

Non-reamed True/Flex humerus rod을 이용한 상완골 간부 골절 치험례

영남대학교 의과대학 정형외과학교실

이동철* · 서재성 · 김상돈

— Abstract —

Treatment of the Fractures of the Humeral Shaft with the Non-reamed True/Flex Humerus Rod

Dong Chul Lee*, Jae Sung Seo, Sang Don Kim

*Department of Orthopaedic Surgery, College of Medicine
Yeungnam University, Taegu, Korea*

Recently, surgical intervention of the fractures of the humeral shaft was increased due to the severe trauma occurring in the traffic accident and industrial accident, even if closed treatment was appropriate in the humeral diaphysis.

In order to obtain the early mobilization prevention of the nonunion and joint stiffness, rigid fixation of the fracture is needed. To reduce the complication of the open reduction (nonunion, infection, radial nerve palsy), closed intramedullary nail fixation techniques without opening the fracture site were used.

Eight cases of the fractures of the humeral shaft were treated with nonreamed True/Flex humerus rod system(intramedullary fixation) between Nov.1992 and Apr.1993. And the obtained results were as follows

1. The normal healing cases were 5 and its average healing time is post-op. 9.2 weeks. There were nonunion in 1 case and delayed union in 2 cases.
2. The causes of the injury were traffic accident in 6 cases fall down in 1 case, belt injury in 1 case.
3. The causes of the nonunion and delayed union were as follows distraction(by inappropriate selection of the rod and physical treatment) in 2 cases, insufficient immobilization in 1 case.
4. The True/Flex humerus rod seemed to recommend to the patients with multiple, open, segmental fractures and poor general condition.

Key Words : Fracture, Humeral diaphysis, Nonreamed rod.

※본 논문의 요지는 1993년 제18차 대한 골절 학회 학술대회에서 발표 되었음.

서 론

상완부 간부 골절은 일반적으로 보존적 치료로 잘 치유되는 골절로 알려져 있으나 최근들어 산업 재해나 교통사고등의 심한 외상으로 기인하는 다발성 손상, 신경 혈관 손상, 개방성 골절등으로 조기 활동의 필요성, 불유합 예방등을 위한 수술적 치료가 요구되는 경우가 많아지고 있다^{1,9)}.

수술적 치료에서 관혈적 정복 및 내고정술은 불유합, 감염의 빈도가 높아질 수 있다. 또한 상완골은 장골(long bone)의 특성을 지니고 있으므로 최근에는 폐쇄성 골수강내 금속정(nonreamed True/Flex rod) 삽입술을 시행하여 관혈적 정복의 단점을 줄이며 골절부 및 골의 정상 생리를 가능한 유지하여 조기 관절운동 및 골유합을 시도하고 있다^{8,13)}.

이에 저자들은 영남대학교 의과대학 정형외과학교실에서 1992년 11월부터 1993년 4월까지 상완부 간부골절 환자중 폐쇄성 골수강내 금속정 삽입 치료한 8례에 대해 얻은 치료 결과를 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

II. 증례분석

1. 연령 및 성별

총 8례중 여자가 5례이었으며, 나이별로는 20대부터 80대에 걸쳐 다양하였다. 평균 연령은 51.3세였으나 31세에서 60세사이가 5명(62.5%)이었다. 대부분 우측 상완골의 골절이 많았다(Table 1)

2. 손상원인

교통사고가 6례(75%)로 대부분이었고, 이외 안전띠 손상(belt injury), 추락사고가 각각 1례등이었다(Table 2).

3. 골절부위와 골절형태

골절 부위로는 골 중간부가 5례(62.5%)로 가장 많았고, 근위1/3 골절1례, 원위 1/3골절 2례가 있었다. 골절형태는 분쇄골절이 4례(50%)로 많았으며, 횡골절 2례, 나선상 골절 1례, 분절 골절 1례였다. 개방성 골절은 1례(Table 1)였으며, 7례가 비개방성 골절이었다(Table 3).

Table 1. Distribution of age and sex

Age	Sex		Side		No. of cases
	M	F	Rt.	Lt.	
21-30		1	1		1
31-40	1	1	2		2
41-50	1			1	1
51-60	1	1	2		2
Above 60		2	2		2
Total	3	5	7	1	8

Table 2. Cause of injury

Causes	No. of cases
Motor vehicle	6
Fall down	1
Belt injury	1

Table 3. Fracture site and type

Site	Proximal	Middle	distal	No. of Cases
Type	1/3	1/3	1/3	
Transverse		2		2
Spiral			1	1
Comm.	1	2	1	4
Segmental		1		1
Total	1	5	2	8

Table 4. Associated injury

Associated injury	No. of cases
Fractures	5
Forearm bone	1
Tibia	2
Ankle	1
Femur	1
Radial N palsy	1
Total	6

4. 동반손상

8례중 6례(75%)에서 타부위의 동반 손상이 있었다. 손상으로는 5례에서 전완골, 경골, 대퇴골등에서 골절이 있었으며, 그외 1례에서 요골 신경 손상을 보였다(Table 4).

5. 수상후 수술까지의 시간 및 수술시간

광범위한 동반손상으로 약 4주후에 치료한 3례를

포함하여 1일에서 31일까지 수상후 평균 약14.8일에 수술하였다. 수술 시간은 최단 50분에서 최장 120분까지 평균 약 70분 정도가 소요되었다.

6. 적응증 및 금기

상완골 경부 3cm 하방에서 주두와(olecranon fossa) 5cm상방의 상완골 간부 골절은 해당될 수 있으나 가능한 중간(mid shaft)부위가 좋을 것으로 사료된다(Fig. 1). 활동성 감염이나, 골성장이 남은 경우(open epiphyseal plate), 골수강내 직경이 매우 좁을때는 시행하지 않는 것이 좋을 것으로 사료된다.

7. 수술방법

환자를 앙와위(supine position)로 한 후에 견갑부 후방에 지지대(support)을 받쳐 견관절부가 약간 거상이 되게 한다. 견봉(acromion)직하부에서 약 5-6cm정도 피부에 수평 절개하여 삼각근(deltoid

muscle)을 노출시킨뒤 상완골의 대결절(greater tuberosity)을 확인한다. 극상건(Supraspinatus tendon)을 확인하고 건의 방향을 따라 수직절개하여 상완골 두 관절면의 변연부를 확인한다. 금속정(rod)의 종류는 2cm간격으로, 21cm, 31cm까지 있으며 단면은 별 모양이며 직경은 6, 8, 10mm로 3가지로 구성 되어 있다(Fig 2). 금속정의 선택은 상완골 골두에서 주두와 상방 1cm 까지 길이를 선택하며 미리 수술전 선택된 금속정을 대결절 중앙부에 Awl로 구멍을 내어 골수강내 금속정을 삽입한다(Fig. 3).

금속정 삽입중 image intensifier을 이용하여 AP view와 45° oblique view를 보면서 도수정복(closed reduction)하여 골절부를 유지시킨다. 골절부의 신연(distraction)이 일어나지 않게 굵기와 길이가 맞는지 확인을 한다. 적절한 삽입이 되었으면 Locking screw cap을 금속정의 나사홈(threaded end)위에다 삽입시킨다. Screw cap을 대 결절부의 상면부나 그 이하

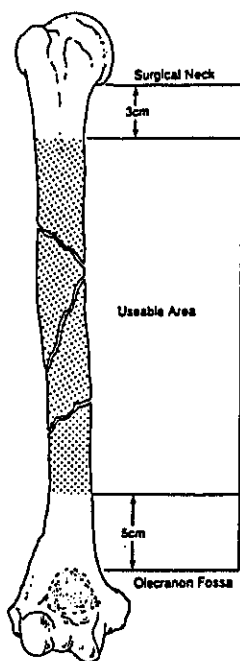


Fig. 1. Indications for the humerus fracture.

The requirements are that the humeral head with 3cm distal to the surgical neck must be intact and that the humeral condyles with 5cm proximal to the olecranon fossa must be intact.

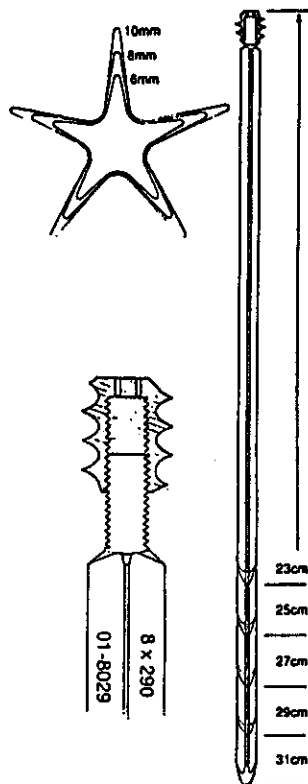


Fig. 2. The True/Flex intramedullary rod system for the humerus.

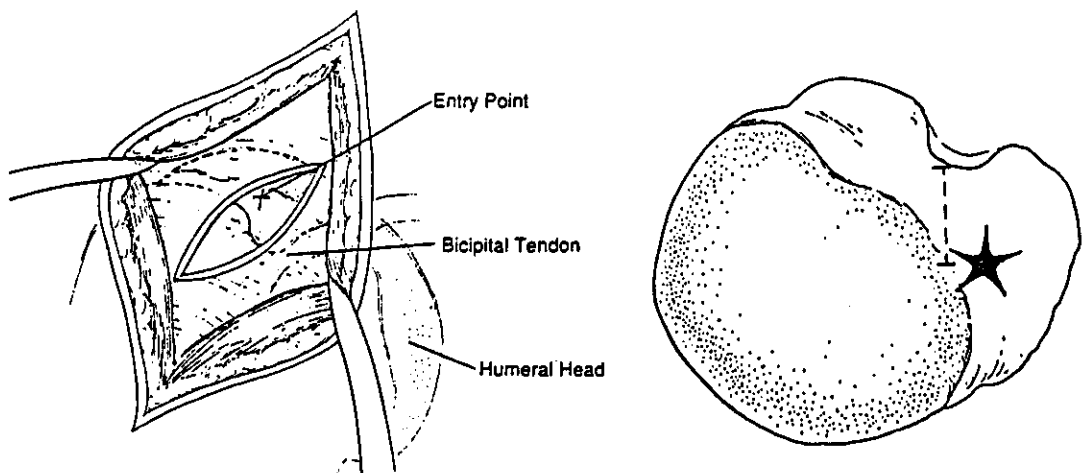


Fig. 3. The entry point is between the greater tuberosity and the articular surface of the humeral head, perhaps 1cm posterior to the biceps tendon.

로 충분히 삽입 시킨후(Fig. 4), rod에 의한 골절부의 신연이 없는지 확인후 수술부를 봉합한다. 충분한 내고정이 되었으면 color & cuff sling과 같은 간단한 고정후 통증이 없어지는대로 견관절 및 주관절 운동을 시행하였다. 목발을 통한 체중부하는 골절부가 유합되기전까지는 허용시키지 않도록 하였다.

III. 성 적

1) 골유합 시기

임상적으로 골절부위에 동통이 소실되고 단순 방사선 사진에서 골절 가골 형성이 되어 있으며, 골절면 1/2이상이 골유합 소견을 보일때 골유합 시기로 정하였다. 수상후 4개월이내 골유합이 될 경우 정상 골유합으로, 4-8개월 사이 골 유합된 경우는 지연 유합, 그 이상은 불유합으로 정의 하였다. 총 8례중 5례가 4개월 이내의 정상 골유합이었으며 수술후 6주-12주 사이 평균 수상후 10.8주, 수술후 9.2주에 골유합되었으며, 1례의 지연유합을 포함한 골이식술 하지 않은 6례에서는 수술후 평균 10.3주의 골유합 기간을 얻었다.

2) 합병증

3례에서 지연 유합, 불유합이 있었으며 원인으로 는 부적합한 rod선택으로 인한 distraction 1례, 물리

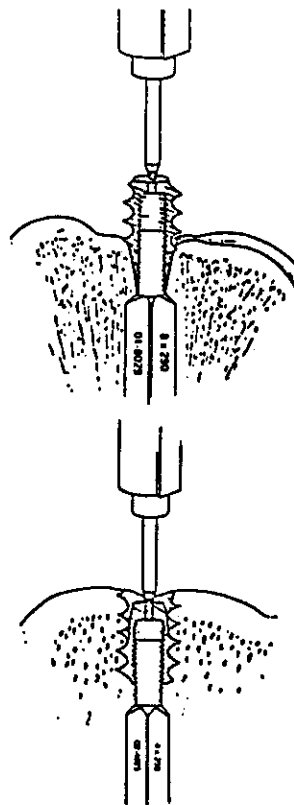


Fig. 4. Locking the rod with the screw cap.

This movement is result of the difference between the much smaller machine threads on the rod end and much larger external cancellous threads on the cap.

치료 중 발생한 신연 1례, 외 고정 불충분으로 인한 1례 등이었으며 이중 2례에서 골 이식 수술 및 cross-K 강선 고정을 같이 시행하였으며 골이식 수술후 평균 8주에 유합되었다.

IV. 증례보고

증례 1

36세 여자 환자로 안전띠 손상을 받아 우측 상완골 골절 및 광범위한 두피 탈락상, 동측 전완골 개방성 골절(Type III B)의 손상을 받아 내원한 환자로 상완골은 골수강내 금속정을 삽입하였다. 수상후 8주에 유합된 소견을 보이고 견관절과 주관절에 운동 제한은 없었으며 합병증은 없었다(Fig. 5).

증례 2

55세 여자환자로 교통사고로 동측 대퇴골 골절의 동반 손상이 있었으며 금속정으로 수술후 수상후 8주, 수술후 6주에 유합 소견을 보이고 있으며 특별한 합병증은 없었다(Fig. 6).

증례 3

남자 40세 환자로 추락상을 당하여 상완골 개방성

골절(Type I)의 손상을 받았다. 부적합한 긴 rod의 선택으로 골절부의 신연이 발생되었다. 수술후 10주경 골절부의 통증및 가관절운동이 있어 cross K-강선 고정 및 골이식후 7주에 골유합이 되었다(Fig. 7)

증례 4

여자 60세 환자로 교통사고의 손상을 받아 우측 상완골 중 1/3부위에 작은 butter fly fragment 동반한 횡골절과 좌측 경골 골절 동반 손상이 있었다. 금속정 삽입 후 골절위치는 비교적 양호하였으나 수술후 물리치료 도중 골절부에 신연이 발생하여 통증이 있으면서 불유합이 되었다. Cross K-강선 고정 및 골이식후 9주에 골유합이된 상태이다(Fig. 8)

V. 고 찰

상완골 단면은 근위 2/3에서는 등근 형태, 원위 1/3은 삼각형 모양이고 간부의 영양혈관은 중위 1/3의 하단부 내측 부위에 주로 주 영양혈관이 존재하는 장골이다^{7,11)}. 그리하여 형태의 변화에 따른 원위부 골절이 잘 발생할 수 있으며 빈도는 전체 골절의 5%이내에서 발생한다¹¹⁾. 주 영양 혈관이 위치하는

Fig. 5. A 36 year-old woman with the fracture of the humeral shaft and the open fracture of the forearm both bone(Type III B) due to belt injury.

B. Post-op. 8 weeks later, the fracture was well united without complication and the R.O.M. of shoulder was good.

Fig. 6-A. A 55 year-old woman the fracture of the humeral shaft and associated femoral shaft fracture due to traffic accident

B. Post-op. 6 weeks later, fracture was united and there was no complication.

Fig. 7-A. A 40 year-old man with the open fracture of the humeral shaft (Gustilo type I) due to fall down.

B. The fracture site was distracted due to choosing the inappropriate long length of rod.

Post-op. 7 weeks later, callus formation was not visible and pain was sustained.

C. Reoperation was done with cross K-wire fixation and bone graft and union was achieved at 7 weeks later.

Fig. 8-A. A 60-year-old woman with the fracture of the humeral shaft and associated tibia fracture due to traffic accident.

B. Fracture site was distracted during inadequate physical therapy.

C. Reoperation with cross K-wire fixation and bone graft was done, union was achieved at 9 weeks later.

부위에 골절이 발생할 경우 불유합이나 지연유합이 호발할 수도 있다 하였다⁷⁾. 골절의 기전은 교통사고, 추락등에 의한 직접 외력에 의한 경우가 대부분이라 하였고 저자들의 경우도 비슷하였다^{1,2,4,5)}. 골절의 형태는 횡골절 및 분쇄골절이 많다고 하였으며^{1,2)} 저자들의 경우에도 중위부, 분쇄골절이 빈도가 많았다. 일반적으로 골절의 치료는 현수상 석고 고정(hanging arm cast), U-shape coaptation splint, 기능적 보조기(functional bracing)등 비수술적인 치료로도 유합이 잘 된다고 하였으나^{3,6, 15)}, 최근들어 교통사고나 산업 재해등의 심한 외상으로 인한 다발성 손상, 신경 혈관 손상등으로 수술적 치료를 시행함으로써 조기 거동 및 기타 합병증(thromboembolic disease, 근위축, 욕창, 관절 강직)을 줄일 수 있는 장점이 있다고 하겠다^{5,9)}.

보존적 치료에 의한 합병증으로는 장기간 고정으로 인한 관절 강직, 각형성 변형, 불유합, 골조송등의 합병증이 발생할 수 있다고 하였다¹⁵⁾. 수술적 치료의 적응증으로는 다발성 손상 및 골절, 보존적 치료로 되지 않은 경우, 분절 및 양측성 골절, 불유합, 병적 골절, 신경혈관 손상등이 있다^{16,12)}.

수술적 치료로는 압박금속판 내고정, 골수강 내고정으로 나누어 지고 있으나 압박금속판 내고정은 골절부위의 광범위한 연부조직 절개 및 골막손상이 따

르며 감염, 불유합, 요골 신경 손상등의 합병증이 따를 수 있다¹²⁾. 그러나 Griend등¹²⁾은 압박 금속판을 이용하여 97%의 유합을 및 낮은 합병증등의 좋은 보고를 하였다.

골수강내 고정술로는 두가지가 있는데 첫번째로는 Rush pin, Ender rod등의 기구를 이용하는 nonreamed closed method로서 이 기구의 장점으로는 골수강내 생리적인 상태를 가능한 손상시키지 않는 골 유합을 얻을 수 있고 감염, 불유합, 신경 손상등의 합병증을 줄일 수 있으며 수술시간을 줄일 수 있다^{8,9)}. 최근에는 DeLong등은 개방성 골절 환자(Type I, II)에서도 Ender nail을 이용하여 좋은 결과를 얻었다고 하며 개방성 골절 Type III에서도 선택적으로 사용하여 양호한 성적을 얻었다고 한다^{8,13)}. 또한 조기 운동이 가능하고 비교적 견고한 내고정, 조기 유합을 얻을 수 있으나 nail의 돌출로 인한 국소동통, 견봉하 충돌(subacromial impingement)등으로 관절 운동 장애가 생길 수 있는 단점이 있다^{10,13,19)}.

저자가 사용한 골수강내 금속정은 Titanium으로 만들어졌으며 단면이 별 모양으로되어 5개의 flute을 가진 nail로서 locking screw cap이 있어 견봉하 충돌을 방지 할 수 있으며 flute에 의한 회전 불안정성(rotational instability)도 가능한 줄일 수 있다. 금속정의 유연성(flexibility)로 인하여 골절부에 미세운

동(micromovement)이 일어나 골유합 과정을 촉진시킬 수 있다고 한다. 또한 nonreamed type이므로 개방성 골절환자(Type I, II)에서도 사용할 수 있을 것으로 사료되며 저자의 경우에도 추락 사고로 인한 개방성 골절 Type I 환자에서 사용하여 좋은 결과를 얻었다.

두번째 골수강내 고정술로는 Kuntscher nail, Interlocking 1M nail등의 medullar reaming을 하여 견고한 내고정을 할 수 있는 방법이 있으나 골수내의 혈액 순환장애를 유발할 수 있으나 확공(reaming)으로 넓고 견고한 nail 삽입이 가능한 장점이 있다. 이 기구는 rigid nail이므로 Foster등¹⁰, Frazier ward등¹¹은 조기 체중부하를 시킬 수 있는 장점이 있어 특히 불유합, 병적 골절등에 사용될 수 있다고 하였다. 그러나 Christensen⁸⁾은 Kuntscher nail에서 rotation control을 할 수 없는 단점이 있다고 하였다. 이에 반하여 Interlocking은 골절부의 단축이나 회전 변형은 예방 할 수 있다¹¹.

특히 상완골 간부골절을 포함한 다발성 골절 환자에서는 전신상태의 catabolic state로 인하여 골유합에 장애가 있을 수 있으며 또한 다발성 손상으로 인한 치료의 지연, 보존적 치료자체가 어려우며 또한 불유합의 빈도가 높다고 하였다^{12,19)}. 그러나 수술적 치료를 시행함으로써 fracture disease을 예방할 수 있으며 주위 연부 조직 손상을 방지, 혈관 경색증 예방 및 간호 및 재활치료가 용이하여 수술적 치료가 주로 필요하게 된다. 저자들의 경우에도 대부분 동반 골절이 있어 동시에 수술적 치료를 시도하였다. 기타 수술의 적응증으로 불유합, 연부조직 삼입, Holstein Lewis syndrome, 개방성 골절, 양측성 골절, 병적 골절, 보존적 치료에 실패한 경우, 신경 혈관 손상 등이다^{8,10,11,12)}.

수술적 치료의 합병증으로는 내고정물 파손(implant breakage), 불유합, 요골 신경 마비, 감염, 관절 운동장애, 견봉하 충돌 등이 있으나^{3,8,10,13)} 특히 불유합의 원인으로는 심한 분쇄 골절, 신연, 간부 중1/3부위의 횡골절, 불충분한 내고정 개방성 골절등이라 하였다¹¹. 불유합의 빈도는 수술적 치료에서 더 높다고 하였으며 보존적 치료에서 0-8% 수술적 치료에서 0-13% 발생한다고 하였으며^{4,5,19)} 불유합의 치료는 견고한 압박금속판 내고정이나 골수강내 고정을 시행하고 동시에 해면골 이식을 하는 것이 좋

은 결과를 얻었다한다^{1,4,8,10)}. 저자들에 있어서도 물리 치료중이나 긴 금속정을 사용하여 발생한 신연으로 인한 불유합, 지연유합 2례 및 불충분한 고정으로 인한 1례가 있었다. 치료로는 3례중 2례에서 골수정을 그냥 둔채로 해면골 이식술 및 Cross-K 강선 고정을 시행하여 약 8주후에 골 유합을 얻었다. 심한 분쇄골절이나 분절골절에서 폐쇄성 금속정을 사용함에 있어 불완전한 내고정이 되었을 경우 선별하여 Sarmiento 기능적 보조기를 술후 착용시키는 보조적인 외고정 장치를 하면 조기 활동 및 유합에 많은 도움이 되리라 생각된다^{8,15)}.

저자들의 경우에서 금속정위에 Screw cap을 상완골 대결절면 이하로 삽입하였기 때문에 관절운동 제한은 외전의 경미한 제한이 있는 1례를 제외하고는 전관절의 운동 제한이 없었으며, 주관절 운동은 전례에서 운동제한이 없어 금속정에 의한 견봉하 충돌은 문제가 되지 않았다. 요골 신경마비는 외상으로 인한 일차 요골 신경 손상과 외상이의 도수정복, 수술후 가골이나 반흔 조직에 의한 이차 손상으로 나뉘어 질 수 있으며¹⁶⁾ 대부분 3개월 이내 자연회복이 될 수 있으므로 보존적 치료를 한다고 하였으며^{2,12,13)} 저자들의 경우에는 요골원위부 1/3 comminuted spiral fracture 1례에서 수상당시 있었으나 약 10주후 요골 신경마비가 완전 회복되었다. 신경 탐색술의 적응증으로는 4-6개월 내 근전도 검사상 회복 징후가 없을때, 개방성 골절, 신경마비가 진행할때, Holstein 골절로 도수 정복후 요골 신경 마비때 등이라 하였다^{16,17)}.

이상의 결과로 폐쇄성 금속정은 사용방법이 간편하며 수술시간이 단축되고 다발성 외상환자, 상태가 좋지 않은 환자, 개방성 골절, 분절 골절등에서 유용한 내고정물로 생각되며 양호한 전관절 운동 및 골유합등을 얻을 수 있었다.

VI. 결 론

1992년 11월부터 1993년 4월까지 영남대학교 의과대학 정형외과학교실에서 치료한 8례의 상완골 간부 골절에서 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 대부분 교통사고, 추락사고등의 직접외상으로 기인하였으며 정상 골유합은 5례에서 있었으며 수술후 약 9.2주에 유합되었다. 3례에서 지연 유합 및 불

유합 되었고 그중 2례에서 골이식술 및 cross-K 강선 고정으로 보강되어 골이식술 약 8주후 유합되었다.

2. 경미한 견관절 외전 장애 1례를 제외한 모든 예에서 견관절 및 주관절 운동의 제한이 없었다.

3. 사용상 간편하며 단축된 수술시간을 얻을 수 있어 다양한 환자에게 이용할 수 있었으나 rod 길이, 굵기의 종류가 세분되지 않아서 때로는 알맞는 금속정을 선택하지 못하여 충분한 고정을 얻을 수 없는 경우도 있었다.

4. 불안정성 골절에서는 Sarmiento 기능적 보조기를 경우에 따라 같이 사용한다면 조기 운동 및 골유합을 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

REFERENCES

- 강호정, 한수봉, 강웅식, 장준섭 : 상완골 간부골절에 동반된 요골신경마비에 대한 임상적 연구. 대한정형외과학회지, 19(2) : 382-389, 1984.
- 김병직, 안종국, 김용욱, 정병현, 강석 : 상완골 간부골절에 대한 임상적 고찰, 대한정형외과학회지, 24(2) : 489-497, 1989.
- 심원섭, 서정탁 박상호, 유충일 : 상완골 간부골절의 치료. 대한정형외과학회지, 22(1) : 269-278, 1987.
- 안상묵, 이병일, 김연일, 나수균, 최창욱 : 상완골 간부골절 불유합의 치험. 대한정형외과학회지, 23(1) : 237-245, 1988.
- 하상호, 이상홍, 신동민, 김승 : 상완골 간부골절에 대한 임상적 고찰. 대한정형외과학회지, 25(2) : 325-330, 1985.
- 홍범석, 송주호, 유충일 : 기능 보조구에 의한 상완골 간부골절의 치료. 대한정형외과학회지, 20(2) : 325-330, 1985.
- Carroll S.E. A Study of the Nutrient Foramina of the Humeral Diaphysis. J. Bone and Joint Surg., 45-B:176-181, 1963.
- Christensen N.O. Kuntscher Intramedullary Reaming and Nail Fixation for Nonunion of the Humerus, Clin. Orthop., 116:222-226, 1976.
- DeLong W.G., Born C.T., Marcelli E., Shaikh K.A., Iannaccone W.M., Schwab C.W. Ender Nail Fixation in Long Bone Fractures: Experience in a Level I Trauma Center. J. of Trauma, 29(5):571-576, 1989.
- Foster R.J., Colorado Spring, Colorado, Dixon G.L., Bach A.W., Appleyard R.W. Aurora, Colorado, Green T.M. Internal of Fractures and Non-Unions of the Humeral Shaft. J. Bone and Joint Surg., 67-A:857-864, 1985.
- Frazier E.W., White J.L. Interlocked Intramedullary Nailing of the Humerus. Clin. Orthop., 12(1):135-141, 1989.
- Griend R.V., Tomasini J., Ward E.F. Open Reduction and Internal Fixation of Humeral Shaft Fractures. J. Bone and Joint Surg., 68-A:430-433, 1986.
- Hall R.F., Pankovich A.M. Ender Nailing of Actue Fractures of the Humerus. J. Bone and Joint Surg., 69-A:558-567, 1987.
- Laing P.G. The Arterial Supply of the Adult Humerus. J. Bone and Joint Surg., 38-A:1105-1116, 1956.
- Sarmient A., Kinman P.B., Calvin E.G. Schmitt R.H. Phillips J.G. Functional Bracing of Fractures of the Shaft of the Humerus. J. Bone and Joint Surg., 59-A:596-601, 1977.
- Shah J.J., Bhatti N.A. Radial Nerve Paralysis Associate with Fractures of the Humerus. Clin. Orthop., 171:171-176, 1983.
- Shaw J.H., Sakellarides H.J. Radial Nerve Paralysis Associated with Fractures of the Humerus. J. Bone and Joint Surg., 49-A:899-902, 1967.
- Spinner M., Spencer P.S. Nerve Compression Lesions of the Upper Extremity. Clin. Orthop., 104:46-65, 1974.
- Stern P.J., Mattingly D.A., Pomeroy D.L. Intramedullary Fixation of Humeral Shaft Fractures. J. Bone and Joint Surg., 66-A:639-646, 1984.