

소아 대퇴골 간부 골절 치료시 과도성장 및 재형성

인하대학교 의과대학 인하병원 정형외과학교실

박승림 · 김형수 · 강준순 · 이우형 · 전현양

— Abstract —

Overgrowth and Remodelling after Femoral Shaft Fractures in Children

Seung Rim Park, M.D., Hyoung Soo Kim, M.D.,
Joon Soon Kang, M.D., Woo Hyeon Lee, M.D., Hyun Yang Chun, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Inha Hospital, Inha University, College of Medicine, Incheon, Korea

Fifty-two femoral shaft fractures in children, treated conservatively, were studied clinically and radiographically to access the overgrowth and its related factors. Among them, we reviewed fourteen children (16 cases), who had angular deformities over 10° after union for the spontaneous correction of the angular deformity. They had an average follow-up of 40.5 months and 32.4 months.

The results were as follows:

1. The average of the overgrowth was 9.9 mm.
2. The overgrowth was influenced by the age, but was not promoted by other factors.
3. The average overgrowth of the age group between 4 and 9 was 10.8 ± 2.7 mm.
4. The average correction was 78% of the initial angular deformity, 77% had occurred at the physes and 23% at the fracture site
5. There was no close relation between the remodelling rate and degrees of initial deformity

Key Words : Fracture, Femoral shaft, Children, Overgrowth and Remodelling

* 통신저자 : 이 우 형

경기도 성남시 수정구 태평4동 7336(461-194)

인하병원 정형외과

* 본 논문은 1996년 인하대학교 연구비 보조로 이루어졌음.

* 본 논문의 요지는 1996년 22차 추계학술대회에서 구연 되었음.

서 론

소아의 대퇴골 간부 골절은 성인의 경우와 비교해 볼 때 골유합이 빠르고 특별한 경우를 제외하고는 불유합이 거의 없으므로 보존적 견인요법 후 석고 고정에 의한 치료가 보편적으로 적용되고 있으며 이때 소아 골절의 특성상 과도성장 및 재형성력이 강하여 어느 정도의 각 변형은 허용하고 있다.

그러나 소아 대퇴골 간부 골절의 보존적 치료 후 뒤따르는 후유증으로 골절부의 과도 성장에 따른 하지 부동이나 초기의 과도한 각형성 변형에 따른 부정정렬이 발생할 수 있다. 따라서 과도성장에 영향을 미칠수 있는 요인들을 파악하여 봄으로써 이로인해 나타나는 하지 부동을 예방할 수 있으며, 또한 각 변형의 자연 교정의 정도와 부위별로 이에 미치는 영향에 대해 밝힘으로써 보존적 치료시 나타날 수 있는 각 변형에 대해서도 예측 가능하게 하는 향후 치료지침이 필요하다고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 15세 이하의 소아 대퇴골 간부 골절 환자 중 비관혈적으로 치료를 실시하고 평균 40.5개월 추시 관찰이 가능하였던 52례와 초기 골 유합시 평균 10도 이상의 각변형이 발생한 14명 16례에 대하여 평균 32.4개월의 추시 관찰을 통하여 골절 후 과도 성장에 영향을 미치는 인자들에 따른 비교 분석과 골절 유합 후 발생한 각변형의 자연 교정에 대한 교정술과 재형성 부위인 골절부 및 골간단부 각각의 기여도를 분석하여 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

연구 대상 및 방법

1991년 1월부터 1995년 10월까지 본원에 입원하여 치료받은 15세 이하 대퇴골 간부 골절 환자 중 보존적 치료를 실시하였고 1년이상 추시관찰이 가능하였던 52례를 대상으로 하였다. 추시기간은 최단 14개월에서 최장 64개월로 평균 40.5개월이었으며 대상 환자중 남자가 32례, 여자가 20례이었으며 수상 당시 평균 나이는 7.4세 이었다. 각 변형의 자연 교정에 대하여는 52례의 연구대상중 골유합시 대퇴 전장 전후방 및 측면 촬영상 전방 또는 내외측방 10도 이상 각 변형이 발생하였던 14명 16례를 대상으

로 하였으며 이들의 평균 추시기간은 32.4개월이었고 남녀 각각 8명과 6명이었으며 수상당시 평균 나이는 5.6세이었다. 수상 원인은 교통사고가 42례(81%)로 가장 많았으며 추락사고 6례(11%), 직접 손상 3례(6%), 실족 사고 1례(2%) 순이었으며 개방성 골절이나 뇌손상 등을 포함한 다발성 골절 환자는 대상에서 제외하였다. 치료는 전 레에서 일정 기간 피부 또는 골 견인술 후 석고 붕대고정으로 전환하는 고식적 방법으로 시행하였으며 견인 방법은 2세 이하에서는 Bryant 피부 견인술을, 3세 이상에서는 Russel 또는 90-90 골 견인술을 시행하였고 견인 없이 도수 정복후 직접 석고 고정을 시행한 경우는 없었다.

대퇴골 과도 성장의 측정은 골유합 초기와 추시기 간중 및 최종추시의 Scanogram을 이용하여 추적관찰을 시행하였고 임상 소견 및 방사선 소견에 의해 연령 및 성별, 골절 부위 및 양상, Handedness, 골 중첩정도, 추시기간에 따른 과도성장의 차이 등을 PC-SAS (ver 6.08)을 이용하여 Student t-test와 ANOVA with scheffe test로 통계적 유의성을 검증하였으며 유의수준은 0.05로 하였다.

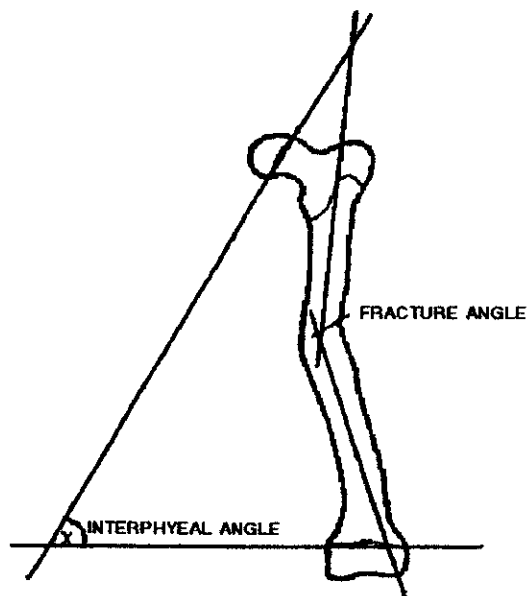


Fig. 1. The interphyseal angle(x) is measured at the intersection of the lines extended from proximal and distal physes²⁶⁾.

Table 1. Factors which may affect overgrowth after femoral shaft fracture analysed separately

| Related factor | No. of case | Overgrowth | P-value (mean±SDmm) |
|------------------|-------------|------------|------------------------|
| Site of fracture | | | 0.76 |
| proximal | 14 | 10.8±2.1 | |
| middle | 26 | 9.4±3.2 | |
| distal | 12 | 10.0±1.9 | |
| Type of fracture | | | 0.12 |
| transverse | 34 | 9.8±3.2 | |
| oblique | 8 | 8.1±2.9 | |
| spiral | 7 | 14.4±6.1 | |
| comminuted | 3 | 5.2±4.3 | |
| Handedness | | | 0.87 |
| dominant | 30 | 9.8±3.1 | |
| non-dominant | 22 | 10.1±2.9 | |
| Overlap at union | | | 0.09 |
| <5mm | 19 | 7.6±2.6 | |
| 6-10mm | 24 | 11.4±2.9 | |
| >10mm | 9 | 10.7±3.1 | |
| Age | | | 0.3 |
| 0-3 years | 10 | 8.7±3.0 | |
| 4-9 years | 34 | 10.8±2.7* | |
| 10-15 years | 8 | 7.4±2.2 | |
| Sex | | | .77 |
| male | 32 | 10.2±2.7 | |
| female | 20 | 9.7±3.2 | |
| F/U period | | | 0.61 |
| <30 months | 25 | 10.1±2.7 | |
| 30-45 months | 19 | 9.4±2.2 | |
| >45 months | 8 | 11.1±3.0 | |

* significant statistical difference between groups.

각변형의 자연교정의 측정방법은 골유합시 양측 성장판 간각(Interphyseal Angle)의 차이는 골절 부위 각변형과 같고 최종추시의 양측 성장판 간각의 차이가 자연교정후 잔존하는 각변형이 되므로²⁶⁾ 골유합시 골절부위 각변형과 최종추시의 잔존하는 양측 성장판 간각의 차이가 전체 자연교정된 양이되며 이는 골절부위의 자연교정량과 성장판 간각의 자연교정량으로 이루어 진다. 따라서 전체 자연교정율은 골유합시 발생한 양측 성장판 간각의 차이에 대하여 전체 자연교정량이 차지하는 비율이며, 골절부 및 골단판의 자연교정율은 전체 자연교정량에 대하여 골유합시 및 최종추시간의 골절부 각변형의 차이 및 전체 자연 교정량에서 골절부 각변형의 차이를 제거

한 양측성장판 간각의 차이가 차지하는 비율로써 구할수 있으므로 골유합시 및 최종추시의 양측 대퇴 전장 전후방 또는 측면 촬영을 시행하여 골유합시의 골절 부위 각변형과 최종추시의 골절 부위 각변형 및 양측 성장판 간각의 차이 등을 측정하여 자연교정율 및 골절 부위 및 골단판 각각의 자연교정 기여도를 측정하였다(Fig.1).

결 과

1. 과도 성장

골유합시 까지의 평균 고정기간은 8.5주로서 평균 견인 기간은 3.2주, 평균 석고 고정기간은 5.3주이었으며 전례에서 골유합을 얻었으며 불유합의례는 없었다.

골절부위에 따라 분류하면 중간 부위가 26례(50%)로 가장 많았으며 근위부 14례(27%), 원위부 12례(23%)의 순이었으며, 부위에 따른 과도성장은 근위부 10.8±2.1mm, 중간부 9.4±3.2 mm, 원위부 10.0±1.9 mm이었다(P=0.76).

골절 형태에 따라 분류하면 횡상골절 34례(66%), 사상골절 8례(15%), 나선상 골절 7례(13%), 분쇄 골절 3례(6%) 순이었으며, 골절 형태에 따른

과도성장은 횡상 골절 9.8±3.2mm, 사상 골절 8.1±2.9mm, 나선상 골절 14.4±6.1mm, 분쇄 골절 5.2±4.3mm이었다(P=0.12).

Handedness에 따라 분류하면 Dominant 30례(58%), Nondominant 22례(42%)이었으며, 이에 따른 과도성장은 Dominant 9.8±3.1mm, Nondominant 10.1±2.9mm이었다(P=0.87).

초기 골유합시의 골중첩에 따라 나누어보면 골중첩이 5 mm이하인 군이 19례(37%), 6-10 mm군이 24례(46%), 10mm군이 9례(17%)로서 평균 7.2 mm의 골 중첩을 시켰으며, 각 군의 과도성장은 각각 7.6±2.6mm, 11.4±2.9mm, 10.7±3.1mm였다(P=0.09).

Table 2. Summary of patient profile

| No. of case | Sex | Age at Injury (Yr.) | Initial Angulation at Fx.site(°) | F/U (Mo.) |
|-------------|------------|---------------------|----------------------------------|-----------|
| 1 | F | 3 | ant 17 | 28 |
| 2 | M | 5 | ant 12 | 17 |
| * 3 | M | 7 | ant 16 varus 13 | 35 |
| 4 | F | 5 | ant 25 | 52 |
| 5 | M | 2 | ant 13 | 39 |
| 6 | F | 7 | ant 10 | 47 |
| 7 | M | 6 | ant 16 | 21 |
| 8 | M | 5 | ant 23 | 30 |
| 9 | M | 8 | ant 13 | 43 |
| *10 | M | 5 | ant 15 varus 17 | 47 |
| 11 | F | 2 | ant 21 | 22 |
| 12 | F | 10 | ant 12 | 15 |
| 13 | M | 9 | ant 17 | 21 |
| 14 | F | 4 | ant 21 | 36 |
| Meam | M-8 F-6 | 5.6 | ant 16. varus 15.0 | 32.4 |

* :Two planes angular deformity

Table 3. Patient's profile united with Angulation deformity and Remodelling

| No. of cases | Residual difference of **IP Angles (°) | Residual Angulation at Fx. site(°) | Rate of Remodelling (%) | Contribution to Remodelling(%) | |
|--------------|--|------------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--------|
| | | | | Fx.site | Physis |
| 1 | 2 | 13 | 87 | 27 | 73 |
| 2 | 6 | 12 | 77 | - | 100 |
| *3 | 6 | 14 | 63 | 20 | 80 |
| 2 | 10 | 85 | 27 | 73 | |
| 4 | 7 | 15 | 72 | 33 | 69 |
| 5 | 4 | 13 | 69 | - | 100 |
| 6 | 4 | 8 | 60 | 22 | 78 |
| 7 | 1 | 13 | 95 | 20 | 80 |
| 8 | 3 | 17 | 88 | 40 | 60 |
| 9 | 3 | 11 | 75 | 20 | 80 |
| *10 | 2 | 8 | 90 | 31 | 69 |
| 5 | 12 | 73 | 25 | 75 | |
| 11 | 4 | 16 | 83 | 29 | 71 |
| 12 | 1 | 12 | 89 | - | 100 |
| 13 | 6 | 13 | 67 | 36 | 64 |
| 14 | 5 | 15 | 75 | 38 | 62 |
| Mean | | Ant. 12.9 varus 11.0 | 78 | 23 | 77 |

*: Two planes angular deformity

** IP: interphyseal

연령에 따른 과도성장은 3세이하 군이 10례(19%), 4-9세군이 34례(66%), 10-15세군이 8례(15%)이었으며, 과도성장은 각각 $8.7 \pm 3.0\text{mm}$, $10.8 \pm 2.7\text{mm}$, $7.4 \pm 2.2\text{mm}$ 이었고, 특히 4-9세군이 타 연령군에 비하여 과도성장에 따른 통계적 유의성을 찾을 수 있었다 ($P=0.03$).
성별에 따른 과도성장은 남자가 32례(62%), 여자가 20례(38%)로 과도성장은 각각 $10.2 \pm 2.7\text{mm}$, $9.7 \pm 3.2\text{mm}$ 이었다($P=0.77$).
추시기간에 따른 과도성장의 차이로는 30개월이하군이 25례(48%), 30-45개월군이 19례(37%), 45개월이상군이 8례(15%)로서 과도성장은 각각 $10.1 \pm 2.7\text{mm}$, $9.4 \pm 2.2\text{mm}$, $11.1 \pm 3.0\text{mm}$ 이었다 ($P=0.61$) (Table 1).

2) 각 변형

초기 골유합 당시 각변형은 전방 각 변형 14례, 전방 및 내반 각 형성 2례이었으며 전방 각 변형은 $10-25^\circ$ 사이로 평균 16° 이었고, 내반 각 변형은 $13-17^\circ$ 로 평균 15° 이었다(Table 2).
각변형은 평균 추시 32.4개월 결과 전체적인 자연교정율은 평균 78%를 보였으며 내반 각 변형은 평균 79%, 전방 각 변형은 평균 77.9%의 자연교정율을 나타내었다. 또한 각변형교정에 있어서 부위별 기여도는 골단 판부에서 77%가, 골

Table 4. Remodelling Rate according to degrees of Angulation

| Initial Angulation (°) | No. of patient | Remodelling Rate (mean±SD %) | P value |
|------------------------|----------------|------------------------------|---------|
| 10 - 15 | 7 | 77.9±3.7 | 0.85 |
| 16 - 20 | 5 | 77.0±2.1 | |
| < 20 | 4 | 79.5±1.6 | |

절부에서 23%가 이루어 졌다(Table 3). 또한 골유합시의 각변형의 정도와 자연교정율과의 관계에 있어서도 10-15°인 군이 8례(44%), 16-20°인 군이 5례(31%), 20°이상인 군이 5례(25%)이었으며 자연교정율은 각각 평균 77.9±3.7%, 77.0±2.1%, 79.8±1.6%로서 통계적 유의성을 찾을 수 없었다(P=0.85) (Table 4).

고 찰

소아의 대퇴골 골절은 전인요법으로 가골형성이 충분하여 골절 부위가 안정되었을 때 석고 붕대 고정으로 유지시키는 고식적인 비관혈적 치료^{8,10,21,22)}가 널리 알려져 있으며 현재까지도 고식적 방법으로 치료가 어려운 개방적 골절이나 너손상과 같은 타 부위 동반손상의 경우들을 제외하고는 보존적 치료가 시행되고 있다. 골절 치료 후 발생하는 과도성장의 기전에 대해서는 주로 골절로 인한 혈류 증가와 이차적인 골막 충혈로 인해 골단판을 자극하여 골성장 촉진에 일어난다는 주장^{6,14)}과, 양측 하지의 길이를 원래의 동등한 상태를 유지하려는 신체내 보상기전(Innate compensatory mechanism)으로 설명^{7,8,11)}되어지고 있으나 골절후 과도 성장에 영향을 미치는 인자들에 대해서는 다양한 주장이 제기되고 있다.

골절 부위와 골절 형태와 과도성장과의 관계에서 골절 부위와 골절 형태에는 관계없이 같은 정도로 골의 과도성장이 일어나며 별 영향을 미치지 않는다는 보고^{5,6,7,12)}들도 있으나, 근위 1/3 부위의 골절에서 과도성장이 심하게 나타나며^{1,21)}, 사상 골절이나 나선상 골절이 횡상 골절보다 과도성장이 더욱 촉진된다는 보고^{1,3,6)}들도 다수 존재하고 있다. 본 연구에서는 골절 부위 및 형태와 과도성장과의 관계에 있어서 근위부 골절이 10.8±2.1mm, 나선상 골절이 14.4±6.1mm의 과도성장이 이루어졌으나 통계적으로 연관관계가 나타나지 않음을 관찰하였다. 하지

만 연령과 과도성장과의 관계에서는 상관관계가 없다는 보고^{13,22)}들도 있으나, 다수의 보고에 의하면 골절시 과도 성장에 영향을 미칠 수

있는 인자로서 연령이 관계하며, 의미있는 연령군으로 다소간의 차이는 있으나 4-8세 사이에서 과도성장이 더 심하다고 하고 있으며^{1,3,7,15,18,23)}, 2세 이하 및 사춘기에서는 영향이 적다^{15,24)}고 하였다. 본 연구에서도 4-9세군이 10.8±2.7mm로 3세 이하군 8.7±3.0mm, 10-15세군 7.4±2.2mm 보다 뚜렷한 과도성장을 나타내었고 통계적으로도 유의성을 찾을 수 있었다(P=0.03). Handedness와 과도성장은 대뇌우세(Cerebral dominant)측이 비우세(Non-dominant)측보다 과도성장이 적었다는 보고¹⁹⁾가 있으나 본 연구에서는 각각 9.8±3.1mm, 10.1±2.9mm의 과도성장을 나타내었으나 큰 차이가 나타나지 않았다. 골중첩과 과도 성장에 대하여는 골중첩을 많이 할수록 과도성장이 더욱 초래된다는 보고^{2,5,7,13)}와 오히려 감소^{18,19)}, 또는 관계가 없다^{9,21)}는등 상반되는 다수의 연구 보고들이 있지만 2-10세 사이에는 골절 부위를 1.0 cm-1.5 cm으로 골절단면을 중첩시켜 주는 것이 좋다²⁴⁾고 권하고 있으며 대체로 이에 따르고 있다. 본 연구에서도 여러 중첩군을 구분지어 분석하였으나 유의수준 0.05 하에서는 통계적으로 유의하지는 않았으나 경계역상에서 유의성이 나타났다(p=0.09). 따라서 골절단면의 중첩은 골성장 촉진에 어느 정도 영향을 주고있으며, 또한 원격 관찰시 하지 단축이나 과도성장을 결정하는데 도움이 되었다¹⁾. 성별에 따른 과도 성장과의 관계에 있어서 소아의 성장판은 호르몬에 민감하며 혈액순환은 덜 활동적인 성장판에 영향을 미치므로 사춘기전에 성장판 활동이 두드러진 여아보다 남아에 있어 골 성장이 촉진된다는 보고⁹⁾가 있으나, 본 연구에서는 성별에 따른 과도 성장의 통계적 유의성은 찾을 수 없었다.

골유합시 형성된 각변형에 대해서는 성장 후 자연적으로 재형성되어 교정되는 소아 골 특성으로 인해 일정한 각 변형의 허용 한도내에서는 별다른 임상 증상이 초래하지 않는다. 변형된 각의 재형성에 대한 기전은 골절면과 골단판에서 이루어진다는 두드

러진 두가지 기전으로 설명되어지고 있는데 Wolff 법칙에 따라 압박력에 의한 신생골 형성과 신장력에 의한 골 흡수가 골절면으로부터 일어나 재형성이 된다는 기전²⁷⁾과 성장판 성장이 각 변형에 의한 비균형적인 압박력과 신장력으로 골단판의 성장 차이를 일으킨다는 Hueter-Volkman의 법칙에 따른 기전^{16, 29)}이 대두되고 있다. 각 형성의 허용 범위에 대해서도 Tachdjian²⁴⁾은 전방 15°, 후방 5°, 내측방 9°를, Irani¹⁷⁾ 등은 전방 30°, 내반 15° 등의 자연교정 허용 범위를 보고하고 있으며 방향에 관계없이 20° 이하¹⁵⁾, 혹은 25° 이하^{4, 7, 26)} 등 다수의 연구 보고를 하고 있다. 본 연구에 있어서도 골유합시 10-25°의 각 변형을 대상으로 분석하였으나, 전 레에서 자연 교정을 나타내었으며 이학적 검사상 운동 제한이나 파행 등을 보이지 않았고, 25°이하의 이상 각 변형을 여러 군으로 구분지어 교정폭을 살펴보았으나 변형 각이 크고, 적응에 따른 교정양의 변화는 통계적 유의성이 없었다($P=0.85$).

또한 각 변형의 자연 교정력에 기여하는 부위별 기여도에 있어서도 Wallace와 Hoffmann²⁶⁾은 자연 교정율은 85%이며 그 중 74%가 골단판부에서 각 교정이 일어난다고 보고하고 있으며 본 연구에서도 78%의 자연 교정율과 그 중 골단판부에서 77%, 골절부에서 23%의 자연교정이 발생하였다. 이와같은 결과로 부터 각 교정에는 골단판부의 각 교정이 골절부의 각 교정보다 더욱 중요한 역할을 하고 있는 것으로 생각되었다.

결 론

1991년 1월부터 1995년 10월까지 본원 정형외과에서 보존적으로 치료하였던 대퇴골 간부 골절 환자 중 15세이하 52례와 이들중 초기 골유합시 10-25° 사이의 이상 각 변형을 나타낸 14명 16례에 대한 과도성장과 각 변형의 자연 교정에 대한 분석 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 평균 과도성장은 9.9 mm이었으며, 평균 골 중첩은 7.2 mm이었다.

2. 과도 성장에 영향을 미치는 인자들 중 연령에 있어 4-9세 연령군에서 $10.8 \pm 2.7\text{mm}$ 로 3세 이하 및 10-15세군과 비교하여 과도성장이 두러지게 나타났다.

3. 골 중첩, 골절 부위 및 형태, 성비, Handedness 등의 인자는 과도성장에 크게 영향을 미치지 않았다.

4. 각 변형의 평균 자연 교정율은 78%이었으며, 그 중 골단판부에서 77%, 골절부에서 23%가 일어났다.

5. 10-25°사이의 각 변형은 변형각이 크다고 더 많이 교정되지는 않았으며 자연 교정 후 임상적 변형을 찾아 볼 수 없었다.

REFERENCES

- 1) 박노대, 인주철, 이수영, 김익동: 소아 대퇴골 골절의 임상적 고찰. 대한정형외과학회지, 제 8권 2호:107-112, 1973.
- 2) 오인석, 김두현: 소아 대퇴골 골절의 보존적 치료. 대한정형외과학회지, 제 30권 4호: 997-1003, 1995.
- 3) 윤태현, 김한규: 소아 대퇴골 골절의 임상적 고찰. 대한정형외과학회지, 제 18권 4호:703-708, 1983.
- 4) 정영기, 유정환, 송백용, 박용욱, 노규철: 소아 대퇴골 간부 골절후 발생한 각변형의 자연교정: 예비보고. 대한정형외과학회지, 제 30권 5호:1382-1388, 1995.
- 5) Aitken A: Overgrowth of the femoral shaft following fracture in children. *Am J Surg*. 49:147-148, 1940.
- 6) Aitken A, Blackett C and Cincotti J: Overgrowth of the femoral shaft following fracture in childhood. *J Bone and Joint Surg*, 21:334-338, 1939.
- 7) Barfod BM and Christensen J: Fractures of the femoral shaft in children: with special reference to subsequent overgrowth. *Acta Chir. Scandimav*. 116:235-250, 1958-1959.
- 8) Burdick CG and Siris IE: Fractures of the femur in children treatment and end-results in 268 cases. *Ann. Surg.*, 77:36-753, 1923.
- 9) Clement DA and Colton CL: Overgrowth of the femur after fracture in childhood: An increased effect in boys. *J Bone and Joint Surg*. 63B:534-536, 1986.
- 10) Cole WH: Results of treatment of fractured femurs in children (with special reference to Bryant's overhead traction). *Arch. Surg.*, 5:702-716, 1922.
- 11) Cole WH: Compensatory lengthening of the femur in children after fracture. *Ann. Surg*. 82:609-616, 1925.
- 12) David VC: Shortening and compensatory over-

- growth following fracture of the femur in children. *Arch Surg.*, 9:438-449, 1924.
- 13) **Edvardsen P and Syversen SM** : Overgrowth of the femur after fracture of the shaft in childhood. *J. Bone and Joint Surg.*, 58-B:339-342, 1976.
 - 14) **Ferguson AE** : Surgical stimulation of bone growth by a new procedure. *J.A.M.A.* 100:26-27, 1933.
 - 15) **Griffin P Anderson M and Green W** : Fractures of the shaft of the femur in children. *Orthop Clin North Am*, 3:213-224, 1972.
 - 16) **Hueter C** : Anatomische studies an den Extremitäten g Elenken neugeborene und Ewachsener. *Virchows Arch*, 25:572-599, 1862.
 - 17) **Iranl RN Nicholson JT and Chung SMK** : Longterm results in the treatment of femoral-shaft fractures in young children by immediate spica immobilization. *J Bone Joint Surg.* 58-A:945-951, 1976.
 - 18) **Martin Ferrero MA and Sanchez Martin MM**: Prediction of overgrowth in femoral shaft fractures in children. *Int Orthop*, 10:89-93, 1986.
 - 19) **Meals RA** : Overgrowth of the femur following fracture in children : Influence of handedness. *J. Bone and Joint Surg.*, 61-A:381-384, 1979.
 - 20) **Pease CN** : Fractures of the femur in children. *Surg. Clin. North Amer.*, 37:213-221, 1957.
 - 21) **Stahei LT** : Femoral and tibial growth following femoral shaft fracture in childhood. *Clin. Orthop.*, 55:159-163, 1967.
 - 22) **Stephens MM, Hsu LCS and Leong JCY** : Leg length discrepancy after femoral shaft fracture in children : Review after skeletal maturity. *J. Bone and Joint Surg.*, 71-B:615-618, 1989.
 - 23) **Tachdjian MO** : Pediatric Orthopedics. W.B. Saunders Co., Philadelphia, London, 1972.
 - 24) **Tachdjian MO** : Pediatric Orthopedics Second Ed. pp. 3246-3268, Philadelphia, WB Saunders CO, 1990.
 - 25) **Volkmann R** : Chirurgische Erfahrungen über knochenverbiegungen und Knochen- wascsthum. *Arch Pathol Anat.*, 4:512-540, 1862.
 - 26) **Wallace ME and Hoffman EB** : Remodelling of angular deformity after femoral shaft fractures in children. *J Bone and Joint Surg.*, 74B:765-769, 1992.
 - 27) **Wolff J** : Das Gesetz der Transformation der Knochen. Berlin : Verlag von Angust-Hirschwald, 1942.