

연성 골수정을 이용한 소아 상완골 간부 골절의 치료

Operative Treatment of Pediatric Humeral Diaphyseal Fractures with Flexible Intramedullary Nails

곽윤해 • 민슬기 • 이용범 • 박건보*

한림대학교 의과대학 한림대학교성심병원 정형외과학교실, *인제대학교 의과대학 정형외과학교실

목적: 소아 상완골 간부 골절은 일반적으로 비수술적으로 치료한 결과가 좋기 때문에 대부분 보존적 방법으로 치료하게 된다. 그러나 도수 정복이 적절히 유지되지 않거나 개방성 골절 혹은 동반 골절이 있는 경우 등에 한하여 수술적 치료를 요하기도 한다. 본 연구에서는 소아 상완골 간부의 수술적 적응증이 되는 제한된 환아에 대하여 연성 골수정을 이용한 치료의 결과를 보고하고자 한다.

대상 및 방법: 2009년 3월부터 2011년 9월까지 소아 상완골 간부 골절의 발생 후 연성 골수정을 이용하여 수술을 시행한 환아 12명을 대상으로 후향적으로 연구하였다. 수술의 적응증은 개방성 골절, 적절한 정복을 유지할 수 없는 경우, 다발성 골절, 재골절 그리고 신경 손상 등이었다. 모든 예에서 연성 골수정을 이용하였으며 골절의 발생 부위를 고려하여 전방 혹은 후방에서 2개의 골수정을 삽입하였다.

결과: 평균 15개월 동안 추시하였고 최종 추시까지 모든 환자에서 적절한 골유합을 얻었다. 수술 과정에서 신경 및 혈관 합병증은 발생하지 않았으며 수술 후 염증 소견도 관찰되지 않았다. 4명의 환아에서 골수정 삽입부의 자극을 호소하였고 이 중 두 명의 환아에서 통증 및 불편감을 호소하여 수상 후 6주에 내고정물을 제거하였다. 한 명의 환아에서 술 후 약 6개월경 근위 골수정 삽입부를 따라 비전위 골절이 발생하였다. 최종 추시에서 모든 환아에서 적절한 운동 범위를 회복하였고 수상 전 활동으로 복귀하였다.

결론: 소아의 상완골 간부 골절에서 연성 골수정을 이용한 고정법은 효과적인 방법으로서 수술적 고정을 요하는 환아에서 적절한 방법으로 사용될 수 있을 것으로 생각한다.

색인단어: 상완골, 간부, 골절, 연성 골수정

서 론

소아 상완골 간부 골절은 소아 상완골 골절의 약 10% 이하를 차지하며 전체 소아 골절의 약 2-5.4%로 흔한 소아의 과상부 골절에 비해 상대적으로 적게 발생한다.¹⁾ 잘 넘어지는 3세 이하 혹은 성인과 같은 외력으로 다치기 쉬운 12세 이상의 환아에서 호발하며,²⁾ 심한 외력에 의해 발생하기 때문에 중간대의 나이에서는 근위 상완골에 호발하는 단순 골낭종에 의한 병적 골절과 관련되는 경우를 제외하고는 발생빈도가 낮다.³⁾ 직접적인 손상, 낙상 및 교

통사고 등 심한 외상에 의해 발생하여 횡형 골절이 많으며, 투구 자세와 같은 스포츠 손상에서는 나선형 골절의 형태로 발생할 수도 있다.⁴⁾

일반적으로 소아 상완골 간부 골절은 석고 고정 및 보조기 등의 보존적 방법으로 결과가 좋고 부정 선열에 대하여 기능 제한을 보이는 경우가 드물기 때문에 침습적인 수술적 치료를 요하지 않는다.^{5,6)} 수술적 적응증은 다발성 외상, 개방성 골절 및 두부 손상 등이 동반된 경우, 적절한 도수 정복을 얻을 수 없는 경우 등에 제한되어 있다.³⁾ 성인에서는 금속판, 골수정 및 외고정 등 다양한 수술적 방법이 보고되고 있으나 소아 청소년에서는 장골 골절에 많이 사용되고 있는 연성 골수정을 이용하는 방법을 사용할 수 있다. 연성 골수정은 다른 방법에 비해 작은 절개로 연부조직 손상이 적은 비교적 비침습적 수술 방법으로 수술 방법이 용이하여 쉽게 시행할 수 있는 장점이 있어 많이 사용되는 방법이다.⁷⁻⁹⁾

발생 빈도가 적고 보존적 치료 방법을 주로 시행하기 때문에

접수일 2012년 3월 12일 수정일 2012년 4월 10일

게재확정일 2012년 4월 25일

교신저자 박건보

부산시 해운대구 해운대로 875, 인제대학교 의과대학 해운대백병원 정형외과학교실

TEL 051-797-0611, FAX 051-797-2203

E-mail kunbopark@gmail.com

Table 1. Patient Demographics and Surgical Indications

Patient	Gender	Age at injury (yr)	Side	Injury site	Nail entry site	Open fracture	Mechanism of injury	Associated injuries	Surgical indication	Complication	Hardware removal (mo)	Follow-up (mo)
1	M	12.6	L	Distal 1/3	Antegrade	Yes	Fall from 2 m	None	Open fracture	Insertion site fracture	0	10
2	M	15.7	L	Distal 1/3	Antegrade	Yes	Fall from 15 m	Contralateral calcaneus and metatarsal fracture, ipsilateral metatarsal fracture, L3 compression fracture	Polytrauma and open fracture	Varus 12°	X	10
3	M	14.4	L	Distal 1/3	Antegrade	No	Pull suddenly	None	Delayed development	None	0	8
4	F	10.9	L	Mid	Retrograde	No	Fall from bar	None	Reduction loss	None	0	35
5	M	14.5	L	Mid	Retrograde	No	Direct trauma	None	Butterfly frag/unstable	Pin site irritation	0	6
6	M	9.7	R	Proximal 1/3	Retrograde	No	Pull suddenly	None	Proximal shaft	Pin site irritation	0	24
7	M	10.5	R	Mid	Retrograde	No	Direct trauma	None	Reduction loss	None	X	15
8	M	14.7	L	Mid	Retrograde	No	Direct trauma	None	Radial nerve palsy	None	0	12
9	M	10.9	R	Mid	Retrograde	No	Direct trauma	None	Refraction	None	0	13
10	F	7.2	L	Distal 1/3	Retrograde	No	Pedestrian traffic accident	Skull fracture, pneumocephalus	Polytrauma	Pin site penetration/Recurvatum 15°	0	33
11	M	12.4	L	Distal 1/3	Retrograde	Yes	Fall from jar	None	Open fracture	None	0	12
12	M	13.9	R	Proximal 1/3	Retrograde	No	Direct trauma	None	Reduction loss	Pin site penetration	0	7

M, male; F, female; L, left; R, right; Mid, middle.

성인의 상완골 간부 골절과 달리 소아 상완골 간부 골절은 수술적 치료 방법에 대한 연구가 미미한 바 본 저자들은 수술적 적응증에 해당하는 소아 상완골 간부 골절 환자에서 연성 골수정을 이용한 고정법의 결과 및 합병증에 대하여 보고하고자 한다.

대상 및 방법

2009년 3월부터 2011년 9월까지 한림대학교 성심병원에서 2명의 소아정형외과 전문의에 의해 상완골 간부 골절에 대해 연성 골수정을 이용한 수술적 치료를 시행한 소아 청소년 환자 중 6개월 이상의 추시 관찰이 가능하였던 환자 12명을 대상으로 하였다 (Table 1). 환자의 의무기록을 이용하여 수상 기전, 개방성 골절 유무, 동반 골절, 타과 손상 유무 및 환자 운동 각도 등을 평가하였다. 수상 당시와 수술 후 그리고 3개월 및 6개월 추시의 방사선 검사를 이용하여 골절 양상을 분류하고 골유합을 평가하였다.

수술 방법으로는 골절부에 따라 전향적 골수정 삽입과 후향적 골수정 삽입법을 모두 사용하였다.¹⁰⁾ 모든 환자에서 2개의 titanium 재질의 유연성 금속정을 이용하였으며(Titanium elastic nail, Synthes, West Chester, PA, USA) 유연성 금속정의 고정 원리에 의해 골수 내강의 40%에 해당하는 같은 크기의 금속정을 사용하였다. 원위 1/3 부위 골절에 대해서는 전향적 삽입을 시행하였으며 삼각근 원위부 중심으로 약 3 cm의 피부 절개를 가하고 연부조직

과 근막을 절개하여 상완골을 노출한 후 직각으로 삽입구의 위치를 잡은 후 45도로 각을 주어 삽입구를 확장한 후 금속정의 삽입을 시행하였다. 첫 번째 삽입한 금속정을 골절부까지 접근하도록 한 후 두 번째 금속정은 약 1 cm 상방에 삽입구를 형성하여 같은 방법으로 삽입하였다. 정복을 시행한 후 첫 금속정을 골절부를 가로질러 진행시키고 두 번째 금속정도 진행시키며 정복을 유지하며 과상부까지 진행하여 골절을 고정하였다. 골절의 안정성을 평가하고 연부조직의 상태를 확인한 후 피하에 금속정 끝이 묻히도록 하고 추후 제거를 할 수 있도록 끝단을 남겨두었다. 근위 1/3 부위 골절과 중간부 골절에 대해서는 후향적 삽입을 시행하였다. 후향적 삽입은 외측 상과부에서 2개의 삽입구를 형성하여 같은 방법으로 같은 크기의 골수정을 이용하여 골절을 고정하였다 (Fig. 1). 수술 후 추가적인 부목 고정은 시행하지 않았으며 2주간 팔걸이로 보조하였다. 물리 치료는 전 예에서 요하지 않았으며 수상 후 2주, 6주, 3개월 및 6개월에 정기적인 추적 검사를 시행하여 방사선 검사와 임상 소견을 종합하여 골유합을 평가하였고 환자의 관절 운동 각도를 평가하였다.

결 과

12명의 환자 중 2명은 여아였고 10명은 남아였다. 수상 당시 평균 연령은 10년 6개월이었고 수상부위는 좌측이 8예, 우측이 4예였으며 개방성 골절은 3예였다. 평균 15개월의 추시 관찰을 시행하였고 10명의 환자에서 내고정물을 제거하였으며 평균 수상 후 8개월에 시행하였다. 직접 손상이 6예, 낙상이 원인이 된 경우가 4예, 비틀림 손상이 2예 순이었다. 2명의 환자에서 동반 골절이 있었고 한 명의 환아는 양하지 골절이, 다른 한 명의 환아는 두개골 골절 및 두부 손상이 있었다. 1명의 환자에서 요골신경 마비 소견이 관찰되었고 초기 신경 손상 여부가 확인되지 않은 채 정복 후 부목 고정 상태로 타 병원에서 전원되었다.

원위 1/3 상완골 간부 골절이 관찰되는 5명의 환자 중 후향적 삽입이 어려운 3명의 환자에서 전향적 골수정 삽입을 시행하였고 중간부 골절을 보이는 5명의 환아와 근위 1/3 상완골 간부 골절을 보이는 환아 2명 등 모두 9명의 환자에서 후향적 골수정 삽입을 시행하였다. 요골신경 손상이 관찰되는 환아에서 골절부의 관혈적 정복을 시행하며 신경 손상 여부를 탐색하였으나 신경 열상 소견은 관찰되지 않았고 3명의 개방성 골절 환아에 대해서는 개방성 창상이 크지 않아 모두 비관혈적 정복을 시행하였다.

전 환자에서 수술 후 6주경 골유합 소견이 관찰되었고 3개월경 재형성이 진행되는 소견이 관찰되었다. 최종 추시에서 모든 환아에서 수상 전 상태의 관절 운동을 회복하였다. 수술 직후 합병증은 보이지 않았으나 4명의 환자에서 금속정 삽입부의 통증을 호소하였고 그 중 두 명의 환자에서 삽입된 금속이 노출되어 수술 후 약 6주에 골유합 소견을 관찰하고 금속정을 제거하였고 다른



Figure 1. Patient 12. (A) Anteroposterior radiograph of the humerus with proximal 1/3 shaft fracture. (B) Fracture was stabilized with 2 titanium elastic nails by 2 lateral retrograde insertions.

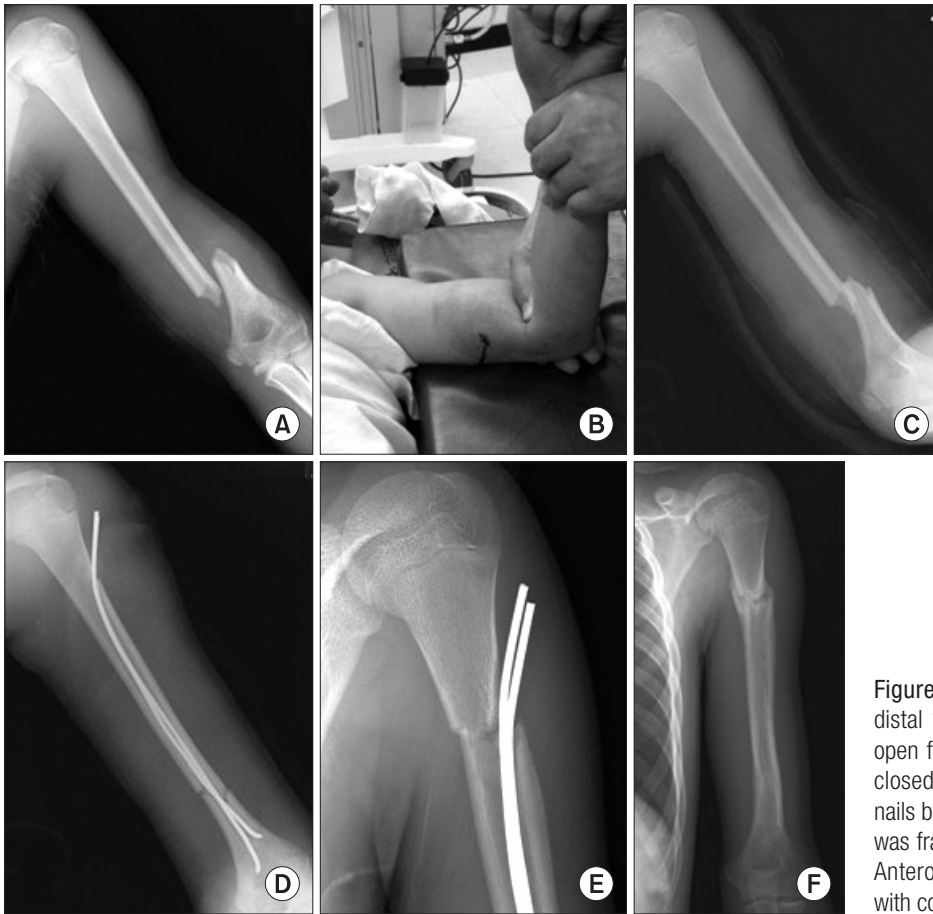


Figure 2. Patient 1. (A-C) A 12-year-old boy with distal 1/3 shaft fracture of the humerus. It was an open fracture and reduction was not maintained by closed method. (D) Fracture was stabilized with 2 nails by antegrade insertion. (E) After 6 months, there was fracture next to insertion site by minor injury. (F) Anteroposterior radiograph showed fracture union with conservative treatment.

2명의 환아는 호전되어 경과 관찰하였다. 두 명의 환아에서 각형성을 보였고 모두 원위 1/3의 골절 소견을 보이는 환아였으며 한 환아는 원위부의 약 12도 내반 소견으로 관찰되었으나 기능적 제한은 보이지 않았으며 다른 환아의 경우에는 측면상 약 15도 전굴되었으나 기능적 제한 소견이 관찰되지 않아 경과 관찰 중에 있다. 전향적으로 삽입을 시행한 한 명의 환아에서 수상 후 약 6개월경 금속정 삽입부로 작은 외상에 비전위골절이 발생하여 금속정을 제거하고 L자형 보조기를 4주간 적용하였고 골유합 소견을 확인하였다(Fig. 2).

고 찰

상완골 간부 골절의 치료 목표는 변형을 최소화하고 골유합을 이루어 골절 이전의 기능을 회복하는 데 있으므로 비수술적 치료를 우선 고려하게 되며, 특히 소아의 상완골 간부 골절은 높은 골재생력을 갖고 골유합률이 높다는 점에서 주로 보존적 치료를 시행하고 있다.^{5,6)} 따라서 제한된 적응증에 한해 수술적 치료를 고려하고 있다.

본 연구에서는 12명의 환아 중에서 7명의 환아에서 정복이 유지되지 않았고 다음으로 2명의 환아에서 다발성 골절이, 3명의 환

아에서 개방성 골절이 있어 수술을 시행하였고 1명의 환아에서 신경 손상이, 1명의 환아에서 개방성 골절과 다발성 골절의 중복된 적응증을 보였다. 가장 많은 원인이 된 정복 유지의 소실 중 한 명의 환아에서는 나선형으로 저에너지 골절 양상이었으나 인지 발달 장애가 있어 적절한 부목 고정이 유지되지 않아 수술적 치료를 고려하였고 6주에 골유합 소견을 관찰한 후 6개월에 금속정 제거를 시행하였다. 한 명의 환아에서 6주간 U-부목 고정을 시행하여 골유합을 얻은 후 부목 제거 직후 작은 외상에 재골절이 발생하여 수술적 치료를 시행하였다. 비수술적 치료 과정에서 환아가 부목 고정이나 현수 석고 고정, 기능성 보조기 등을 약 4-6주간 유지해야 하고 증상의 호전과 함께 정복 소실 유무 등을 주기적으로 관찰해야 하기 때문에 잦은 외래 추시 관찰을 요하는 어려움이 있다.¹¹⁾ 따라서 유연성 금속정 수술 후 팔걸이를 약 2주간 보조한 후 적극적 체육 활동을 제외한 일상 활동에 복귀하며 수술 후 2주 및 6주에 경과 관찰을 하는 것은 두 가지 방법을 모두 경험한 1예에서 환아와 보호자에게 만족도가 높았으나 수술적 치료와 보존적 치료의 적응증이 달라 이를 비교한 문헌의 보고는 없었다(Fig. 3).

근위 1/3 골절 환아 2명 모두에서 도수 정복이 적절한 선열을 유지하지 못해 수술적 치료를 고려하였으며 유연성 금속정을 이

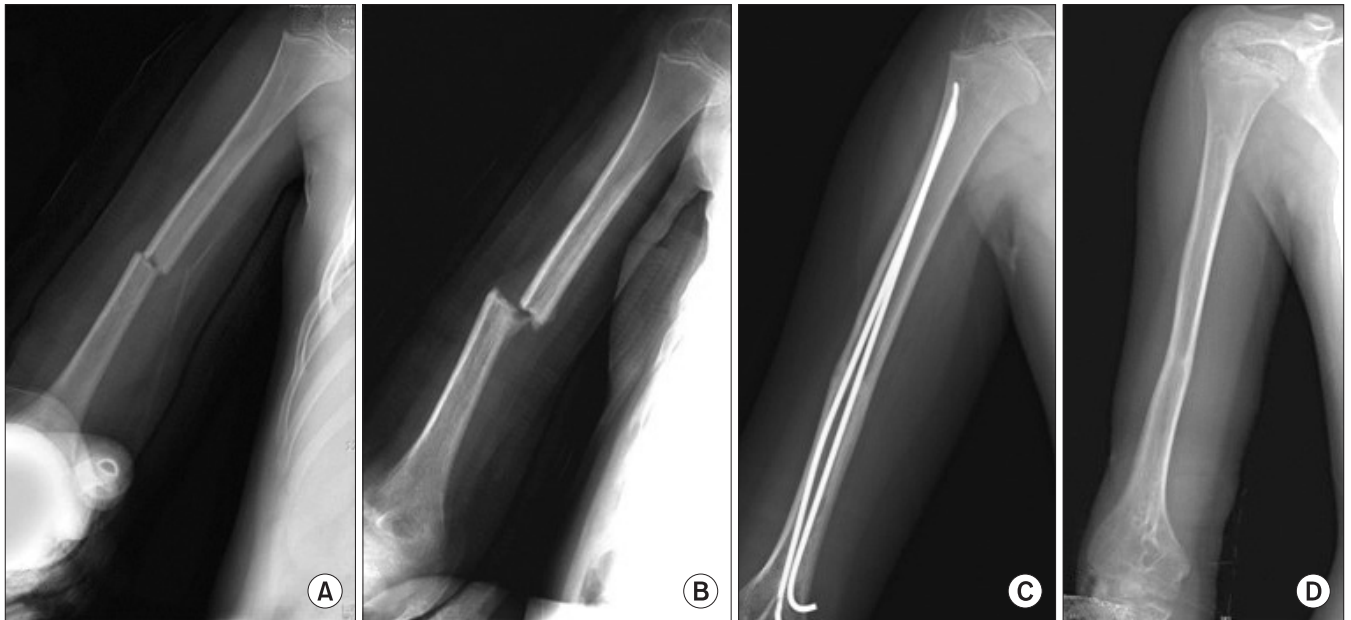


Figure 3. Patient 9. (A) Reduction was maintained by closed method and U plaster. (B) After 6 weeks, this 10-year-old boy was hit by his friend and refracture happened. (C) Fracture was fixed with 2 titanium elastic nails. (D) After 13 months, anteroposterior radiograph showed well union status without complications.

용한 수술적 정복술을 이용하여 적절한 유합과 선열을 얻었다. Hutchinson 등¹²⁾은 소아 근위 경골 골절에 대하여 경피적 핀고정술과 유연성 금속정 고정술을 비교한 바 있으며 경피적 핀고정술은 주로 핀 주위 감염에 의한 합병증으로 전체 합병증이 금속정에 비해 높은 단점이 있으며 유연성 금속정 고정술은 술 후 선열은 좋으나 수술 시간이 길고 제거를 위해 수술을 한 차례 더 받아야 하는 단점이 있어 술자와 환자의 상황을 고려하여 수술 방법을 결정할 것을 권하고 있다. 본 저자들의 경우 상완골 경부 골절의 경우에 비관혈적 정복술 및 경피적 핀고정술을 시행하나 하방의 간부 골절에 대해서 적절한 정복을 얻을 수 없는 경우에 한하여 금속정 고정술을 시행하였다.

후향적 금속정 삽입법은 상과 부위에 금속정을 고정하므로 비교적 단단하지 않은 골조직에 삽입구를 형성하게 되고 전향적 방법은 단단한 피질골에 삽입구를 형성하므로 상대적으로 쉽게 적용할 수 있어 원위 1/3 골절 중에서 과상부 직상방을 제외한 9명의 환자에서 우선적으로 시행되었다. 후향적 삽입 시 모든 환자에서 외측 삽입구만을 이용하였는데 내, 외측 삽입구를 이용하는 경우에는 내측에 추가적인 절개선이 필요하고 척골신경을 주의하며 접근해야 하기 때문에¹⁰⁾ 저자들은 우선적으로 후향적 외측 삽입을 고려하였다. 4명의 환자에서 핀 주위 자극을 호소하였고 2명의 환자에서 금속정에 의한 피부 열상이 관찰되어 골유합이 관찰되는 6주에 내고정물을 제거하였다. 한 환자에서는 금속정이 역행하는 소견을 보였으며 다른 환자는 금속정 끝부분을 피하에 마무리하는 과정에서 종창이 호전되며 금속정에 의한 피부 자극이 악화된 것으로 생각하였고 추시 관찰 중 3개월에 재형성이 진

행되었다. 3명의 원위 1/3 간부 골절 환자에서 전향적 유연성 삽입술을 이용한 고정을 시행하였는데 이 중 한 명의 환자에서 수술 후 6개월 경과 후 금속정 삽입구 주변으로 작은 외상에 의한 골절이 발생하였다. 전향적 방법에서는 간부의 피질골에 삽입구를 형성하고 삼각근 직하방으로 접근하므로 후향적 방법에 비해 삽입구의 형성이 어렵다. 이 환자의 경우에는 약 1 cm 간격으로 두 개의 삽입구를 형성하고자 하였는데 이 과정에서 두 개의 삽입구가 연결되어 골 결손부가 크게 발생하였고 삽입구 주위로 응력이 집중되며 골절이 발생된 것으로 추정하였다. 소아 환자에서는 근위 상완골의 대결절 부위를 관통하는 금속정 삽입을 시행하는 것을 권하지 않는데 그 이유는 근위 성장판의 손상 가능성과 견관절 충돌 증후군의 발생할 수 있기 때문이다.^{13,14)} 본 환자의 경우에는 비전위 골절로 추가적인 보존적 방법으로 유합을 얻을 수 있었다.

3명의 환자에서 요골신경 손상이 의심되어 본원으로 전원되었으며 모두 정복을 시도하고 부목 고정 상태로 내원하였는데 상위 요골신경 손상 소견이 관찰되었다. 병력 청취상 정복 후 신경 마비 증상이 관찰된 한 명의 환자에서 골절부를 개방하였으며 요골신경의 열상 소견이 관찰되지 않았고 3명의 환자에서 모두 부분적인 회복 소견을 보이다 6개월경 내고정물 제거 시기에 완전 신경 회복이 관찰되었다. 소아 상완골 간부 골절에서 요골신경 손상은 약 4.4%로 보고되고 있으며¹⁵⁾ 본원에서는 수술적 치료를 시행한 환자를 대상으로 하였기 때문에 발생 빈도를 비교하기는 어려울 것으로 생각한다. 손상의 자연 경과에는 78%에서 100%의 경우에 회복이 되는 것으로 알려져 있으므로 관혈적 접근보다

는 경과 관찰을 우선적으로 시행할 것을 권하고 있다.¹⁶⁻¹⁸⁾ 본 연구에서는 정복을 시도한 후 골절편 사이로 요골신경이 감입되는 Holstein-Lewis 증후군의 가능성이 있는 1명의 환아에 대해서만 신경탐색 및 금속 고정술을 고려하였다. 개방성 골절이 있는 환아 3명 중 1명의 환아는 다발성 골절이었고 2명의 환아는 적절한 도수 정복이 유지되지 않아 수술적 치료를 고려하였으며 개방 창상 자체는 1 cm 미만으로 일차 봉합이 가능하였다.

본 연구에서는 추시 기간이 짧고 적은 수의 환자를 대상으로 하였다는 한계가 있으나 titanium을 이용한 유연성 금속정의 치료 원칙은 3점 고정법을 이용하며 소아의 다양한 간부 골절에 사용되기 때문에 소아정형외과 의사에게 익숙한 방법이며¹⁹⁾ 비교적 간단한 수술 술기로 경험이 많지 않은 의사도 시행할 수 있어 수술적 치료를 요하는 소아 상완골 간부 골절에서 적절히 사용될 수 있는 방법임을 제시하였다.

결 론

소아 상완골 간부 골절이 발생한 환아 중 제한적인 경우에 한하여 유연성 금속정을 사용하여 골유합을 얻은 경험과 치료 과정에서 발생한 합병증을 보고하였다. 다양한 수술적 방법 중에서 유연성 골수 내 금속정법은 작은 수술 절개로 연부조직 손상을 최소화하여 적절한 고정을 얻을 수 있는 방법이며 수술 후 일상 활동이 가능한 장점을 갖는다. 그러나 비수술적 방법에 의한 치료 또한 좋은 결과를 보이므로 엄격히 제한된 적응증에 한하여 수술적 치료를 시행하는 것이 중요하겠다. 유연성 골수내 금속정 고정술은 비교적 안전하게 시행될 수 있는 수술법이나, 금속정 주위 염증의 빈도가 낮지 않고, 삽입구 주위 골절과 같은 합병증이 있으므로 이에 대한 주의를 요할 것으로 생각한다.

참고문헌

- Cheng JC, Shen WY. Limb fracture pattern in different pediatric age groups: a study of 3,350 children. *J Orthop Trauma*. 1993;7:15-22.
- Beaty JH, Kasser JR. Rockwood and Wilkins' Fractures in Children. 7th ed. Philadelphia: Lippincott; 2010. 656-67.
- Brumback RJ, Bosse MJ, Poka A, Burgess AR. Intramedullary stabilization of humeral shaft fractures in patients with multiple trauma. *J Bone Joint Surg Am*. 1986;68:960-70.
- Hennigan SP, Bush-Joseph CA, Kuo KN, Bach BR Jr. Throwing-induced humeral shaft fracture in skeletally immature adolescents. *Orthopedics*. 1999;22:621-2.
- Beringer DC, Weiner DS, Noble JS, Bell RH. Severely displaced proximal humeral epiphyseal fractures: a follow-up study. *J Pediatr Orthop*. 1998;18:31-7.
- Hohl JC. Fractures of the humerus in children. *Orthop Clin North Am*. 1976;7:557-71.
- Chapman JR, Henley MB, Agel J, Benca PJ. Randomized prospective study of humeral shaft fracture fixation: intramedullary nails versus plates. *J Orthop Trauma*. 2000;14:162-6.
- Shazar N, Brumback RJ, Vanco B. Treatment of humeral fractures by closed reduction and retrograde intramedullary Ender nails. *Orthopedics*. 1998;21:641-6.
- Williams PR, Shewring D. Use of an elastic intramedullary nail in difficult humeral fractures. *Injury*. 1998;29:661-70.
- Dietz HG, Schmittenbecher PP, Slongo T, Wilkins KE. Elastic stable intramedullary nailing (ESIN) in children (AO manual of fracture management series). Switzerland: Thieme; 2006. 20-43.
- Zehms CT, Balsamo L, Dunbar R. Coaptation splinting for humeral shaft fractures in adults and children: a modified method. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2006;35:452-4.
- Hutchinson PH, Bae DS, Waters PM. Intramedullary nailing versus percutaneous pin fixation of pediatric proximal humerus fractures: a comparison of complications and early radiographic results. *J Pediatr Orthop*. 2011;31:617-22.
- Mackay I. Closed Rush pinning of fractures of the humeral shaft. *Injury*. 1984;16:178-81.
- Stern PJ, Mattingly DA, Pomeroy DL, Zenni EJ Jr, Kreig JK. Intramedullary fixation of humeral shaft fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 1984;66:639-46.
- Machan FG, Vinz H. Humeral shaft fracture in childhood. *Unfallchirurgie*. 1993;19:166-74.
- Packer JW, Foster RR, Garcia A, Grantham SA. The humeral fracture with radial nerve palsy: is exploration warranted? *Clin Orthop Relat Res*. 1972;88:34-8.
- Shah JJ, Bhatti NA. Radial nerve paralysis associated with fractures of the humerus. A review of 62 cases. *Clin Orthop Relat Res*. 1983;172:171-6.
- Vukadinović S, Mikić Z, Lartey J. Humeral fractures complicated by radial nerve lesions. *Acta Chir Jugosl*. 1981;28:211-7.
- Garg S, Dobbs MB, Schoenecker PL, Luhmann SJ, Gordon JE. Surgical treatment of traumatic pediatric humeral diaphyseal fractures with titanium elastic nails. *J Child Orthop*. 2009;3:121-7.

Operative Treatment of Pediatric Humeral Diaphyseal Fractures with Flexible Intramedullary Nails

Yoon Hae Kwak, M.D., Seul Ki Min, M.D., Yong Beom Lee, M.D., and Kun-Bo Park, M.D.*

*Department of Orthopedic Surgery, Hallym University Sacred Heart Hospital,
Hallym University College of Medicine, Anyang, *Inje University College of Medicine, Busan, Korea*

Purpose: Most humeral fractures of children are treated satisfactorily with conservative method, thus surgical treatment is often reserved for limited conditions. In cases of an open fracture, inadequate reduction or multiple traumas, children with humeral shaft fractures require operative treatment. The aim of our study was to evaluate results and complications of pediatric humeral shaft fractures that were treated with flexible intramedullary nails.

Materials and Methods: A retrospective study was performed for 12 patients who were treated operatively by flexible intramedullary nails between March 2009 and September 2011. Surgical indications were an open fracture, an inability to maintain an adequate reduction, concomitant fractures, refractures and combined radial nerve injury. All patients were treated with 2 titanium flexible intramedullary nails by antegrade or retrograde techniques, according to the site of the fractures.

Results: The mean follow-up period was 15 months, and all patients achieved union status without major complications. There were no neurovascular injuries or infection during surgical procedures. However, 4 patients showed irritation at the insertion site of the nail, and 2 of them underwent early removal of nails at about 6 weeks due to skin lesions as well as pain and discomfort. One boy showed a fracture next to the proximal insertion site of the antegrade nail. All patients showed a full range of motion, and went back to daily life by the final follow-up.

Conclusion: Flexible intramedullary nails are considered as a good option for the fracture of the pediatric humeral shaft. Surgeons should pay attention and use proper techniques to avoid complications.

Key words: humerus, shaft, fracture, elastic nails

Received March 12, 2012 **Revised** April 10, 2012 **Accepted** April 25, 2012

Correspondence to: Kun-Bo Park, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Haeundae Paik Hospital, Inje University College of Medicine, 875, Haeun-daero, Haeundae-gu, Busan 612-862, Korea

TEL: +82-51-797-0611 **FAX:** +82-51-797-2203 **E-mail:** kunbopark@gmail.com