

소아 전완부 양골 간부 전위 골절에서 일측에 국한된 유연 골수정 내고정술

Single Bone Fixation with Flexible Intramedullary Nail for Displaced Both Forearm Bone Shaft Fractures in Children

윤여현 • 송미현 • 김동준 • 신상진 • 김재광

이화여자대학교 의학전문대학원 정형외과학교실

목적: 본 연구는 소아 전완부 양골 간부 전위 골절에서 일측에 국한된 유연 골수정 내고정술의 유용성에 대해 알아보고자 수행되었다.

대상 및 방법: 2006년 1월부터 2011년 3월까지 일측에 국한된 유연 골수정 내고정술을 시행한 전완부 양골 간부 전위 골절 환자 14명을 대상으로 하였다. 평균 연령은 8.6세(3-12세)였다. 골수정은 요골과 척골 중 골절의 전위가 더 심하거나 정복의 유지가 어려운 쪽에 삽입하였으며, 주로 요골을 고정하였다. 수술 시간, 캐스트 고정 기간, 기능 회복 정도 및 합병증 발생 여부를 조사하였다. 또한 골유합 시까지의 정렬의 유지 상태 및 골절 유합 기간을 평가하였다. 2006년 이전까지 동일한 진단으로 요골과 척골을 모두 내고정하였던 27예를 대조군으로 하여 비교 평가를 시행하였다.

결과: 모든 예에서 골절이 유합되었고 술 후 평균 12주에 일상 생활로의 복귀가 가능하였다. 일측만 내고정한 군에서 수술 시간은 더 짧았으나 캐스트 고정 기간은 더 길었던 점 외에는 두 군 간의 임상 및 방사선 결과에 유의한 차이는 없었다.

결론: 소아 전완부 양골 간부 전위 골절에서 일측에 국한된 유연 골수정 내고정술은 유용한 방법이라 생각한다. 요골 또는 척골 중에는 전위가 심하고 정복의 유지가 어려운 쪽, 주로 요골을 고정하는 방법이 효과적이라 판단된다.

색인단어: 소아 전완부 양골 골절, 일측 내고정술, 유연 골수정 내고정술

서 론

소아 전완부 양골 간부 골절은 소아 상지 골절 중 요골 원위부 골절과 상완골 과상부 골절에 이어 세 번째로 많은 골절이며 전체 소아 골절의 13%를 차지한다.¹⁾ 소아 전완부 골절은 대부분 도수 정복 후 캐스트 고정으로 치료가 가능하나, 수술적 치료가 필요한 경우에는 도수정복 후 유연 골수정을 이용한 내고정술이 좋은 치료법으로 보고되고 있다.^{2,3)} 이 때 통상적으로는 요골과 척골 모두를 유연 골수정으로 고정해왔지만, 최근에는 일측에 국한된 내고정술로도 만족스러운 결과를 얻었다는 보고들이 소개되고 있

다.⁴⁻⁷⁾ 그러나 일측 골수정 내고정 시 요골과 척골 중 어느 쪽을 고정할 것인지에 대해서는 이견이 많은 상태이다.

본 연구는 수술적 치료가 필요한 소아 전완부 양골 간부 전위 골절에서 일측에 국한된 유연 골수정 내고정술을 양측 모두 고정한 경우와 비교하여 그 유용성을 판단하고, 일측만 고정할 경우 요골과 척골 중 어느 쪽을 고정하는 것이 유리한지에 대해 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

소아 전완부 양골 간부 전위 골절에 대한 수술적 치료 시, 본 교실에서는 2005년까지 요골과 척골 양측 모두를 각각 유연 골수정(Synthes®, Paoli, PA, USA)으로 고정하였으나, 2006년부터는 우선적으로 일측에 국한된 유연 골수정 내고정술을 시행하고 있다.

접수일 2012년 3월 14일 수정일 2012년 5월 6일 게재확정일 2012년 6월 4일
교신저자 송미현
서울시 양천구 안양천로 1071, 이화여자대학교 의학전문대학원 정형외과학교실
TEL 02-2650-5144, FAX 02-2642-0349
E-mail wwiw@hanmail.net

Table 1. Summary of 14 Patients Treated by Single Bone Intramedullary Fixation

Case	Age (yr)	Sex	Fracture location		Fixed bone	Type of reduction	Time to union (wk)	Complication
			Radius	Ulna				
1	3	M	Mid	Mid	Ulna	CR	5	-
2	11	F	Distal	Distal	Ulna	OR	16	-
3	5	F	Prox	Mid	Ulna	CR	9	-
4	12	F	Prox	Prox	Radius	Joystick T	10	-
5	4	M	Distal	Distal	Radius	CR	11	-
6	9	M	Prox	Mid	Radius	CR	11	-
7	10	M	Distal	Distal	Radius	CR	14	-
8	8	M	Prox	Mid	Radius	CR	10	-
9	10	F	Prox	Mid	Radius	CR	10	-
10	11	M	Mid	Mid	Ulna	CR	5	-
11	8	M	Distal	Distal	Radius	CR	10	-
12	12	M	Prox	Mid	Radius	CR	5	-
13	12	M	Prox	Mid	Radius	Joystick T	5	-
14	6	M	Mid	Mid	Radius	CR	5	Entry site fracture at nail removal

M, male; F, female; Mid, middle; Prox, proximal; CR, closed reduction; OR, open reduction; Joystick T, Joystick technique.

본 연구는 2006년 이전에 시행된 양측 유연 골수정 내고정술 27예와 2006년 1월부터 2011년 3월까지 시행된 일측 유연 골수정 내고정술 14명의 치료 결과를 비교 대상으로 하였다.

일측 유연 골수정 내고정술을 시행한 14명 중 남아가 10명, 여아가 4명이었다. 치료의 대상 연령은 3세 이상 12세 이하 소아이며, 전완부 양골 간부 전위 골절 중 도수정복에 실패하거나 정복의 유지가 어려운 불안정 골절 또는 수술적 치료를 요하는 개방성 골절을 적응증으로 하였다. 환아들의 평균 연령은 8.6세(3-12세)였다. 골절은 대부분은 비개방성 골절이었으나 1예는 Gustilo 분류 I형의 개방성 골절이었다(Table 1). 모든 예에서 동반 손상은 없었다. 평균 추시 기간은 15개월(10-20개월)이었다.

대조군인 양측 내고정군은 2005년까지 본원에서 전완부 양골 간부 전위 골절 진단하에 동일한 적응증을 적용하여 유연 골수정 내고정술을 시행한 27명을 대상으로 하였다. 모두 남아가 25명, 여아가 2명이었으며, 평균 연령은 10.5세(7-13세)였다. 개방성 골절은 1예였고, 동반 손상은 없었다(Table 2).

모든 환아는 치료가 종결된 상태이며, 의무기록을 통해 수술 시간, 캐스트 고정 기간, 기능 회복 정도 및 합병증 발생 여부를 조사하였고, 영상 기록을 확인하여 정복 이후부터 골유합 시까지의 골 정렬 상태와 골절 유합 기간 및 삽입물 제거 시기를 평가하였다.

2. 방법

전신마취하에 도수정복을 시도하여 골절의 정복 상태와 불안정성을 방사선 영상 증폭기로 확인하여 골절의 정복 상태가 불량하

거나 유지가 어려운 경우에 한하여 내고정을 하였다. 전완부 양골 중 어느 쪽을 고정할 것인지는 다음의 방법으로 정하였다. 요골과 척골 중 도수정복 시도 전의 방사선사진에서 전위 정도가 더 심하거나(Fig. 1) 정복의 유지가 더 어려운 쪽(Fig. 2)을 택하였으며, 양측이 유사한 경우에는 일반적으로 정복의 유지가 더 어려운 요골을 선택하여 내고정하였다.

지혈대를 사용하였고, Lascombes 등⁸⁾의 방법에 따라, 요골은 원위 골단판 2 cm 상방의 배측에 도입부를 정하고 약 2 cm 크기의 종 절개선을 통하여 방사선 영상 증폭기 감시하에 역행적으로 골수정 한 개를 삽입하였다. 척골은 근위 골단판 2 cm 하방의 외측에서 선행적으로 삽입을 시행하였다. 유연 골수정의 굵기(1.5-4.5 mm)는 협부 골수강 직경의 60-80% 범위에서 선택하였다. 골수정의 'C'자형 벤딩은 하지 않았다. 골절은 대부분 도수정복이 가능하였지만 도수정복이 어려울 때에는 골절 부위에 0.5 cm 크기의 피부 절개를 통하여 K-강선이나 작은 지혈 겸자를 삽입하고 유연 골수정의 통과를 돕는 조작-손잡이(joystick) 술식이 필요하였으며, 이러한 방법으로도 실패한 경우에는 골절 부위에 제한적인 절개를 가하여 관혈적으로 정복하였다. 요골 또는 척골에 골수정을 삽입한 후에는 방사선 투시 영상하에서 정복이 안정적으로 유지되는지를 확인하였다. 고정하지 않은 골의 정복 상태가 불량하거나 분쇄 골절 또는 심한 연부조직 손상으로 인해 한쪽을 고정한 후에도 불안정성이 뚜렷하면 나머지 전완골도 고정하는 것으로 계획하였다.

수술 후 3주간 장상지 캐스트 고정을 시행하였고 이후 단상지 캐스트로 교체하여 약 3주간 유지하였다. 정확한 캐스트 제거 시

Table 2. Summary of 27 Patients Treated by Both Bone Intramedullary Fixation

Case	Age (yr)	Sex	Fracture location		Preoperative alignment (degree)				Type of reduction	Time to union (wk)	Complication
			Radius	Ulna	Radius		Ulna				
					AP	Lat	AP	Lat			
1	13	M	Distal	Distal	25	21	35	33	CR	5	-
2	7	M	Prox	Mid	5	5	10	5	CR	5	-
3	13	M	Mid	Mid	17	22	12	22	OR	24	-
4	12	M	Prox	Mid	8	5	15	10	CR	5	-
5	7	F	Mid	Mid	16	35	8	22	CR	14	-
6	8	M	Mid	Mid	8	10	5	6	CR	8	-
7	13	M	Distal	Distal	15	5	10	15	CR	14	-
8	10	M	Prox	Mid	17	31	5	8	CR	5	-
9	10	M	Prox	Prox	10	32	10	17	CR	5	-
10	7	M	Prox	Mid	23	35	15	11	CR	20	-
11	12	M	Prox	Mid	5	16	10	15	CR	5	-
12	11	M	Mid	Prox	5	13	5	16	CR	5	-
13	7	M	Mid	Mid	14	11	14	7	CR	14	-
14	9	M	Distal	Distal	5	13	10	10	CR	12	-
15	10	M	Mid	Mid	5	22	5	22	CR	12	-
16	11	M	Mid	Mid	10	10	15	10	Joystick T	16	-
17	7	M	Prox	Mid	10	10	10	5		CR	5
18	13	M	Distal	Distal	17	19	13	34	CR	16	-
19	13	M	Prox	Mid	5	10	15	10	CR	9	-
20	13	F	Prox	Prox	10	5	20	15	CR	10	-
21	12	M	Prox	Mid	15	5	10	13	Joystick T	11	-
22	12	M	Prox	Mid	16	29	23	39	Joystick T	11	-
23	9	M	Distal	Distal	10	32	25	31	CR	14	-
24	13	M	Prox	Prox	10	10	10	5	Joystick T	10	-
25	11	M	Mid	Mid	19	33	16	26	CR	10	-
26	9	M	Distal	Distal	12	19	12	32	CR	5	-
27	12	M	Distal	Distal	12	17	17	18	CR	10	Refracture

AP, anteroposterior; Lat, lateral; M, male; F, female; Prox, proximal; Mid, middle; CR, closed reduction; OR, open reduction; Joystick T, Joystick technique.

기는 방사선사진상 가골 형성 정도에 따라 결정하였다. 캐스트 제거 후 4-6주간 전완 보호대를 착용시켰고, 세면, 식사, 글씨 쓰기 등 일상생활로의 복귀를 제한적으로 시작하였다. 학교 체육을 포함한 스포츠 활동은 골절의 유합이 확인되면 환자의 연령과 순응도를 고려하여 점진적으로 허용하였다. 골수정의 제거는 방사선사진상 골절의 유합이 완료되고 체육 등 골절 이전의 활동을 모두 정상적으로 수행하고 있는 경우로서, 대개 수술 후 6개월 이후 시점에 가능하였다.

양 군에 대하여 각각 수술 소요 시간, 캐스트 고정 방법과 기간, 골절 유합 시기 및 골절의 정복 유지 상태, 기능적 회복의 정도

와 합병증 발생 여부를 비교하였다. 수술 소요 시간은 피부 절개를 시작으로 하여 피부 봉합까지의 시간으로 정하였다. 골절 유합은 피질골의 4면 중 3면에서 가골 형성이 보이고 골절부 통증이 없는 시점으로 정의하였다. 수술 직후와 수술 2주, 그리고 골 유합 시점까지 4주마다 정기적으로 방사선사진을 촬영하였고, 수술 직후와 골유합 시점의 전후면과 외측면 사진상의 각변형 각도를 술 전 영상의 각변형 각도와 비교 분석하여 전완부 양골의 골정렬 상태와 정복 소실 여부를 확인하였다. 추시 중 10도 이상의 각 변형이 나타나면 고정 실패 또는 정복 유지 실패로 간주하였다. 기능적 회복 정도는 정상생활로의 복귀 정도와 환자의 술 후

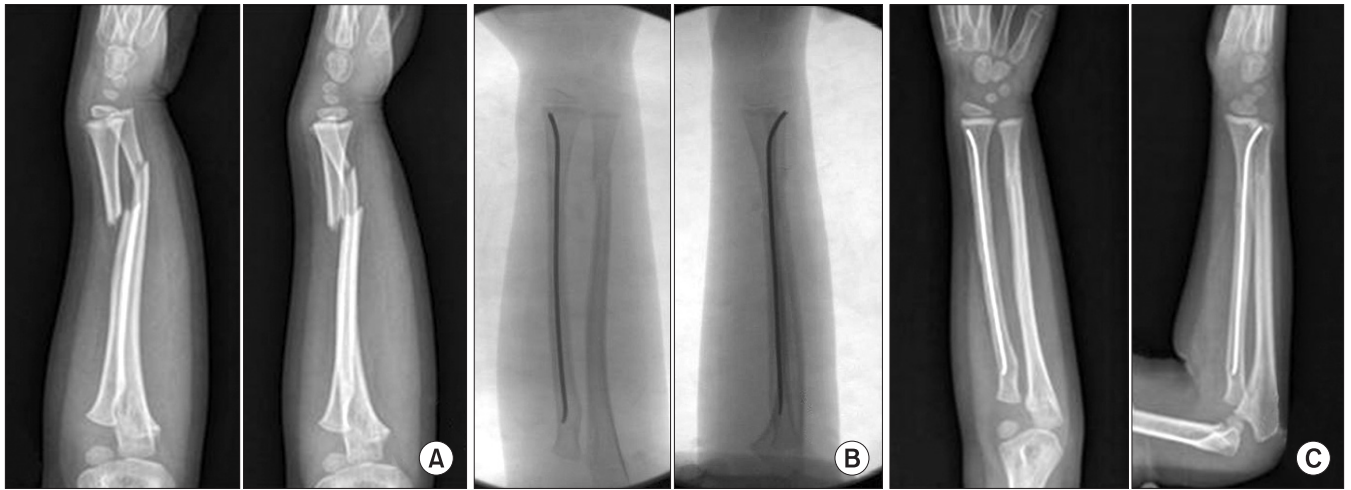


Figure 1. Fixation principle I: The more displaced bone was fixated. (A) Preoperative radiograph of a 12-year-old girl shows the radius was more displaced. (B) Intraoperative fluoroscopy shows the radius was fixated, as it was more displaced. The alignment of the ulnar and its stability were maintained after single bone intramedullary fixation of the radius. (C) Final radiograph shows the alignment of both forearm bones was well maintained until bony union was achieved.

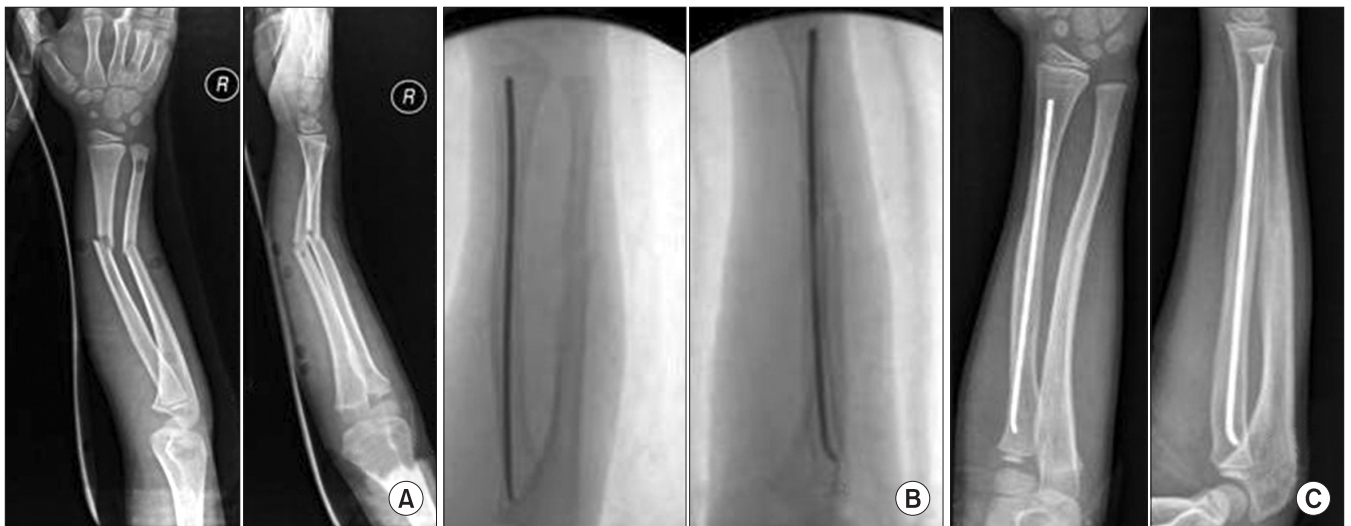


Figure 2. Fixation principle II: The bone more difficult to reduce or control was fixated. (A) Preoperative radiograph of an 8-year-old boy shows both bones were equally displaced. (B) Intraoperative fluoroscopy shows the radius was fixated, as the radius was usually more difficult to reduce and maintain its reduction. The alignment of the ulna and its stability were maintained after single bone intramedullary fixation of the radius. (C) Radiograph shows the alignment of both forearm bones was well maintained until bony union was achieved.

전완부 운동 범위로 판단하였다. 전완부의 운동 범위는 우선 견측과 비교하였을 때 대칭적인 운동 범위를 갖는지 살펴보고, 비대칭적으로 보이면 정확한 각도를 측정하는 것으로 계획하였다. 통계는 양 군의 구성 연령과 수술 소요 시간, 캐스트 고정 기간, 골절 유합 시기의 비교에는 Mann-Whitney U 검정을 사용하였으며, 골절의 정복 유지 상태를 알아보기 위한 각변형 각도의 비교에는 Wilcoxon signed-rank test를 사용하였다. 합병증의 발생 여부는 Fisher exact test를 이용하여 비교하였다. 모든 통계값은 p 값이 0.05 미만일 경우를 통계적인 의미가 있는 것으로 간주하였다.

결 과

일측에 국한하여 유연 골수정 내고정술을 시행한 14예 중 10예(71%)가 요골에, 4예(29%)는 척골에 유연 골수정을 삽입하였다. 수술 소요 시간은 평균 31분(22-45분)이었다. 대부분의 환아에서 도수정복 후 골수정의 삽입이 가능하였으나, 요골 고정 중 2예(14%)는 조작-손잡이 술식의 도움이 필요하였고, 척골 고정 중 1예(7%)에서는 관혈적으로 정복하였다(Table 1). 한쪽 전완골을 내고정한 후 방사선 투시 영상으로 고정하지 않은 골의 불안정성

Table 3. Evaluation of Radiologic Alignment of 14 Patients Treated by Single Bone Intramedullary Fixation*

Variable	Preoperative (degree)	Postoperative (degree)	Follow-up at bony union (degree)
Radius, AP			
Median (IQR)	15.9 (10.0-20.5)	0.7 (0-0)	0 (0-0)
Range	5.0-26.0	0-5.0	0-0
Radius, lateral			
Median (IQR)	15.6 (9.0-21.5)	0.4 (0-0.3)	0 (0-0)
Range	5.0-30.0	0-4.0	0-0
Ulna, AP			
Median (IQR)	17.0 (10.0-25.3)	0.9 (0-2.3)	0.2 (0-0)
Range	0-35.0	0-5.0	0-2.0
Ulna, lateral			
Median (IQR)	18.4 (9.5-26.5)	0.8 (0-1.3)	0.1 (0-0)
Range	5.0-33.0	0-5.0	0-1.0

*Significant reduction was achieved for the ulna and radius as assessed on AP and lateral planes at postoperative ($p=0.001$) and follow-up ($p=0.001$) (Wilcoxon signed-rank tests). No significant loss of reduction between postoperative and follow-up was observed for any variable ($p>0.05$). AP, anteroposterior; IQR, interquartile range.

여부를 확인하였으나, 전례에서 추가적인 조작 없이 고정하지 않은 전완골의 정복과 안정적인 유지가 가능하였으므로 결과적으로 나머지 전완골의 내고정을 시행한 경우는 없었다. 수술 후 3주간 장상지 캐스트를 하고 평균 3주(2-5주)간 단상지 캐스트 고정을 하였다. 골유합은 술 후 평균 9주(5-16주)에 얻었으며, 고정한 골의 고정 실패나 고정하지 않은 골의 정복이 소실된 예는 없었다(Table 3). 골절 유합 완료 후 건측과 비교 시 주관절 또는 완관절 운동의 제한은 없었다. 삽입된 골수정은 수술 4-13개월 후에 제거되었다. 합병증은 1예에서 수술 13개월째 골수정을 제거하던 중 도입부의 골절이 발생한 것이었다(Fig. 3). 그 외에 부정유합, 불유합, 지연유합, 재골절 등의 합병증은 없었다.

요골과 척골을 모두 고정한 군은 Table 2의 결과가 확인되었으며, 두 군 간의 비교 결과는 Table 4와 같았다. 양 군 간에 골절 유합 시기 및 골절 정복의 유지 상태, 기능적 회복 정도는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 대조군에서도 일측 내고정군과 동일하게 골유합을 확인하고 6개월이 경과한 후 골수정을 제거하였으나, 1예에서 제거술 8개월 뒤에 골절부의 재골절이 발생하여 골수정의 재삽입을 시행하였다. 양 군 모두 합병증은 각 1예로, 통계적인 의미는 없었다($p>0.999$). 수술 시간은 일측 내고정한 군이 평균 31분으로서, 양측 내고정한 군의 평균 57.6분보다 절반 가까이 단축되었다($p<0.001$). 캐스트 고정 기간은 일측 내고정군이 평균 6주(5-8주)로 양측 고정한 군의 평균 3.7주(1-7주)에 비해 긴 것도 유의한 차이점이었다($p<0.001$).



Figure 3. A complication occurring in single bone intramedullary fixation. (A) Radiograph was taken just before nail removal at postoperative 13 months. (B) A fracture developed at the entry site of the nail during the difficult procedure of nail removal.

고 찰

수술적 치료가 필요한 소아의 전완부 양골 간부 전위 골절에 대하여 일측에 국한하여 유연 골수정 내고정술을 시행하였으며, 양측 모두 고정한 군과 동등하게 우수한 골유합 조건 및 임상 결과를 얻었다.

소아의 전완부 양골 간부 골절은 대부분 도수정복 후 캐스트 고정만으로도 치료가 가능하나, 15-31%의 경우에는 정복의 유지에 실패할 수 있다.^{8,9)} 일반적으로 도수정복에 실패하거나 정복의 유지가 어려운 불안정 골절, 개방성 골절, 동측 주관절 골절을 동반한 소위 'floating elbow' 및 신경 및 혈관 손상이 동반된 경우에는 수술적 치료를 시행하게 된다.^{10,11)} 최근에는 유연 골수정 내고정술과 같은 간단하고도 효과적인 치료법이 발달하면서, 비교적 초기에 캐스트 제거가 가능하고 부정유합을 방지할 수 있다는 장점을 이유로 수술의 적응증이 점차 확대되는 추세이다.^{2,4)} 본 교실에서는 위의 일반적 수술 적응증 외에도 재형성 능력이 상대적으로 떨어지는 8세 이상 환자의 불안정 골절을 내고정술의 상대적인 적응증으로 고려하고 있다.

소아 전완부 양골 간부 골절의 내고정술에는 주로 금속판 또는 유연 골수정을 사용하는데, 환자의 나이와 골절 양상에 따라 적절한 삽입물을 선택하게 된다. 대부분의 12세 이하 소아에서는 유연 골수정 내고정술이 보편적이다. 금속판 내고정술과 비교하였을 때, 최소 침습 시술이 가능하여 골절 부위 연부조직의 추가적인 손상을 최소화할 수 있고, 골 정렬을 유지한 상태로 골절부의 미세 운동을 허용하여 가골 형성을 통한 골절 유합이 촉진되는 장점이 있기 때문이다.^{4,5,12)} 또한 시술 방법이 기술적으로 쉽고 시술 시간이 짧으며 입원 기간도 상대적으로 짧을 뿐 아니라, 삽입물 제거술 후의 재골절 발생률이 금속판보다 적은 점도 중요한

Table 4. Comparison of the Single Bone Fixation Group with the Both Bone Fixation Group

Variable	Single bone fixation	Both bone fixation	p-value
Number of patients	14	27	
Age (yr)			
Median (IQR)	8.6 (5.8-11.3)	10.5 (9.0-13.0)	0.052
Range	3.0-12.0	7.0-13.0	
Operation time (min)			
Median (IQR)	31.0 (26.0-33.3)	57.6 (52.0-62.0)	<0.001
Range	22.0-45.0	42.0-70.0	
Period of cast-off (wk)			
Median (IQR)	6.0 (5.0-7.0)	3.7 (2.0-4.0)	<0.001
Range	5.0-8.0	1.0-7.0	
Time to union (wk)			
Median (IQR)	9.0 (5.0-11.0)	10.4 (5.0-14.0)	0.446
Range	5.0-16.0	5.0-24.0	
Duration of functional recovery (wk)			
Median (IQR)	12.0 (11.0-13.0)	12.0 (11.0-13.0)	0.908
Range	11-14	11-14	
Complication	1	1	>0.999

IQR, interquartile range.

장점이다. 그러나 연부조직의 손상이 큰 Gustilo III형 개방성 골절이나 골절의 분쇄 정도가 심한 경우에는 외고정 또는 좀 더 견고한 고정기 가능한 금속판을 사용한 내고정술이 좋은 선택일 수 있다. 또한 13세 이상의 청소년은 이미 성인 수준의 신체 발달을 보이는 경우가 많고 골절 유합 기간이나 재형성 능력이 어린 아이들보다 떨어지기 때문에 성인 골절과 마찬가지로 해부학적 정복 및 견고한 금속판 내고정술을 우선적으로 고려할 필요가 있다.

통상적으로는 전완부 양골 간부 전위 골절의 내고정 시에 요골과 척골 모두를 고정하였으나, 최근에는 일측 내고정술로 우수한 임상 결과를 보고하는 여러 논문들이 소개되고 있다.⁴⁻⁷⁾ 해부학적으로 윤상 인대(annular ligament)와 골간막(interosseous membrane)과 같은 연부조직에 의하여 요골과 척골이 서로 연결되어 있기 때문에 도수정복 후 한쪽만 고정하여도 나머지 골절의 정복도 안정적으로 유지가 가능하다는 것이 일측 내고정술의 이론적 배경이다.²⁾ 본 연구에서도 소아 전완부 양골 간부 전위 골절에 대하여 요골과 척골 중 한쪽만 택하여 내고정하였으며 고정한 골의 고정 실패나 고정하지 않은 골의 정복이 소실된 예 없이 만족스러운 골절 유합을 얻을 수 있었으며 우수한 치료 성적을 얻었다. 오히려 수술 시간은 양측 모두 내고정한 군에 비해 약 절반으로 단축되는 장점이 있었다. 비록 본 연구에서는 통계적 의의를 얻지는 못하였지만, 요골과 척골 모두에 골수정을 삽입하고 제거하는 과정에서 발생할 수 있는 합병증의 가능성을 최소화할 수 있

다는 점도 장점이라 생각한다. 유일한 단점으로는 초기 골절 유합 과정에 캐스트를 이용한 부가 외고정 기간이 다소 길다는 점이다.^{4,5)} 일측 내고정 시 부가적인 외고정 기간은 저자에 따라 차이가 있어 3-6주 정도로 제시되고 있는데, 저자들은 수술 후 3주간의 장상지 캐스트 고정과 3주간의 단상지 캐스트를 시행하였다. 캐스트 착용 기간이 금속판 내고정이나 양골 골수정 내고정에 비하여 다소 길지만 소아 골절의 특성상 캐스트 제거 후 회복이 빠르고 캐스트로 인한 후유증이 거의 없기 때문에 일측 유연 골수정 내고정술은 충분히 유용한 방법이라 생각한다.

다만 일측 유연 골수정 내고정 시 요골과 척골 중 어느 쪽을 선택하여 고정할 것인지에 대해서는 아직 많은 이견이 있다. Myers 등⁴⁾과 Houshian과 Bajaj⁵⁾는 요골과 척골 중 술 전 방사선 영상에서 전위가 더 심한 곳을 먼저 고정한 후 안정성을 확인하여 추가적인 고정 여부를 결정할 것을 권고하였다. 또한 Kirkos 등⁷⁾은 척골에 비해 상대적으로 더 복잡한 기능을 수행하는 요골을 고정하는 것이 기능 회복에 우월하다고 주장하였다. 반면에, Dietz 등⁶⁾은 굴곡력이나 염전력의 안정성 유지에 척골이 더 결정적으로 기여한다는 이유로 척골의 고정을 주장하였는데, 이들의 보고에 의하면 38예 중 13예(34%)가 고정하지 않은 요골 측의 정복 소실을 보였다. 저자들은 기본적으로 Myers 등⁴⁾의 algorithm과 같이 요골과 척골 중 전위가 더 심하거나 정복이 어려운 쪽을 고정하는 것을 원칙으로 하였다. 다만 양쪽이 비슷한 경우에는 부착된 연부조직이 많아 정복의 유지가 상대적으로 어려운 요골을 고정하였으며

결과적으로는 요골을 고정한 경우가 두 배 이상 많았다. 모든 예에서 요골 또는 척골에 골수정을 삽입한 후에는 방사선 투시 영상하에서 정복이 안정적으로 유지되는지를 확인하여, 한쪽을 고정한 후에도 고정하지 않은 골의 정복 상태가 불량하거나 불안정성이 뚜렷하면 나머지 전완골도 고정하는 것으로 계획하였으나 실제로 추가 고정한 예는 없었다. 골유합 시까지 추시한 결과 고정한 골의 고정 실패나 고정하지 않은 골의 정복이 소실된 예가 없었던 점으로 미루어 보아 저자들의 방법은 효과적이라고 판단한다.

골수정의 제거 시기에 대하여 저자별로 상당한 편차가 있다. Shoemaker 등³⁾은 조기 골수정 제거로 인해 재골절이 발생할 수 있으므로 최소 4주 이상 골수정을 유지할 것을 권고하였다. Lascombes 등⁸⁾은 수술 후 4-10개월 이상 골수정 제거를 지연하는 것도 재골절의 가능성을 증가시킬 수 있다고 주장하였다. 본 교실에서는 방사선사진상 골절의 유합이 완료되고 체육 등 골절 이전의 활동을 모두 정상적으로 수행하고 있는 경우에 골수정 제거술이 가능하다고 판단하였으며, 대개 수술 후 6개월 이상 경과 시점이 바람직하다고 보았다. 그러나 현실적으로 삽입물 제거술을 방학 중에 원하는 경우가 많아 제거 시기가 상당히 늦어진 경우가 있었다. 수술 13개월째 골수정 제거술을 시행하던 중 요골 원위부의 골수정 도입부가 골조직에 매몰되어 결국 도입부 골절이 발생한 1예가 있었는데, 따라서 성장기 어린이에서 제거술을 지나치게 지연시킬 필요는 없다고 생각한다.

본 연구는 연구군의 증례 수가 14명으로 작기 때문에 통계적 검증 방법이 제한될 수밖에 없으며, 후향적 연구이므로 대조군과의 비교 방법에도 한계가 있다. 그러나 본 교실의 경험이 시사하는 바, 소아 전완부 양골 간부 전위 골절에서 유연 골수정 내고정 시 한쪽만 택하여 고정하여도 무방할 수 있다는 주장에 대한 제한적인 근거가 될 수 있다고 보며, 이에 대한 결론은 여러 기관에서 다양한 양상의 치험례가 충분히 축적된 이후에 가능하리라 생각한다.

결론

소아의 전완부 양골 간부 전위 골절에서 요골과 척골 중 한쪽에 국한하여 유연 골수정으로 내고정하여도 양 골을 모두 고정한 군과 동일하게 만족할만한 골절 유합 조건 및 임상 결과를 얻을 수 있었다. 또한, 시술 시간을 절반으로 단축시킬 수 있고, 두 부위의 수술을 하는 부담을 덜 수 있다는 점에서 유용한 방법이라 생각한다. 요골과 척골 중 어느 쪽을 고정할지에 대한 판단은 술 중

투시 영상에서 전위가 심하고 정복의 유지가 어려운 쪽을 택하는 것이 효과적이라고 판단된다.

참고문헌

1. Benson M, Fixsen J, Macnicol M, Parsch K. Children's orthopaedics & fractures. 2nd ed. New York: Churchill Livingstone; 2002. 609-32.
2. Flynn JM, Waters PM. Single-bone fixation of both-bone forearm fractures. J Pediatr Orthop. 1996;16:655-9.
3. Shoemaker SD, Comstock CP, Mubarak SJ, Wenger DR, Chambers HG. Intramedullary Kirschner wire fixation of open or unstable forearm fractures in children. J Pediatr Orthop. 1999;19:329-37.
4. Myers GJ, Gibbons PJ, Glithero PR. Nancy nailing of diaphyseal forearm fractures. Single bone fixation for fractures of both bones. J Bone Joint Surg Br. 2004;86:581-4.
5. Houshian S, Bajaj SK. Forearm fractures in children. Single bone fixation with elastic stable intramedullary nailing in 20 cases. Injury. 2005;36:1421-6.
6. Dietz JF, Bae DS, Reiff E, Zurakowski D, Waters PM. Single bone intramedullary fixation of the ulna in pediatric both bone forearm fractures: analysis of short-term clinical and radiographic results. J Pediatr Orthop. 2010;30:420-4.
7. Kirkos JM, Beslikas T, Kapras EA, Papavasiliou VA. Surgical treatment of unstable diaphyseal both-bone forearm fractures in children with single fixation of the radius. Injury. 2000;31:591-6.
8. Lascombes P, Prevot J, Ligier JN, Metaizeau JP, Poncelet T. Elastic stable intramedullary nailing in forearm shaft fractures in children: 85 cases. J Pediatr Orthop. 1990;10:167-71.
9. Verstrecken L, Delronge G, Lamoureux J. Shaft forearm fractures in children: intramedullary nailing with immediate motion: a preliminary report. J Pediatr Orthop. 1988;8:450-3.
10. Fuller DJ, McCullough CJ. Malunited fractures of the forearm in children. J Bone Joint Surg Br. 1982;64:364-7.
11. Blount WP. Forearm fractures in children. Clin Orthop Relat Res. 1967;51:93-107.
12. Hunter JB. The principles of elastic stable intramedullary nailing in children. Injury. 2005;36 Suppl 1:A20-4.

Single Bone Fixation with Flexible Intramedullary Nail for Displaced Both Forearm Bone Shaft Fractures in Children

Yeo-Hon Yun, M.D., Mi-Hyun Song, M.D., Dong Jun Kim, M.D., Sang-Jin Shin, M.D., and Jae Kwang Kim, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Ewha Womans University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: In the present study, the usefulness of single bone flexible intramedullary nail fixation in pediatric displaced both forearm bone shaft fractures was evaluated.

Materials and Methods: From 2006, we treated 14 consecutive pediatric both forearm bone shaft fractures using a single bone flexible intramedullary fixation. The average age of patients was 8.6 years (range, 3-12 years). We nailed the one bone of the two that showed either greater deformity in the initial radiographs, or difficulty in maintaining reduction, which in our cases was usually the radius. The operation time, duration of cast removal, functional recovery and complications were evaluated. The bony alignment, maintained until bony union, was analyzed by radiographic assessment. These data were compared with 27 cases of both bone nailing, which was the standard treatment in our institution prior to 2006.

Results: All cases in both groups healed without secondary intervention. All cases recovered to a normal functional status after postoperative average 12 weeks. In regards to their clinical and radiographic results, there was no significant difference between the single bone fixation group and the both bone fixation group, except that there was a shorter operation time, and longer period of cast immobilization, for the single bone fixation group.

Conclusion: Single bone flexible intramedullary fixation is a useful method for the treatment of displaced forearm bone shaft fractures in children. The strategy of fixating the bone that exhibits greater deformity or difficulty in maintaining reduction, which was usually the radius, was found to be effective in our cases.

Key words: paediatric both forearm bone fracture, single bone fixation, flexible intrameduallary nail fixation

Received March 14, 2012 **Revised** May 6, 2012 **Accepted** June 4, 2012

Correspondence to: Mi-Hyun Song, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Ewha Womans University College of Medicine, 1071, Anyangcheon-ro, Yangcheon-gu, Seoul 158-710, Korea

TEL: +82-2-2650-5144 **FAX:** +82-2-2642-0349 **E-mail:** wwwiwhanmail.net