

## 소아 원위 경골 성장판 골절에서 골막의 감입

정필현 · 강 석 · 김종필 · 김영성 · 조재우

동국대학교 의과대학 정형외과학교실

**목 적:** 소아 원위 경골부 성장판 골절에서 정복의 방해 요소인 골막의 감입에 관련된 요소에 대하여 알아보고자 한다.

**대상 및 방법:** 2003년 1월부터 2008년 12월까지 소아 원위 경골 성장판 손상 34예를 대상으로 전 예에서 도수 정복 후 자기 공명 영상 촬영을 하여 골막 감입 여부를 확인하였으며 수상 당시 성별, 연령, 수상 원인, 골절의 분류, 정복 전 후 골절의 전위 정도에 따라 골막 감입 여부와의 상관 관계를 조사하였다.

**결 과:** 총 34예 중 9예 (26.5%)에서 골막 감입이 관찰되었다. 성별, 연령, 수상 원인과 골막의 감입에는 유의성이 없었다 ( $p > 0.05$ ). Dias-Tachjian 분류상 회내-외번-외회전형 골절 6예 중 5예 (83.3%)에서 골막 감입이 있어 유의성 있게 높은 발생을 보였다 ( $p = 0.006$ ). Salter-Harris 분류에서는 IV형으로 갈수록 골막의 감입이 유의하게 감소하는 경향을 보였다 ( $p = 0.026$ ). 골절의 초기 전위 정도와 도수 정복 후 전위 정도가 각각 2 mm 이상의 전위를 보인 경우 골막의 감입이 유의하게 많았다 ( $p < 0.05$ ).

**결 론:** 소아 원위 경골 성장판 골절에서 골막의 감입은 2 mm 이상의 전위를 보이는 회내-내번-외회전형에서 많은 발생을 보였다. 그러나 도수 정복 후 2 mm 미만의 골편 전위에서도 골막 감입은 발생할 수 있으므로 골절의 초기 전위가 2 mm 이상이었던 도수 정복 후 자기 공명 영상 검사로 골막의 감입 여부를 확인한 후 치료 방침을 설정하여야 한다고 생각되었다.

**색인 단어:** 소아, 원위 경골, 성장판 골절, 골막 감입

## Interposition of Periosteum in Distal Tibial Physeal Fractures of Children

Phil Hyun Chung, M.D., Suk Kang, M.D., Jong Pil Kim, M.D.,  
Young Sung Kim, M.D., Jae Woo Cho, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Dongguk University, Gyeonju, Korea

**Purpose:** To evaluate the factors influencing periosteal interposition in distal tibial physeal fractures of children.

**Materials and Methods:** 34 cases of distal tibial physeal fractures were analysed. We confirmed the presence of periosteal interposition with MRI in all cases and accessed the relationship between periosteal interposition and gender, age, cause of injury, type of fracture, degree of initial displacement and after closed reduction.

**Results:** 9 (26.5%) of 34 fractures had interposed periosteum. There was no statistically significant correlation between periosteal interposition and gender, age, cause of injury ( $p > 0.05$ ). 5 (83.3%) of 6 pronation-eversion-external rotation type of fractures according to Dias-Tachjian classification had interposed periosteum and that was a statistically significant correlation ( $p = 0.006$ ). As Salter-Harris type was toward to high degree, there were decreasing tendency of periosteal interposition ( $p = 0.026$ ). There was high rate of periosteal interposition in case of displacement more than 2 mm in each initial and after closed reduction ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** There was high incidence of periosteal interposition in pronation-eversion-external rotation type with displacement more than 2 mm in distal tibial physeal fractures of children. But, periosteal interposition could occur in fractures with mild displacement less than 2 mm, if initial fracture displacement was more than 2 mm, the methods of treatment should be decided after confirm the presence of periosteal interposition with MRI after closed reduction.

**Key Words:** Child, Distal tibia, Physeal fracture, Periosteal interposition

통신저자 : 김 영 성  
경주시 석장동 1090  
동국대학교 경주병원 정형외과  
Tel : 054-770-8222 • Fax : 054-770-8378  
E-mail : kys7374@freechal.com

접수: 2010. 9. 30  
게재확정: 2010. 10. 27

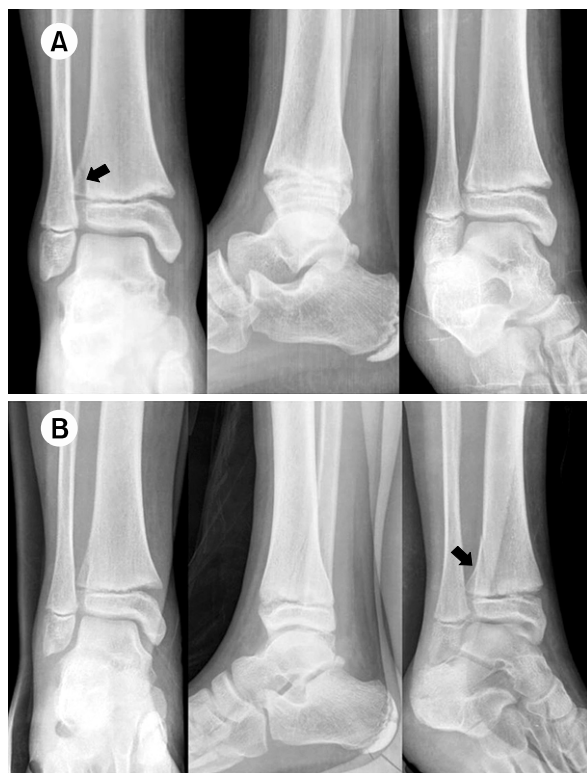
Address reprint requests to : Young Sung Kim, M.D.  
Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Dongguk University, 1090-1, Seokjang-dong, Gyeonju 780-350, Korea  
Tel : 82-54-770-8222 • Fax : 82-54-770-8378  
E-mail : kys7374@freechal.com

## 서 론

소아의 족관절부 골절은 성장판 손상으로 조기 성장판 폐쇄, 단축 및 각변형 등의 후유증이 발생할 수 있다. 이러한 후유증의 발생에 관여하는 인자에는 여러 가지가 거론되고 있는데 이 중 골절의 적절한 해부학적 정복이 가장 중요한 요소로 여겨지고 있다<sup>6,16)</sup>. 골절된 성장판 사이에 골막의 감입은 골절의 정복을 방해할 뿐 아니라 골교를 형성하여 조기 성장판 유합을 가져올 수 있는 바 저자들은 소아 원위 경부 골절에서 골막 감입에 관련된 요소에 대하여 알아보려고 하였다.

## 대상 및 방법

2003년 1월부터 2008년 12월까지 족관절부 성장판 손상으로 치료한 후 1년 이상 추시 가능하였던 34예를 대상으로 하였으며 성장이 끝나가는 이행기 골절인 연소기



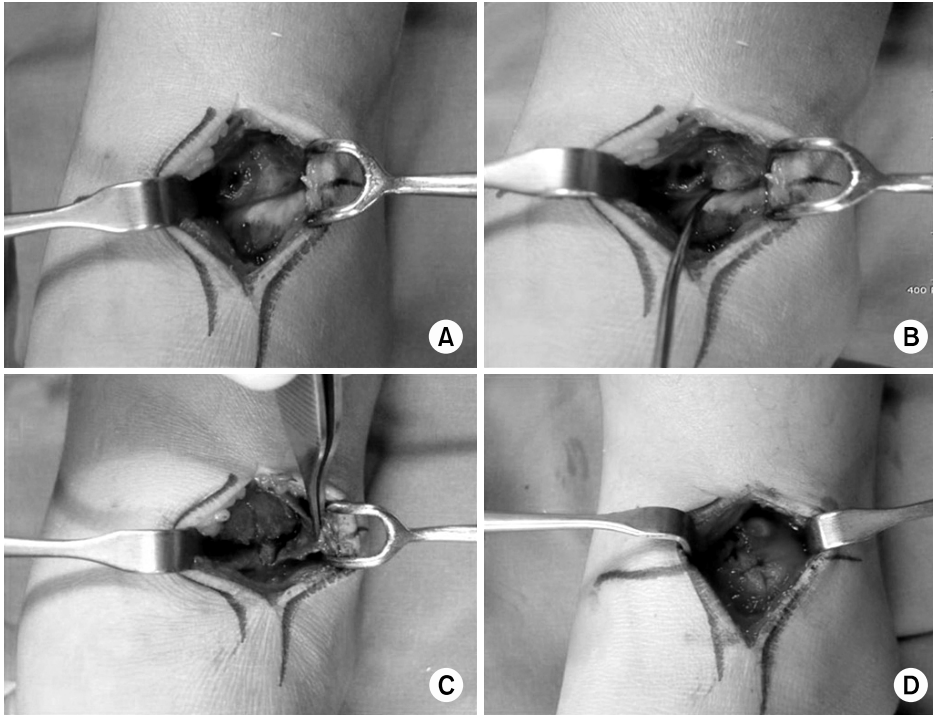
**Fig. 1.** A 7 year-old boy sustained physal injury of the ankle. (A) According to the Dias-Dachjian classification, initial radiographs show pronation-eversion-external rotation type of distal tibial physal fracture. (B) Post-reduction radiographs demonstrate satisfactory closed reduction. Distal tibia fracture has Thurston-Holland fragment (arrow), it representing Salter-Harris type II injury.

Tillaux 골절과 삼면 골절은 대상에서 제외하였다. 최종 추시 기간은 12개월에서 60개월까지 평균 17.7개월이었다. 남자가 23예, 여자 11예였고 연령은 7세에서 15세까지 평균 11.2세였다. 수상 원인으로는 교통사고 21예, 스포츠 손상 3예, 실족 7예, 추락 3예였고 대부분 폐쇄성 골절이었으며 1예에서 제2형 개방성 골절이었다. 원위 경골 성장판 골절은 Salter-Harris 분류<sup>14)</sup>상 제I형 2예, II형 13예, III형 17예, IV형 3예였고 발생기전에 따른 분류로 Dias-Tachjian 분류<sup>3)</sup>상 회외-내번 18예, 회외-외회전 9예, 회내-외번-외회전 6예, 회외-족굴형이 1예였다.

최초 내원 시 양측 족관절의 전후방, 측방 및 Mortise 방사선 촬영을 시행하여 건측과 비교하여 골편의 전위가 2 mm 이상인 경우는 응급실에서 진통제 투여 후 도수 정복을 1회 시행하였고 (Fig. 1) 골편의 전위가 2 mm 미만인 경우는 장하지 부목 고정을 시행하였다. 정복 후 다시 방사선 사진을 촬영하여 골편의 전위 정도를 판단하였다. 전예에서 정복의 정도와 상관없이 자기 공명 영상 검사를 시행하여 (Fig. 2) 정확한 골절의 분류 및 동반 손상, 골절 부위의 골막 감입 여부를 관찰하였다. 골막 감입 없이 2 mm 미만의 골편의 전위가 보이는 경우는 장하지 석고붕대 고정으로 치료하였고 Salter-Harris 제III, IV형 골절이나 골막 감입 없이 도수 정복 후에도 2 mm 이상의 골편의



**Fig. 2.** Coronal and sagittal T2W MRI show the interposed periosteum in antero-medial aspect of distal tibial physal fracture (arrow).



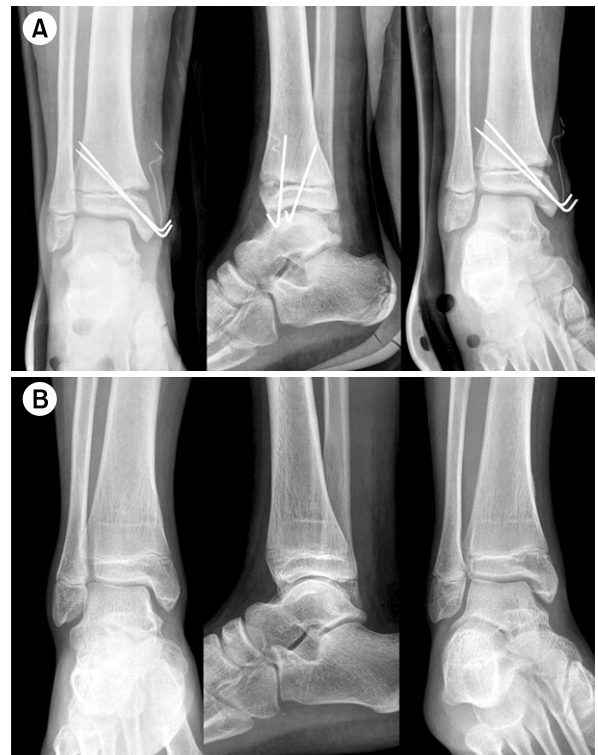
**Fig. 3.** (A) Intraoperative finding gross photography shows the interposed periosteum. (B) The probe is inserted into fractured physeal space. (C) The interposed periosteum was extracted. (D) The extracted periosteum was repaired with absorbable suture.

전위가 있어 정확한 정복이 이루어지지 않았다고 판단되는 경우에는 수술실에서 전신 마취 후 다시 도수 정복을 시행하여 2 mm 미만으로 정복이 되는 경우는 경피적 핀 고정술을 시행하였고 재차 도수 정복 후에도 2 mm 이상의 전위를 보이면 관혈적 정복 후 핀 또는 나사 고정을 시행하였고, 골편의 전위 정도와 상관없이 자기 공명 영상에서 골막의 감입이 확인되는 경우에는 관혈적 정복으로 감입된 골막은 골절부에서 꼬집어내어 원래 위치에서 흡수 봉합사 (Vicryl 2.0)를 이용하여 봉합한 후 (Fig. 3) 금속 내고정술을 시행하였다 (Fig. 4).

결과 분석은 수상 당시의 나이, 성별, 수상 원인에 따라, 골절의 수상 기전에 따른 Dias-Tachjian 분류와 성장판 골절의 Salter-Harris 형에 따른 골막의 감입과 정복 전, 후 골편의 전위 정도를 2 mm 이상 및 미만 군으로 나누어 이에 따른 골막 감입 유무를 분석하였다. 통계학적인 분석은 SPSS Ver. 10.0 (SPSS Inc., Chicago, IL)을 이용하여 Chi-square test와 Fisher's exact test를 사용하였고, p값이 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 유의성이 있는 것으로 판정하였다.

## 결 과

총 34예 중 9예 (26.5%)에서 골막 감입이 관찰되었다. 골막 감입된 환자의 연령은 7세 1예, 8세 1예, 11세 1예,



**Fig. 4.** (A) The distal tibial physeal fracture was fixed with 2 smooth pins. (B) At postoperative 4 years, the radiographs show no deformity or premature physeal closure.



형의 치료 결과를 분석하여 39.6%의 성장판 조기 폐쇄를 보고하였으며, 수술적 치료를 하는 경우 정확한 해부학적 정복을 시행하는 것이 성장판 조기 폐쇄의 발생 빈도가 감소한다고 하였다.

대부분의 저자들이 도수 정복 후 전위에 대한 허용 범위를 2 mm를 기준으로 하였고 도수 정복 후 전위가 2 mm 이상의 경우에는 관혈적 정복을 시행하여야 한다고 하였다<sup>5,6~8,16)</sup>. 그러나 Schurz 등<sup>15)</sup>은 2 mm 이상의 전위뿐 아니라 어떤 정도의 전위성 골절이라도 골절부 골교의 형성과 성장판 유합의 합병증을 방지하기 위해 필요 시에 수술적인 방법을 통해서라도 완벽한 해부학적 정복이 필요하다고 하였다.

골막은 연골 형성 및 골 형성 능력이 있어<sup>11,18)</sup> 골막을 관절내 연골 결손된 부위에 삽입을 하면 연골을 형성하고<sup>11)</sup> 손상된 성장판 결손 부위에 삽입이 되면 골교를 형성하여 성장판 성장 중지에 이르게 된다<sup>18)</sup>. Salter와 Harris<sup>14)</sup>는 동물 실험에서 성장판을 가로지르는 골절은 치유과정에서 성장판 골절 간극이 골로 채워지면서 골간단부가 골단부와 유합된다고 하였다. 그들은 성장판을 통한 골절 간극이 클수록 골교 형성 부위가 커지므로 필요하다면 수술적 방법을 통해서라도 완전한 정복을 얻는 것이 중요하다고 하였다. 또한 Gruber 등<sup>4)</sup>은 동물 실험에서 성장판 골절 부위의 감입된 골막도 골교 형성이 의미있게 증가함을 보고하였다. Phieffer 등<sup>12)</sup>은 동물 실험에서 성장판 골절 부위에 골막이 감입된 군은 성장판 골절만 있는 군에 비해 다리 길이 차이가 유의하게 높게 발생하였다 하며 Wirth 등<sup>18)</sup>도 손상된 성장판 사이에 감입된 골막은 골교의 형성으로 다리 길이의 종적 성장을 32%나 제한시킨다고 하였다. 이러한 골교의 형성은 조기 성장판 유합을 일으켜 이로 인한 합병증이 발생할 수 있다. Weber<sup>17)</sup>는 근위 경골 골간단 골절부에 섬유성 조직이 감입되면 외반 변형을 일으키므로 감입된 골막은 반드시 제거를 해야 한다고 하였으며 Cummings<sup>2)</sup>도 골막이 감입된 원위 경골 Salter-Harris 제I, II형 골절은 수술적 치료가 필요하다 하였다. Barmada 등<sup>1)</sup>도 감입된 골막의 제거를 시행한 예에서는 제한적 성장 장애가 발생하지 않았다 하여 감입된 골막을 반드시 제거할 것을 강력히 추천하였다.

골막의 감입은 Hahn 등<sup>5)</sup>은 Salter-Harris 제I형과 II형 소아 원위 경골 성장판 골절에서 최초 전위가 2 mm 이상으로 도수 정복이 필요하였던 11예 중 도수 정복 후 2 mm 이상의 전위가 있어 수술적 치료가 필요하였던 6예 전 예에서 골막의 감입이 관찰되었다고 하였으나 손상 기전에 따른 분류는 시행하지 않아 정확한 골절의 유형은 알 수 없었다. Kim 등<sup>8)</sup>도 2 mm 이상의 전위가 있어 관혈적 정복을 시행한 거의 모든 예에서 수술 소견상 골막의 감입이

관찰된다고 하여 골막의 감입이 정복의 방해 요소임을 이야기하였고 Dias-Tachjian 분류상 회외-내번형 5예 중 3예, 회외-족굴형 3예 중 1예, 회외-외회전형 1예 중 1예, 회내-외번-외회전 2예 중 1예에서 수술적 치료를 시행하였다고 하여 회외-내번형에서 수술적 치료 예가 많았고 골막의 감입도 많았을 것으로 생각되었다. 그러나 이들의 경우 소아 성장판 골절 전 예에 대하여 자기 공명 영상 검사를 통한 골막 감입 여부를 확인하지 않았고 수술한 예만 언급하여 정확한 골절의 유형에 따른 발생 빈도를 알 수는 없었다. 저자들의 경우에는 회내-외번-외회전형 골절에서 골막의 감입이 높게 관찰되었다. Cummings<sup>2)</sup>도 Salter-Harris 제I, II형 골절을 대부분 도수 정복으로 치료하나 회내-외번-외회전형 골절에서 골막의 감입이 있는 경우 수술적 정복을 시행한다고 하였다. Rohmiller 등<sup>13)</sup>은 골절 유형과 성장판 조기 폐쇄에 대한 연구에서 회외-외회전형의 35%에서, 회내-외번형의 54%에서 조기 성장판 폐쇄가 발생하였다고 하였다.

일반적으로 Salter-Harris type이 증가할수록 합병증의 위험성이 높다고 알려져 있으나 Leary 등<sup>10)</sup>은 Salter-Harris II형에서 III, IV형보다 조기 성장판 폐쇄의 발생이 높음을 보고하였다. 또한 Spiegel 등<sup>16)</sup>은 소아 족관절 골절을 3군으로 분류하였는데 저 위험군으로 Salter-Harris I형 경골 골절과 I, II형 비골 골절 및 2 mm 이하의 전위가 있는 III, IV형 경골 골절을, 예측 불허군으로는 II형 경골 골절을, 고 위험군으로 2 mm 이상의 전위가 있는 III, IV형 경골 골절 등이라 하여, 경미하게 전위된 III, IV형 골절보다 II형에서 오히려 합병증의 위험성이 높다고 하였다. 이들은 2 mm 이상 전위된 III, IV형 경골 골절은 수술적 치료를 시행하였으나 II형 경골 골절은 전위 정도와 상관 없이 모두 비수술적 방법으로 치료하였는데 대부분의 경우 변형의 원인은 초기 각형성 전위가 정복되지 않았을 경우 영구적 각 변형으로 남는다고 하였다.

저자들의 연구 결과에서처럼 2 mm 이상의 전위는 골막의 감입과 유의한 상관 관계가 있었지만 도수 정복 후 2 mm 미만의 전위가 있는 경우 전체 27예 중, 그리고 전체 골막 감입 9예 중 4예로 비교적 높은 빈도로 골막의 감입이 확인되므로 타 저자들의 예에서 전위가 적은 골절에서 비수술적으로 치료한 경우 조기 성장판 유합을 일으켜 이러한 변형을 남긴 상당수에서 확인되지 않은 골막의 감입이 변형의 원인으로 작용하였으리라고 생각되었다. 따라서 Salter-Harris I, II형 골절의 경우라도 성장판 골절 부위가 2 mm 미만으로 정복이 되었다 할지라도 자기 공명 영상 검사를 통해 골막의 감입 여부를 확인하고 수술적 치료를 통해 감입된 골막을 제거하고 정확한 해부학적 정복을 얻는 것이 중요하겠다.

본 연구의 제약점으로는 전체 연구 대상의 수가 적어 각 골절의 유형에 따라 충분한 예를 분석하지 못한 점과 골막이 감입된 예 또한 적어 장기적 추시를 통하여 수술로 인한 골막의 제거가 임상적으로 조기 성장판 폐쇄를 막아주는 영향 등에 대하여 분석하지 못한 단점이 있어 향후 더 많은 예를 대상으로 한 연구가 필요할 것으로 판단되었다.

## 결 론

소아 원위 경골 성장판 골절에서 골막의 감입은 전위가 2 mm 이상의 전위를 보이는 회내-내반-외회전형에서 많은 발생을 보였다. 그러나 도수 정복 후 2 mm 미만의 골편의 전위에서도 골막 감입은 발생할 수 있으므로 초기 전위가 2 mm 이상이었다면 반드시 자기 공명 영상 검사로 골막의 감입 여부를 확인한 후 치료 방침을 설정하여야 한다고 생각되었다.

## 참 고 문 헌

- 1) **Barmada A, Gaynor T, Mubarak SJ:** Premature physal closure following distal tibia physal fractures: a new radiographic predictor. *J Pediatr Orthop*, **23**: 733-739, 2003.
- 2) **Cummings RJ:** Distal tibial and fibular fractures. In: Beaty JH, Kasser JR eds. *Rockwood and Wilkins' fracture in children*. 6th ed. Philadelphia, Lippincott, Williams & Wilkins: 1077-1128, 2006.
- 3) **Dias LS, Tachdjian MO:** Physal injuries of the ankle in children: classification. *Clin Orthop Relat Res*, **136**: 230-233, 1978.
- 4) **Gruber HE, Phieffer LS, Wattenbarger JM:** Physal fractures, part II: fate of interposed periosteum in a physal fracture. *J Pediatr Orthop*, **22**: 710-716, 2002.
- 5) **Hahn SH, Yang BK, Yi SR, Yoo SH:** Treatment of distal tibial epiphyseal fracture salter-harris type I & II. *J Korean Fracture Soc*, **12**: 1065-1070, 1999.
- 6) **Kim JR, Pyo SH, Hwang BY:** Results of treatment for epiphyseal injuries of the ankle in children. *J Korean Fracture Soc*, **13**: 680-685, 2000.
- 7) **Kim JR, Song KH:** Factors influencing premature physal closure following physal injury of the ankle in children. *J Korean Orthop Assoc*, **43**: 672-676, 2008.
- 8) **Kim KC, Choi JY, Kim JS, Jhe YS, Yun BC:** Treatment of the pediatric ankle fracture. *J Korean Fractures Soc*, **9**: 341-348, 1996.
- 9) **Kling TF Jr, Bright RW, Hensinger RN:** Distal tibial physal fractures in children that may require open reduction. *J Bone Joint Surg Am*, **66**: 647-657, 1984.
- 10) **Leary JT, Handling M, Talerico M, Yong L, Bowe JA:** Physal fractures of the distal tibia: predictive factors of premature physal closure and growth arrest. *J Pediatr Orthop*, **29**: 356-361, 2009.
- 11) **O'Driscoll SW, Keeley FW, Salter RB:** The chondrogenic potential of free autogenous periosteal grafts for biological resurfacing of major full-thickness defects in joint surfaces under the influence of continuous passive motion. An experimental investigation in the rabbit. *J Bone Joint Surg Am*, **68**: 1017-1035, 1986.
- 12) **Phieffer LS, Meyer RA Jr, Gruber HE, Easley M, Wattenbarger JM:** Effect of interposed periosteum in an animal physal fracture model. *Clin Orthop Relat Res*, **376**: 15-25, 2000.
- 13) **Rohmiller MT, Gaynor TP, Pawelek J, Mubarak SJ:** Salter-Harris I and II fractures of the distal tibia: does mechanism of injury relate to premature physal closure? *J Pediatr Orthop*, **26**: 322-328, 2006.
- 14) **Salter RB, Harris WR:** Injuries involving the epiphyseal plate. *J Bone Joint Surg Am*, **45**: 587-622, 1963.
- 15) **Schurz M, Binder H, Platzer P, Schulz M, Hajdu S, Vécsei V:** Physal injuries of the distal tibia: long-term results in 376 patients. *Int Orthop*, **34**: 547-552, 2010.
- 16) **Spiegel PG, Cooperman DR, Laros GS:** Epiphyseal fractures of the distal ends of the tibia and fibula. A retrospective study of two hundred and thirty-seven cases in children. *J Bone Joint Surg Am*, **60**: 1046-1050, 1978.
- 17) **Weber BG:** Fibrous interposition causing valgus deformity after fracture of the upper tibial metaphysis in children. *J Bone Joint Surg Br*, **59**: 290-292, 1977.
- 18) **Wirth T, Byers S, Byard RW, Hopwood JJ, Foster BK:** The implantation of cartilaginous and periosteal tissue into growth plate defects. *Int Orthop*, **18**: 220-228, 1994.