

성인 쇄골 불유합의 임상적 고찰

연세대학교 의과대학 세브란스병원 정형외과학교실

한대용 · 양익환 · 이주형

— Abstract —

Clinical Study of Nonunion of Clavicle in Adult

Dae Yong Han, M.D., Ik Hwan Yang, M.D., Joo Hyung Lee, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Yonsei University, College of Medicine,
Severance Hospital, Seoul, Korea

Although the clavicle is one of the most commonly fractured bone, nonunion is rare. The authors experienced 15 cases of clavicle nonunion in adult who were admitted and treated at the Department of Orthopedic Surgery of Severance Hospital during period from January 1983 to December 1990 (eight years). This study focused on the predisposing factors in relation to nonunion of clavicle and the analysis of the results after operative treatment.

The results of analysis were as follows:

1. Predisposing factors of nonunion were primary operative treatment with inadequate fixation, middle 1/3 of clavicle, severe associated injury and initial gross displacement of fracture fragment.
2. Among the 15 patients, 14 patients were treated with plate and screw fixation and autogenous iliac bone graft. One patient was treated by metal removal due to infected nonunion.
3. Using a rating scale of excellent (no apparent factors), good (one factor), fair (two factors), poor (more than three factors), the result showed, 12 excellent, 1 good, and 2 poor.
4. Among the 15 operative treatment, there was only one case of complication which was metal failure.

It was concluded that symptomatic nonunion of the clavicle could be treated by operation, and the procedure of choice seemed to be rigid internal fixation with plate and bone graft.

서 론

쇄골은 인체내에서 최초로 골화되는 “S”자 모양의 뼈로서 견관절의 운동과 안정성 유지에 중요한 역할을 하고 있다^{3,7,10,13}. 쇄골은 인체내 골절중에서 5—10%를 점유하고 있으며 8자형 석고 또는 붕대 고정

등과 같은 고식적 방법으로 양호한 유합을 기대할 수 있으나^{3,16} 불유합율이 약 0.1~1.9%로 보고되고 있다^{4,17}.

이러한 쇄골 골절 후 불유합을 일으킬 수 있는 요인들로는 손상 정도, 심한 동반 손상, 조기 수술적 치료, 재골절 등으로 알려져 있으며 불유합의 치료 방법에 대해서 여러가지 의견이 제시되어 왔다^{7,8}.

이에 저자들은 1983년 1월부터 1990년 12월까지 연세대학교 의과대학 세브란스병원 정형외과학교실에서 치료한 쇄골 골절 불유합 15례에 대하여 불유합의 원인이 되는 요소들을 알아보고 수술적 치료 후 평균 1년 2개월간 추시한 결과 좋은 성적을 얻었기에 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

연구 대상

1983년 1월부터 1990년 12월까지 만 8년동안 연세대학교 의과대학 세브란스병원 정형외과학교실에서 치료하였던 쇄골 골절 불유합 15례를 대상으로 하였으며 추시 기간을 최단 3개월에서 최장 32개월로 평균 1년 2개월이었다.

증례 분석

1. 연령 및 성별 분포

15례중 남자가 11례, 여자가 4례로 남자가 2배 이상 많았고 연령별로는 21세에서 50세 사이가 11례(73.3%)로 대부분을 차지하였다. 본 연구에서는 성인만을 대상으로 하였으며 18세 미만의 쇄골 골절 환자는 제외하였다(Table 1).

Table 1. Age and Sex Distribution

Age	Male	Female	Total(%)
21-30	1	1	2(13.3%)
31-40	4	1	5(33.3%)
41-50	3	1	4(26.7%)
51-60	3	1	4(26.7%)
Total	11	4	15(100%)

2. 손상 원인

골절의 원인을 보면 교통사고에 의한 골절이 11례로 약 73.3%로 가장 많았으며 그외 추락사고와 낙상이 있었다(Table 2).

3. 동반 손상

15례중 6례(40%)에서 동반 손상을 나타냈으며 이중 두부 손상과 늑골 골절이 각각 5례씩으로 가장 많았으며 그외 골반골, 대퇴골 골절 등이 있었다

Table 2. Cause of Injury

Causes	No. of Cases(%)
Traffic Accident	11(73.3%)
Slip Down	3(20%)
Fall Down	1(6.7%)
Total	15(100%)

(Table 3).

4. 골절 발생 부위

쇄골 불유합을 보였던 15례중 우측 쇄골이 7례(46.7%), 좌측 쇄골이 8례(53.3%)였고 골절의 부위는 중간 1/3부위가 12례(80%), 외측 1/3부위에서 3례(20%)였으며 근위 1/3부위에서는 불유합이 발생하지 않았다(Table 3).

Table 3. Site of Fracture

Site	No. of Cases(%)
Proximal 1/3	0
Middle 1/3	12(80%)
Distal 1/3	3(20%)
Total	15(100%)

5. 불유합의 증상

불유합 부위의 동통이 12례, 견관절 운동제한이 4례, 불유합부 가관절 운동(False Motion)이 7례, 신경학적 증상이 2례, 심한 골편의 전위에 의한 외관상 돌출이 1례 있었다(Table 4).

Table 4. Symptoms of Nonunion

Sx. of Nonunion	No. of Cases
Pain on Fx. site	12
LOM of shoulder	4
False motion	7
Neurologic Sx.	2
Protusion	1

6. 손상 정도

손상정도는 Sakellaride¹⁸⁾가 제안한 대로 고도(Severe), 중등도(Moderate), 경도(Mild)로 분류하였으며(Table 5), 15례중 9례(60%)에서 고도의 손상을 받았었고 5례(33.3%)는 중등도, 1례(5.2%)에서

Table 5. Criteria of Severity

Severe	: Included major violence such as automobile accident
Moderate	: Included such as falls from a bicycle or ladder and athletic injury
Mild	: Fall out of bed or chair on the stretched hand

Table 6. Severity of Trauma

Severity	No. of Cases(%)
Severe	9(60%)
Moderate	5(33.3%)
Mild	1(6.7%)
Total	15(100%)

경도의 손상을 받았다(Table 6).

7. 골편의 전위

불유합을 보였던 15례중 1례를 제외한 14례(93.3%)에서 수상 당시에 방사선 소견 및 수술 소견상 심한 골편의 전위가 있었다(Table 9).

8. 수술전 치료 및 고정 기간

쇄골 골절 불유합을 보였던 15례중 10례(66.7%)에서 8자 붕대법을, 1례(6.7%)에서는 Velpeau붕대 고정법을 시행하여 총 15례중 11례(73.3%)에서 고식적인 방법으로 치료하였으며 대부분(72.7%) 6~10주간 고정하였다(Table 7, 8). 나머지 4례(26.7%)에서는 조기 치료로 관혈적 정복 및 금속 내고정술을 시행하였다.

이 중 보존적 요법 시행 후 불유합이 발생한 11례에서 모두 수상 당시 심한 골편의 전위가 있었으며 수술적 요법 시행후 발생한 4례는 K강선과 Steinmann강선으로 내고정한 경우가 각각 2례씩으로 모두 견고하지 못한 고정이었다.

불유합에 대한 수술적 치료를 시행하기까지의 기간은 최단 2개월에서 최장 9개월까지 평균 6.1개월이었다.

9. 불유합의 치료

불유합된 쇄골 골절의 치료는 15례중 14례에서 금속판 및 금속나사 고정술과 자가골 이식술을 시행하였다. 나머지 1례는 타병원에서 초기 치료로 관혈적

Table 7. Duration of Previous Immobilization

Duration(weeks)	No. of Cases
2- 4	1
4- 6	2
6- 8	3
8-10	4
10-	1
Total	11

Table 8. Initial Treatment

Treatment	No. of Cases(%)
O/R & I/F	4(26.6%)
Fig. 8 Bandage	10(66.7%)
Velpeau Bandage	1(6.7%)
Total	15(100%)

정복술 및 내고정술 시행 후 감염성 불유합이 발생하여 금속 내고정물 제거술 및 소파술을 시행하고 감염 소견 소실 여부를 추시 관찰 중이다.

10. 합병증

수술후 합병증으로는 수술후 3개월에 Metal Failure가 1례 있어서 금속판 및 금속나사 고정술 및 자가 골이식술을 다시 시행하여 골유합을 얻었다.

결 과

견관절의 동통, 외형상 변형, 견관절의 운동 장애, 일상생활의 불편 정도 및 환자의 주관적 증상(Subjective Symptom) 등에 기준을 두어(Table 10), 상기 증상이 전혀 없는 경우를 최우수(Excellent), 한가지 증상만 나타난 경우를 우수(Good), 두가지 증상이 나타난 경우를 양호(Fair), 세가지 이상 나타난 경우를 불량(Poor)로 구분한 결과¹¹⁾(Table 11), 최우수 12례(80%), 우수 1례(6.7%)였으며 불량은 2례(13.3%)로 우수 이상이 13례(86.7%)를 나타냈다(Table 12).

불량(Poor)은 Metal Failure가 있었던 1례와 감염에 의한 불유합 1례씩이었다.

증례 보고

쇄골 골절 불유합 15례에 대한 임상 내용은 Table

9와 같으며 대표적인 3례를 증례 보고한다.

증례 1

25세 남자 환자로 교통사고로 좌측 쇄골 중간 1/3 부위에 분쇄 골절이 발생하여 타병원에서 K강선과 철선으로 내고정후 5개월이 경과된 후에도 골절부위의 동통 및 가관절 운동이 계속되어 K강선과 철선을 제거하고 금속판 및 금속나사 고정술과 골이식술을 시행하였다. 술후 동통 및 가관절 운동은 소실되었

고 술후 약 10주에 골유합이 되었다(Fig. 1).

증례 2

34세에 남자 환자로 교통사고로 좌측 쇄골 중간 1/3부위에 골절이 발생하여 타병원에서 10주간 8자 석고 붕대로 고정하였으나 골절부에 지속적인 동통 및 견관절의 운동 장애가 있어 수상후 약 6개월 후에 금속판(Semitubular Plate)을 이용하여 내고정술을 시행하고 자가골 이식술을 병행하였다. 술후 3개

Table 9. Analysis of Patient

Case	Age/Sex	Cause of inj.	Asso. injury	Site	Initial treatment
1	56/M	Out-car acc.	Cbr. contusion skull Fx. Rib Fx	Middle	Fig. of 8 bandage
2	30/F	Slip-down		Distal	Velpeau bandage
3	40/M	Out-car acc.		Middle	Fig. of 8 bandage
4	45/M	In-car acc.	Fx. trochanter S.D.H. Rib Fx	Distal	Fig. of 8 bandage
5	54/F	Out-car acc.	Cbr. contusion	Middle	Fig. of 8 bandage
6	54/M	Slip-down		Middle	O/R & I/F with S-pin
7	38/M	In-car acc.	Femur shaft Fx. Tibia open Fx. Rib Fx	Middle	Fig. of 8 bandage
8	41/M	Out-car acc.	Patella Fx Rib Fx, Cbr. contusion	Middle	Fig. of 8 bandage
9	25/M	Out-car acc.		Middle	O/R & I/F with K-wire
10	50/M	In-car acc.	Pelvic bone Fx Cbr. contusion Rib Fx	Middle	O/R & I/F with K-wire
11	55/M	Out-car acc.		Middle	Fig. of 8 bandage
12	34/M	In-car acc.		Middle	O/R & I/F with S-pin
13	49/F	In-car acc.		Middle	Fig. of 8 bandage
14	32/F	Fall-down		Middle	Fig. of 8 bandage
15	41/M	Slip-down		Distal	Fig. of 8 bandage

Symptom	Treatment	Result	Length follow-up	Comments
Pain	Plate & graft	Excellent	13	
Neurologic Sx				
Pain	Plate & graft	Excellent	9	
False motion				
LOM	Plate & graft	Excellent	16	
False motion				
Pain	Plate & graft	Excellent	32	
Neurologic Sx				
False motion	Plate & graft	Excellent	4	
False motion	Plate & graft	Good	8	
Pain	Plate & graft	Excellent	28	
False motion				
Pain	Plate & graft	Excellent	17	
LOM				
Pain	Plate & graft	Excellent	11	
False motion				
Pain	Removal of metal & curettage	Poor	15	Infected nonunion
LOM				
Pain	Plate & graft	Excellent	16	
Pain	Plate & graft	Poor	3	Metal failure
False motion				
Pain	Plate & graft	Excellent	14	
LOM				
Pain	Plate & graft	Excellent	7	
Bony protrusion				
Pain	Plate & graft	Excellent	12	

Table 10. Factors for Evaluation of Results

Pain
Deformity
Limitation of Motion
Subjective Symptom
Disturbance of Daily Activity

Table 11. Criteria of Results

Excellent	no
Good	one
Fair	two
Poor	over three

월에 기지개를 펴다가 금속판이 파열되어 다시 Small DCP로 재수술을 시행했다.

술후 창상 치료시까지 Velpeau붕대로 고정하고 Arm neck sling으로 견관절 운동을 시행하였고 동통은 점차적으로 소실되었으며 재수술 후 12주째 골유합이 되었다(Fig. 2).

Table 12. Result of Treatment

Result	No. of Cases(%)
Excellent	12(80%)
Good	1(6.7%)
Fair	0(0%)
Poor	2(13.3%)
Total	15(100%)

증례 3

50세 남자 환자로 교통사고로 인하여 좌측 쇄골 중간 1/3부위에 분쇄 골절과 골반골 골절 및 다발성 좌상이 발생하여 타병원에서 K강선과 철선으로 내고정을 시행하였으나 감염이 되어 4차례에 걸쳐 수술을 하였다. 그러나 지속적인 농배출이 있고 감염 조절이 되지 않아 수상 후 약 8개월에 본원으로 전원하여 소파술 및 금속 내고정물 제거술을 시행하였다. 술후 6주간 석고 고정을 시행하고 현재까지 통

Fig. 1. Fracture of middle 1/3 of left clavicle in 25-year-old man **A.** Pre-op view showing circumferential wire state without union evidence, **B.** Post-op view after removal of wire and internal fixation with plate and bone graft, **C.** 5 months after operation, nonunion site shows good union.

원 가료중이며 감염이 완전히 소실된후 급속 내고정술 및 골이식술을 시행할 예정이다(Fig. 3).

고 찰

Clavicle의 어원은 "Clavius"에서 유래되어 그 의미는 Key를 뜻하고 구조상 이중 곡선으로 되어 있어 해부학적 구조를 잘 표현하고 있다⁴⁾. 골절은 견관절의 운동과 주요 구조의 보호 및 주요 근육의 부착에

Fig. 2. Fracture of middle 1/3 of left clavicle in 34-year-old-man **A.** Pre-op view showing nonunion with displaced fragment, **B.** Post-op view after internal fixation with plate and graft, **C.** 3 Months after operation, developed metal failure, **D.** Post-op view after reoperation, **E.** 8 months after reoperation, nonunion site shows good union.

중요한 역할을 하며^{3,13)} Ljunggren¹⁰⁾에 의하면 견관절의 운동과 안정성의 유지 기능 외에 호흡과 혈액 순환에도 관여한다고 보고하였다.

Rowe¹⁷⁾는 쇄골의 모양에 있어서 원위부는 얇고 편평하며 근위로 근접할수록 두터워져 삼각형을 이루게 되어 쇄골 하부의 주요 혈관 및 신경을 보호한다고 기술하였다. 그리고 쇄골의 근위부와 원위부에 각각 흉부와 견갑부의 근육 및 인대 조직이 연결되

어 흉곽과 상지를 지지하는 역할을 하며 그 중 근육의 부착이 비교적 적은 중간 1/3에서 대부분 골절이 발생한다고 하였다.

Rockwood¹⁰⁾에 의하면 "S"자 모양의 쇄골에 전단력(Shearing Force)이 가해짐으로서 중간 1/3 골절이 일어나며 이 부위에 약 80%의 가장 많은 빈도를 나타낸다고 하였고 외측 1/3에는 주로 견관절부에 직접 가격 손상(Direct Blow)이 가해져서 발생하며 이때 견봉 쇄골 관절 탈구(Acromioclavicular Separation)의 빈도가 높은 것으로 보고하였다.

이러한 쇄골 골절은 모든 골절 중에서 5% 내지 10%를 차지하며^{8,10)}, 8자형의 석고 또는 붕대 고정 등과 같은 고식적 방법으로 고정하여 거의 잘났는 것으로 알려져 있으며¹¹⁾ 불유합이 약 0.1~1.9%로 매우 골유합이 양호한 골절로 알려져 왔다^{8,12,14,16,17)}.

Neer¹⁴⁾에 의하면 원위부 골절이 인대 손상을 동반할 경우, 쇄골의 병적 골절 불유합, 혈관 손상 동반시 그리고 젊은 여성에게 추형을 동반한 쇄골골절 등에서 관혈적 정복술이 적응이 된다고 보고하였고, Edward⁶⁾에 의하면 신경 혈관 손상이 동반된 경우, 중간 1/3 골절에서 심한 전위 및 분쇄가 있는 경우, 장기간 석고 고정이 불가능할 경우, 재골절, 그리고 개방성 골절 등에서 수술적 치료의 적응이 된다고 하였다.

그러나 골절의 고통과 기능 장애가 수술적 치료에 의해 감소될 수 있어도 일반적으로 관혈적 정복후에 초래되는 불유합의 빈도가 높다고 알려져 왔다^{5,14,16,20)}.

쇄골 골절의 불유합은 Neer의 보고에서 비수술적

Fig. 3. Fracture of middle 1/3 of left clavicle in 50-year-old man. **A.** Pre-op. roentgenogram showed loosening of plate and K-wire with nonunion. **B.** Post-op view after removal of metal and curettage. **C.** 7 months after operation, infection sign persisted clinically.

방법으로 치료한 2235례중 3례(0.1%)에서, 관혈적 정복을 한 45례중 2례(4.6%)에서 각각 발생하여 수술적 치료를 시행한 예에서 불유합율이 46배나 높았으며¹⁶⁾ Rowe의 보고에서는 690례중 비수술적 방법으로 치료한 경우 불유합율이 0.8%이나 수술적 치료를 시행한 예에서는 3.7%로 약 4배의 불유합율을 보고하였다¹⁷⁾.

이와 같이 수술적 치료후 불유합의 원인으로서 과거에 골수강내 고정을 많이 했는데 이 때 K강선이나 Steinmann 강선을 삽입할 때 쇄골의 S자 모양의 해부학적 특성으로 인하여 정확한 삽입 및 충분한 고정이 어려울 뿐 아니라 회전력에 대한 지지가 불가능하므로 강선이 파열(Breakage)되고 Threaded pin을 사용할 경우 골절부가 Distraction됨으로써 불유합이 발생한다고 하였다^{2,10,11)}.

그 외 수술로 인한 주위조직의 손상이 가중되고 골절 정복시 골편의 소실, 수술후 염증 등에 의하여 불유합을 일으킨다고 하였다. 본 연구에서는 15례중 4례(26.7%)에서 수술적 치료 후에 불유합이 발생하였으며 모두 K강선과 Steinmann 강선으로 견고하지 못한 고정이었다.

Neer¹⁴⁾에 의하면 쇄골 골절이 중간 1/3에서 가장 호발하므로 합병증의 빈도도 높다고 하였고 따라서 불유합의 빈도가 많다고 하였다. 그리고 외측 1/3에서는 오구 쇄골 인대의 파열이 동반된 경우 적절한 외고정을 할지라고 불유합의 가능성이 높다고 하였다. 본 연구에서는 15례중 중간 1/3에서 12례(80%), 외측 1/3에서 3례(20%)에서 불유합이 발생하였고 내측 1/3에서는 불유합이 발생하지 않았다.

쇄골 골절시 고정 기간은 대부분 4주에서 8주까지 고정함으로써 골유합을 기대할 수 있다. Sakellari¹⁸⁾에 의하면 고정 기간이 불충분한 경우 불유합의 빈도가 높다고 하였으나 Wilkins²⁰⁾은 고정 기간과 골유합이 별 관계가 없는 것으로 보고하였다. 본 연구에서는 고식적 방법으로 치료한 11례중 8례(72.7%)에서 6주 이상 고정을 하였으며 고정 기간이 4주 미만인 경우는 1례로 불유합과 고정기간 사이에는 큰 관계가 없는 것으로 사료된다. 그러나 두부 손상 등 동반 손상이 있었던 경우가 6례(40%)로서 동반 손상 환자에서 불완전한 고정이 불유합을 유발할 가능성이 높은 것으로 생각된다.

Rhineland¹⁵⁾와 Wilkins²⁰⁾에 의하면 쇄골은 피하부(Subcutaneous Position)에 위치하기 때문에 심한 연부 조직 손상과 이로 인한 골막 손상에 의해 불유합이 발생하는 것과 유사한 기전에 의해서도 발생하며 수상 당시 심한 전위후 지속적인 골편의 전위는 골편 사이의 Gap을 형성하고 연부 조직이 삽입하기 때문에 불유합의 빈도가 높은 것으로 보고하였다. 본 연구에서는 보존적 요법으로 치료했던 1례중 전례에서 수상 당시부터 지속적인 골편의 전위가 있었다. 또한 1례중 14례에서 고도 및 중증도의 수상 정도를 보임으로서 High Energy에 의한 손상때 불유합의 빈도가 높은 것을 알 수 있다.

쇄골 골절의 불유합에 대한 치료에 관해서는 보존적 치료에서부터 다양한 방법의 수술에 이르기까지 여러가지 방법이 있지만 대부분 증상을 동반하는 불유합은 수술적 방법으로 치료하는 것으로 알려져 있다¹⁷⁾. 불유합의 수술 방법으로는 부분 쇄골 절제술, 철선 혹은 나사못고정, 골수강내 고정, 금속판 고정 등 여러가지가 보고되었다.

부분 쇄골 절제술을 통증을 소실되나 견관절 운동장애를 유발할 수 있고 외견상 경부의 모양에 이상이 생길 수 있다.

철선이나 금속 나사를 이용한 고정은 쇄골의 회전운동에 대한 안정성의 결여로 불충분한 고정이 되기 쉽다.

골수강내 Pin 고정술은 내고정 자체의 부적절함 외에도 쇄골 자체의 굴곡으로 인한 기술적인 어려움이 있고 강선이 휘어지거나 절단되기도 하며, 절단된 강선이 체내로 이동하는 등 문제점이 보고되었다^{2,10)}. Wilkins와 Johnson은 이와 같은 골수강내 고정술

후 75%의 합병증을 보고하였다²⁰⁾.

금속판을 이용한 내고정과 골이식술은 최근에 가장 흔히 사용되는 방법으로서 금속판을 쇄골 형태에 맞도록 굴곡시킬 수 있어 골수강내 고정보다 견고한 내고정이 가능하고 조기에 견관절 운동을 시킬수 있을 뿐 아니라 수술이 쉬워 가장 좋은 치료 방법으로 생각된다¹⁹⁾.

본 연구에서는 15례중 14례에서 금속판 고정술 및 자가 골이식술을 시행하여 13례에서 우수 이상의 결과를 얻었으며 1례에서 Semitubular Plate를 이용하여 내고정술을 시행했으나 수술후 3개월에 환자가 기지개를 켜다가 내고정물이 파손되는 합병증이 발생하여 Small DCP로 재수술하여 골유합을 얻었다. 따라서 금속판 고정술시 Semitubular Plate보다 Small DCP를 사용하는 것이 더 견고한 고정이 가능하다고 생각된다.

결 론

연세대학교 의과대학 세브란스병원 정형외과학교실에서는 1983년 1월부터 1990년 12월까지 입원 치료하였던 쇄골 골절 불유합 환자 15례에 대해서 추시 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 쇄골 골절 후 불유합을 일으킬 수 있는 요인으로서는 1) 조기 수술적 방법으로 치료했으며 견고한 고정이 되지 못했을 때, 2) 중간 1/3 부위에서 골절이 발생한 경우, 3) 심한 손상을 받은 경우와 동반 손상이 있을 경우 4) 육안적으로 골편의 전위가 심한 경우 등이다.

2. 쇄골 골절 불유합의 치료 방법은 금속판 및 금속나사 고정술과 자가골이식술을 병용함으로써 좋은 결과를 얻을 수 있다.

REFERENCES

- 1) 강군순, 안재인, 오학윤, 강영수, 이승진 : 쇄골 골절에 대한 임상적 연구. 대한정형외과학회지, 19-2 : 367-372, 1984.
- 2) 권광우, 안동진 : 쇄골골절 불유합의 수술적 치험. 대한정형외과학회지, 22 : 1127-1131, 1987.
- 3) Abbott, L.C. and Lucas, D.B. : *The Function of the Clavicle. Ann Surg.*, 140 : 583-599, 1954.
- 4) Bateman, J.E. : *The Shoulder and Neck.* 413-418, Saunders, 1972.

- 5) DePalma, A.F. : *Surgery of the Shoulder*, 348-359. 3rd ed. Lippincott, 1983.
- 6) Edward, Z.J. Kni eg, B.J.K. and Rosen, M.J. : *Open reduction and Internal fixation of clavicle fractures*. *J. Bone and Joint Surg.*, 63 : 147-151, 1981.
- 7) Ernest, G. : *The Embryology of the Clavicle*. *Clin. Orthop.*, 58 : 9-16, 1968.
- 8) Johnson, E.W. and Collins, H.R. : *Nonunion of the Clavicle*. *Arch. Surg.*, 87 : 963-966, 1963.
- 9) Kini, M.C. : *A Simple Method of Ambulatory Treatment of Fracture of Clavicle*. *J. Bone and Joint Surg.*, 23 : 795-798, 1941.
- 10) Ljunggren, A.E. : *Clavicle Function*. *Acta. Orthop. Scand.*, 50 : 216-268, 1979.
- 11) Manske, D.J. and Szabo R.M. : *The Operative Treatment of Mid-shaft Clavicular Nonunions*. *J. Bone and Joint Surg.*, 67-A : 1367-1371, 1985.
- 12) Marsh, H.O. and hazarian, E. : *Pseudoarthrosis of the Clavicle*. In *Proceeding of the American, British, Canadian, Australian, new Zealand, and South African Orthopedic Association*. *J. Bone and Joint Surg.*, 52-B : 739, 1970.
- 13) Mosely, H.F. : *The Clavicle. : Its Anatomy and Function*. *Clin. Orthop.*, 58 : 17-27, 1968.
- 14) Neer, C.S. : *Nonunion of the Clavicle*. *J. Am. Med. Assn.*, Vol. 172, No. 10 : 1006-1011, Mar., 1960.
- 15) Rhinelander, F.W. : *Tibial Blood Supply in Relation to Fracture healing*. *Clin. Orthop.*, 105 : 34-81, 1974.
- 16) Rockwood, C.A. : *Fracture*. 3rd E.D., Philadelphia. J.B. Lippincott Co., pp. 945-983, 1991.
- 17) Rowe, C.R. : *An Atlas of Anatomy and Treatment of Clavicle In Adult*. *Clin. Orthop.*, 58 : 29-42, 1968.
- 18) Sakellarides, H. : *Pseudoarthrosis of the Clavicle*. *J. Bone and Joint Surg.*, 43-A : 130-138, 1961.
- 19) Thompson, A.G. and Batten, R.L. : *The Application of Rigid Internal Fixation to the Treatment of Non-Union and Delayed Union Using the AO Technique*. *Injury*, 8 : 188-198, 1976.
- 20) Wilkins, R.M. and Johnosn, R.M. : *Ununited Fractues of the Clavicle*. *J. Bone and Joint Surg.*, 65-A : 773-778, 1983.