



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

의학석사 학위논문

상완골 간부 단순 골절에서 최소 침습적 전방
금속판 고정법과 관혈적 정복 및 내고정법의
치료 결과 비교

Comparative Outcomes of Minimally Invasive Anterior Plating and
Open Reduction and Internal Fixation for Humerus Shaft Simple
Fracture

울 산 대 학 교 대 학 원

의 학 과

주 용 태

상완골 간부 단순 골절에서 최소 침습적 전방
금속판 고정법과 관혈적 정복 및 내고정법의
치료 결과 비교

지도교수 고 상 훈

이 논문을 의학석사 학위 논문으로 제출함

2021 년 6 월

울 산 대 학 교 대 학 원

의 학 과

주 용 태

주용태의 의학 석사 학위 논문을 인준함

심사위원 박 세 훈



심사위원 성 일 용



심사위원 고 상 훈



울 산 대 학 교 대 학 원

2021 년 6 월

차례

표,그림 목차	2
국문 요약	3
서론	5
환자군 및 방법	6
환자군	6
수술 방법	6
평가 방법	8
통계 및 분석	11
결과	12
고찰	14
결론	17
참고 문헌	18
영문 요약	20

표, 그림 목차

그림 1. 상완골 간부 사상형 골절 환자의 내원 당일 단순방사선 사진	9
그림 2. 최소 침습적 전방 금속판 골유합술 시행 12 주째 전후방 단순방사선 사진	9
그림 3. 최소 침습적 전방 금속판 골유합술 시행 12 주째 측면 단순방사선 사진	10
표 1. 연구 표본의 특성.....	12
표 2. 술후 추시 6 년째 양군의 임상적 결과 비교.....	12

국문 요약

서론

본 연구는 상완골 간부 단순 골절의 치료에서 압박 나사를 활용한 최소 침습적 전방 금속판 고정법과 관혈적 정복 및 내고정법의 임상적, 방사선학적 골유합 속도와 기능적 결과 및 술후 합병증을 후향적으로 비교하였다.

환자군 및 방법

2008년 1월부터 2015년 3월까지 상완골 간부 단순 골절로 수술을 받은 환자 중 최소한 6년의 추시 관찰이 가능했던 190명을 대상으로 하였다. 대상은 두 집단으로 분류하였는데, 1군은 최소 침습적 전방 금속판 고정법을 시행받은 96명을, 2군은 관혈적 정복 및 내고정법을 시행받은 94명을 대상으로 하였다. 그리고 각각의 골유합 속도와 기능적 결과 및 술후 합병증을 비교하였다.

결과

평균 임상적/방사선학적 골유합 시기는 1군에서 더 빨랐다. (1군은 8.1 ± 0.8 주/ 10.9 ± 1.7 주였고 2군은 11.7 ± 2.6 주/ 14.4 ± 1.8 주였으며 $p = 0.028/p = 0.033$) 견주관절의 기능적 평가는 술후 추시 6년째 외래에서 Visual analogue scale (VAS), Korean Shoulder Scoring (KSS), American Shoulder and Elbow Surgeons Shoulder Score (ASES), University of California at Los Angeles (UCLA) 를 이용해 평가하였고 양군에서 모두 우수한 결과를 보였다. 각각의 평균값은 1군에서 0.4, 99.4 ± 0.8 , 97.4 ± 0.9 , 33.1 ± 0.7 였으며 2군에서는 0.6, 96.3 ± 1.3 , 95.0 ± 1.6 , 32.3 ± 1.1 로 관찰되었다. KSS,ASES 는 통계적으로 유의하게 ($p=0.032$, $p=0.021$) 1군에서 보다 나은 결과를 보였다. 술후 감염증은 1군에서는 없었고 2군에서는 4례가 관찰되었으며 통계적 유의성은 있었다. ($p=0.033$)

결론

상완골 간부 단순 골절에서 압박 나사를 활용한 최소 침습적 전방 금속판 고정법은 관혈적 정복 및 내고정법에 비하여 임상적/방사선학적 골유합 시기, 기능적 결과, 술후 감염률에 있어 보다 나은 결과를 보였다.

중심단어 : 상완골 간부 단순 골절, 최소 침습적 전방 금속판 고정술, 압박 나사

서론

신체부위 전체 골절의 약 5~8% 가 상완골 골절일 정도로 발생률이 높으며, 그 중 간부 골절은 약 30%에서 50% 정도로 전체 골절에서는 약 1~3% 정도를 차지한다.¹⁾ 과거에는 간부 골절은 기능적 보조기 등의 비수술적 치료로도 잘 유합되는 것으로 보고되었으나 ²⁾ 최근 빠른 관절 운동 및 재활, 일상 생활로의 복귀를 위하여 수술적 치료가 선호되는 경향이 있다.³⁾ 수술적 치료에는 고식적 방법인 관혈적 정복술 및 내고정술과 최소 침습적 금속판 골유합법이 많이 사용된다. 전자는 골절부위를 정확히 정복할 수 있다는 장점이 있으나 수술 부위 창상이 크고, 연부 조직 및 골막 손상의 정도가 크다는 단점이 있는 반면, 후자는 골절부위를 정확히 정복하기는 어려우나 골막을 절개하지 않기 때문에 연부 조직 손상을 최소화하고 수술 부위 창상이 최소화되는 장점이 있다.⁴⁾ 상완골 간부 골절 수술시 내고정을 시행할 때 완전한 정복보다 생물학적 환경을 보존하는 것이 골절 치료에 중요하다고 하며, 따라서 생물학적 환경을 보존한 내고정을 시행하여 골유합을 높일 수 있는 최소 침습적 금속판 골유합법 (MIPO, Minimal Invasive Plate Osteosynthesis)을 많이 사용하고 있다.⁵⁾ 본 연구는 기존의 최소 침습적 금속판 골유합법이 정확한 정복을 얻기 힘들다는 단점을 보완하기 위해 골절부 주위에 압박 나사를 이용하여 추가적인 골절부 압박을 얻는 술식을 사용하였으며, 기존의 관혈적 정복 및 내고정법과 압박 나사를 이용한 최소 침습적 전방 금속판 내고정법의 임상적 결과 및 합병증에 대해 비교하였다.

환자군 및 방법

환자군

본 연구는 2008년 1월부터 2015년 3월까지 상완골 간부 단순 골절 (AO/OTA type A) 로 수술을 시행받고 6년 이상 추적 관찰이 가능하였던 환자 190례를 대상으로 하였고, 최소 침습적 전방 금속판 고정법을 시행 받은 96례를 1군으로, 관혈적 정복 및 내고정법을 시행 받은 94례를 2군으로 나누어 후향적으로 시행하였다. 18세 이하의 소아, 병적 골절, 개방성 골절, 이전에 상완골 수술을 받은 적 있는 환자, 수술적 치료를 원하지 않아 보존적 치료를 시행한 환자는 연구에서 제외하였다. 수술 술식의 선택은 모두 술자에 의해 이루어졌으며, 골절 양상에 따른 과거 경험과 선호도에 따라 선택하였다. 평균 연령은 51.3 ± 18.1 , 남자 99례, 여자 91례였다. 골절 부위는 모두 상완골 간부(AO 분류 A)로 1군에서 근위 1/3 부가 34례, 중간 1/3 부가 28례, 원위 1/3 부가 34례였고 2군에서 근위 1/3 부가 32례, 중간 1/3 부가 34례, 원위 1/3 부가 28례였다. 골절 형태는 1군에서 나선형 (AO 분류 A1) 이 32례, 사상형 (AO 분류 A2) 이 31례, 횡형 (AO 분류 A3) 이 33례였으며 2군에서 나선형이 30례, 사상형이 36례, 횡형이 28례였다. 수술 전 요골 신경 마비는 1군에서 1례, 2군에서 1례 관찰되었다.

수술 방법

관혈적 정복 및 내고정법은 전외측 접근법을 이용하였고 골절부를 중심으로 약 10cm 의 절개를 한 후 연부 조직 박리를 하여 삼각근 및 이두근을 노출 시키고 이두근을 내측으로 견인한 후 상완근을 분리하여 골절 부위를 노출시켰다. 이후 골막을 절개한 후 골절 부위 혈종을 제거하고 골 정복 클램프 등을 이용하여 정복을 유지한 후 잠김 압박 금속판을 이용하여 고정하였다.

최소 침습적 전방 금속판 내고정법은 먼저 근위부 창을 생성하기 위하여 골절 근위부에 4 cm 크기의 종 방향 피부 절개를 하였다. 전외측 도달법으로 접근하여 삼각근과 상완이두근의 장두 사이로 골절 부위 골막과 연부조직이 박리되지 않도록 조심하며 근위 상완골 간부의 골막 바로 위까지 도달하였다. 원위부 창을 생성하기 위해서는 주관절로부터 5-6cm 상방에 3cm 가량 종 방향 피부 절개를 가하여, 상완이두근을 내측으로 견인하고 근피신경을 조심스럽게 외측으로 견인하여 상완근을 노출시키고 가운데에 종방향 절개를 가하여 원위 상완골을 노출시켰다. 이후 영상증폭장비로 정복 양상을 확인하면서 견인을 통한 간접 정복으로 만족할 만한 정렬을 얻은 뒤 잠김 압박 금속판을 근위 절개창으로 삽입한 후, 근위부에 잠금나사를 하나 삽입하였다. 정복을 유지한 상태로 원위부 창을 통해 k-강선을 삽입하였고, 적절한 정복을 유지한 상태로 일반 나사못 (conventional screw)를 이용하여 추가적인 골절 부위 압박을 얻을 수 있도록 시도하였는데, 이때 근위부의 잠금나사를 1/3 쯤 살짝 풀어서 골정렬이 계속 유지될 수 있도록 하였으며, 이 상태에서 일반나사못을 골절부위 바로 옆 양쪽 홈에 박아서 골절부를 압박하였다. 드릴 홈을 뚫을 때에 골절부에서 멀리 떨어진 방향으로 홈에 드릴을 붙여서 구멍을 뚫어 일반나사못을 삽입함으로써 골절부위의 압박을 얻을 수 있었고, k-강선을 제거한 이후 위쪽과 아래쪽에 각각 추가로 2~3 개의 잠금나사를 고정하였다. 만족스러운 골 정렬을 확인한 후, 골절부위 양측으로 삽입했던 일반나사못은 잠금나사로 대체하여 수술을 마쳤다. 두 방법 모두 수술 직후 적용한 장상지 부목 고정을 술 후 2 주간 유지하였으며 요골 신경 손상에 대한 신체검사를 주기적으로 시행하였고 술후 2 일째부터 수지와 수근관절, 주관절의 운동범위 연습을 조심스럽게 시행하였다.

모든 증례에서 4.5 mm 제한적 접촉 잠김 압박 금속판 (4.5mm narrow limited contact locking compression plate, LC-LCP, Synthes, Swiss) 및 잠김 나사(Locking screw)를 사용하였다.

평가 방법

골유합 시기에 대한 평가는 골절 부위 압통이 사라지는 임상적 골유합시기와, 전후 및 측면 단순 방사선 사진상 피질골의 연속성이 3 군데 이상 발견되는 방사선학적 골유합시기를 평가하였다(그림 1-3). 그림 1 은 상완골 간부의 사상형 골절 환자의 내원 당시 단순방사선 사진이며, 그림 2 와 3 은 최소 침습적 전방 금속판 고정술을 시행한 후 술후 12 주째 외래에서 촬영한 단순방사선 사진이다. 3 군데 이상 피질골의 연속성이 발견되어 방사선학적 유합을 얻은 것으로 평가하였다.

그림 1. 상완골 간부 사상형 골절 환자의 내원 당일 단순방사선 사진



그림 2. 최소 침습적 전방 금속판 골유합술 시행 12주째 전후방 단순방사선 사진



그림 3. 최소 침습적 전방 금속판 골유합술 시행 12 주째 측면 단순방사선 사진



술후 기능적 회복에 대한 평가로는 추적 관찰 6 년째에 외래에서 통증에 대한 visual analogue scale (VAS)를 측정하였고, Korean Shoulder Scoring (KSS), American Shoulder and Elbow Surgeons Shoulder Score (ASES), University of California at Los Angeles Shoulder (UCLA) 점수를 이용하여 술 후 견관절 기능을 평가 및 비교하였다. 술후 합병증과 관련하여 술후 창상의 감염 여부에 대해 주기적인 창상 관찰 및 혈액검사를 통해 평가하였으며, 부정유합 및 불유합에 대해 주기적인 방사선 검사를 통해 평가하였다.

통계 및 분석

SPSS for Windows release 17.0, Chicago, IL, USA 을 이용하여 자료의 통계분석을 시행하였다. 두 군 간에는 Chi-square test 및 Mann-Whitney test 를 사용하여 비교하였다.

결과

환자군 간의 성별, 나이, 추적관찰 기간에 있어서는 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

(표 1)

표 1. 연구 표본의 특성

Characteristic	Group 1 (n=96)	Group 2 (n=94)	p-value
Age (yr)	55.1±9.2 (37-66)	56.3±10.2 (36-69)	0.610
Sex (male:female)	51:45	48:46	0.981
Follow-up time (mo)	60.1±3.4	60.3±2.9	0.100
Fracture site			
Proximal 1/3	34	32	
Middle 1/3	28	34	
Distal 1/3	34	28	
Fracture type			
Spiral	32	30	
Oblique	31	36	
Transverse	33	28	

* 1 군은 압박 나사를 활용하여 잠금나사 금속판을 이용한 최소 침습적 금속판 골유합술을 시행한 환자군이며, 2 군은 개방적 금속판 고정술을 시행한 환자군이다.

모든 증례에서 골유합을 얻었으며 임상적/방사선학적 평균 골 유합 기간은 1 군에서 8.1 ± 0.8 주/ 10.9 ± 1.7 주, 2 군에서는 11.7 ± 2.6 주/ 14.4 ± 1.8 주로 1 군이 빨랐고 통계적으로 유의한 차이를 보였다. ($p=0.028$ 및 $p=0.033$, 표 2)

표 2. 술후 추시 6년째 양군의 임상적 결과 비교

Characteristic	Group 1 (n=96)	Group 2 (n=94)	p-value
Union time (clinical, weeks)	8.1 ± 0.8	11.7 ± 2.6	0.028
Union time (radiologic, weeks)	10.9 ± 1.7	14.4 ± 1.8	0.033
Clinical outcome			
VAS score	0.4	0.6	0.088
KSS score	99.4 ± 0.8	96.3 ± 1.3	0.032
ASES score	97.4 ± 0.9	95.0 ± 1.6	0.021
UCLA score	33.1 ± 0.7	32.3 ± 1.1	0.100
Complication			
Malunion	0	0	0.091
Nonunion	0	0	0.098
Infection	0	4	0.033
Radial nerve palsy	1	1	0.661

* 1 군은 압박 나사를 활용하여 잠금나사 금속판을 이용한 최소 침습적 금속판 골유합술을 시행한 환자군이며, 2 군은 개방적 금속판 고정술을 시행한 환자군이다.

1 군에서 술 후 6년째 VAS 는 0.4 점이었고 KSS 는 99.4 ± 0.8 점 ASES 는 97.4 ± 0.9 점, UCLA 는 33.1 ± 0.7 점 이었으며 2 군에서는 VAS 는 0.6, KSS 는 96.3 ± 1.3 점, ASES 는 95.0 ± 1.6 점, UCLA 는 32.3 ± 1.1 점으로 KSS 와 ASES 에서 1 군이 더 나은 결과를 보였다 (p=0.032, p=0.021).

술후 부정유합이나 불유합은 관찰되지 않았다. 술후 감염 사례의 비교에서 1 군에서의 술후 감염은 없었으며 2 군에서의 술후 감염은 4례 발생하였으며, 통계적으로 유의하였다. (p=0.033) 그러나 평균 4 주 (2-6 주) 간의 항생제 치료로 모두 완전히 회복되었다. 술 전 요골신경마비는 1 군에서 1례, 2 군에서 1례 관찰되었으나 모두 4 주 이내 완전히 호전되었다.

고찰

본 연구는 상완골 간부 단순골절의 치료법 중 최소 침습적 전방 금속판 내고정법과 관혈적 정복 및 내고정법의 임상적, 방사선학적 유합 속도와 임상적 결과, 술후 합병증을 비교하고자 하였다. 또한 기존의 최소 침습적 전방 금속판 내고정법이 비교적 정복을 유지하기가 힘든 점을 보완하기 위해 골절부와 가장 가까운 홀에 압박 나사를 사용함으로써 추가적인 정복을 얻을 수 있도록 시도하였다. 그 결과 압박 나사를 이용한 최소 침습적 전방 금속판 고정법이 골유합 속도, 임상적 결과, 술후 감염의 사례에서 보다 나은 결과를 보였다.

상완골 간부의 단순골절을 치료할 때 보존적 치료와 수술적 치료로 나눌 수 있고, 두 가지 치료법 간의 우월성에 대해서는 논란의 여지가 많다. JN Pal 등⁶⁾은 기능적 보조기를 이용한 보존적 치료와 압박 금속판을 이용한 수술적 치료를 비교하였는데 불유합과 부정유합에 있어서 수술적 치료가 더 우수하며 감염이나 신경마비 등의 합병증의 발생에도 비수술적 치료와 비교하여 유의한 차이가 없다고 하였다. 그러나 Van 등⁷⁾은 5 개의 연구에 대해 다중센터 계통적 분석을 시행하였고 두 치료 간 우월성을 판단하기 힘들다고 하였다. 이처럼 아직 어떤 방법이 우월하다는 결론은 내릴 수 없지만 최근 점차 빠른 관절 운동 및 재활의 중요성이 강조되며 특히 젊고 활동적인 환자군에서의 만족도를 고려하여 수술적 치료를 선택하는 경우가 많아지고 있다. 수술적 치료의 방법으로는 고식적인 관혈적 정복술 및 내고정술이 과거 많이 시행되었으나 최근에는 최소 침습적 금속판 골유합술이 많이 시행되고 있다.⁸⁻¹¹⁾

최소 침습적 금속판 고정술은 골절부를 직접 노출시켜 정복하는 것이 아니므로 부정정렬의 가능성이 높고¹²⁻¹³⁾ 정복을 위해 더 숙련된 술자의 기술을 요하며 방사선 노출이 많아지는 단점도 가지고 있다. 도수조작에 의한 정복 이후 정복의 유지가 힘든

경우가 많은데 특히, 측면상을 보기 위해 팔을 회전시킬 때 정복소실이 많이 일어난다. 이에 저자들은 압박나사를 활용하여 골절 간극을 최소화하며 보다 더 해부학적인 정복 상태를 얻을 수 있는 술식을 사용하였다. 본 연구에서는 임상적/방사선학적 유합 기간이 모두 유의하게 최소 침습적 금속판 고정술에서 짧게 확인되었으며 이는 골막을 포함한 골절 부위 연부 조직을 모두 보존하였기 때문으로 생각된다. 또한 술후 6년째 견관절의 기능평가에서는 양 군 모두 우수한 결과를 보였다.

배 등¹⁴⁾은 상완골 간부골절에서 금속판 내고정군과 골수내 골수정 고정군, 외고정군과의 골 유합기간에 대해 비교하였을 때 유의한 차이가 없다는 연구결과를 보고한 바 있다. 그렇다면 단순 골절의 치료로 최소 침습적 금속판 골유합술의 여러가지 장점을 고려하였을 때 단순 골절의 치료시 시도해 볼 수 있음을 시사하며, 이 장점에는 골절 부위 주위의 생물학적 환경을 보존할 수 있다는 점, 미용적으로 보다 유리하다는 점이 포함된다. 또한 일반적으로 술후 감염률은 최소 침습적 금속판 골유합술을 시행했을 때 더 낮으며, 이는 골 및 인접 조직의 박리를 최소화하여 혈류를 보존할 수 있기 때문이다.¹⁵⁻¹⁸⁾ 또한 감염이 일어난다 하더라도 골막을 모두 박리하고 내고정을 시행하는 관혈적 정복술 및 내고정술에 비해 경미한 양상을 보이는데, 이는 수술시 골막을 보존하기 때문에 감염이 금속판에 국한되기 때문이다.

앞서 서론에서 언급한 최소 침습적 금속판 고정술의 일반적인 장점 외에 요골 신경 손상 가능성에 대해 이론적인 장점을 가지고 있는데, 최소 침습적 금속판 고정술의 경우 잠김 금속판의 특성상 근위 및 중위부가 모서리로 되어있어도 전방에 적용하기 유리하여 원위부에서 외측에 위치한 요골 신경 손상을 줄일 수 있기 때문이다. 또한 상완골 외측과에서 상방 약 12.7cm 에서 15.8cm 까지는 요골 신경이 후방으로 지나가서 드릴링 시 손상 가능성이 있는 위험구역이지만¹⁹⁾ 잠금 나사못은 근위 피질의 고정만으로도 충분한 고정력을 얻을 수 있어 손상의 위험성을 줄일 수 있다. 또한 사체

연구를 통해 전완을 회외시킨 상태로 금속관을 삽입할 경우 요골 신경의 주행을 피할 수 있다는 보고도 있다.²⁰⁾ 그러나 현재까지 관혈적 정복술 및 내고정술과 비교하였을 때 요골신경 손상 예방에 있어서 어떤 치료법이 우월한지에 대한 명확한 결론은 없으므로 추후 보다 많은 증례 비교를 통한 분석이 필요할 것으로 생각된다.

본 연구는 몇가지 한계점을 지니고 있다. 주된 한계점은 후향적 연구이기 때문에, 전향적 연구에 비하여 바이어스에 취약하다는 것이다. 전향적 무작위 연구가 이상적인 연구 방법으로 생각되기는 하나, 두 그룹은 환자군의 연령이나 성별에서 유의한 차이를 보이지 않았으며, 전향적 무작위 연구를 골절 환자군을 대상으로 시행하기에는 윤리적으로 부적절할 수 있다. 또다른 한계점은 연구 대상이 된 환자 수가 충분치 않다는 점으로, 이는 보다 많은 증례에 대한 장기적 추적 관찰을 요할 것으로 생각된다.

결론

상완골 간부 단순 골절에서 압박 나사를 활용한 최소 침습적 전방 금속관 고정법은 관혈적 정복 및 내고정법에 비하여 임상적/방사선학적 골유합 시기, 기능적 결과, 슬허 감염률에 있어 보다 나은 결과를 보였다.

참고 문헌

1. David AV, James PS, Jorge EA. Nonunions of the humerus. *Clin Orthop Relat Res.* 2004;419:46-50.
2. Sarmiento A, Kinman PB, Galvin EG, Schmitt RH, Phillips JG. Functional bracing of fractures of the shaft of the humerus. *J Bone Joint Surg Am.* 1977;59(5):596-601.
3. Rafael S, Hassan RM, Henry CS, et al. Modern Results of Functional Bracing of Humeral Shaft Fractures: A Multicenter Retrospective Analysis. *Journal of Orthopaedic Trauma.* 2020;34(4):206-209.
4. Kulkarnia VS, Kulkarnia MS, et al. Comparison between antegrade intramedullary nailing (IMN), open reduction. *Injury.* 2017;48(2):8-13.
5. Xue Z, Jiang C, Hu C, et al. Effects of different surgical techniques on mid-distal humeral shaft vascularity: open reduction and internal fixation versus minimally invasive plate osteosynthesis. *BMC Musculoskelet Disord.* 2016;17(1):370.
6. Jitendra NP, Prahas B, Avik R, Sunit H, Somnath M. Outcome of humeral shaft fractures treated by functional cast brace. *Indian J Orthop.* 2015;49(4):408-417.
7. Bryan JM, Yassine O, Frank JP, Reto B, Björn CL, et al. Conservative vs. operative treatment for humeral shaft fractures: a meta-analysis and systematic review of randomized clinical trials and observational studies. *J Shoulder Elbow Surg.* 2020;29(7):1493-1504.
8. Kim JW, Oh CW, Byun YS, Kim JJ, Park KC. A prospective randomized study of operative treatment for noncomminuted humeral shaft fractures: conventional open plating versus minimal invasive plate osteosynthesis. *J Orthop Trauma.* 2015;29(4):189-94.
9. Moon JG, Kwon HN, Sandeep B, Shon WY. Minimally invasive plate osteosynthesis using a helical plate for metadiaphyseal complex fractures of the proximal humerus. *Orthopedics.* 2014;37(3):e237-43.
10. Ali AE, Mohammad RA, Farshad S, Keyqobad A. Treatment of humeral shaft fractures: minimally invasive plate osteosynthesis versus open reduction and internal fixation. *Trauma.* 2015;20(3):e26271.
11. Tetsworth K, Hohmann E, Glatt V. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis of Humeral Shaft Fractures: Current State of the Art. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons.* 2018;26(18):652-661.
12. Beeres FJ, Diwersi N, Houwert MR, Björn CL, Heng M, et al. ORIF versus MIPO for humeral shaft fractures: a meta-analysis and systematic review of randomized clinical trials and observational studies. *Injury.* 2021;52(4):653-663.

13. Gonçalves FF, Dau L, Grassi CA, Palauro FR, et al. Evaluation of the surgical treatment of humeral shaft fractures and comparison between surgical fixation methods. *Rev Bras Ortop.* 2018;53(2):136–141.
14. Bae SW, Kim WJ, Song BY, Choi NH, Lee JH. Postoperative functional assessments in adult humerus shaft fractures: comparison among plates and screws, intramedullary nail and external fixator. *J Korean Soc Fract.* 2001;14(2):228-35.
15. Gallucci G, Boretto J, Vujovich A, Alfie V, Donndorff A, et al. Posterior minimally invasive plate osteosynthesis for humeral shaft fractures. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2014;18(1):25-30.
16. Hu X, Xu S, Lu H, et al. Minimally invasive plate osteosynthesis vs conventional fixation techniques for surgically treated humeral shaft fractures: a meta-analysis. *J Orthop Surg Res.* 2016;11(1):59.
17. Concha JM, Sandoval A, Streubel PN. Minimally invasive plate osteosynthesis for humeral shaft fractures: are results reproducible?. *Int Orthop.* 2010;34(8):1297–1305.
18. Marazzi C, Wittauer M, Hirschmann MT, Testa EA. Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) versus open reduction and internal fixation (ORIF) in the treatment of distal fibula Danis-Weber types B and C fractures. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research.* 2020;15:491.
19. Apivatthakakul T, Patiyasikan S, Luevitoonvechkit S. Danger zone for locking screw placement in minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) of humeral shaft fractures: a cadaveric study. *Injury.* 2010;41(2):169–172.
20. Apivatthakakul T, Arpornchayanon O, Bavornratanavech S. Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) of the humeral shaft fracture. Is it possible? A cadaveric study and preliminary report. *Injury.* 2005;36(4):530-8.

Abstract

Introduction

This study was conducted to compare surgical outcomes and complications of minimally invasive anterior plating using a screw compression method and open reduction and internal fixation for simple humerus shaft fractures.

Materials and methods

Among those who underwent surgery between January 2008 and March 2015 for a simple fracture of the humerus shaft, 190 patients who were able to follow-up for at least 6 years were included. They were divided into two groups; group 1, 96 cases of minimally invasive anterior plating using a screw compression method and group 2, 94 cases of open reduction and internal fixation. The clinical and radiological time of bone union, clinical results, and complications were compared.

Results

It was confirmed that group 1 made a faster clinical and radiological bone union on average. (8.1 ± 0.8 weeks/ 10.9 ± 1.7 weeks in group 1 and 11.7 ± 2.6 weeks/ 14.4 ± 1.8 weeks in group 2; $p = 0.028/p = 0.033$). Shoulder and elbow joint function was excellent in both groups which was evaluated by visual analogue scale (VAS), Korean Shoulder Scoring (KSS), American Shoulder and Elbow Surgeons Shoulder Score (ASES), and the University of California at Los Angeles (UCLA) scores at the outpatient clinic at 6 years postoperatively. The average value of each of VAS, KSS, ASES, and UCLA was 0.4, 99.4 ± 0.8 , 97.4 ± 0.9 , and 33.1 ± 0.7 , respectively, in group 1 and 0.6, 96.3 ± 1.3 , 95.0 ± 1.6 , and 32.3 ± 1.1 , respectively, in group 2. There were statistically significant intergroup differences in KSS ($p = 0.032$) and ASES ($p=0.021$). There were significantly less postoperative infections in group 1 (0 case in group 1 and 4 cases in group 2; $p = 0.033$). All of them were superficial infections and were completely recovered with an average of 4 weeks of antibiotic treatment. (Minimum 2 weeks to maximum 6 weeks)

Conclusion

Minimally invasive anterior plating using a screw compression method seems to be better than open reduction and internal fixation in clinical and radiological time of bone union, clinical results, and postoperative complications for treatment of humerus shaft simple fractures.

Key Words : Humerus shaft simple fracture, Minimally invasive anterior plating, Screw compression method