

소아 상완골 외과 골절의 무 정복 지연 골유합술

박건보 · 이승환 · 김현우 · 박희완 · 이기석

연세대학교 의과대학 정형외과학교실

목 적: 골절편의 전위가 심하지 않은 소아 상완골 외과 골절의 지연, 불유합을 대상으로 정복 없이 골간단부 유합술 및 고정술을 시행한 술식의 결과를 보고하고자 한다.

대상 및 방법: 2000년 3월부터 2004년 2월까지 상완골 외과 골절 지연, 불유합으로 본원에서 수술적 치료를 시행 받은 12명의 환자를 대상으로 하였다. 수술 시 환자의 평균 연령은 6년 1개월 (1년 7개월~9년 1개월)이었으며, 골절의 평균 전위는 3.3 mm (2.0~4.5 mm)였다. 모든 예에서 정복을 시행하지 않고 불유합 부위의 소파술 후에 유관 나사 및 K-강선을 사용하여 고정하였다.

결 과: 모든 환자에서 골유합이 확인되었으며, 임상적 평가에서는 우수 7예, 양호 3예, 보통 2예의 결과를 나타내었다. 상완골 외과 부위의 무혈성 괴사나 성장판의 조기 유합 등의 합병증은 발생하지 않았다.

결 론: 소아 상완골 외과 골절의 지연, 불유합의 경우 골절편의 전위 정도가 심하지 않을 시에는 골절부의 해부학적 정복술을 시행하지 않고 소파술 후에 압박력을 가하여 나사 고정을 시행하는 것이 효과적인 치료가 될 수 있다.

색인 단어: 상완골 외과, 불유합, 지연 유합, 골유합술

In Situ Late Metaphyseal Osteosynthesis for the Fractures of the Lateral Humeral Condyle in Children

Kun Bo Park, M.D., Seung Whan Lee, M.D., Hyun Woo Kim, M.D., Hui Wan Park, M.D., Ki Seok Lee, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To evaluate the efficacy of the *in situ* late osteosynthesis for slightly displaced fractures of the lateral humeral condyle.

Materials and Methods: From 2000 to 2004, 12 patients (8 boys and 4 girls) were managed with *in situ* late osteosynthesis for fractures of the lateral humeral condyle. The average age at the time of operation was 6 years 1 month (1 year 7 months~9 years 1 month), and the mean amount of fragment displacement was 3.3 mm (2.0~4.5 mm). The operative procedure included curettage and *in situ* fixation of the fragment

Results: Bony union was achieved in all cases after avg. 48 months (33~73 months) follow-up assessment. According to the score system of Dhillon et al, 7 patients had excellent, 3 had good, 2 had fair results. None of the patients developed avascular necrosis or premature closure of the epiphysis.

Conclusion: We suggest that *in situ* fixation is an effective method for the late treatment of slightly displaced fracture of the lateral humeral condyle.

Key Words: Lateral humeral condyle, Nonunion, Delayed union, Osteosynthesis

통신저자 : 이 기 석

서울시 서대문구 신촌동 성산로 260(신촌동 134)

연세대학교 의과대학 정형외과학교실

Tel : 02-2228-2180 · Fax : 02-363-1139

E-mail : leeks@yuhs.ac

*본 연구는 연세대학교 의과대학 2007년도 교수연구비에 의하여 이루어 졌음 (과제번호 : 6-2007-0135).

Address reprint requests to : Ki Seok Lee, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Yonsei University College of Medicine, 250, Seongsanno (134, Sinchon-dong), Seodaemun-gu, Seoul 120-752, Korea

Tel : 82-2-2228-2180 · Fax : 82-2-363-1139

E-mail : leeks@yuhs.ac

서 론

상완골 외과 골절의 불유합 혹은 지연 유합은 골절부위의 간격이 큰 경우, 비관혈적 또는 관혈적 정복술의 실패, 오진 또는 비전위 골절의 보존적 치료의 실패 등 여러 원인에 의해 발생할 수 있다^{2,9,11,15}. 불유합 혹은 지연 유합은 상완골 외과의 근위부 전위와 이로 인한 주관절 외반 변형의 진행과 함께 척골 신경의 지연 마비를 초래할 수 있다^{5,10}. 비록 수술적 치료 방침에 대해서는 논란이 있으나, 많은 저자는 성장이 남아있는 경우 발견 즉시 조기 수술적 치료를 주장하였다^{3,7,11,14,16,21}.

수술적 치료 시 해부학적 정복과 무 정복 내고정술의 결과에 대해서는 많은 논란이 있었다. 수상 후 3주 이상 경과한 상완골 외과 골절의 치료 시 주관절 강직 및 무혈성 괴사의 위험 때문에 관혈적 정복술의 단점을 주장한 연구가 있으나^{4,7,12,17}, 관혈적 정복술을 통한 만족할 만한 결과를 보고한 연구도 있었다^{5,6,19,21}. 이는 관혈적 정복 시 발생 가능한 무혈성 괴사 등의 합병증을 고려해야 하나, 상완골과 요골 두 간의 관절의 부조화에 의한 합병증 또한 고려해야 하기 때문이다. 그러나 Wattenbarger 등²¹은 해부학적 정복이 이루어지지 않은 골유합술 후 6년간의 추시 관찰을 통해 임상적으로 양호한 결과를 보고한 바 있다.

이러한 다양한 과거의 연구 결과는 술식의 차이와 골절편의 전위 정도에 따른 것으로 생각된다. 비록 수상 직후의 상완골 외과 골절의 전위에 따른 수술적 치료는 제시된 바 있으나^{1,17}, 지연, 불유합의 치료 시 정복의 기준이 제시된 바는 없었으며 많은 과거 연구에서 술 전 골편의 전위 정도가 다양하였다^{4,7,12,17,19,21}. 또한, 과거 해부학적 정복을 시행하지 않은 연구들에서는 최소한의 연부 조직 박리와 정복을 시도한 후 고정을 시행하였기에 골막 및 연부 조직 박리에 대한 기준 또한 불명확하였다^{4,7,12,17,21}.

저자들은 전위가 적은 상완골 외과 골절의 지연, 불유합을 대상으로 정복 없이 골간단부 유합술 및 고정술을 시행한 술식의 결과에 대해 보고하고자 한다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2000년 3월부터 2004년 2월까지 상완골 외과 골절 지연, 불유합으로 본원에서 수술적 치료를 시행 받은 환자 중 2년 이상 추시가 가능하였던 환자를 대상으로 하였다. 수상 후 3주 이상이 경과되어 지연, 불유합으로 진단된 환자 중 주관절 전후방 및 양사면 사진, 측면 사진상에서 측정된 골편의 전위 중 가장 심한 전위가 5 mm 미만인 환자에서

무 정복 지연 골유합술을 시행하였다. 술 전 운동 범위 제한 및 어미 변형 (fishtail deformity)과 같은 방사선학적 변형에 따른 추가 수술이 시행되지 않은 환자를 본 연구의 대상으로 하였으며 총 12명의 환자가 선택되었다. 남아가 8명, 여아가 4명이었으며, 수술 시 평균 연령은 6년 1개월 (1년 7개월~9년 1개월)이었다. 수상일로부터 수술까지의 기간은 평균 4개월 3주 (3주~13개월)였으며 평균 추시 기간은 48개월 (33~73개월)이었다. 초기 치료로서 장상지 석고 고정을 받은 예가 9예, 관혈적 정복술 및 핀 고정술을 시행 받은 예가 1예, 비관혈적 정복술 및 핀 고정술을 시행 받은 예가 1예 있었다. 1예의 환자에서는 오진으로 치료가 시행되지 않았다.

2. 연구 방법

술 전 통증의 유무 및 척골 신경 마비를 검진하였으며, 주관절의 운동 범위 및 이행각을 측정하였다. 수술 후의 임상적인 평가로 Dhillon score system⁴⁾을 사용하였다 (Table 1). 통증, 주관절 운동 범위 및 이행각 (Carrying angle)을 통하여 수술 후 결과를 분석하였다.

방사선학적으로 무혈성 괴사, 어미 변형, 상완골 외과의 비후, 성장판의 조기 유합 유무 등을 분석하였다. 상완골 외과 골절의 전위는 주관절 전후방 및 양사면 사진상에서 골절 부위의 상완골 외측 골간단부로부터 외과 골절편의 외측 피질부까지의 간격을 측정하였으며 측면 사진상에서는 골절 부위의 상완골 후방 피질골로부터 골절편의 피질부까지의 간격을 측정하였다 (Fig. 1). 측정된 골편의 전위 중 가장 많이 전위된 거리를 선택하였으며 많은 예에서 상완골 외과 골절편은 후외측으로 전위되어 주로 내사면 사진에서의 간격이 전위의 척도로 선택되었다^{1,18}.

Table 1. Score system for the outcome of lateral humeral condyle fractures in children

	Function		Carrying angle	Score points
	Pain	Range of motion		
None		0~140°	7~10° valgus	3
Occasional		>15~125°	<20° valgus or <0° varus	2
After heavy work		>30~110°	20~30° valgus or 0~15° varus	1
With normal activity Motor or sensory loss		<30~110°	>30° valgus or >15° varus	0

Functional grading (points): excellent 6, good 5, fair 4, poor <4, Overall grading (points): excellent 9, good 7~8, fair 5~6, poor <5.



Fig. 1. Measurement of the displacement in the anteroposterior, lateral and both oblique view. In this case, the displacement in the internal oblique view was selected.

3. 수술 방법

전위된 골절편에 대해 정복을 시행하지 않고 불유합 부위 소파술을 시행 후 고정하는 술식을 시행하였다. 먼저 상완골 외과위로 피부 절개를 가하고 삼두박근과 상완요근 사이로 박리를 시행하여 외과를 노출시켰으며 원위 골편 뒤쪽의 연부조직은 박리하지 않도록 주의하였다. 골절편이 원래 위치에서 전위되지 않도록 주의하면서 불유합 부위의 섬유조직을 소파술을 시행하여 제거하였다. 소파술 후에 원위 골편에서 외과 골간단으로 한 개의 유관나사를 삽입하여 압박력을 받도록 고정하였으며, K-강선을 추가로 삽입하여 내고정을 시행하였다. 1예 (No. 2)의 환자에서는 원위 골편이 작아서 두 개의 K-강선을 이용해 고정하였다. 수술 후에는 주관절 중립 및 90도 굴곡 위에서 장상지 석고 붕대 고정을 8주간 시행하였다.

결 과

수술 전 상완골 외과 골절의 평균 전위는 3.3 mm (2.0~4.5 mm)였다. 수술 전 1예 (No. 3)에서 주관절 운동 장애가 관찰되었다. 수술 전 척골 신경 지연 마비 증세를 호소한 환자는 없었으나 7예에서 경도의 운동 시 통증을 호소하였다. 수술 후 모든 환자에서 주요 합병증 없이 골유합이 관찰되었으며 상완골 외과의 무혈성 괴사는 관찰되지 않았다.

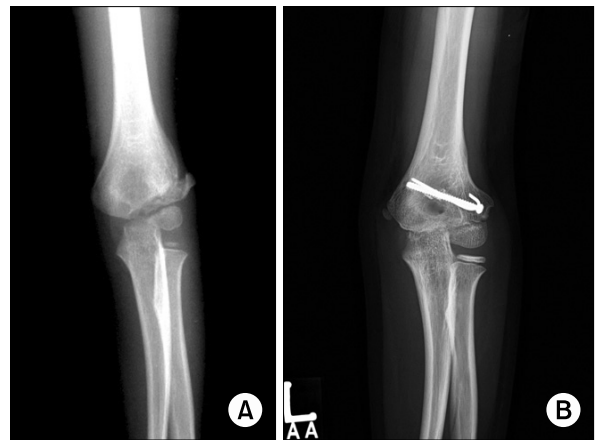


Fig. 2. Anteroposterior radiographs of the left elbow (No. 7).
(A) At the age of 5 years and 9 months, nonunion of the lateral condyle fracture at 3 months after injury was noted.
(B) At follow-up, the elbow show normal alignment without any signs of avascular necrosis. But, the lateral prominence was noted.

1예에서 수술 전부터 관찰되었던 어미 변형이 수술 후에도 관찰되었다. 5예에서 외과 부위의 돌출 소견을 보였으나 척골 신경 지연 마비 증세를 보인 환자는 없었다 (Fig. 2) Dhillon score system⁴⁾에 의해 7예에서 우수 (Excellent), 3예에서 양호 (Good), 2예에서 보통 (Fair)의 결과가 관찰되었다 (Table 2).

초기 치료로 관혈적 정복술 및 핀 고정술을 시행 받았던 1예의 환자 (No. 3)는 양호의 결과를 보였으며, 초기 수술 후 주관절 운동 범위가 굴곡 구축 25도에서 후속 굴곡 90도로 운동 제한을 보였으나 본 연구에서의 술식 후에 운동 범위가 굴곡 구축 10도에서 후속 굴곡 110도로 호전되었다. 또한, 추시상 정도의 내반주 소견을 보였으나 격렬한 활동 후에도 통증 등의 불편감을 호소하지 않았으며 교정 절골술 등의 추가적인 수술은 거부하였다.

수술 전 어미 변형을 보였던 1예의 환자 (No. 5)에서는 골유합 후에 외반주 변형을 보였으나 운동 제한 및 척골 신경 마비는 관찰되지 않았다. 운동 시에 통증이나 주관절의 불안정성은 관찰되지 않았으며 교정 절골술 등의 추가적인 수술은 거부하였다 (Fig. 3).

고 찰

상완골 외과 골절 불유합, 지연 유합이나 진단이 지연된 상완골 골절에서의 치료 방침은 환자가 통증 및 기능 장애가 없다면 그대로 관찰하는 보존적 치료와 골절부위 유합

Table 2. Patient data

No.	Age	Sex	Initial treatment	Time between injury and operation	Initial displacement (mm)	Follow-up (months)	Carrying angle	Range of motion	Result
1	9y1m	M	Cast, 4 weeks	6 weeks	3.0	73	8°	0~145°	Excellent
2	1y7m	F	None	3 weeks	4.0	62	10°	0~140°	Excellent
3	8y3m	F	OR* and pinning	9 months	2.0	53	Varus 2°	10~110°	Fair
4	7y	M	Cast, 6 weeks	6 months	4.5	54	7°	0~145°	Excellent
5	4y5m	M	Cast, 4 weeks	12 months	3.0	56	23°	5~140°	Fair
6	5y3m	M	Cast, 6 weeks	6 weeks	3.5	52	10°	0~140°	Excellent
7	5y9m	M	Cast, 6 weeks	3 months	4.0	47	7°	0~140°	Excellent
8	6y3m	F	Cast, 6 weeks	3 months	2.5	45	8°	0~145°	Excellent
9	8y11m	M	Cast, 5 weeks	2 months	2.0	36	9°	0~140°	Excellent
10	3y9m	M	Cast, 4 weeks	3 months	2.0	36	12°	0~145°	Good
11	6y	F	Cast, 5 weeks	4 months	4.0	34	7°	5~140°	Good
12	5y	M	CR [†] and pinning	13 months	4.5	33	Varus 1°	0~140°	Good

*OR: Open reduction, †CR: Closed reduction.

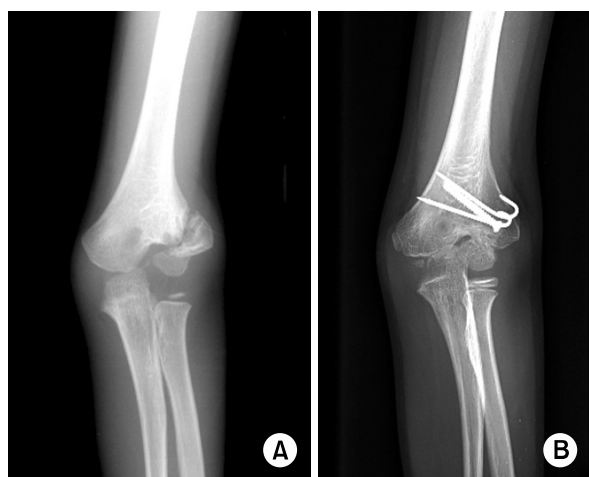


Fig. 3. Anteroposterior radiographs of the left elbow (No. 5).

(A) At the age of 4 years and 5 months, he already had a fishtail deformity, as well as cubitus valgus deformity before operation.

(B) At the time of the most recent follow-up, the physis of the lateral condylar fragment is still open and there was no progression of the cubitus valgus deformity.

을 얻도록 하는 수술적 치료가 있을 수 있다. 상완골 외과의 골절 불유합, 지연 유합을 그대로 관찰하는 경우 골절편의 전위로 인한 외반주, 주관절 기능 장애, 성장판 손상, 외과의 무혈성 괴사 등의 합병증이 발생할 수 있다^{10,12,20}. 그러나 임상적으로 상완골 외과 불유합, 지연 유합으로 인한 기능 장애는 척골 신경의 지연 마비 외에는 미미하며,

주관절의 운동은 원위 상완골과 요, 척골뿐만 아니라 외과 골절편과 인접골 사이에서도 일어나게 되므로 불유합으로 인한 주관절의 운동 장애는 드물다고 보고 된 바 있다^{10,15}. 반면, 불유합 부위를 수술을 통해 유합술을 시행하였을 경우에는 운동 장애를 일으킬 수 있으며 이는 불유합 시보다 더 환자에게 기능 장애를 유발할 수 있다. 또한 수술 시 골편의 정확한 정복을 위해 주위의 연부 조직을 과다하게 박리하였을 경우에는 무혈성 괴사의 위험성이 높아진다. 따라서, Masada 등¹³은 수술적 치료는 통증이 심하거나 외측 불안정성이 있는 환자들에게 시행해야 한다고 주장하였으며, 그 외에도 지연성 척골 신경 마비 증세나 외반주 변형이 동반되었을 경우에 수술적 치료가 제시되었다^{7,10,12}.

성인이나 성장이 거의 완료된 환자의 상완골 외과 골절의 불유합은 기능적 장애가 없다면 보존적 치료를 시도할 수 있다. 그러나 성장 중인 환자의 경우 외과의 지연, 불유합에서는 외반주 변형이 진행할 가능성이 높으며 성장판의 조기 유합 또한 보고된 바 있다. 따라서, Flynn 등^{5,6}은 성장이 완료되지 않은 환자에서 골절편의 전위가 기대된다면 조기에 수술적 치료를 시행할 것을 주장한 바 있다. 수술적 치료 시 골절편의 정복 위치에 대해서는 논란이 많은데, 이상적으로는 해부학적인 정복이 가장 좋으나 이를 위해 과다한 연부 조직 박리를 시행할 경우에 무혈성 괴사의 위험성이 높아진다. 따라서 골편에 대한 혈류 보존을 위해 골편 후방의 연부 조직을 박리하지 않고 정복술을 시행하는 것이 좋다고 보고되었다^{3,7,11,16,21}. 또한, 정복술이 실패하였을 경우 더 이상의 연부 조직 박리를 피하고 고정술을 시행할 것을 권장하였다. 그러나, 연부 조직 박리에 의한 무혈성 괴사의 가능성은 주지된 바 있으나 어느 범위까지

의 연부 조직 박리가 허용 가능한지에 대해서는 연구된 바가 없다. 특히 관혈적 정복술 후 발생한 지연, 불유합에서는 기존 수술 시 손상된 연부 조직으로 인해 연부 조직 박리 및 관혈적 정복에 어려움이 있으며 이는 보존적 치료를 시행한 경우에도 수상 후 발생한 연부 조직의 유착으로 인해 발생 가능한 문제점이다. 본 연구에서는 골막에 대한 박리 없이 지연, 불유합부위에 대한 소파술만을 시행하였고 모든 예에서 무혈성 괴사는 관찰되지 않았다. 비록 본 연구는 평균 3.3 mm의 허용 가능한 전위를 보인 지연, 불유합만을 대상으로 하였으나 많은 경우의 지연, 불유합에서 전위가 크게 발생하지는 않으므로 추후 지연, 불유합 치료에서의 허용 가능한 전위에 대한 연구가 이루어진다면 무 정복, 소파술 후 골유합술만으로도 좋은 결과를 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

상완골 외과 골절의 불유합의 합병증은 주로 주관절 외반 변형의 진행과 척골 신경의 지연 마비이며 척골 신경의 지연 마비 외의 기능장애는 미미하다고 보고되었다^{5,10,12,20}. 따라서, 불유합에 대한 치료는 골유합과 무혈성 괴사의 유무 및 임상적 지표에 의해 평가되었다. Toh 등¹⁹은 Milch 제II형의 경우에는 불유합이 지속되면 불룩한 요골두와 오목한 소두가 나타나며, 골유합술 후 합병증이 Milch 제II형보다 많이 관찰된다고 하였다. 본 연구에서는 골편의 전위가 적은 환자만을 대상으로 하였고 Milch 분류에 따른 차이는 고려하지 않았다. 비록 많은 연구에서 상완골 외과 골절의 불유합에 대한 치료 후 골유합 및 무혈성 괴사의 유무가 가장 중요한 결과 판정 요소이나 본 연구에서와 같은 지연 유합술의 장기 결과 판정을 위해서는 이와 같은 요골두와 소두의 관계에 따른 합병증등에 대해서도 추후 연구되어야 할 것으로 생각된다.

Foster 등⁷은 소아에서 상완골 외과 골절 시에는 신전근의 작용에 의한 골절편의 미세한 움직임 때문에 주관절의 다른 골절보다 유합되기까지 시간이 오래 걸린다고 하였다. 상완골 외과 골절의 지연, 불유합의 경우 신전근이 수축되어 있어 골절편의 정복을 방해하기 때문에 관혈적 정복술 후 2개의 K-강선을 사용한 고정은 불충분하다. Gaur 등⁸은 관혈적 정복술 시에 신전근의 견막에 절개를 가해 신전근의 길이를 연장시켜 골절편에 작용하는 신연력을 없애는 술식을 시행 후 15예의 환자에서 해부학적 정복을 얻어 좋은 임상적 결과를 보고한 바 있다. 그러나 이러한 견막 절개술은 신전근의 약화를 초래할 가능성이 있으며 연부 조직의 유착으로 인한 관절 운동 제한 등의 합병증의 발생 가능성이 있다. 본 연구에서는 유관나사를 통해 골절 부위에 압박력이 작용하도록 하여 고정하였으며 추가적으로 K-강선을 더 삽입하여 신전근의 수축에 저항하도록 하였다. 또한 주변 연부 조직에 대한 손상을 최소화함으로써

술 후 발생 가능한 주관절 강직을 예방할 수 있었다.

상완골 외과 골절의 지연, 불유합의 유합술 시에 골 이식술 시행 여부에 대해서는 논란이 있으며 이는 각각의 연구에서 수상으로부터 수술까지의 기간이 다양하기 때문이다. De Boeck³, Flynn⁵, Shimada 등¹⁶의 연구에서는 총 36명의 환자 중 33예에서 (91.7%) 정복술 및 내고정술과 동시에 골 이식술은 시행하였으며 수상 시부터 수술까지의 평균 소요 기간은 10개월에서 2년이였다. 반면, Dhillon 등⁴, Gaur 등⁸, Jakob 등¹², Wattenbarger 등²¹의 연구에서는 총 61명의 환자 중 2예에서만 수술과 동시에 골 이식술을 시행하였으며, 수상 시부터 수술까지 소요 기간은 5주에서 6개월로 비교적 짧은 기간 내에 수술이 시행되었다. 본 연구에서 수상 시부터 수술까지의 기간은 평균 4개월 3주 (3주~13개월)로서 과거 연구에 비교 시 비교적 짧은 기간에 해당하였으며 골 이식은 시행되지 않았다. 수상 시부터 수술 시까지의 기간이 수개월 이상 경과한 불유합의 경우 원위 골편과 골간단부의 윤곽이 불명확하여 정복술 시 결손 부위에 골 이식을 시행하는 것이 골유합에 도움이 될 수도 있다고 생각된다. 그러나 본 연구 결과를 고려할 때 수상 후부터 약 12개월 이상 경과하지 않은 지연, 불유합의 경우에는 골절부의 윤곽이 유지되어 유관 나사를 사용하여 고정을 시행하는 것만으로도 골유합을 얻는 데 충분할 것으로 생각되며 추후 이에 대한 구체적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결 론

성장이 남아있는 소아에서 골절편의 전위가 심하지 않은 상완골 외과 골절의 지연, 불유합의 치료로서 해부학적 정복술을 시행하지 않고 소파술 후에 압박력을 가하여 나사 고정을 시행하는 것이 효과적인 치료가 될 수 있다. 단, 상완골 소두와 요골두 간의 관계 및 이에 따른 본 술식의 임상적, 방사선학적 장기 결과에 대해서는 추후 장기적인 추시 관찰이 필요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 1) **Beaty JH, Kasser JR:** Rockwood and wilkin's fractures in children. 5th ed. Philadelphia, Lippincott Williams and Wilkins: 626-644, 2001.
- 2) **Chung MS, Lee SC:** Treatment of fractures of lateral condyle of humerus with complications. J Korean Fracture Soc, **8:** 659-666, 1995.
- 3) **De Boeck H:** Surgery for nonunion of the lateral humeral condyle in children. 6 cases followed for 1-9 years. Acta

- Orthop Scand, **66**: 401-402, 1995.
- 4) **Dhillon KS, Sengupta S, Singh BJ**: Delayed management of fracture of the lateral humeral condyle in children. Acta Orthop Scand, **59**: 419-424, 1988.
 - 5) **Flynn JC**: Nonunion of slightly displaced fractures of the lateral humeral condyle in children: an update. J Pediatr Orthop, **9**: 691-696, 1989.
 - 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, **57**: 1087-1092, 1975.
 - 7) **Foster DE, Sullivan JA, Gross RH**: Lateral humeral condylar fractures in children. J Pediatr Orthop, **5**: 16-22, 1985.
 - 8) **Gaur SC, Varma AN, Swarup A**: A new surgical technique for old ununited lateral condyle fractures of the humerus in children. J Trauma, **34**: 68-69, 1993.
 - 9) **Ha SH, Sohn HM, Lee JY, Oh SJ**: Surgical treatment for the non-union of the lateral humeral condyle fracture using closing wedge osteotomy and bone graft. J Korean Fracture Soc, **16**: 379-384, 2003.
 - 10) **Hardacre JA, Nahigian SH, Froimson AI, Brown JE**: Fractures of the lateral condyle of the humerus in children. J Bone Joint Surg Am, **53**: 1083-1095, 1971.
 - 11) **Inoue G, Tamura Y**: Osteosynthesis for longstanding nonunion of the lateral humeral condyle. Arch Orthop Trauma Surg, **112**: 236-238, 1993.
 - 12) **Jakob R, Fowles JV, Rang M, Kassab MT**: Observations concerning fractures of the lateral humeral condyle in children. J Bone Joint Surg Br, **57**: 430-436, 1975.
 - 13) **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, **72**: 32-40, 1990.
 - 14) **Papandrea R, Waters PM**: Posttraumatic reconstruction of the elbow in the pediatric patient. Clin Orthop Relat Res, **370**: 115-126, 2000.
 - 15) **Roye DP Jr, Bini SA, Infosino A**: Late surgical treatment of lateral condylar fractures in children. J Pediatr Orthop, **11**: 195-199, 1991.
 - 16) **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, **79**: 234-240, 1997.
 - 17) **Skaggs DL, Flynn JM**: Staying out of trouble in pediatric orthopaedics. 1st ed. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins: 66-79, 2006.
 - 18) **Song KS, Kang CH, Min BW, Bae KC, Cho CH**: Internal oblique radiographs for diagnosis of nondisplaced or minimally displaced lateral condylar fractures of the humerus in children. J Bone Joint Surg Am, **89**: 58-63, 2007.
 - 19) **Toh S, Tsubo K, Nishikawa S, Inoue S, Nakamura R, Narita S**: Osteosynthesis for nonunion of the lateral humeral condyle. Clin Orthop Relat Res, **405**: 230-241, 2002.
 - 20) **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, **84**: 593-598, 2002.
 - 21) **Wattenbarger JM, Gerardi J, Johnston CE**: Late open reduction internal fixation of lateral condyle fractures. J Pediatr Orthop, **22**: 394-398, 2002.