노출시킨 1례에서도 술후 요골신경마비가 발생하였다.

Heppenstall은 상완골 간부 중위의 골절시 요골신경의 손상을 예방하기 위해 lion-jaw forcep을 사용하지 말고, manual로 하거나 pointed bone-holding forcep을 사용해서 골의 내측과 외측을 잡아서 정복하고 골의 후면은 침범하지 말 것을 권하였다¹²⁾.

수술후 외고정에 대해 Aufranc 등은 술후 10주까지의 석고고정을 권했는데, 이 때 임상적으로 골이 견고해졌고, X-선상 양호한 가골형성을 보인다고 하였다²⁾.

그러나 Müller는 압박금속판이나 골수강내 금속정을 한 경우 특별히 외고정을 할 필요가 없다고 하였고¹⁶⁾, Howard Rosen도 석고나 부목고정은 골조충증이 심한 노인이나, 내고정이 약한 경우에만 하는 것을 권했다¹⁹⁾.

본 원의 경우, 대부분의 예에서 평균 10주 정도의 외고정을 실시하였는데, 골유합의 소견이 지연되는 경우, 고정 기간을 다소간 연장하였다.

장기간의 외고정으로 인해 13례에서 견관절이나 주관절의 운동장애가 왔는데, 대부분이 본원에 래원할 당시 이미 상지 관절의 운동장애가 있었던 예로서 본원에서의 물리치료를 다소간 호전되는 것을 볼 수 있었다.

IV. 결 론

과거 10년간 저자들이 치료한 18례의 상완골 간부 골절의 불유합에 대하여 임상적 고찰 및 수술적 가료를 한

후 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 손상분포는 20세에서 40세까지의 남자에서 대부분을 차지하였고, 수상의 부위별로는 중위부와 원위부에 많았다.

2. 수상의 원인으로는 교통사고 및 기계사고에 의한 경우가 가장 많았고 수상 후 1차 치료로 관혈적 정복 및 내고정을 실시하였던 14례 중 12례는 수상후 2일 이내에 수술을 실시하였다.

3. 불유합의 가능한 발생원인으로는 관혈적 정복 및 내고정을 실시했던 14례에 대해서는 조기에 실시한 부적절한 내고정 및 수술로 인한 감염을 추측할 수 있었고, 보존적 요법으로 치료했던 4례에 대해서는 불량한 외고정으로 인한 골절단의 신연 및 개방성 골절로 인한 감염을 추측할 수 있었다.

4. 불유합의 수술방법은 1례를 제외하고는 모두 금속판을 이용한 내고정 및 자가해면골 이식술을 실시하였다.

5. 수술후 외고정은 shoulder spica 및 long arm cast를 사용하였는데, 고정기간은 1개월에서 4개월 사이였다.

6. 결과는 전례에서 골유합을 얻을 수 있었으며 술후 합병증으로 생긴 요골신경 마비와 견관절 및 주관절의 운동 장애는 물리치료로 상당히 회복되었다.

REFERENCES

- 1) 우제인, 김계윤: 장관골의 영양공에 대한 국소해부학적 고찰. 대한정형외과학회지 제 1권 제 1호: 73-77, Oct. 1966.
- 2) Aufranc. E. Otto: *Nonunion of Humerus*, J.A.M.A. Vol. 175:140-143, 1961.
- 3) Bennet. E. George: *Fractures of the Humerus with particular reference to non-union and its treatment*: Ann. of surgery Vol. 103:994-1006, 1936.
- 4) Campbell. C. Willis: *Ununited fractures of the humerus*: Ann. of surgery. Vol. 105:135-149, 1937.
- 5) Carrol. S.E.: *A Study of the Nutrient artery of the Humeral diaphysis*: J. Bone & Joint Surg. 45-B, No. 1: 176, 1963.
- 6) Charles. H. Epps. Jr.: *Fractures of shaft of Humerus, Fractures*, Rockwood & Green: 564-581, 1975.
- 7) Christensen Steen: *Humeral shaft fractures, operative and conservative treatment*: Acta. Chir, Scand. 133:455-460, 1967.
- 8) Conventry. B. Mark & Lauren. L. Edwin: *Ununited fractures of the middle & upper humerus*: Clin. Or-

thop. 69:192-198, 1970.

- 9) Crenshaw. A.H. : *Delayed union and nonunion of fractures: Campbell's Orthopaedics, Edmonson & Crenshaw, 6th edition: 797-799, 1980.*
- 10) Emmet. J.E. and Breck. L.W. : *A review & analysis of 11,000 fractures seen in a private practice of orthopaedic surgery 1936-1956: J. Bone & Joint Surg. 40-A:1169-1175, Oct. 1958.*
- 11) Fenyő György : *On fractures of the shaft of Humerus: Acta. Chir. Scand. 137:221-226, 1971.*
- 12) Heppenstall. R. Bruce : *Fracture of the Humeral shaft: Fracture treatment & Healing, Heppenstall, 1st ed.:424-437, 1980.*
- 13) Holm. C.L. : *Management of Humeral shaft fractures, Fundamental nonoperative technics Clin. Orthop. 71:132-139, 1970.*
- 14) Klenerman. L. : *Fractures of the shaft of Humerus: J.A.M.A. 48-B: 105-111, 1966.*
- 15) Laing. P.G. : *The arterial supply of adult humerus: J. Bone & Joint Surg. 38-A, 105, 1956.*
- 16) Müller. E. Maurice : *Treatment of nonunions by Compression. Clin. Orthop. 43:83-88, 1965.*
- 17) Okhotsky. V.P. & Souvalyan. A.G. : *The treatment of non-union and pseudoarthrosis of a long bones with thick nails: Injury, 10:92-98, 1978.*
- 18) Ray. R.D. etc : *Delayed union and non-union of Fractures: J. Bone & Joint Surg., 46-B:627-643, 1964.*
- 19) Rosen. Howard : *Compression treatment of long bone pseudoarthrosis: Clin. Orthop. 138:154-166, 1979.*
- 20) Sarmiento. Augusto. etc : *Functional Bracing of fractures of the shaft of the Humerus: J. Bone & Joint Surg., 59-A: 96-600, 1977.*
- 21) Sever. J. W. : *Nonunion in fractures of the shaft of the Humerus, Report of five cases: M.A.M.A., 104:382, 1956.*
- 22) Spak, Ivan : *Humeral shaft fractures-Treatment with a simple hand sling: Acta. Orthop. Scand. 49:234-239, 1978.*
- 23) Stewart. T. Marcus & Hundley. M. John : *Fracture of the shaft of the Humerus — A comparative Study in methods of treatment : J. Bone & Joint Surg., 37-A:681-692, 1955.*
- 24) Urist. R. Marshall : *The pathogenesis and treatment of delayed union & non-union: J. Bone & Joint Surg., 36-A:931. Oct. 1954.*