요골두 분쇄 골절에 대한 관혈적 정복 및 내고정술

이준구 · 김태호* · 김충기 · 한수홍*

인제대학교 서울백병원 정형외과, 차의과학대학교 분당차병원 정형외과학교실*

Open Reduction and Internal Fixation in Comminuted Radial Head Fracture

Jun-Ku Lee, M.D., Tae-Ho Kim, M.D.*, Choongki Kim, M.D., Soo-Hong Han, M.D., Ph.D.*

Department of Orthopedic Surgery, Inje University Seoul Paik Hospital, Seoul,
 Department of Orthopaedic Surgery, CHA Bundang Medical Center, CHA University*, Seongnam, Korea

Received March 16, 2019
 Revised May 13, 2019
 Accepted August 19, 2019

Correspondence to:

Soo-Hong Han, M.D., Ph.D.
 Department of Orthopaedic Surgery,
 CHA Bundang Medical Center, CHA
 University, 59 Yatap-ro, Bundang-gu,
 Seongnam 13496, Korea
 Tel: +82-31-780-5289
 Fax: +82-31-708-3578
 E-mail: hsoohong@cha.ac.kr

Financial support: None.
 Conflict of interests: None.

Purpose: Radial head fractures, which account for 33% of all fractures, are treated depending on the Mason classification. In comminuted type 3 fractures, open reduction internal fixation (ORIF), and radial head arthroplasty are the treatment options. This study examined the clinical outcome of modified Mason type 3 radial head fractures using ORIF with a plate.

Materials and Methods: The medical records and image of 33 patients, who underwent ORIF for modified Mason type 3 radial head fractures, were reviewed retrospectively. The preoperative plain radiographs and computed tomography images were used to examine the location of the fracture of the radial head, the number of fragments, union, joint alignment, and traumatic arthritis at the final follow-up. The range of motion (ROM) of the elbow at the last follow-up, pain score (visual analogue scale), modified Mayo elbow score (MMES), and complications were analyzed for the clinical outcome.

Results: Of the 33 cases, 14 were men and 19 were women. The mean age was 41.8 years and the average follow-up period was 19 months. The functional ROM was divided into three groups according to the number of bone fragments: $141.2^\circ \pm 9.3^\circ$ of 3 ($n=20$), $123.8^\circ \pm 18.5^\circ$ of 4 ($n=7$), $100.7^\circ \pm 24.4^\circ$ of more than 4 ($n=6$). Furthermore, the MMES were 88.2 ± 2.9 , 83.7 ± 4.3 , and 77.3 ± 8.4 , respectively ($p=0.027$). Depending on the radial head fracture location, the ROM and MMES were $130.7^\circ \pm 7.5^\circ$ and 82.1 ± 4.7 , respectively, with poor outcomes on the ulnar aspect compared to $143.1^\circ \pm 3.8^\circ$ and 89.9 ± 3.2 on the radial aspect.

Conclusion: Various factors, such as the degree of crushing and location involved in the clinical outcome. In particular, the result was poor in the case of more than four comminuted fragments or chief position located in the ulnar aspect. In this case, radial head arthroplasty may be considered in the early stages.

Key Words: Radial head fractures, Fracture fragment, Fracture location, Internal fixation

서론

요골두 골절은 전체 골절의 3% 및 주관절부 골절의 약

33%를 차지하는 비교적 흔한 골절의 하나로 많은 경우 팔꿈치가 신전된 상태에서 넘어지면서 손을 짚어 발생하게 된다.¹⁾ 골절의 양상에 따라 Mason 분류를 가장 많이 사용하였으나

동반손상이나 전위 정도에 대한 언급이 없어, Morrey는 기존의 분류에 경부 골절을 포함하였으며 전위의 기준(관절면 30% 이상 침범 혹은 2 mm 이상 전위)을 제시하였다.²⁾ 이에 Johnston³⁾은 주관절 탈구가 동반된 경우를 4형에 추가하였다. 그 중에 분쇄 골절인 3형의 경우 수상 당시 요골두가 소두에 의한 축성 부하 또는 외박력으로 부터 발생한 상대적으로 큰 압박력을 견디지 못해 발생한다.⁴⁾

요골두 골절에서 3%에서 10%가량은 주관절 탈구를 동반하며, 추가적인 골절이나 인대 손상이 동반될 수 있다.⁴⁾ Mason 3형의 경우 1, 2형에 비해 더 큰 외력에 의해 발생하며 좀 더 많은 경우에서 인대손상이 동반된다.⁵⁾ 이에 따라 3형의 골절은 동반된 골절 및 인대 손상이 없으며 관절 범위에 제한이 없는 일부의 경우를 제외하고는 많은 경우에서 수술적 치료를 요한다.

치료 방법에 있어서도 그 분쇄 양상에 따라 내고정술과 요골두 치환술의 두 가지 술식이 적용되고 있는데, 분쇄가 심한 경우 요골두 치환술을 추천하지만 분쇄 정도에 대한 판단 기준이 모호하며, 내고정을 적용할 정도의 분쇄에 대해서도 아직까지 이견의 여지가 있다.

본 저자들은 modified Mason 3형의 요골두 분쇄 골절에 있어서 요골두 치환술이 아닌 금속판을 이용한 관혈적 정복술 및 내고정술을 시행한 경우들을 대상으로 골절 양상이나 분쇄의 정도에 따른 임상 결과를 분석, 보고하고자 한다.

대상 및 방법

2008년 1월 1일부터 2017년 12월 31일까지 분당차병원에 Morrey에 의해 변형된 Mason 3형의 요골두 분쇄 골절로 진단받아 관혈적 정복술 및 내고정술을 시행 받은 후 최소 1년 이상의 추시가 이루어진 환자를 대상으로 후향적 연구를 실시하였고, 차의과학대학교 분당차병원 의학연구윤리심의위원회(Institutional Review Board)의 심의 및 승인 후 진행되었다(CHAMC 2018-02-030).²⁾

동반손상으로 인해 주두 및 구상돌기 등 다른 골절 부위 수술을 동시에 시행했던 환자들과 요골두 고정 이후에도 불안정성이 잔존하여 내측측부인대 수술을 동시에 시행했던 환자 등은 제외하였다. 기타 1년 미만이거나 동일 상지에 골절 및 수술력이 있는 경우 역시 대상에서 제외하였다.

최종적으로 33예가 대상에 포함되었으며 그 중 남자가 14명, 여자가 19명이었고 평균 연령은 41.8세(범위 19-72세)였다. 평균 추시 기간은 19개월(범위 12-36개월)이었고, 수상

Table 1. Baseline Data of the Patients

Variable	Value
Gender	
Men	14 (42.4)
Women	19 (57.6)
Mean age (yr)	41.8 (19-72)
Injured dominant arm	11 (33.3)
Mean duration for operation (d)	2.72 (1-5)
Mean duration for ROM after operation (wk)	3.52 (1-8)
Follow-up period (mo)	19 (12-36)
Injury mechanism	
Falling from ground level	18 (54.6)
Falling from height	12 (36.4)
Traffic accident	1 (3.0)
Stuck in door	1 (3.0)
Injured from ski	1 (3.0)

Values are presented as number (%) or mean (range). ROM: range of motion.

부위가 우성 상지(dominant arm)였던 경우는 11예(33.3%)였다(Table 1).

수술적 치료는 동일 집도의에 의해 시행되었으며, 33예 모두 수상 후 5일 이내(평균 2.72일)에 관혈적 정복 및 내고정술을 시행하였다. 9예에서는 2.4 mm LCP T-plate (DePuy Synthes, Solothurn, Switzerland)를 이용한 고정을, 24예에서는 2.4 mm LCP Radial Head Plate (DePuy Synthes)를 이용한 고정을 시행했으며, 분쇄 정도나 고정력을 고려해서 술자의 판단하에 술 후 평균 3주(범위 1-5주) 동안 부목 고정 후 관절운동을 시행하였다.

영상의학적 검사상 전 예에서 수상 당시 초기 단순 방사선 사진을 통해 골절을 진단하였고 골절편 개수와 위치를 확인하기 위해 손목 중립위에서 장상지 부목 고정하 3차원 컴퓨터 단층촬영(three-dimensional computed tomography, 3D CT) 영상을 촬영하였다. 시행한 3D CT에서 축 단층 영상(axial cut image), 관상면 단층 영상(coronal cut image) 및 3차원 영상에서 주골편의 위치에 따라 척측과 요측으로 먼저 구분한 뒤, 측정이 가능한 골절편에 개수를 확인하였다. 영상의학적 검사에 대한 조사는 독립된 두 명의 정형외과 의사에 의해 시행되었다(Fig. 1).

임상적으로는 최종 추시 당시의 주관절 운동 범위, 통증 정도(visual analogue scale, VAS), modified Mayo elbow 점수 및 합병증 유무 등을 조사하였다.

합병증에 대한 분석으로 추적관찰 중 정복의 소실, 주관절

Fig. 1. Radiologic assessment of the fracture pattern. R: radial side, U: ulnar side.

의 불안정성, 외상성 관절염, 이소성 골화증 및 화골성 근염, 불유합 및 무혈성 괴사 등을 확인하였다.

통계 분석으로 골편수와 골편의 위치에 따른 비교 분석 전에 정규성 검정을 시행하였으며, 적은 표본수로 인한 정규성을 만족하지 못하여 골편에 대한 따른 세 그룹 간의 비교에는 Kruskal-Wallis test를 시행하였고, 골편의 위치에 따른 그룹 비교를 위해 Willcox cox rank sum test를 시행하였다. Kruskal-Wallis test를 통해 통계적으로 차이가 있을 경우 사후 분석으로 Turkey 다중 비교 분석을 사용하여 세부 그룹 분석을 하였다. $p < 0.05$ 를 통계적으로 의미가 있는 것으로 정의하였으며, 통계 분석은 R 프로그램(v 3.1.0; R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria)을 이용하였다.

결 과

33예 중 낙상에 의한 주관절 손상이 30예(90.9%)로 가장 많았고, 기타 차량내 교통 사고 1예, 문틈에 끼이는 경우가 1예, 스키 타던 중 수상했던 경우가 1예였다. 최종 추시 시 주관절 운동 범위는 평균 127° , VAS 점수는 평균 1.37점이었다(Table 2).

술 전 영상 자료에서 요골두 분쇄 골편 수는 평균 3.26개였고, 분쇄 골편의 주위치가 요측인 경우가 19예, 척측인 경우가 14예였다. 요골두 분쇄 골편 수에 따라 3개일 경우 1군(20명), 4개일 경우 2군(7명), 5개 이상일 경우 3군(6명)으로 나누었다. 골편 수가 많을수록 통계적으로 유의하게 수술 시간은 길

Table 2. Overall Functional Outcome

Variable	Value
Mean flexion ($^\circ$)	133.5 (90-150)
Mean extension ($^\circ$)	6.2 (0-40)
Mean pain VAS	1.37 (0-4)
Modified Mayo elbow score	87.1 (70-95)

Values are presented as mean (range). VAS: visual analogue scale.

Table 3. Functional Outcomes Depending on the Number of Fracture Fragments

Variable	Group 1* (n=20)	Group 2* (n=7)	Group 3* (n=6)	p-value
Operation time (min)	61.9 $\pm$ 26.9	87.9 $\pm$ 31.7	82.9 $\pm$ 9.9	0.005
Range of motion ($^\circ$)	141.2 $\pm$ 9.3	123.8 $\pm$ 18.5	100.7 $\pm$ 24.4	0.001
MMES	88.2 $\pm$ 2.9	83.7 $\pm$ 4.3	77.3 $\pm$ 8.4	0.027

Values are presented as mean $\pm$ standard deviation. *Group 1: 3 fragments, Group 2: 4 fragments, Group 3: ≥ 5 fragments. MMES: modified Mayo elbow score.

어졌다($p=0.005$; Table 3). 주관절 평균 운동 범위는 1군에서 $141.2^\circ \pm 9.3^\circ$, 2군에서 $123.8^\circ \pm 18.5^\circ$, 3군에서 $100.7^\circ \pm 24.4^\circ$ 였으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p=0.001$). Modified Mayo elbow 점수는 통증, 주관절 운동 범위, 안정성, 기능 항목에 대하여 설문조사를 통하여 실시하였고 100점 만점에 90점 이상인 경우 매우 우수, 75점 이상인 경우 우수, 60점 이상인 경우 보통, 60점 미만인 경우 불량으로 판단하였다. 본 연구에서 평균 점수는 1군에서 88.2 ± 2.9 점, 2군에서 83.7 ± 4.3 점, 3군에서 77.3 ± 8.4 점이었다($p=0.027$; Fig. 2, 3). 요골두 골절편 위치에 따른 주관절 운동 범위 평가는 골절편의 주된 위치를 요측과 척측으로 이분하였을 때, 척측에 있는 경우 modified Mayo elbow 점수 82.1 ± 4.7 점, 운동 범위 $130.7^\circ \pm 7.5^\circ$ 로 요측에 있는 경우 modified Mayo elbow 점수 89.9 ± 3.2 점, 운동 범위 $143.1^\circ \pm 3.8^\circ$ 에 비하여 통계적으로 유의하지는 않았지만 불량한 결과를 보여주었다(Table 4). 3군이면서 동시에 척측에 주골편이 있는 경우($n=3$), 주관절 운동 범위는 $115.0^\circ \pm 12.5^\circ$ 로서 요측에 주골편이 있는 경우($n=3$), $140.0^\circ \pm 7.5^\circ$ 보다 결과가 좋지 않았다. 기타 합병증으로 2군의 1예에서 외상성 관절염을 확인하였다. 3군의 환자 중에서 2예에서 최종 추시 사진에서 불유합을 보였다(Fig. 4, 5).

고 찰

3D CT는 골절편의 크기, 위치, 분쇄 및 전이의 정도를 정

Fig. 2. A 57-year-old man sustained a comminuted radial head fracture of the right elbow after a fall from a 1 m height. (A-C) The plain X-ray and three-dimensional computed tomographic scans detected anterior aspect radial head fracture with three fragmentation. (D, E) Open reduction and plate fixation were carried out and solid union was achieved.

확히 알 수 있어 골절의 유형을 분류하여 관절적 정복 시 골절편의 정복과 내고정기기의 고정에 도움을 줄 수 있다. 본 연구에서도 단순 방사선 촬영을 포함하여 모든 예에서 CT를 시행하였으며, 특히 장상지 부목 고정하 손목 중립 위치에 3D CT 검사를 시도하여 주 골절편의 위치를 관절면에 해당하는 척측과 비관절면이 포함되어 금속판 고정이 가능한 (safety zone) 요측으로 나누었고, 이를 바탕으로 수술 전후 치료계획 수립 및 평가에 활용하였다.

3형의 경우 동반 인대 손상 또는 동반 골절이 없는 분쇄 골절에 있어 보존적 치료를 시행하거나 요골두 절제술을 시행할 수 있다. 하지만 Johansson⁶⁾은 3형의 골절에서 85%의 내측부인대 혹은 관절낭 손상을 보고하였으며, Itamura 등⁷⁾은 2, 3형 골절에서 54.16%의 내측부인대 손상을 보고하고 있다. 요골두는 내측측부인대의 손상 시에 외반력에 저항하는 중요한 구조물이며, 근위 요척골 관절면을 구성하면서도 멀게는 손목 관절에도 영향을 미친다. 결국 3형의 골절에서는 요골두 골절을 재건하여 요골두-소두 관절을 유지하는 것

이 치료 원칙이며, 대부분 수술적 치료를 요한다. 과거에 사용하던 요골두 절제술은 손목의 관절염, 주관절 불안정성 및 근력약화의 합병증으로 인해 시행 빈도가 줄고 있다.^{5,8,9)}

3형의 골절은 골절 K-강선이나 나사만으로는 고정이 어렵고 특히나 요골 경부의 골절이 동반되어 있을 경우 추가적으로 소형 금속판 고정을 하거나 인공관절 대체술이 사용된다. 하지만 3형 골절에서 내고정술과 인공관절술의 치료 결과는 저자마다 상반된 의견을 제시하고 있다.¹⁰⁻¹²⁾

Crönlein 등¹⁰⁾은 Mason 3, 4형의 골절에서 해부학적 잠김 압박 금속판을 이용하여 24명의 환자에 대해 관절적 정복 및 내고정술을 시행하였다. 20명의 환자에서 모두 만족할 만한 결과를 보였고, 건측의 주관절 굴곡 및 신전각도가 $137^{\circ} \pm 5^{\circ}$ 인 것에 비해 수상 주관절의 굴곡 및 신전 각도는 $129^{\circ} \pm 14^{\circ}$ 로 보고하였다. 그에 반해 Tarallo 등¹³⁾은 Mason 3형의 골절 31명의 환자에 대해 해부학적 요골두 치환술을 시행하여 24명의 환자에서 매우 우수(77%), 3명에서 우수(10%), 남은 4명에서 양호(13%)의 결과를 보였으며, 최종 추시상 굴곡 각

Fig. 3. Despite the small heterotrophic ossification at postoperative one year, the functional result was favorable with a range of motion (extension-flexion: 0°-130°, pronation-supination: 80°-80°) and 95 of the modified Mayo elbow score.

Table 4. Functional Outcome Depending on the Main Fracture Location

Variable	Radial side	Ulnar side	p-value
Operation time (min)	63.4±20.7	87.1±30.1	0.026
Range of motion (°)	143.1±3.8	130.7±7.5	0.87
MMES	89.9±3.2	82.1±4.7	0.109

Values are presented as mean±standard deviation. MMES: modified Mayo elbow score.

도 125° 및 전체 굴곡 신전 각도 112°를 보였다.

Mason 3형 이상의 골절에서 관절적 정복술과 인공관절 치환술에 대한 비교 연구가 몇 차례 이루어졌다.^{5,14)} Sun 등¹⁵⁾은 이전의 8개의 비교 논문을 메타 분석하여 요골두 치환술에서 단기 및 중기 결과에서 환자의 만족도를 포함하여 좀 더 나은 결과를 보고하였으며, 합병증 역시 적었지만 장기적인 결과에 대한 추가적인 연구의 필요성을 제시했다.

그렇지만 현재까지 modified Mason 3, 4형의 골절에서 두 술식 간의 우위를 정하기 어려우며, 수술방법의 선택에 있어 수술자의 경험과 선호가 많은 영향을 미친다. 이에 저자들은

3형의 골절이라 하더라도 분쇄 정도나 위치가 내고정 금속판 수술 이후 결과에 영향을 미친다고 생각하였다. 기존의 연구들을 살펴보면, Geel 등¹⁶⁾도 매우 심한 분쇄상 골절을 제외하고는 주관절의 해부학적 기능의 회복을 위해 관절적 정복 및 내고정술을 권유하였다. Burkhart 등⁵⁾은 골절편의 전위 2-5 mm 정도에서 해부학적으로 안정적인 정복을 얻을 수 있다면 내고정술을 통하여 좋은 결과를 얻을 수 있지만 그렇지 않은 경우에는 인공관절 치환술이 더 나은 치료법이 될 수 있다고 주장하였다. Ring 등¹⁷⁾은 3개 이상의 골편을 동반한 요골두 골절에서 관절적 정복술 및 내고정술은 많은 합병증을 일으킨다고 보고하고 있다.

본 연구에서는 분쇄 정도가 심하거나 분쇄된 골편이 척추에 위치한 경우를 제외하고 내고정술을 통하여 우수한 결과를 얻을 수 있었다. 본 연구의 결과를 통해 분쇄골편의 수 및 분쇄골편의 위치에 따라 술 후 기능적으로 나쁜 예후를 보임을 알 수 있었다. Ruchelsman 등¹⁸⁾도 분쇄골편의 수를 관절면 침범 정도, 골편의 크기, 골절 등과 더불어 치료방법의 결

Fig. 4. (A, B) A 55-year-old woman fell on the ground with an outstretched hand and was diagnosed with a radial head fracture on the left elbow at the initial X-ray. (C, D) The three-dimensional computed tomographic scans revealed multi-fragmentary, five fragments, a radial head fracture with displacement in the overall radial head.

정과 결과에 영향을 줄 수 있는 요인으로 지목하였다.

기타 결과에 영향을 미쳤을 것으로 판단되는 요소로, 분쇄골절의 정도가 심하면 광범위한 연부조직 손상이 동반되어 있어 고정 후에도 불안정성이 생기기 쉽고, 화골성 근염, 운동장애 등의 합병증이 병발하기 쉽다. 또한 주위 인대 및 골막 손상도 이러한 결과에 영향을 미쳤을 것으로 생각된다.

본 연구에서는 주 골절편의 위치에 따른 기능적 평가를 실시하였으며, 주 골편이 해부학적으로 척측 위치에 놓인 경우가 요측에 위치한 경우보다 좋지 못한 결과를 얻었다. 이는 골편이 요측에 있는 경우 수술적 접근이 용이하여 정복 및 내고정술이 척측에 비해 유리한 것으로 볼 수 있다. 또한 척측 골절편의 경우 많은 부분이 관절면을 형성하며, 이러한 골절편 위로는 금속판 고정이 불가능하다.

마지막으로 저자들은 modified Mason 3형의 골절에서 발생할 수 있는 합병증을 조사하고자 하였다. 수술로 인한 후골간 신경 손상은 없었으며, 이소성 골 형성 또한 관찰되지 않았다. 골절편에 4개였던 1예에서 최종 추시상 외상성 관절염

을 확인할 수 있었다. 요골두의 불유합의 경우 대개의 환자는 증상이 없으므로 추시 관찰하는 것이 일반적이며, 계속되는 증상이 있는 경우 골이식 및 내고정술을 시행하거나 요골두 제거를 시행할 수 있다.¹¹⁾ 본 연구에서는 2예에서 불유합이 발생하였고 수술 후 1년 이상 추시 관찰한 결과 임상적으로 특이소견은 없었다.

본 연구는 X-ray, CT 등 다양한 영상의학 장비를 이용한 골절양상의 분석과 이를 해부학적으로 분류하여 기능적 평가, 합병증 등을 포함한 임상적 결과와 연관지어 생각해 보았다는 것이 장점이라 할 수 있겠다. 반면에 몇 가지 제한점도 있다. 첫째, 대상군의 수가 적다는 점이다. 둘째, 후향적 연구로 전향적 프로토콜을 통한 연구를 진행하지 못하였다. 무작위 추출을 통한 실험군과 대조군을 비교하고, 결과를 분석한다면 보다 명확한 결론 도출이 가능할 것이다. 셋째, 장기적인 추시 관찰이 더 필요할 것으로 생각된다.

Fig. 5. Open reduction and internal fixation were conducted (A, B), but a post-operative 1 year, the patient presented with partial fragment nonunion (C, D). The range of motion was 10° to 120° flexion and the modified Mayo elbow score was 80.

결론

저자들의 연구에서 modified Mason 분류의 3형에 대한 수술적 치료로 관절적 정복 및 내고정술을 시행하여 비교적 양호한 결과를 보이는 경우가 많았지만, 분쇄 정도 및 위치 등 다양한 요소가 임상적 결과에 관여하고 있음을 확인할 수 있었다. 특히 분쇄 골편이 4개 이상이거나 주된 위치가 척측인 경우에는 내고정 시 상대적으로 불량한 결과를 보여 이런 경우 인공요골두 치환술도 초기에 고려할 수 있을 것으로 생각된다.

요약

목적: 요골두 분쇄 골절에 있어서 금속판을 이용한 관절적 정복술 및 내고정술을 시행한 경우들을 대상으로 결과를 분석하였다.

대상 및 방법: Modified Mason 3형의 요골두 골절에 대해 관

절적 정복술 및 내고정술을 시행한 33예를 후향적 분석하였다. 술 전 요골두 분쇄 위치 및 골편수, 최종 추시 영상 자료에서 골유합, 관절면 일치, 관절염 발생을 확인하였고, 임상적 결과 분석으로 운동 범위, 통증 정도(VAS), modified Mayo elbow 점수를 조사하였다.

결과: 33예 중 남자 14명, 여자 19명이었으며, 평균 나이는 41.8세를 보였다. 요골두 분쇄 골편수에 따른 기능적 운동 범위는 골편수 3개인 경우(1군, 20명) $141.2^{\circ} \pm 9.3^{\circ}$, 4개인 경우(2군, 7명) $123.8^{\circ} \pm 18.5^{\circ}$, 5개 이상인 경우(3군, 6명) $100.7^{\circ} \pm 24.4^{\circ}$ 였고, 각각의 modified Mayo elbow 점수는 88.2 ± 2.9 점, 83.7 ± 4.3 점, 77.3 ± 8.4 점이었다. 골절의 주된 위치가 척측에 있는 경우 요측에 비하여 결과가 좋지 않았다.

결론: 본 연구에서 modified Mason 3형에 대해 관절적 정복 및 내고정술을 시행하여 비교적 양호한 결과를 얻었지만, 분쇄 정도가 결과에 관여하고 있음을 확인하였다.

색인 단어: 요골두 골절, 골절편, 골절 위치, 내고정술

ORCID

이준구, <https://orcid.org/0000-0003-4640-9357>

김태호, <https://orcid.org/0000-0003-2070-1317>

김충기, <https://orcid.org/0000-0001-9377-6665>

한수홍, <https://orcid.org/0000-0002-8951-650X>

References

- Mason ML: Some observations on fractures of the head of the radius with a review of one hundred cases. *Br J Surg*, 42: 123-132, 1954.
- Ring D: Elbow fractures and dislocations. In: Rockwood CA, Green DP, Court-Brown CM, Heckman JD, McQueen MM eds. *Rockwood and Green's fractures in adults*. Philadelphia, Baltimore, New York, Lippincott Williams & Wilkins: 905-944, 2015.
- Johnston GW: A follow-up of one hundred cases of fracture of the head of the radius with a review of the literature. *Ulster Med J*, 31: 51-56, 1962.
- King GJW: Fractures of the radial head. In: Cohen MS, Green DP, Hotchkiss RN, Kozin SH, Pederson WC, Wolfe SW eds. *Green's operative hand surgery*. Philadelphia, Elsevier: 734-770, 2017.
- Burkhart KJ, Wegmann K, Müller LP, Gohlke FE: Fractures of the radial head. *Hand Clin*, 31: 533-546, 2015.
- Johansson O: Capsular and ligament injuries of the elbow joint. A clinical and arthrographic study. *Acta Chir Scand Suppl*, Suppl 287: 1-159, 1962.
- Itamura J, Roidis N, Mirzayan R, Vaishnav S, Leach T, Shean C: Radial head fractures: MRI evaluation of associated injuries. *J Shoulder Elbow Surg*, 14: 421-424, 2005.
- Fowler JR, Goitz RJ: Radial head fractures: indications and outcomes for radial head arthroplasty. *Orthop Clin North Am*, 44: 425-431, x, 2013.
- Lindhovius AL, Felsch Q, Doornberg JN, Ring D, Kloen P: Open reduction and internal fixation compared with excision for unstable displaced fractures of the radial head. *J Hand Surg Am*, 32: 630-636, 2007.
- Crönlein M, Zyskowski M, Beirer M, et al: Using an anatomically preshaped low-profile locking plate system leads to reliable results in comminuted radial head fractures. *Arch Orthop Trauma Surg*, 137: 789-795, 2017.
- Hotchkiss RN: Displaced fractures of the radial head: internal fixation or excision? *J Am Acad Orthop Surg*, 5: 1-10, 1997.
- Wu PH, Shen L, Chee YH: Screw fixation versus arthroplasty versus plate fixation for 3-part radial head fractures. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 24: 57-61, 2016.
- Tarallo L, Mugnai R, Rocchi M, Capra F, Catani F: Mason type III radial head fractures treated by anatomic radial head arthroplasty: is this a safe treatment option? *Orthop Traumatol Surg Res*, 103(2): 183-189, 2017.
- Ruan HJ, Fan CY, Liu JJ, Zeng BF: A comparative study of internal fixation and prosthesis replacement for radial head fractures of Mason type III. *Int Orthop*, 33: 249-253, 2009.
- Sun H, Duan J, Li F: Comparison between radial head arthroplasty and open reduction and internal fixation in patients with radial head fractures (modified Mason type III and IV): a meta-analysis. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 26: 283-291, 2016.
- Geel CW, Palmer AK, Ruedi T, Leutenegger AF: Internal fixation of proximal radial head fractures. *J Orthop Trauma*, 4: 270-274, 1990.
- Ring D, Quintero J, Jupiter JB: Open reduction and internal fixation of fractures of the radial head. *J Bone Joint Surg Am*, 84: 1811-1815, 2002.
- Ruchelsman DE, Christoforou D, Jupiter JB: Fractures of the radial head and neck. *J Bone Joint Surg Am*, 95: 469-478, 2013.