

상완골 간부골절의 금속판 내고정술과 골수강내 금속정술에 의한 치료의 비교

울지의과대학 정형외과학교실

이광원 · 김규현* · 김하용 · 민영식 · 김환정 · 최원식

— Abstract —

A Comparison of Plate Fixation with Intramedullary Nailing in Humeral Shaft Fracture

Kwang-Won Lee, M.D. Kyou-Hyeun Kim, M.D.* Ha-Yong Kim, M.D.
Young-Sik Min, M.D. Hwan-Jung Kim, M.D. Won-Sik Choy, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Eul-Ji Medical College, Taejon, Korea.

We evaluated prospectively ninety-two patients out of 130 humeral shaft fractures requiring surgical stabilization from January 1991 to December 1995. Among them, thirty-one patients received open reduction and internal fixation with plate & screws (PLT). Thirty-one patients received closed reduction & antegrade intramedullary nail fixation(IMN). Thirty patients received closed reduction & antegrade and retrograde endernail fixation(EN).

Average follow-up period was 20.7 months. Eleven patients had primary radial nerve palsies. The higher incidence of nonunion was found on IMN(42%), and EN(20%), than PLT(8%).

We concluded that the result of IMN was not superior to that of PLT or EN.

Key Words : Humerus shaft fracture, Intramedullary nail and Plate fixation

* 통신저자 : 이 광 원
대전광역시 중구 목동 24번지
울지의과대학 정형외과학교실

* 본문의 요지는 1996년 22차 골절학회 추계학술대회에서 구연되었음.

I. 서 론

상완골 간부골절의 치료는 고식적인 보전적치료가 가능하다^{1,5,9,20} 장기간의 고정으로 인한 문제점 발생¹⁾으로 인해 최근에는 환자의 연령, 피부 및 연부조직의 상태, 동반손상의 유무, 골절부위 및 전위정도, 치료자의 경험이나 기호에 따라 여러 가지 수술적 방법을 이용한 치료가 시행되고 있다. 수술적 방법으로는 금속판을 이용한 내고정술, 골수강내 금속정술(intramedullary nailing)과 외고정장치를 이용한 방법 등이 있으며 특히 근래에는 골수강내 금속정 삽입 등의 이용이 증가하고 있으나 지연유합 또는 불유합을 포함한 다른 여러 가지 합병증 발생이 많은 것으로 보고되고 있다^{18,24}. 을지대학병원 정형외과에서는 상완골 골절치유에 대한 수술적 요법 중 금속판을 이용한 내고정술과 골수강내 금속정술의 적용시 발생하는 문제점과 골절치유효과, 합병증 또는 적용상의 문제점 등을 규명함으로써 각각의 치료에 있어서 유용성 여부를 알아보려고 하였다. 이에 저자들은 1991년 1월부터 1995년 12월까지 상완골 간부 골절로 수술적 치료를 받은 환자 총 130례 중 1년 이상 추시 관찰된 92례의 환자에서 금속판 내고정술을 시행한 31례, 교합성 경성 골수강내 금속정술(Interlocking intramedullary nailing)을 시행한 31례, 연성 골수강내 금속정술(Ender nailing)을 시행한 30례에 대해 그 결과를 비교 분석하여 문헌고찰과 함께 보고하고자 한다.

II. 자료 분석

1. 연구대상

전체 상완골 간부 골절 환자의 연령분포는 13세에서 83세 (평균 53세)였으며, 연성 골수강내 금속정술은 남자 17명, 여자 13명, 교합성 경성 골수강내 금속정술은 남자 17명, 여자 14명에서 시행되었으며 금속판 내고정술은 남자 19명, 여자 12명에서 시행되었다. 추시기간은 최소 12개월에서 57개월까지로 평균 20.7개월이었다.

2. 골절의 원인

교통사고가 45례(49%)로 가장 많았으며 작업중

손상이 14례(15%), 추락사고 10례(11%), 기타 2례(2%)였다.

3. 골절의 양상

연성 골수강내 금속정술을 시행한 30례 중 사형 분쇄상(comminuted oblique)골절이 12례로 가장 많았고, 단순 횡형(simple transverse) 골절이 8례, 횡형 분쇄상(comminuted transverse)골절이 5례, 사형(simple spiral) 골절이 5례였으며, 교합성 경성 골수강내 금속정술을 시행한 31례 중 단순 횡형 골절이 10례로 가장 많았고, 사형 골절이 6례, 횡형 분쇄상골절이 7례, 사형 분쇄상골절이 8례였다. 금속판 내고정술의 경우는 31례 중 단순 횡형 골절이 11례로 가장 많았고, 사형 골절이 5례, 횡형 분쇄상골절이 11례, 사형 분쇄상골절이 4례였다(Table 1).

4. 동반손상

연성 골수강내 금속정술을 시행한 총 30례 중 17례(57%)에서 교합성 경성 골수강내 금속정술을 시행한 총 31례 중 14례(45%)에서 타 부위 동반손상이 있었으며, 금속판 내고정술을 시행한 총 31례 중 9례(29%)에서 타 부위의 동반손상이 있었다. 특히

Table 1. Classification of fracture

	Interlocking IM nail	Ender nail	Plate
Simple			
transverse	10	8	11
spiral	6	5	5
Comminuted			
transverse	7	5	11
oblique	8	12	4
Total	31	30	31

Table 2. Associated injuries : 40 cases (43%)

	Interlocking IM nail	Ender nail	Plate
Head trauma	10	13	7
Multiple	3	2	2
Tibia Fx.	4	3	3
Femur Fx.	3	2	1
Forarm Fx.	3	4	4
Radial N. injury	1	4	6

요골신경 마비가 11례에서 있었으며 그중 2례에서 신경봉합술을 시행했으며 9례에서 3개월내에 완전한 회복을 보였다(Table 2).

5. 수술방법

본원에서는 X 선 영상증폭장치를 이용하여 교합성 경성 골수강내 금속정술을 시행받은 전례에서 Antegrade direction에 의한 술식을, 연성 골수강내 금속정술을 시행받은 22례에서 Antegrade direction에 의한 술식을, 8례에서 Retrograde direction에 의한 술식을 시행하였으며 수술후 골절양상, 동반 골절의 유무 및 안정성 여부에 따라 장상지 혹은 U자형 석고 부목으로 고정한후 창상이 치유된후 조기에 능동적 운동을 시행하였다.

교합성 경성 골수강내 금속정술시 수술방법

앙와위에서 영상증폭장치 감시하에 골절정복을 하였다. 짧은 삼각근 분리방법(Short deltoid splitting approach)을 통해 상완 대결절을 노출시켰으며 대결절 상부로 약 1cm의 절개를 넣었다. 대결절 첨부에 확공을 시행하고, 지시 철사(Guide wire)를 따라 골수강 확장 후, 적절한 크기의 금속정(Russell-Taylor nail)을 삽입하였으며, 근위부 나

사못 고정후 원위부 나사못 고정을 각각 1개씩 시행하였고, 회전근개는 가능한 한 완벽히 봉합을 하고 창상봉합을 하였다(Fig. 1).

연성 골수강내 금속정술시 수술방법

전전 방향(Antegrade direction)에 의한 술식은 삼각근 분리 절개(Deltoid splitting incision)을 가한후 상완골 근위부의 전외측 위에 구멍을 만든후 Ender정을 삽입하였다(Fig. 2).

역행 방향(Retrograde direction)에 의한 술식은 삼두근 분리(Triceps splitting)을 가한후에 주두골 와(Olecranon fossa)의 2-3cm 상방에 타원형의 구멍을 만들어 2개이상의 4.0mm Ender정을 삽입하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 수술시간

상완골 간부골절에 있어서 수술시간은 마취 완료 후 피부절개 시간부터 내고정후 피부봉합 완료시까지의 시간을 비교하였다. 교합성 경성 골수강내 금속정술의 경우 평균 1시간 20분이었으며, 금속판 내고정술에서는 평균 1시간 51분, 연성 골수강내 금속정술에서는 평균 1시간 50분으로 연성 및 경성 골수강내 금속정술과 금속판 내고정술에서 통계학적으로 의미있는 차이는 없었다($P>0.05$).

2. 골유합

골유합 시기는 방사선 사진상 가골형성이 양호하고, 상완부의 운동에 따른 골절부의 동통이나 압통이 없을 때를 기준으로 하였으며 교합성 경성 골수강내 금속정술을 시행한 경우 평균 12.8 주에 골유합을 보였고, 13례(42%)에서 불유합을 보였다. 연성 골수강내 금속정술을 시행한 경우에는 평균 12.1주에서 골유합을 보였으며, 6례(20%)에서 불유합을 보였고 또한 금속판 내고정술을 시행한 경우에는 평균 14.6주에 골유합을 보였으며, 2례(8%)에서 불유합을 보였다.

통계학적 검사 방법으로 Fisher's exact test(2-tail)을 이용하였으며 골수강내 금속정술과 금속판 내고정술에서 불유합의 발생빈도상에 있어서 통계학적 의미있는 차이를 보였다($P<0.05$) (Table 3).

Table 3. Fracture type of nonunion cases

Type	Interlocking IM nail	Ender nail	Plate
Simple			
transverse	8	1	2
spiral			
Comminuted			
transverse	3	1	
oblique	2	4	
Total	13/31(42%)	6/30(20%)	2/31(7%)

Table 4. Complication

Complication	Interlocking IM nail	Ender nail	Plate
Wound infection	1	1	2
Metal failure	1	2	
Nonunion	13	6	2
Angulation deformity	2		
Total	15	9	6

Fig. 1-A. Sixty seven years old woman with humerus transverse fracture
B. Postoperative A-P and lat. roentgenogram show interlocking intramedullary nailing.
C. Postoperative 6 months roentgenogram, there is no evidence of bony union.
D. Immediate postoperative state with iliac bone graft.
E. Complete bony union at secondary postop. 1 year 8 months.

3. 골절양상에 따른 치료방법 및 불유합 발생의 빈도

1) 단순 횡형골절

단순 횡골절 양상을 보인 상완골 간부골절 29례 중 10례에서 교합성 경성 골수강내 금속정술을 시행하였으며 이중 8례(80%)에서 불유합을 보였으며 연성 골수강내 금속정술을 시행한 8례 중 1례(16%)에서 불유합을 보였고, 금속판 내고정술을 시행한 11례 중 2례에서 불유합 소견을 보였다.

2) 횡형 분쇄상 골절

횡형 분쇄상 골절 양상을 보인 상완골 간부골절 23례 중 7례에서 교합성 경성 골수강내 금속정술을 시행하였으며 이중 3례(43%)에서 불유합을 보였으며, 연성 골수강내 금속정술을 시행한 5례 중 1례(20%)에서 불유합을 보였고, 금속판 내고정술을 시행한 11례 중 불유합 례는 없었다.

3) 사형 분쇄상 골절

사형 분쇄상 골절 양상을 보인 상완골 간부골절 24례 중 8례에서 교합성 경성 골수강내 금속정술을

Fig. 2-A. Thirty nine years old man with humerus comminuted transverse fracture.
B. Postoperative A-P and lat. roentgenogram showing Ender nailing by antegrade technique.
C. Postoperative 1 year 9 months roentgenogram, there is no evidence of bony union.
D. Immediate postoperative state with removal of Ender nail, plate fixation & iliac bone graft.
E. Complete bony union at secondary postop. 1 year.

시행하였으며 이중 2례(25%)에서 불유합을 보였으며 12례에서 연성 골수강내 금속정술을 시행한 12례 중 4례(33%)에서 불유합을 보였고, 4례에서 금속판 내고정술을 시행하여 이중 불유합례는 없었다.

4) 각각의 골절 양상에 따른 치료 및 불유합의 발생 빈도상에 있어서 Fisher's exact test (2-tail)을 이용한 통계학적 검사상 의미있는 차이는 없었다($P>0.05$).

4. 합병증

전례에서 술후 견관절의 능동적인 굴곡 및 외전시

운동범위가 100도 이하로 제한되고 동통을 동반한 기능장애는 없었다. 합병증으로는 교합성 경성 골수강내 고정술시 감염이 1례, 내고정물 파손이 1례 있었으며, 금속판 내고정술시 내고정물 파손 2례 및 전완부 골절을 동반한 2례에서 주관절 운동 제한이 있었고, 연성 골수강내 고정술시 각변형이 2례(내반 변형이 1례, 후각변형이 1례)이었으나 10도 미만으로 기능장애는 없었다. 수상시 요골신경 마비는 11례(12%)에서 있었으며, 그중 요골신경 생리적 신경 차단이 의심되는 4례에서 폐쇄성 정복을 시행하였

Fig 3. Internal & external rotational stress view of transverse fracture of midshaft humerus Lt. showing instability of fracture site.

고, 5례에서 개방성 정복술, 2례에서는 개방성 정복과 신경봉합술을 동시에 시행하였으며, 9례에서 완전한 회복을 보였다. 수술후 요골 신경마비는 없었다(Table 4).

IV. 고 찰

상완골 간부골절은 전체 골절의 약 1%를 차지하며, Caldwell⁵⁾이 현수석고 고정 방법을 도입하여 보존적 치료방법을 사용한 이래로 견수상 석고, 상완골 외전부목, Sarmiento²⁰⁾에 의해 개발된 기능적 보조구 또는 견인 등 많은 치료 방법들을 사용하게 되었고, 대부분 만족할만한 결과를 얻었다고 한다^{1,9)}. 그러나 장기간 고정으로 인한 주위관절 운동 제한, 각 변형, 불유합, 지연 유합 등의 문제점이 있었다¹⁾. 따라서 최근에는 골절의 형태, 해부학적 위치, 골절의 정도와 전위정도, 골절선의 방향 및 특징, 동반손상, 환자의 연령 및 협조 정도에 따라 수술적 치료를 선호하게 되었으며^{4,13)}, 치료방법에는 금속판을 이용한 내고정 수술, 골수강내 금속정술과 외고정술 등이 있다^{18,19,26)}.

상완골 간부골절의 수술적 치료시 골수강내 금속정술은 Flexible nail, Rigid rod, Ender nail과 Rush pin 등이 있으며, 술식이 용이하고, 피부절개가 적으며, 골절부위 골막손상이나 주위 연부조직 손상이 적은 장점이 있다^{19,21,22)}. Seidel²²⁾은 교합성 골수강내 고정술을 시행하여 100%의 골유합을 얻었다고 보고하고 있으나, Stern²⁴⁾등은 골수강내 금속정 고정후 67%에서 합병증이 발생하는 것으로 보고하였고, 합병증으로는 금속정의 파괴, 견관절 운동장애, 골수강내에 금속정을 완전히 채우지 못하여 골절의 정복을 유지시키기 힘든 경우들이었다^{22,25)}. 또한 Robinson¹⁷⁾등은 locking nail을 사용하였을 때 골유합율이 불량하며 수술후 금속정의 근위부 돌출 등의 합병증이 많았다고 하였다. Schatzker²¹⁾은 금속판과 나사로 양호한 치료 결과를 얻었으며, Bell⁶⁾등도 39례중 34례에서 별다른 합병증없이 골유합을 얻었다고 보고하였다. 저자들의 경우는 상완부 간부골절에 대해 금속판 내고정술을 시행시 31례중 29례(94%)에서 골유합을 얻었고, 교합성 경성 골수강내 금속정술 시행 31례중 18례(58%)에서, 연성 골수강내 금속정술 시행 30례중 24례(80%)에서 골유합을 보여 골유합에 있어 유의할만한 차이를 보였다($P<0.05$).

불유합의 가능한 원인으로는 부적절한 내고정, 불충분한 외고정, 신연, 연부조직 삼입, 상완골 간부혈액 순환장애, 개방성 골절, 감염 등이있으며^{7,10,11)}, 저자들의 경우 교합성 경성 골수강내 금속정술에서 불유합의 발생율(42%)이 횡형 골절에서 특히 높았다. Chales⁸⁾는 횡형 골절시 불유합이 많은 원인을 양 골절 사이의 접촉면이 적고, 중력에 의한 골절부위의 연부조직 삼입의 기회 증가였다고 주장하였다. Watson Jones²⁵⁾는 상완골 골절에서 발생되는 불유합은 불충분한 고정이 결정적인 원인이라 하였으며, 기타 인자들은 지연유합의 형성원인이 될 뿐이고, 불유합 발생원인은 안된다고 하였다. 저자들의 경우 교합성 골수강내 금속정술을 시행한 환자에서 회전 변형력에 대한 안정성 검사상 불안전성을 보였으며(Fig 3), 이는 내고정물 자체의 문제점¹²⁾이거나, 술식 시행의 미숙에 의한 것으로 생각되어지며, 연성 골수강내 금속정술을 시행한 환자에서 Ender정의 숫자를 1-2개를 사용하여 골수강내를 완전히 채우지 못하므로써 충분한 고정을 얻지 못하여 불유합

발생빈도가 많았던 것으로 생각되어진다⁶⁾. 반면 금속판 내고정술에서는 견고한 내고정으로 회전력에 대한 안정성이 크고 견관절 및 주관절 운동 범위에 대한 합병증이 적은 장점으로 불유합 등 합병증 발생률이 적었다^{2,10)}.

상완골의 불유합의 치료는 피질골 이식, Circlage 강선, 피질골 나사, 금속강 금속정과 중립화 금속판 또는 압박 금속판 등이 있으며 이때 Chales⁸⁾, Campbell⁹⁾ 등은 반드시 자가해면골 이식술을 골절 부위에 추가해야 된다고 주장하였고, 저자들은 불유합례에서 금속판 내고정술로의 전환수술 시행과 자가해면골 이식으로 만족할만한 결과를 얻었다(Fig. 1, 2).

Muller¹⁰⁾는 금속판 내고정술이나 골수강내 금속정술에 있어 특별히 외고정을 할 필요가 없다고 하였고, Smith²⁹⁾는 견관절의 운동범위가 아주 넓어 상박골 근위단 골절시 변위된 위치에서 기능장애나 외전상 이상소견은 잘 나타나지 않는다고 하였다. 저자들에서 연성 금속강내 금속정술을 시행한 2례에서 각변형이 있었으나 10도 미만으로 기능장애는 없었다.

Holstein과 Lewis¹³⁾에 의하면 상완골의 외측 상과부에서 외측 근간격막을 통과할 때 요골신경 가동성이 적어서 신경손상이 유발된다고 보고하고 있으며, 저자들의 경우 수상시 요골신경 마비가 11례에서 있었으며, 7례에서 개방성 정복 시행과 함께 신경탐색술을 시행하였으며, 2례에서 요골신경 단열이 있어, 신경봉합술을 동시에 시행하였다. 신경봉합술을 시행한 2례의 2년 추사에서 요골신경 지배 영역에서 감각마비를 보였다. 수상전 요골신경 마비가 없던 전례에서 수술후 요골 신경 마비는 없었다.

창상감염은 금속판 내고정술시 발생빈도가 높다고 하나 저자의 경우 1례에서 골수강내 금속정술에서 1례가 발생하였으며, 이는 수상시 피부에 압제손상이 동반된 레오씨 추후 항생제 투여와 창상치료로 창상감염은 조절되었다.

결론적으로 골수강내 금속정 고정술은 상완골 간부 골절의 치료에 있어서 비교적 광범위하게 사용되고 있지만 불유합 및 지연유합, 각변형 등 합병증 발생빈도가 높은 것으로 보아 금속정 자체의 문제점 해결과 수술수기의 숙달이 필요할 것으로 사료되며 금속판 내고정술을 이용한 견고한 고정으로 골유합

을 유도하는 것이 보다 효과적인 수술방법으로 사료된다.

V. 결 론

저자들은 1991년 1월부터 1995년 12월까지 상완골 간부골절에 대하여 금속판 내고정술과 골수강내 금속정술을 이용하여 수술한 130명 중 1년 이상 추시된 92례를 대상으로 비교분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 연성 골수강내 금속정술과 교합성 경성 골수강내 금속정술은 금속판 내고정술에 비해 불유합 발생률은 높았지만 평균 골유합 기간이 짧고 간단한 술식과 조기관절운동 가능성의 장점이 있었다.

2. 금속판 내고정술은 신경손상 등과 같은 동반손상시 동시에 수술적 치료가 가능하며, 해부학적으로 정확한 정복과 견고한 내고정으로 불유합의 발생률은 적었다. 내고정물의 파손으로 인한 각변형은 있었으나 기능상에 장애는 없었다.

3. 골절 양상에 따른 각각의 치료 및 불유합의 발생 빈도상에 있어서 Fisher's exact test (2-tail)을 이용한 통계학적 검사상 의미있는 차이는 없었으며 ($P>0.05$), 골수강내 금속정술과 금속판 내고정술간에 전체적인 불유합의 발생빈도상 통계학적으로 의미있는 차이를 보였다 ($P<0.05$).

4. 골수강내 금속정술은 불유합등 수술후 합병증 발생빈도가 교합성 경성 골수강내 금속정술을 시행한 경우는 특히 단순 횡골절례에서 높았고, 연성 골수강내 금속정술을 시행한 경우에는 특히 횡형 분쇄 상골절에서 높았다. 불유합례에서 금속판 내고정술로 전환하여 수술하거나 골이식술 병행으로 충분한 골유합을 얻었다. 불유합의 원인으로는 중력에 의한 골절부위의 신연, 회전력에 대한 불안정성 및 골절편 간에 연부조직 삽입의 기회증가(특히 횡형 분쇄 상골절에서)로 인한 골절편 간의 접촉면 소실로 보이며, 분절골절, 병적골절, 다발성 외상이 있는 경우나 골절의 분쇄상이 심한 경우를 제외하고는 사용을 지양하고, 금속판 내고정술을 이용한 견고한 고

정으로 불유합등 합병증 발생을 감소시키는 것이 보다 효과적인 치료방법으로 사료된다.

REFERENCES

- 1) 김병직, 안종국, 김용욱, 정병현, 강 석 : 상완골 간부 골절에 대한 임상적 고찰. *대한정형외과학회지*, 24-2:489-496, 1988.
- 2) 정화재, 김도영, 신주호, 주의탁, 임승렬 : 교합성 골수강내 금속정과 금속판 내고정술을 이용한 상완골 간부골절 치료의 비교. *대한골절학회지*, 30: 709-716, 1995.
- 3) 최창욱, 권재욱, 김영호, 권 회, 박종성, 김동구 : 상완골 간부골절에 Ender정과 금속판 내 고정술에 의한 치료의 비교. *대한골절학회지*, 28:1106-1113, 1993.
- 4) Bell MJ, Beauchamp CG, Kellam JK and McMurtry RY : The results of plating humeral shaft fractures in patients with multiple injuries : The sunnybrook experience. *J Bone Joint Surg*, 67-B:293-296, 1985.
- 5) Caldwell JA : Treatment of the shaft of the humerus by hanging cast. *Clin Orthop*, 88:34-38, 1972.
- 6) Campbell WC : Ununited fractures of shaft of the humerus. *Ann. Surg*, 105:135-149, 1937.
- 7) Chacha, PB : Compression plating without bone grafts for delayed union and nonunion of the humeral shaft fractures. *Injury*, 5:282, 1974.
- 8) Charles, H. and EPPS. Jr : Fractures of shaft of humerus. *Fractures, Rockwood and Green*: 564-581, 1975.
- 9) Durbin RA, Gottesman MJ and Saunders KC : Hackethal stacked nailing of humeral shaft fractures. Experience with 30 patients. *Clin Orthop*, 179:168-174, 1983.
- 10) Foster RJ, Dixon GL, Bach AW and Appleyard R : Internal fixation of humeral shaft lesions. Indication and results. *Orthop Trans*, 7:69, 1983.
- 11) Foster RJ, Dixon GL, Bach AW, Appleyard RW and Green TM : Internal fixation of fractures and nonunions of humeral shaft. *J Bone Joint Surg*, 67:857-864, 1985.
- 12) Harbernek H. and Ortner E. : A locking nail for fractures of the humerus. *J Bone Joint Surg*, 73 B:651-653, 1991.
- 13) Holstein A and Lewis GB : Fractures of the humerus with radial nerve paralysis. *J Bone Joint Surg*, 45:1382-1388, 1484, Oct. 1963.
- 14) Kuntscher G. : Practice of intramedullary nailing. springfield, chales c. Thomas, 1967
- 15) Kristianen and Kofoed H : External fixation of displaced fractures of the proximal humerus : Techniques and preminary results. *J Bone and Joint Surg*, 69-B: 743-646, 1987.
- 16) Muller, E.Marice : Treatment of nonunion by compression. *Clin Ortho*, 43:83-88, 1965.
- 17) Robinson CM, Bell KM, Court-Brown CM and McQueen MM : Locked nailing of humeral shaft fractures : experience in Edinburgh over a two-year period. *J Bone Joint Surg*, 74B:558-562, 1992.
- 18) Rush, L.V. and Rush, H.L : Intramedullary fixation of fractures of the humerus by longitudinal pin. *Surgery*, 27:268-275, 1950.
- 19) Russell, T.A., Lavelle, D.G., Nicjhois, R.L, Simard, J., Tayior, J.C., and walker, B.J. : Interlocking intramedullary nailing of humeral fractures. presented before the annual meeting of the American Academy of Orthopaedic surgeons, Washington, D.C., February 1992.
- 20) Sarmiento A, Kinman PB, Galvin EG, Schmitt RA and Phillips JG : Functional bracing of fractures of the shaft of the humerus. *J Bone Joint Surg*, 59-A:596-601, 1977.
- 21) Schatzker J. : The rationale of operative fracture care. *Can J Surg*, 39:61-70, 1987.
- 22) Seidel H. : Humeral locking nail: a preliminary report. *orthopedics*, 12:219-226, 1989.
- 23) Smith, H. : Campbell's operative orthopedics. 8th edition Missouri. C.V Mosby, pp 1002-1016. 1992.
- 24) Stern, P.L., Zenni, E.J., Jr., Kreig, J.K., Mattingly, D.A., and Pomeroy, D.L. : Complications of the open treatment of humeral shaft fractures. *Orthop Tran*, 7:516, 1983.
- 25) Watson-Jones. : Fracture and joint injuries. 503-529, *The Williams and Wilkins Co.*, Baltimore, 1962.