

소아 상완골 외과 골절: 도수정복 및 핀고정은 만족스러운가? (Lateral Condylar Fracture of the Humerus in Children: Is the Closed Pinning Satisfactory?)

송 광 순

계명대학교 의과대학 정형외과학교실

서 론

소아 상완골 외과 골절은 소아 주관절 골절 중 두 번째로 빈도가 높은 골절이다. 일반적으로 전위가 심한 불안정성 골절은 관혈적 정복 및 금속핀 고정술로, 전위가 없거나 최소 전위된 골절 (minimal displaced)은 장상지 석고붕대 (long arm cast)나 부목 (splint) 등 보존적 치료로 비교적 좋은 결과를 얻을 수 있다고 알려져 있다^{5,6,11,12,14,28}. 그러나 초기 진단에서 골절의 유무, 전위의 정도, 골편의 안정성 등을 판단하기 어려운 경우가 많아, 이로 인한 부적절한 치료로 지연성 추가 전위 발생, 불유합, 부정유합, 내반 변형 외반 변형 등의 합병증이 발생하는 경우가 적지 않은 골절이다. 초기에 안정성 골절로 분류되어 장상지 석고붕대로 치료하였음에도 추가 전위가 일어나 불유합 (malunion), 부정유합 (nonunion), 외반주, 내반주 등 여러 합병증이 발생한 경우가 많다^{7,13~15,17,28}. 특히하게도 초기 방사선 소견에서 전위의 정도가 미약하다 판단된 경우에 더 많은 합병증 발생을 보고하고 있다^{8,9}. 초기 진단이 어려운 이유와 소아 상완골 외과 골절의 안정성을 초기에 판단할 수 있는 단순 방사선학적 새 분류법과 그에 따른 적절한 치료 방법을 소개하고자 한다.

골절의 분류 (Classification)

지금까지 기본적인 전후면 방사선 소견을 기준으로 하여, 많은 소아 상완골 외과 골절 분류법이 제시되었다. 그 중 기존 교과서나 문헌에 가장 많이 인용되는 분류법은 Milch 분류법, Jakob 분류법과 Finnbogason 분류법이

다^{7,14,18}.

Milch 분류법은 골절선의 소두 (capitellum) 통과 유무에 따라 2형태로 나누며, 제1형은 골절선이 소두를 통과하는 경우, 제2형은 소두를 통과하지 않고 소두의 내측으로 골절선이 지나가는 골절 형태이다. 제1형은 안정형 골절, 제2형은 불안정성 골절로 분류하였다. 이 분류에서 안정성은 치료에 중요한 기준인 골편의 안정성에 대한 것이 아니고 주관절 전체의 안정성에 대한 것이다. 제1형 골절은 Salter-Harris 제4형으로 성장판 손상 가능성이 제2형보다 높다 (Fig. 1).

Jakob 분류법은 3단계 분류로 나누어, 1) 불완전 골절, 2) 전위가 미미한 완전 골절, 3) 회전변형을 동반한 완전전위골절로 분류하였다. 일반적으로 전위 정도에 따른 골편의 안정성은 단순방사선 소견으로 판단하며, 2 mm 혹은 4 mm 이상의 전위가 불안정성 골절이라고 보고하고 있다 (Fig. 2).

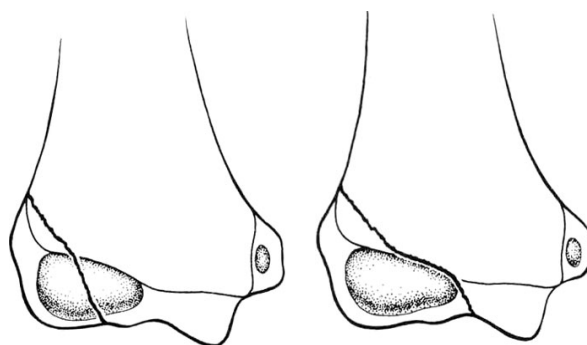


Fig. 1. Milch classification.

통신저자 : 송 광 순

대구시 중구 달성로 56번지
계명대학교 의과대학 정형외과학교실
Tel : 053-250-7250 • Fax : 053-250-7205
E-mail : skspos@dsmc.or.kr

Address reprint requests to : Kwang-Soon Song, M.D., Ph.D.
Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Keimyung University, 56, Dalseong-ro, Jung-gu, Daegu 700-712, Korea
Tel : 82-53-250-7250 • Fax : 82-53-250-7205
E-mail : skspos@dsmc.or.kr

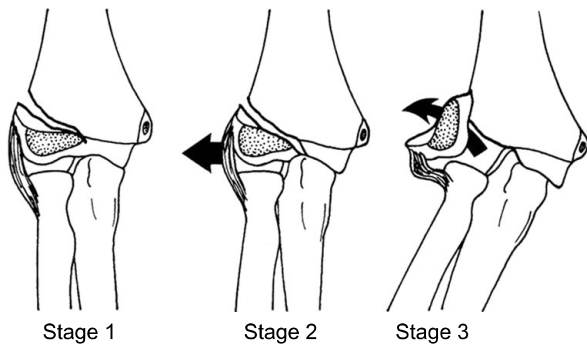


Fig. 2. Jakob classification.

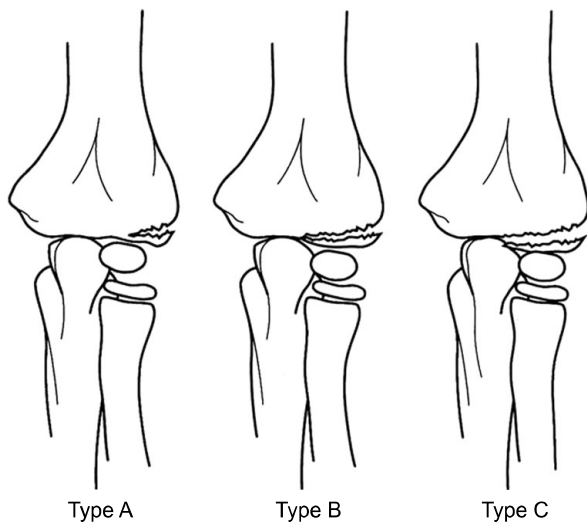


Fig. 3. Finnbogason classification.

Finnbogason은 전후면 방사선 영상에서 2 mm 이내의 골절을, 골절의 양상에 따라 3단계로 분류하였다. 골절선이 연골부까지 연장되지 않고 골간단부에 국한되는 불완전 골절 (A형)을 안정성 골절로, 골절선이 비록 골단까지 연장된 소견을 보이나 외측 골간격이 내측 골간격보다 넓은 골절 (B형: 연골부의 불완전 골절을 시사하는 소견)을 예측 불가능, 혹은 불확실형 골절 (indefinable fracture), 내측 및 외측의 골간격이 동일하여 연골부의 완전 골절을 시사하는 골절 (C형)을 불안정성 골절이라고 보고하였다 (Fig. 3).

치료 (Treatment)

일반적으로 2 mm 이내의 비전위성 골절은 안정성 골절로 간주하며, 90도 굴곡 및 중립회전 위치에서 장상지 석고붕대로 고정할 수 있다. 석고 고정 후, 추가 전위의 유무를 확인하기 위해 1주 간격 주기로 사진촬영을 하여 전

위여부를 확인하는 것이 중요하다. 추가 전위 시 도수정복 및 관혈적 정복 후 핀고정을 시행하여야 한다. 보통 4주 내지는 6주간의 석고 고정을 시행한다.

골절 간격이 2 mm 이상 전위된 경우, 불안정성 골절로 간주하여 도수정복 및 경피적 핀고정, 혹은 관혈적 정복술을 시행한다. 도수정복 시 골절의 정복 상태를 수술 중에 확인하여야 하며, 정확한 정복이 되지 않은 경우 관혈적 정복술로 전환해야 한다. 4 mm 이상의 전위가 있거나 회전 변형이 있는 경우는 정확한 정복을 위해 관혈적 정복술을 시행하는 것이 표준 치료법으로 되어 있다^{13~6,8,9,12,16}. 관혈적 정복 시 골편의 혈행의 손상을 주어 골편의 무혈성 괴사를 유발할 수 있으므로, 후측 연부조직의 보존이 중요하다. 또한 피부 봉합 전에 수술실에서 정복 상태를 방사선 사진으로 필히 확인하여야 한다.

고 찰

1. 기존 분류법의 제한점 및 문제점

Milch 분류법은 주관절 안정성에 대한 정보는 줄 수 있으나 치료의 관점인 골편의 안정성을 판단하지 못하므로 치료법 결정에 실질적인 도움이 되지 않는다.

Jakob 분류는 비교적 이해하기 쉬운 장점이 있는 분류이나 Jakob 2형의 골절은 전위 정도에 대해 세분화된 설명이 부족하고, 전후면 사진에만 근거하여 실제 골편의 안정성을 판정하기에 미흡하다.

Finnbogason의 분류는 전위 정도가 2 mm 이내의 골절에 대한 불안정성 판단을 위한 분류이므로 2 mm 이상의 외과 골절치료의 방법의 기준으로 사용하기에는 제한적이라 생각한다.

외과 골절의 불유합의 가장 큰 원인은 골절의 부적절한 초기 치료에 기인한다^{1~3,8,10}. 특히 전위가 보이지 않거나, 미미한 전위가 있는 경우 치료에 논란의 여지가 많다. 그 이유는 골편의 추가 전위 (further displacement) 발생 여부를 예측하기 어렵다는 데 있다. 상완골 원위 골단 연골부 경첩 (cartilage hinge)의 보존 (integrity) 여부에 따라 안정성이 결정된다는 연구들이 보고되어 있다^{7,13~15,28}. 연골부가 골절되어 외과가 완전 골절이 된 경우는, 불안정하여 추가 전위 가능성이 높다 하였다. 연골부위의 안정성을 확인하기 위하여, magnetic resonance imaging, arthrography, stress test, ultrasonography 등 많은 영상적 연구를 하였지만, 마취, 경제적 부담, 인위적 추가손상, 침습성, 호용성 등으로 문제로 임상에서 기본적으로 항상 사용하기에는 제한이 있다^{13,15,17,18,27}. 현실적으로 단순방사선 소견에서 안정성 여부를 판단하는 것이 가장 이상적인 방법이다.

단순 방사선 소견이 골절 진단에 실제로 가장 많이 사용되고 있으며, 전위 정도에 따른 불안정성 (instability)의 기준은 2 mm 이상부터 4 mm 이상 전위까지 보고에 차이가 있으나 2 mm 이하의 전위에서도 연골부의 완전 골절이 발생하는 경우가 있으므로 2 mm 이상에서는 불안정성이 있다고 판단하고 있다^{1,2,4,9,13,17}. 하지만 이 또한 전후 방사선 사진에서 판단한 전위 정도에 근거한 주장이다.

2. 내사면 방사선의 중요성 (importance of internal oblique view)

기존 분류법으로 불안정 여부를 판정하여, 적절한 치료를 하였음에도 추가 전위로 인한 지연유합, 불유합, 혹은 부정

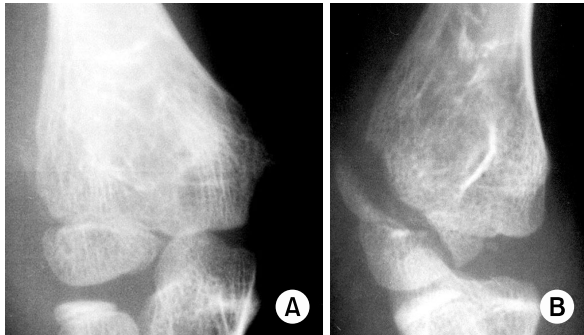


Fig. 4. (A) Anteroposterior radiograph of the elbow, showing a Finnbogason type A fracture (stable). (B) Internal oblique radiograph of the same patient showing a Finnbogason type C (unstable) traversing the capitellum.

유합의 결과를 보이는 경우가 보고되고 있다^{7,13~15,17,28}. 이러한 현상의 원인은 외과 골절의 특성상, 골절이 주로 외과의 후외측에 발생하는 관계로, 골절의 전위 정도와 골절의 형태를 기본적인 전후면 및 외측 방사선 소견으로는 정확하게 판단할 수 없기 때문이다 (Fig. 4)^{19,21,22}.

본 저자는 주관절의 기본 4방향 방사선 (전후면, 측면, 내사면, 외사면)을 촬영하여 골절 형태와 전위의 전향적으로 조사를 하였으며, 그 결과, 전후면 사진과 내사면 사진에서 전위의 정도는 70%에서 차이가 났으며, 안정성에서는 75%에서 다른 소견을 보였다. 이는 전후면 방사선 소견에 근거한 어떠한 분류나, 안정성 판단은 정당성을 가지기 힘들다는 것을 시사한다. 소아 상완골 외과 골절의 진단에는 내사면 방사선 소견이 가장 중요하며, 초기 진단 시 기본적으로 시행해야 한다^{22,26}. 소아 상완골 외과 골절의 진단에 내사면 방사선 사진의 중심적 역할에 대하여 2010년 북미소아정형외과학회 (Pediatric Orthopedic Society of North America) 연수강좌 (half-day course)에서 발표되었고²⁴, 2011년 POSNA의 전공의 교육 (Resident Review)에서 소아 상완골 외과 골절의 초기 진단에서 내사면 방사선 촬영이 필수적이고, 가장 중요한 방사선 검사임이 강조되었다²⁰.

3. 새로운 분류법 (new classification)

본 저자는 내사면 및 전후 방사선 사진의 소견을 기준으로, 모든 외과 골절을 전위의 정도와 골절의 형태에 따라 안정성을 판단하는 5단계의 골절 유형 (Fig. 5)과 각 유형에 따른 치료 방법을 제시하였다. 새 분류의 요지를 설명하면, 첫째, 내사면 혹은 전후면 방사선 소견에서 2 mm 이

Stage	Degree of displacement	Fracture pattern	Radiograph views used as basis	Stability
1	≤2 mm	Limited fracture line within the metaphysis	All 4 views	Stable
2	≤2 mm	Lateral gap	All 4 views	Indefinable
3	≤2 mm	Gap as wide laterally as medially	Any of 4 views	Unstable
4	>2 mm	Without rotation of fragment	Any of 4 views	Unstable
5	>2 mm	With rotation of fragment	Any of 4 views	Unstable

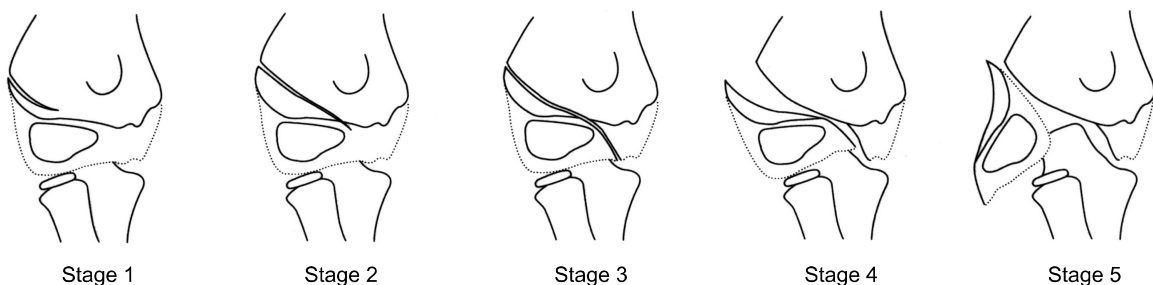


Fig. 5. Classification according to degree of displacement and fracture pattern.

상 전위된 골절은 불안정성 골절로 분류하였다 (stage 4, 5). 둘째, 내사면과 전후면 방사선 모두에서 2 mm 이내의 전위를 보이는 골절 중 외측과 내측의 골절의 전위 정도가 동일한 경우는 연골부의 경첩 (cartilage hinge)이 소실된 완전 골절인 것으로 간주하여 불안정 골절 (stage 3)로 분류하였다. 나머지 형태의 골절은 안정성 골절 (stage 1, 2)로 분류하였다²³⁾.

4. 새로운 치료 연산 (treatment algorithm)

안정성 골절로 판단되는 stage 1, 2 골절은 약 4~6주간 장상지 석고붕대로 치료함을 원칙으로 한다. 제2기 골절의 경우, 수상 후 1주일, 2주일에 전후면과 내사면 방사선 촬영을 하여 추가 전위 여부를 꼭 확인하도록 하며, 추가 전위가 없으면 약 4~6주간 장상지 석고붕대를 유지한다. 이는 간혹 제3기 골절을 초기에 stage 2 골절로 판단하여 추적 관찰에서 추가 전위가 발생한 경우가 있기 때문이다. 추가 전위가 발견된 경우 2 mm 이내 전위의 경우는 stage 3 골절에 준하여 치료하고, 2 mm 이상 전위된 경우는 stage 4 골절에 준하여 치료한다. 제3기의 골절은 추가 전위를 방지하기 위해 정위치 경피적 핀고정술 (in situ percutaneous pin fixation), 혹은 도수정복 후 경피적 핀고정술을 시행한다. Stage 4 골절은 도수정복 후 경피적 핀고정술을 시행한다. 도수정복 후 전후면 및 내사면 방사선 사진에서 판단하여 두 방사선 소견에서 모두 2 mm 이내로 골절이 정복되지 않은 경우 관혈적 정복술로 전환하여 치료한다. Stage 5 골절은 Jakob 3형 골절과 동일한 완전 전위되어 골편이 회전된 경우로 일반적으로 초기에 관혈적 정복술을 시행하는 것으로 알려져 있다. 본 저자는 비록

회전변형이 있는 경우라도 일차적으로 도수정복을 시행해 보고 불가능한 경우에 관혈적 정복술로 전환하도록 하였다 (Fig. 6)²³⁾.

관혈적 정복술 시, 많은 경우 근위부 골막이 골절면보다 상부에서 분리되어 원위부 골편에 붙어 있고, 내측 골절선은 대부분 활차부분까지 연장되어 있어, 골절 정복 후 골절 정복 상태를 육안으로 확인한 상태에서 고정하기가 힘든 경우가 많다. 그래서 정복 상태를 보다 용이하게 하기 위해서 골막을無理하게 외후방으로 박리하거나, 정복 상태가 육안으로 확인되지 않은 상태에서 핀고정을 하게 되어 전위된 상태에서 고정되거나, 핀고정술이 반복되어 작은 소두에 의인성 외상을 주는 경우가 적지 않다. 그러므로 핀고정술 전에 정복상태를 수술 중 전후 및 내사면 방사선 촬영을 하여 정복 상태를 확인하여야 한다. 관혈적 정복술로만 가능하다고 생각되는 회전 전위된 골편을 역회전시켜 stage 3, 4 골절로 정복할 수 있으면 그 후 점차적으로 2 mm 이내로 정복 가능성이 높아진다. 전후 및 내사면 방사선 사진으로 확인 후 2 mm 이내로 정복이 되면, 경피적 핀고정이 가능하다고 생각한 것이 제5기 골절의 일차적 치료로 도수정복술을 실행하게 된 배경이다. 최근 국내 3개 대학병원에서, 일체 사전협의 없이 독자적으로 stage 5 골절 (Jakob 3형)에 도수정복 및 경피적 핀고정술을 시행하여 각 저자가 동일하게 75%의 높은 성공률을 보였다 (Fig. 7). 이 연구에 대하여, Price와 Beaty는 결과에 대하여서는 이론이 없고, 관혈적 정복술을 하기 전에 시도해볼 만하다고 하였으나 도수정복에 대한 학습기간이 필요한 점과 시술의 성공률에 대하여 다른 저자들의 추가 연구가 필요할 것이라 논평하였다²⁵⁾.

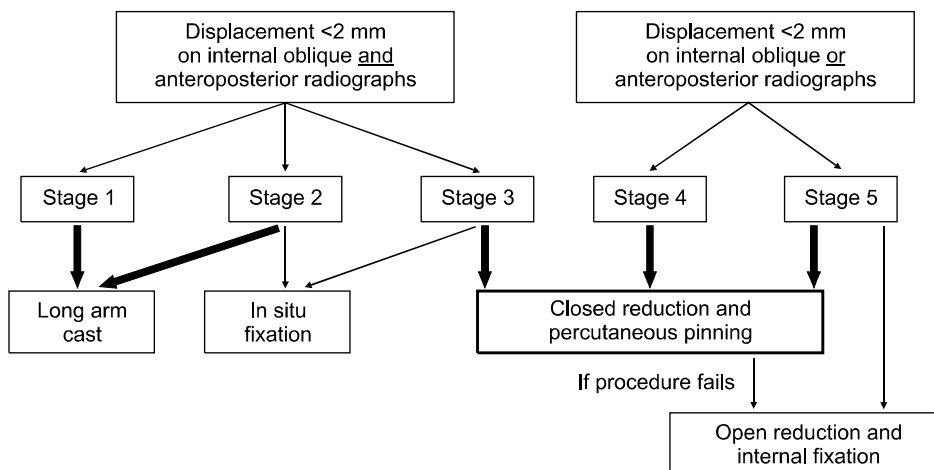


Fig. 6. Algorithm of treatment. Closed reduction and internal fixation is suggested as first line treatment option for unstable fracture.

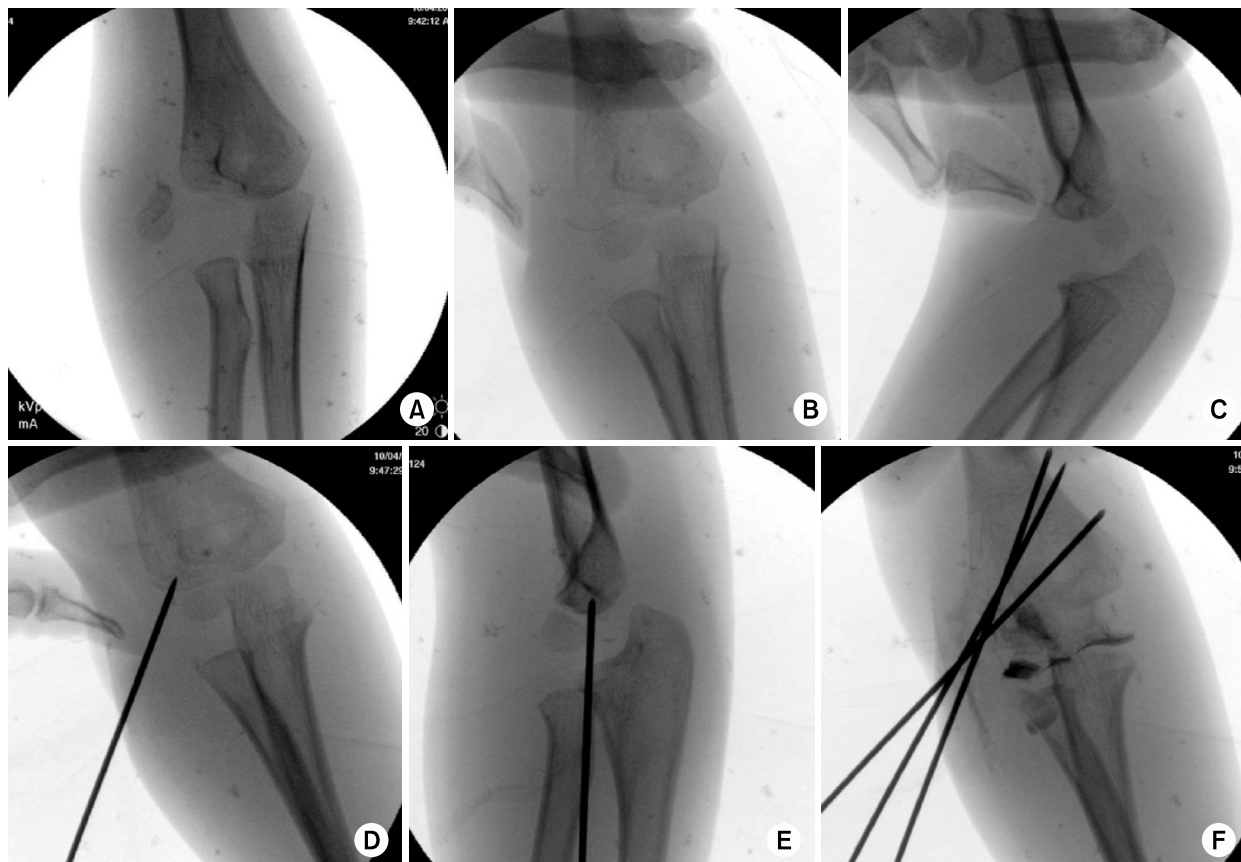


Fig. 7. (A) Anteroposterior radiograph showing a completely displaced fracture with rotation of the fracture fragment. Intra-operative (B) anteroposterior and (C) lateral radiographs from same patient showing reduction by pushing the fragment backward and medially with operator's thumb. Intra-operative (D) anteroposterior and lateral (E) radiographs showing final reduction of the fragment <2 mm of displacement with Kirschner wire. (F) Post-reduction anteroposterior arthrogram showing fixation with three Kirschner wires, congruent reduction of the articular surface.

결 론

소아 상완골 외과 골절의 진단에 내사면 방사선 사진이 가장 중요하며 2 mm 이내 전위된 골절이라도 불안정성이 의심되면 (제3기 골절) 정위치 경피적 핀고정을 하거나, 추가 전위 여부를 주기적으로 확인하여야 한다. 비록 전이가 심한 경우 (stage 4, 5)에도 일차적으로 도수정복 및 경피적 핀고정으로 치료를 시도하고, 도수정복이 실패한 경우는 관혈적 정복술 및 핀고정술을 시행하는 것이 바람직하다고 생각한다.

참 고 문 헌

- 1) Badelon O, Bensahel H, Mazda K, Vie P: Lateral humeral condylar fractures in children: a report of 47 cases. *J Pediatr Orthop*, **8**: 31-34, 1988.
- 2) Bast SC, Hoffer MM, Aval S: Nonoperative treatment for minimally and nondisplaced lateral humeral condyle fractures in children. *J Pediatr Orthop*, **18**: 448-450, 1998.
- 3) Beaty JH, Kasser JR: Rockwood and Wilkins' fractures in children. 6th ed. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins: 592-610, 2001.
- 4) Canale ST: Campbell's operative orthopaedics. 11th ed. St. Louis, Mosby: 1569-1575, 2008.
- 5) Conner AN, Smith MG: Displaced fractures of the lateral humeral condyle in children. *J Bone Joint Surg Br*, **52**: 460-464, 1970.
- 6) Crabbe WA: The treatment of fracture-separation of the capitular epiphysis. *J Bone Joint Surg Br*, **45**: 722-726, 1963.
- 7) Finnbogason T, Karlsson G, Lindberg L, Mortensson W: Nondisplaced and minimally displaced fractures of the

- lateral humeral condyle in children: a prospective radiographic investigation of fracture stability. *J Pediatr Orthop*, **15**: 422-425, 1995.
- 8) **Flynn JC**: Nonunion of slightly displaced fractures of the lateral humeral condyle in children: an update. *J Pediatr Orthop*, **9**: 691-696, 1989.
 - 9) **Flynn JC, Richards JF Jr**: Non-union of minimally displaced fractures of the lateral condyle of the humerus in children. *J Bone Joint Surg Am*, **53**: 1096-1101, 1971.
 - 10) **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.
 - 11) **Foster DE, Sullivan JA, Gross RH**: Lateral humeral condylar fractures in children. *J Pediatr Orthop*, **5**: 16-22, 1985.
 - 12) **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.
 - 13) **Horn BD, Herman MJ, Crisci K, Pizzutillo PD, MacEwen GD**: Fractures of the lateral humeral condyle: role of the cartilage hinge in fracture stability. *J Pediatr Orthop*, **22**: 8-11, 2002.
 - 14) **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.
 - 15) **Kamegaya M, Shinohara Y, Kurokawa M, Ogata S**: Assessment of stability in children's minimally displaced lateral humeral condyle fracture by magnetic resonance imaging. *J Pediatr Orthop*, **19**: 570-572, 1999.
 - 16) **Launay F, Leet AI, Jacopin S, Jouve JL, Bollini G, Sponseller PD**: Lateral humeral condyle fractures in children: a comparison of two approaches to treatment. *J Pediatr Orthop*, **24**: 385-391, 2004.
 - 17) **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*, **10**: 317-321, 1990.
 - 18) **Milch H**: Fractures and fracture-dislocations of humeral condyles. *J Trauma*, **4**: 592-607, 1964.
 - 19) **Mirsky EC, Karas EH, Weiner LS**: Lateral condyle fractures in children: evaluation of classification and treatment. *J Orthop Trauma*, **11**: 117-120, 1997.
 - 20) **Noonan K**: Resident review. Top five pediatric orthopedic conditions to diagnose in the emergency room. *POSNA*, **2**: 5-6, 2011.
 - 21) **Rang M, Pring ME, Wenger DR**: *Rang's Children's Fractures*. 3rd ed. Philadelphia, Lippincott William, and Wilkins: 113-114, 2005.
 - 22) **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.
 - 23) **Song KS, Kang CH, Min BW, Bae KC, Cho CH, Lee JH**: Closed reduction and internal fixation of displaced unstable lateral condylar fractures of the humerus in children. *J Bone Joint Surg Am*, **90**: 2673-2681, 2008.
 - 24) **Water PM, Song KS**: Lateral condyle: Should We fix them all? In: *Pediatric orthopaedic trauma: the cases for best treatment*. Proceedings of the POSNA 2010 half day-course; 2010 May 4. Waikoloa (HI): Pediatric Orthopedic Society of North America; 2010: 43-46.
 - 25) **Song KS, Shin YW, Oh CW, Bae KC, Cho CH**: Closed reduction and internal fixation of completely displaced and rotated lateral condyle fractures of the humerus in children. *J Orthop Trauma*, **24**: 434-438, 2010.
 - 26) **Thönnell S, Mortensson W, Thomasson B**: Prediction of the stability of minimally displaced fractures of the lateral humeral condyle. *Acta Radiol*, **29**: 367-370, 1988.
 - 27) **Vocke-Hell AK, Schmid A**: Sonographic differentiation of stable and unstable lateral condyle fractures of the humerus in children. *J Pediatr Orthop B*, **10**: 138-141, 2001.
 - 28) **Wadsworth TG**: Injuries of the capitular (lateral humeral condylar) epiphysis. *Clin Orthop Relat Res*, **85**: 127-142, 1972.