

상완골 외과 불유합의 골유합술 결과

Osteosynthesis for Nonunion of the Lateral Condyle of the Humerus

임영욱 • 윤재웅 • 옥인영

가톨릭대학교 의과대학 정형외과학교실 서울성모병원

목적: 소아에서 상완골 외과 골절 후 발생하는 불유합은 흔히 많은 합병증으로 주관절에 많은 합병증을 발생할 수 있다. 하지만, 상완골 외과 불유합의 치료는 아직도 논란의 여지가 있다. 저자들은 상완골 외과 불유합 환자에서 골유합술을 시행하고 그 결과를 보고하고자 한다.

대상 및 방법: 1994년부터 2007년까지 상완골 외과 불유합으로 진단받고 골유합술을 시행받은 16명(M:F=13:3, 11.8±5.2세)의 환자를 대상으로 실시하였다. 불유합의 기간은 평균 56.1개월(5-132개월)이었다. 수술 전후의 방사선학적, 임상적 결과를 비교하였다.

결과: 모든 환자에서 수술 후 3개월 이내에 골유합을 얻었으며 수술로 인한 특별한 합병증은 없었다. 16명 중 3명의 환자에서 수술 전보다 운동범위가 감소하였지만, 모든 환자에서 기능 향상을 보였다.

결론: 오랜 기간 불유합이 진행한 경우는 해부학적 위치로의 골유합은 불가능 했지만 연부 조직 박리를 최소화하고 견고한 내고정을 시행함으로써 상완골 외과 불유합에서도 골유합을 얻을 수 있었다. 그로 인하여 다소간 운동범위의 감소는 있을 수 있으나 근력을 향상시킴과 동시에 변형의 교정을 할 수 있었다. 저자들은 오랜 기간 동안 지속되었던 상완골 외과 불유합에서도 골유합술을 시행할 것을 추천한다.

색인단어: 상완골 외과 불유합, 골유합술

서론

소아 상완골 외과 골절은 소아 주관절 골절 중 상완골 과상부 골절 다음으로 많은 빈도를 보이는 골절로서, 상완골 원부 성장판 손상과 관절면을 침범하는 손상이므로 정확한 해부학적 정복 및 고정을 하지 못할 경우 지연 유합, 불유합, 주관절절의 운동범위 소실, 성장판의 조기 유합에 의한 각변형, 척골 신경 지연 마비 등의 많은 합병증이 발생할 수 있다.¹⁻³⁾ 이러한 합병증 중에 하나인 불유합은 0-3.6% 발생하는 합병증으로 주로 보존적인 치료를 하였을 때 많이 발생하며 고정상태가 유지되지 못하고 추가 전위가 일어난 경우에 발생할 수 있다.⁴⁻⁶⁾ 불유합은 추후에 주관절의 운동범위 소실, 성장판 조기유합, 각형성, 내반주 및 외반주 변형과 척골신경 지연마비 등이 발생할 수 있다.^{1,7)}

상완골 외과 불유합의 치료는 아직도 논란의 여지가 있다. Fontanetta 등,⁸⁾ Hardacre 등,⁹⁾ Jakob 등¹⁰⁾은 골유합술을 시행하

면 수술 후 주관절의 운동범위가 감소할 수 있으며, 불유합 골편의 혈행의 장애를 초래할 수 있다고 하여 골 유합술을 시행하지 말아야 한다고 주장하였다. 이에 반해 Flynn 등,¹¹⁾ Royce 등,¹²⁾ Shimada 등¹³⁾은, 골 유합을 얻기 위한 수술 후에 수술 전보다 운동범위가 감소할 수도 있으나 그 범위가 크지 않아 기능상으로는 큰 문제가 없으며 외반 변형이나 주관절의 퇴행성 변화를 방지할 수 있기 때문에 골유합술을 시행해야 한다고 주장하였다.

저자들은 상완골 외과 불유합 환자에서 관혈적 정복술 및 K 강선을 이용한 골유합술을 시행하였다. 특히, 불유합 수술 시에 해부학적인 위치로 골유합을 유도하기 보다는 골유합이 잘 이루어질 수 있도록 해면골의 접촉이 최대가 되면서 주관절의 관절 운동에 방해가 되지 않는 곳에 일반 K 강선이 아닌 나사산 K 강선을 이용하여 내고정술을 시행하였다. 본 저자는 상완골 외과 불유합 환자에서 골유합술을 시행하였고 방사선학적, 임상적 결과를 보고하고자 한다.

대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 1994년부터 2007년까지 본원에 내원하여 상완골 외과

접수일 2009년 12월 21일 게재확정일 2010년 5월 10일

교신저자 옥인영

서울시 서초구 반포 4동 505, 가톨릭대학교 서울성모병원 정형외과

TEL 02-2258-2837, FAX 02-535-9834

E-mail iyokped@catholic.ac.kr

대한정형외과학회지 : 제 45권 제 4호 2010 Copyrights © 2010 by The Korean Orthopaedic Association

"This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited."

불유합으로 진단받고 수술을 시행했던 총 16명 환자들을 대상으로 하였으며, 평균 추시 기간은 42.3개월(16~108개월)이었다. 총 16명의 환자들에 대하여 의무기록 및 방사선학적 검사 내용에 대

하여 후향적인 분석을 시행하였고, 먼저 의무기록을 검토하여 나이, 성별, 초진 시 환자가 나타낸 증상, 불유합 기간, 초기 치료 방법(보존적 치료 혹은 수술)에 대해 조사하였다. 총 16명 중 남자가

Table 1. Pre-operative Data on the Patients Summary of Cases

No.	Age	Sex	Location	Time from injury to operation	Chief complain	Milch type	Preoperative		Carrying angle	Functional score
							Extension	Flexion		
1	8	M	R	15	Instability	2	0	150	7	92
2	7	F	L	71	Deformity	2	0	150	33	92
3	8	M	R	5	LOM, pain	2	20	125	5	76
4	10	M	L	14	LOM	2	15	130	10	77
5	19	M	L	132	Deformity	2	10	140	25	92
6	24	M	L	120	Deformity	1	0	150	34	92
7	14	M	L	102	Deformity	1	0	150	22	92
8	5	M	R	8	LOM, pain	2	30	90	7	35
9	8	M	L	10	LOM, pain	2	30	80	5	35
10	12	M	R	75	Instability	2	0	150	10	92
11	14	F	L	81	Deformity	2	0	150	25	92
12	11	M	L	52	LOM, pain	1	15	130	7	76
13	9	M	L	14	LOM, pain	2	30	120	3	77
14	17	M	R	104	Deformity	1	0	150	28	92
15	16	F	R	78	Deformity	2	0	150	30	92
16	7	M	L	18	Deformity	1	0	150	20	92

Table 2. Post-operative Results of the Patients

No.	F/U (months)	Range of motion at		Forearm rotation at		Carrying angle	Functional score	Complications
		Extension	Flexion	Supination	Pronation			
1	26	0	150	90	90	12	100	None
2	28	0	150	90	90	25	100	None
3	20	5	140	90	90	5	97	None
4	18	0	150	90	90	21	97	Local pin infection
5	48	5	150	90	90	15	100	None
6	73	5	135	80	80	10	98	None
7	60	0	150	90	90	12	98	None
8	48	20	100	80	70	10	84	None
9	75	0	150	90	90	10	97	None
10	36	0	150	90	90	5	100	None
11	62	15	130	80	80	20	98	Local pin infection
12	39	0	150	90	90	10	97	None
13	29	0	150	90	90	5	98	None
14	45	10	130	90	90	20	97	None
15	32	0	150	90	90	20	100	Local pin infection
16	38	0	150	90	90	15	100	None

13명(81%), 여자가 3명(19%)을 차지하였고, 환자들의 평균나이는 11.8세(5-24세)였다. 불유합 기간은 평균 56.2개월(5-132개월)이었고, 초진 시 환자가 나타낸 주 증상은 주외반 혹은 내반 변형 8예(50%), 동통 6예(38%), 운동범위 감소 6예(38%), 주관절의 불안정성 2예(12.5%)였다. 골절 당시 보존적 치료를 시행한 경우가 12예, 수술적 치료를 시행한 경우가 4예였다. 방사선학적으로는 Milch type I 후에 발생한 불유합이 5예(31.3%), Milch type II 후에 발생한 불유합이 11예(68.7%)였다(Table 1).

2. 수술 및 수술 후 관리

수술의 적응증으로는 방사선학적으로 상완골 외과 불유합으로 진단 받고 증상이(운동 제한, 동통, 내반변형, 주관절의 불안정성 등)있으면서 수술에 동의한 모든 환자에서 시행하였으며, 모든 예에서 골유합술 및 자가장골 이식술을 시행하였다. 상완골 원위 부위에 외측 접근법을 사용하였다. 불유합 부위의 모든 섬유조직을 제거하여 건강한 골간단의 해면골을 노출시키고, 전위된 골편을 정복하였다. 정복 시에는 특히 불유합의 기간이 오래된 경우 원위부 골편이 변형되어 있기 때문에 해부학적인 정복은 불가능하다. 따라서, 해부학적인 정복 보다는 골유합을 얻기 위해 근위부와 원위부 골편의 골접촉을 최대화하면서 주관절의 운동 범

위를 감소시키지 않는 위치에 정복을 시행하였다. 소아의 경우는 원위 골편의 성장판이 손상이 되지 않도록 조심하면서 나사산 K강선을 이용하여 내고정을 시행하였고, 불유합 부위 주변으로 자가장골 이식술을 시행하였다. 수술 후 장상지 석고를 시행하여 고정하였고 방사선학적으로 골유합이 진행될 때까지 혹은 최대 수술 후 10주까지 시행하였다.

3. 평가 방법

방사선학적으로 수술 부위의 골유합 여부와 주관절의 운반각을 측정하였고, 임상적으로는 수술 전과 수술 15개월 후의 Broberg and Morrey functional index¹⁴⁾를 비교하였다(Table 3). 통계학적으로는 Mann-Whitney U-test (SPSS ver. 14.0)을 이용하여 비교하였으며, 유의 수준은 0.05 이하로 설정하였다.

결 과

Table 1과 2에서 수술 전후 모든 환자의 기본적인 사항을 기술하였다. 방사선학적으로 모든 예(16/16)에서 10주 이내에 골유합을 얻었으며, 운반각은 수술 전 평균 $16.93 \pm 11.19^\circ$ (범위: $3-35^\circ$)에서 수술 후 평균 $13.44 \pm 6.27^\circ$ (범위: $3-25^\circ$)로 수술 전과 비교하여 통계



Figure 1. Radiograph of the left elbow of a 8-year-old boy (case No. 1). He previously had performed the osteosynthesis of lateral condyle twice, but he could not obtain bony union. (A) Preoperative radiograph shows nonunion of the lateral condyle. (B) Preoperative CT scan shows nonunion of the lateral condyle. (C) Postoperative radiograph shows that the fragment internally fixed with one threaded K-wire and one smooth K-wire and a graft from iliac bone. (D) Final follow-up (26 months after surgery) radiograph. Union of fracture and normal alignment are achieved.



Figure 2. Radiograph of the left elbow of a 7-year-old girl (case No. 2). (A) Pre-operative radiograph and 3D CT scan show nonunion of the lateral condyle. (B) Post-operative radiograph show that the fragment is internally fixed with one threaded K-wire and two smooth K-wires and a graft from iliac bone. (C) Final follow-up (28 months after surgery) radiograph. Union of fracture is achieved, the inclination of distal humerus is increased on the lateral view, and cubitus valgus is improved. (D) On the clinical photo, cubitus valgus is improved.



Figure 3. Radiograph of the left elbow of a 14-year-old man (case No. 7). (A) Preoperative radiographs show nonunion of the lateral condyle (Milch type I). (B) Postoperative radiographs show that the fragment is internally fixed with two threaded K-wires and a graft from iliac bone. (C) Final follow-up (50 months after surgery) radiograph. Union of fracture and normal alignment are achieved.

학적으로 의미있는 차이를 보이지 않았다($p=0.109$).

임상적으로 Broberg and Morrey functional index는 수술 전 평균 84.25 ± 14.41 (범위: 35-92)에서 수술 후 평균 96.81 ± 4.72 (범위: 81-100)로 호전되었다($p=0.004$). 수술 후 3예(3/16, 18.8%)에서 운동범위의 감소 소견을 보였으며 Milch type I에서 2예, type II에서 1예였다. 하지만 운동범위 감소의 정도는 모든 예에서 주관절 기능에 영향을 줄 정도로 크게 감소되는 경우는 없었다(Table 2).

합병증으로는 국소적 염증소견이 3예 있었으며 강선제거 후 모두 치료되었다.

고 찰

이 논문은 목적은 상완골 외과 불유합 환자에서 관혈적 정복술 및 K 강선을 이용한 골유합술을 시행하고 임상적인 결과(Broberg and Morrey functional index)와 방사선학적인 결과(운동범위, 불유합 여부)를 보고하고자 하였다.

외과 골절 불유합은 두가지 그룹으로 나뉘게 되는데, 첫 번째는 Milch 분류 I의 수상 후에 발생한 경우로 불유합의 기간이 오래된 경우 작은 외과 골절의 골편과 요골두의 모양이 불룩하게 변형이

Table 3. Broberg and Morrey Functional Index*

Variable	Point value
Motion	
Degree of flexion ($0.2 \times \text{arc}$)	27
Degree of pronation ($0.1 \times \text{arc}$)	6
Degree of supination ($0.1 \times \text{arc}$)	7
Strength	
Normal	20
Mild loss (appreciated but not limiting, 80% of opposite side)	13
Severe loss (limits everyday tasks, disabling)	0
Stability	
Normal	5
Mild loss (perceived by patient, no limitation)	4
Moderate loss (limits some activity)	2
Severe loss (limits everyday tasks)	0
Pain	
None	35
Mild (with activity, no medication)	28
Moderate (with or after activity)	15
Severe (at rest, constant medication, disabling)	0

*The translation of total score to qualitative groups was as follows; 95 to 100 points, excellent; 80 to 94 points, good; 60 to 79 points, fair; 0 to 59 points, poor.

생겨서 비정상적인 관절 관계를 형성하는 것이고, 다른 하나는 Milch 분류 II 손상 후에 발생하는 것으로 외과에 큰 골편이 있으며 요골소두 관절이 정상적인 관계를 나타낸다.¹⁵⁾ 일반적으로 분류 II 손상보다 I의 손상에 있어서 합병증의 빈도가 높는데, 분류 I 손상을 입은 환자에서 있어서는 골편이 작고 해부학적인 정복을 얻기가 불가능하기 때문에 지연 유합 혹은 불유합을 야기할 수 있다.^{7,13,15)} 따라서, 약 60퍼센트의 환자는 일차적인 유합이 지연되기 때문에 추가적인 수술이 필요하게 된다.¹⁵⁾ 본 연구에서도 운동 범위의 감소가 나타난 경우는 모두 Milch 분류 I 후에 발생한 경우였으며 모두 골유합을 얻을 수 있었다. 저자는 해부학적인 정복 보다는 고정 후 운동범위의 감소가 생기지 않는 것을 우선하여 내고정을 실시했기 때문에 심각한 운동범위의 감소는 일어나지 않았다. 또한, 통증 때문에 관절운동의 제한이 온 환자는 수술 후 골유합이 이루어 진다면 관절운동이 호전되게 된다. 따라서 수술 전의 동통과 그로 인한 심한 관절운동제한은 술 후 좋은 결과를 암시하게 된다.

Masada 등¹¹⁾은 관절운동을 회복하기 위해서 내고정술과 함께 주관절 변연절제술과 연부조직 해리술을 시행하는 것은 현재는 필

요하지 않다고 주장하였다. 일반적으로 연부조직 해리술과 관절 간 절제술을 시행받은 환자에서 초기에 수동 및 능동 관절운동이 필요한데, 골유합술을 시행한 환자는 6주간의 석고 고정이 필요하므로, 그러한 해리술은 큰 의미가 없게 된다. 만약 환자가 더 큰 관절운동을 원한다면, 골 유합술을 시행하고 골유합을 얻은 다음에 연부조직 구축과 관절 구축에 대해 주관절 변연절제술과 연부조직 해리술을 시행하여야 할 것이다. 소두의 작은 골편을 가진 환자에서는 골유합술을 할 때 기술적인 어려움 때문에 기능장애가 주로 발생하는데, 그러한 환자들에게 있어서는 K 강선 고정 보다 나사 고정과 같은 더 강력한 고정기구가 더 추천된다. 또한 불유합의 기간이 짧을 수록, 환자의 나이가 어릴 수록, 요골소두 관절을 관계가 정상 일수록 결과가 좋았다.^{12,15)} 따라서, 불유합을 발견했다면 진단 즉시는 아니더라도 최소한 골이 성숙 되기 전에 치료되어야 할 것이다.

Fontanetta 등,⁸⁾ Hardacre 등,⁹⁾ Jakob 등¹⁰⁾은 상완골 외과 불유합 시에 수술을 시행하면 수술로 인한 운동장애가 생길 수 있으므로 수술을 하지 말아야 한다고 주장하였다. 저자는 불유합이 오래 지속된 경우 원위 골편이 작아지고 변형이 생겨 해부학적인 정복이 불가능하기 때문에 근위부의 골편과의 유합이 잘 일어날 수 있는 것과 주관절의 운동에 제한이 생기지 않는 것에 주안점을 두고 수술을 시행하였으며 보다 단단한 고정을 위해 나사산 K 강선을 사용하여 비교적 좋은 결과를 얻을 수 있었다. 특히, 골유합술 시술 시에 나이가 어릴수록, 불유합의 기간이 짧을수록, Milch type II 이후에 발생한 불유합일수록 결과가 좋았지만, 나이가 많고, 불유합의 기간이 길며, Milch type I 이후에 발생한 불유합일수록 결과의 호전은 없었다. 또한, 저자는 주외반이 심한 경우에도 절골술을 같이 시행하지 않았는데, 그 이유는 불유합으로 인해 발생한 주외반은 골유합술을 시행하면 carrying angle이 감소하기 때문이었다. 본 연구에서는 총 16명 중 8명에서 주외반 변형이 있었으며, 수술 후 모두 운반각이 호전되었다. 하지만, 통계학적인 의미는 없었는데 이는 수술 전 주외반이 없었던 8명은 수술 후에도 운반각의 차이가 없었기 때문에 전체 16명에서는 통계학적인 의미가 없었던 것으로 생각된다.

저자는 모든 예에서 골유합을 얻었고 기능향상을 가져올 수 있었다. 그 이유는 첫째, 해부학적인 위치로 정복을 시도한 것이 아니라 주관절의 운동이 잘되는 위치로 정복을 시도하였으며, 둘째로 내고정 시에 단순 K 강선이 아닌 나사산 K 강선을 사용하여 좀 더 단단히 고정을 얻을 수 있었고, 셋째로 성장판 손상이 발생하지 않도록 조심하면서 연부조직의 박리를 최소화하여 골편의 혈행이 손상되지 않도록 주의 하였다. 특히, 골막 절개를 최소화하고 가능한 골절면에 붙은 신전근을 그 부착부위에서 떨어지지 않도록 보존하였다.

결론

증상이 있는 상완골 외과 불유합 환자에서 나이가 어리고, 불유합의 기간이 짧다면 보전적 치료보다는 골유합술을 시행할 것을 추천한다. 수술이 성공하기 위해서는 단단한 내고정과 함께 골편이 혈행이 다치지 않도록 수술 시에 주의하여야 한다. 수술 후 운동범위의 감소가 있을 수도 있지만, 이는 기능에 영향을 줄 정도로 심각한 운동범위의 감소는 일어나지 않는다.

참고문헌

- Masada K, Kawai H, Kawabata H, Masatomi T, Tsuyuguchi Y, Yamamoto K. Osteosynthesis for old, established non-union of the lateral condyle of the humerus. *J Bone Joint Surg Am.* 1990;72:32-40.
- Marzo JM, d'Amato C, Strong M, Gillespie R. Usefulness and accuracy of arthrography in management of lateral humeral condyle fractures in children. *J Pediatr Orthop.* 1990;10:317-21.
- Wadsworth TG. Injuries of the capitular (lateral humeral condylar) epiphysis. *Clin Orthop Relat Res.* 1972;85:127-42.
- Kim SS, Kim DH, Lee SW, Kim KH, Sohn SK. Fine classification and treatment outcome of lateral condyle fracture of the humerus in children. *J Korean Orthop Assoc.* 2005; 40:237-43.
- Yoo CI, Suh JT, Suh KT, Kim YJ, Kim HT, Park WW. A clinical study of the lateral condyle fracture of the humerus in children. *J Korean Orthop Assoc.* 1993;28:781-92.
- Yoon HK, Jeon KP, Oh KW, Jung DE, Kang KH, Yoon MS. Clinical study for lateral condyle fracture of humerus in children. *J Korean Orthop Assoc.* 1994;29:415-22.
- Toh S, Tsubo K, Nishikawa S, Inoue S, Nakamura R, Narita S. Osteosynthesis for nonunion of the lateral humeral condyle. *Clin Orthop Relat Res.* 2002;405:230-41.
- Fontanetta P, Mackenzie DA, Rosman M. Missed, maluniting, and malunited fractures of the lateral humeral condyle in children. *J Trauma.* 1978;18:329-35.
- Hardacre JA, Nahigian SH, Froimson AI, Brown JE. Fractures of the lateral condyle of the humerus in children. *J Bone Joint Surg Am.* 1971;53:1083-95.
- Jakob R, Fowles JV, Rang M, Kassab MT. Observations concerning fractures of the lateral humeral condyle in children. *J Bone Joint Surg Br.* 1975;57:430-6.
- Flynn JC, Richards JF Jr, Saltzman RI. Prevention and treatment of non-union of slightly displaced fractures of the lateral humeral condyle in children. An end-result study. *J Bone Joint Surg Am.* 1975; 57:1087-92.
- Roye DP Jr, Bini SA, Infosino A. Late surgical treatment of lateral condylar fractures in children. *J Pediatr Orthop.* 1991;11:195-9.
- Shimada K, Masada K, Tada K, Yamamoto T. Osteosynthesis for the treatment of non-union of the lateral humeral condyle in children. *J Bone Joint Surg Am.* 1997;79:234-40.
- Broberg MA, Morrey BF. Results of delayed excision of the radial head after fracture. *J Bone Joint Surg Am.* 1986;68:669-74.
- Toh S, Tsubo K, Nishikawa S, Inoue S, Nakamura R, Harata S. Long-standing nonunion of fractures of the lateral humeral condyle. *J Bone Joint Surg Am.* 2002; 84-A:593-8.

Osteosynthesis for Nonunion of the Lateral Condyle of the Humerus

Young Wook Lim, M.D., Jae Woong Yoon, M.D., and In Young Ok, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, The Catholic University of Korea School of Medicine, Seoul St. Mary's Hospital, Seoul, Korea

Purpose: Although nonunion of the lateral humeral condyle is a rare complication in children, it can result in a number of complications, and treatment is controversial. Our study shows the results of using osteosynthesis in patients whose lateral humeral condyle was not united.

Materials and Methods: We studied 16 patients (M : F=13 : 3; Age: 11.8±5.2 years) who were diagnosed with nonunion of the lateral humeral condyle and who underwent osteosynthesis. The mean period of nonunion was 56.2 months (5-132 months). Outcome measures were range of movement, bone union, functional score, and carrying angle and were assessed both before and after surgery.

Results: Bones of all patients were united within 3 months of the operation; there were no complications. After surgery, a decreased range of movement was observed for 3 of 16 patients. However, the functional index for all patients was improved. In other words, the range of movement could be reduced while the functional index was improved so that the deformity would be lessened.

Conclusion: Osteosynthesis was successful in repairing the nonunion of the humeral lateral condyle. Therefore, osteosynthesis is suggested for patients who have had no treatment for nonunion of lateral humeral condyle for a long time.

Key words: nonunion of lateral condyle, osteosynthesis

Received December 21, 2009 **Accepted** May 10, 2010

Correspondence to: In Young Ok, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, The Catholic University of Korea School of Medicine, Seoul St. Mary's Hospital, 505, Banpo-dong, Seocho-gu, Seoul 137-701, Korea

TEL: +82-2-2258-2837 **FAX:** +82-2-535-9834 **E-mail:** iyokped@catholic.ac.kr