

소아경골 간부골절후의 과성장에 관한 고찰

한림대학교 의과대학 정형외과학교실

정영기 · 유정한 · 이동현

= Abstract =

Overgrowth of the Tibial Shaft following Fracture in Children

Yung Khee Chung, M.D., Jung Han Yoo, M.D. and Dong Hyeon Lee, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Kangnam Sacred Heart Hospital, School of Medicine,
Hallym University, Seoul, Korea.

Longitudinal growth acceleration of the femoral shaft after fracture in children has been recognized since the late nineteenth century, Orthopaedic surgeons have attempted to compensate for the leg length discrepancy by allowing union to occur with some degree of shortening, but longitudinal overgrowth following fractures of the tibial shaft in children has been rarely studied.

Thirty-one children, treated for fracture of the shaft of tibia, were studied prospectively to assess the consequent increase in longitudinal growth of the tibia.

The material presented in this paper is the result of the study of thirty-one children with fractured tibia who were treated in the Department of Orthopaedic Surgery of Kangnam Sacred Heart Hospital of Hallym University, since 1986 October, the age of the child varied from 3 years to 13 years, these cases have been followed from 30 months to 40 months.

We have made a radiologic study of fracture of the tibial shaft with a view to analysing the results according to a number of factors, including the sex and the type, site and degree of overriding of fracture, and method of treatment, and then the degree of overgrowth was compared with unaffected side.

1. The average tibial overgrowth following tibial shaft fracture is 7mm.
2. Growth of the femur was not affected by the tibial fracture.

Key Words: Overgrowth, Tibia fracture, Children.

연구대상 및 방법

서 론

소아 대퇴골 간부 골절후 과성장에 관하여는 여러저자들이 보고하여, 전위골절에 있어서는 평균 1~1.5cm정도 골절편을 중첩하여 골 유합을 도모하고 있으나, 경골 간부 골절후 과성장에 대하여는 문헌상 보고된 경우가 드물어, 본 교실에서는 소아 경골 간부 골절 환자를 대상으로 골의 과성장 정도와 이에 영향을 미치는 요인을 임상적으로 분석하여 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

1. 연구대상

1986년 10월이후 한림대학교 의과대학 강남 성심병원 정형외과에서 치료한 소아 경골 간부 골절환자 가운데 2년 6개월이상 원격 추시가 가능하였던 31례를 대상으로 하였다.

2. 연구방법

환자의 연령, 성별, 골절원인, 동반손상 및 치료방법과, 골절부위 및 형태, 골편의 중첩 정도에 의한 골절후의 과성장에 미치는 영향을 분석하였으며, 금속자를 이용한 양측의 전장을 방

사선 촬영하여 양측 경골의 길이를 측정하는 방법으로 환측 경골의 과성장정도를 비교하였다.

증례분석 및 연구결과

1. 연령 및 성별

연령분포는 3세에서 13세사이로 평균 7.4세였으며, 골절의 빈도는 5세에서 7세사이가 19예로 가장 많았고, 성별분포는 남자가 25예, 여자가 6예로 남녀의 비는 4:1이었다(Table 1).

2. 골절의 원인

골절의 원인으로는 교통사고 28예, 실족사고 2예, 추락사고 1예의 순이었다(Table 2).

3. 골절부위

우측이 16예, 좌측이 15예이었으며(Table 3), 원위간부 15예, 중위간부 14예, 근위간부 2예의 순이었다. 성별에 따라서는 남자에서 원위간부 13예, 중위간부 11예, 근위간부 1예의 순이었으며, 여자에서는 중위간부 3예, 원위간부 2예, 근위간부 1예의 순이었다(Table 4).

4. 골절의 형태

Table 1. Age and Sex Distribution

Age(Years)	Sex		Total(%)
	Male	Female	
3	1	0	1(3.2)
4	1	0	1(3.2)
5	6	0	6(19.4)
6	5	3	8(25.8)
7	5	0	5(16.2)
8	2	0	2(6.4)
9	0	1	1(3.2)
10	0	0	0(0.)
11	1	0	1(3.2)
12	4	1	5(16.2)
13	0	1	1(3.2)
Total (%)	25(80.6)	6(19.4)	31(100.0)

Table 2. Cause of Injury

Cause	No. of Cases	(%)
Traffic accident	28	90.3
Slip down	2	6.5
Fall down	1	3.2
Total	31	100.0

골절형태별 분포는 횡골절이 14예, 사상골절 8예, 나선상골절 8예, 분쇄골절 1예의 순이었다(Table 5).

5. 동반 골절

동측 비골간부 골절이 16예, 두개골골절 2예, 대퇴골 골절 및 상완골 골절이 각각 1예이었다(Table 6).

6. 치료방법

23예에서 도수정복 및 장하지 석고붕대 고정술을, 3예에서 도수정복 및 금속사 내고정술을, 3예에서 관혈적 정복술 및 금속나사 내골정술을, 1예에서는 관혈적 정복술 및 금속판 내고정술을, 1예에서 관혈적 정복술 및 체외고정술을 시행하였다(Table 7).

7. 골편중첩의 정도

가능한 한 해부학적 정복을 시도 하였으며, 골절의 형태 및 치료방법에 따라 최대 10mm까지의 골편중첩을 허용하였고, 평균 골편중첩 정도는 2.3mm이었다(Table 8).

Table 3. Side of Tibial Shaft Fracture

Side	Sex		Total(%)
	Male	Female	
Right	14	2	16(51.6)
Left	11	4	15(48.4)
Total (%)	25(80.6)	6(19.4)	31(100.0)

Table 4. Location of Tibial Shaft Fracture following to Sex

Location	Sex		Total(%)
	Male	Female	
Proximal	1	1	2(6.4)
Middle	11	3	14(45.2)
Distal	13	2	15(48.4)
Total (%)	25(80.6)	6(19.4)	31(100.0)

Table 5. Type of Tibial Shaft Fracture

Type	No. of Cases	(%)
Transverse	14	45.2
Oblique	8	25.8
Spiral	8	25.8
Comminuted	1	3.2
Total	31	100.0

Table 6. Associated Fracture

Site	No. of Cases
Fibula	16
Skull	2
Femur	1
Humerus	1

Table 7. Methods of Treatment

Method	No. of Cases (%)
CR & cast immobilization	23(74.4)
CR & K-wire fixation	3(9.6)
OR/IF with screw	3(9.6)
OR/IF with plate & screw	1(3.2)
OR & external fixation	1(3.2)
Total	31(100.0)

CR: Closed reduction, OR: Open reduction
IF: Internal fixation

Table 8. Amount of Overriding of Fracture Fragment

Type of Fx.	Mean overriding(mm)
Transverse	0.86
Oblique	2.75
Comminuted	0
Spiral	4.75
Total	2.30

Table 9. Tibial Growth of Normal Site followint to Age Distribution

Age	3-5	6-8	9-11	12-13
No. of Cases	8	15	2	6
Mean Follow-up(month)	36	30	32	30
Growth(mm)	32.4	38.9	31	30

Table 10. Tibial Overgrowth

	Sex		Age(Years)				Type			Level			
	Male	Female	3-5	6-8	9-11	12-13	Com.	Spi.	Tran.	Obl.	Prox.	Mid.	Dist.
Tibial Overgrowth (mm)	7.6	5.0	8.1	7.6	6	3	15	9.4	6.9	4.3	10.5	7.3	6.5

Com.: comminuted, Spi.: spiral, Tran.: transverse, Obl.: oblique, Prox.: proximal Mid.: middle, Dist.: distal.

8. 경골길이의 성장 및 과성장 정도

1) 연령별 건축의 경골 성장 정도는 6세에서 8세사이가 38.9mm, 3세에서 5세사이가 32.4mm, 9세에서 11세사이가 31mm, 12세에서 13세사이가 30mm이었다(Table 9).

2) 과성장 정도는 최고 25mm, 평균 7mm였으며, 5예에서는 건축과 동일하였다. 성별 평균 과성장 정도는 남자에서 7.6mm, 여자에서 5mm였으며, 연령별로는 3세에서 5세사이가 8.1mm로 가장 많았고 6세에서 8세사이가 7.6mm, 9세에서 11세사이가 6mm, 12세에서 13세사이가 3mm의 순이었다(Table 10).

3) 골절형태별 과성장 정도는 분쇄골절 15mm, 나선상 골절 9.4mm, 횡골절 6.9mm, 사상골절 4.3mm의 순이었다(Table 10).

4) 골절 부위별로는 근위간부 골절에서 10.5mm, 중위간부 7.3mm, 원위간부 6.5mm의 과성장을 보였다(Table 10).

5) 원격 추시 기간에 따른 과성장정도는 6

Table 11. Tibial Overgrowth following to Follow-up Period

Follow-up(months)	Overgrowth(mm)
6-12	5.4
13-24	7.0
25-40	7.2

Table 12. Tibial Overgrowth following to Treatment Method

Treatment	Overgrowth(mm)
OR/IF with plate & screw	25.0
OR/IF with screw	15.0
CR & cast immobilization	6.4
OR & external fixation	5.0
CR & K-wire fixation	2.3

개월에서 12개월사이가 5.4mm, 13개월에서 24개월 사이가 7mm, 25개월에서 40개월 사이가 7.2mm의 과성장을 보였다(Table 11).

6) 치료 방법에 따른 과성장 정도는 관혈적

정복술 및 금속판 내고정술에서 25mm, 관혈적 정복술 및 금속나사 내고정술에서 15mm, 도수 정복 및 장하지 석고 붕대 고정술에서 6.4mm, 관혈적 정복술 및 체외고정술에서 5mm, 도수 정복 및 금속사 내고정술에서 2.3mm의 과성장을 보였다(Table 12).

증례 보고

증례 1: 4세 남자환자로 좌측 경골원위간부 횡골절로(Fig. 1-A), 도수정복 및 장하지 석고 붕대 고정술을 시행하였으며 2년 6개월후 15mm의 과성장을 보였다(Fig. 1-B).

증례 2: 7세 남자환자로 좌측 경골중위간부 사상골절로(Fig. 2-A), 도수정복 및 장하지 석고붕대 고정술을 시행하였으며 2년 6개월후 6mm의 과성장을 보였다(Fig. 2-B).

증례 3: 12세 남자환자로 좌측 경골원위간부 나선상 골절로(Fig. 3-A), 두개골골절 및 반대편 대퇴골 간부 골절이 동반되어 석고 고정만으로는 골절부위의 정복 및 유지가 곤란하여 금속나사를 이용한 최소한의 내고정을 시행하였으며 2년 6개월후 25mm의 과성장을 보였다(Fig. 3-B).

고찰

소아 골절 치료에서 유의할 점은 장골 간부의 과성장으로, Bisgard⁶⁾는 장관골 골절후 과성장은 골절부위에 초래되는 것이 아니고 골단부에서 일어난다고 하였으며, Tuesdell(1921) 등¹⁹⁾은 소아 대퇴골 골절후 과성장이 있음을 보고하였다.

장관골 골절후 과성장의 기전에 대하여는 아직도 분명하지 않으나 Burdick 등^{7,9,10)}은 골중첩으로 인하여 초래된 양하지 길이의 차이를 동일하게 유지시키려는 Innate compensatory mechanism에 의한 것이라고 하였으나, Aitken¹⁾은 과성장의 정도가 골절부위에 형성되는 가골의 크기에 의해서 결정되며 중첩이 없는 비전위성 골절에도 과성장이 일어나는 것으로 보아 과성장은 골막의 충혈이 골단판을 자극하기 때문이라고 하였고 Wu 등²¹⁾은 골수강내 혈류의 차단과 골막의 박리에 의한다고 하였으며, Hass¹³⁾, Gatewood 등¹²⁾은 골단판세포의 증식이 원인이라고 하였고, Meals¹⁵⁾는 골단판에서의 성장촉진은 잘 쓰는 손과 관계가 있다고 하여,

Fig. 1-A. 4. Yrs. old, male, Transverse fracture of distal on third of left tibia.

Fig. 1-B. Tibial overgrowth is 15mm after 30 months of follow-up, comparing with opposite tibia.

Fig. 2-A. 7 Yrs. old. male, Oblique fracture of middle one third of left tibia.

Fig. 2-B. Tibial overgrowth is 6mm after 30 months of follow-up, comparing with opposite tibia.

Fig. 3-A. 12 Yrs. old, male, Spiral fracture of distal one third of left tibia.

Fig. 3-B. Tibial overgrowth is 25mm after 30 months of follow-up, comparing with opposite tibia.

주로 사용하는 손의 반대측 대퇴골 골절시 동측 대퇴골 골절보다 과성장의 정도가 더 크다고 하였다. 또한 Carpenter 등^{8, 16, 20)}은 동물 실험을 통하여 골단판에 상아이식으로 과성장을 유발시켰음을 보고하였다.

대퇴골 골절후 동측 경골의 성장촉진에 대하여 Barford⁵⁾는 과성장이 일어난다고 하였고, Staheli¹⁸⁾는 영향을 받지 않는다고 하였으며, 이와는 대조적으로 경골 골절후 대퇴골의 과성장이, 저자의 경우에서는 초래되지 않았다.

Bahnson 등^{3, 4, 14)}은 소아 경골 근위 골단부 골절후 1.5~2.5cm의 과성장이 일어나며 외반 변형이 동반된다고 보고하여, 외반 변형은 과성장의 정도에 비례하거나 경골의 과성장 없이도 초래될 수 있다고 하였으나, 저자의 경우에는 경골 근위 완전골절에서 외반 변형은 초래되지 않았다.

Aitken²⁾은 소아 대퇴골 골절후 과성장은 가골이 남아있는 기간인 1년 내외라고 하였으며, 치료 방법에는 관계가 없고, 골 중첩이 많고, 골절 전위가 클수록, 또한 가골 형성이 많을수록 과성장의 정도가 크다고 하였으며 Edvardsen 등¹¹⁾은 치료기간 및 골절부위 등에 의한 영향은 거의 없으며, 골절 형태와 골편 중첩 정도에 따라 과성장이 일어난다고 하였고, 과성장의 기간에 대하여, Reynold¹⁷⁾는 대부분의 과성장이 골절후 첫 6개월 동안에 초래되며 수년까지도 지속된다고 하였다.

저자의 경우 연령에 있어서는 3세에서 5세 사이가 8.1mm, 6세에서 8세 사이가 7.6mm, 9세에서 11세 사이가 6mm, 12세에서 13세 사이가 3mm의 과성장을 보여 3세에서 5세 사이가 과성장이 많이 일어남을 볼 수 있었고, 13세까지 과성장이 일어났다. 원격추시 기간에 따른 과성장 정도는 6개월에서 12개월 사이가 5.4mm, 13개월에서 24개월 사이가 7mm, 25개월에서 40개월 사이가 7.2mm의 과성장을 보여 골절후 첫 12개월 동안에 대부분의 과성장이 이루어지고 40개월까지 지속 됨을 볼수있었다. 관혈적 정복술로 치료한 예에서 과성장이 15mm에서 25mm로 가장 과성장 정도가 큰것을 볼때에 골막의 박리가 골과성장에 중요한 역할을 하지 않겠는가 생각된다. 골편 중첩 정도에 따른 과성장정도는 5~10mm의 골편 중첩에서 10.4mm, 0~2mm에서 7.1mm, 3~5mm에서 4.9mm의 과성장을 보여, 5~10mm의 골편중첩을 허용하였을 경우에 가장 많은 과성장을 보

였으나 골편중첩이 많을수록 과성장이 크다고 할수는 없었다. 소아 경골 간부 골절후 치료에 있어서 가능한 한 해부학적 정복을 하여야 하지만, 골편 중첩은 최대 10mm까지 허용할 수 있으며, 과성장을 예견하여 7mm정도가 이상적인 골편 중첩 정도로 판단되었다.

결 론

저자들은 1986년 10월 이후 한림대학교 의과대학 강남성심병원 정형외과에서 치료한 소아 경골 간부 골절 환자 가운데, 2년 6개월이상 원격 추시가 가능하였던 31예를 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 소아 경골 간부 골절후 경골의 평균 과성장 정도는 7mm이었다.
2. 골절 부위별로는 경골 근위 간부 골절후 평균 10.5mm의 가장 많은 과성장이 있었다.
3. 골절 형태별로는 분쇄 골절후 15mm의 과성장이 있었으며, 나선상 골절, 횡 골절, 사상 골절 순이었다.
4. 연령별로는 3~5세 사이에서 8.1mm로 가장 많은 과성장이 초래되었다.
5. 경골 간부 골절후 동측 대퇴골의 과성장은 없었다.

REFERENCES

- 1) Aitken, A., Blackett, C. and Cincotti, J.: *Overgrowth of the femoral shaft following fracture in children. J. Bone and Joint Surg.*, 21:334-338, 1939.
- 2) Aitken, A.P.: *Overgrowth of the femoral shaft following fracture in children. Am. J. Surg.*, 49:147-148, 1940.
- 3) Bahnson, D.H. and Lovell, W.W.: *Genu valgum following fracture of proximal tibial metaphysis in children. Orthop. Trans.*, 4:306-307, 1980.
- 4) Balthazar, D.A. and Pappas, A.M.: *Acquired valgus deformity of the tibia in children. J. Pediat. Orthop.*, 4:538-541, 1984.
- 5) Barford, B. and Christensen, J.: *Fracture of the femoral shaft in children with special reference to subsequent overgrowth. Acta Chir. scand.*, 116:235-250, 1958.
- 6) Bisgard, J.D.: *Longitudinal overgrowth of*

- long bones with special reference to fracture. *Surg. Gynec. Obstet.*, 62:823-835, 1936.
- 7) Burdick, C. and Siris, L.: *Fractures of the femur in children.* *Ann. Surg.*, 77:736-753, 1923.
 - 8) Carpenter, E.B. and Dalton, J.B.: *A critical evaluation of a method of epiphyseal stimulation.* *J. Bone and Joint Surg.*, 38A:1089-1095, 1956.
 - 9) Cole, W.: *Results of treatment of fractured femurs in children with special refernce to Bryant's overhead traction.* *Arch. Surg.*, 5:702-716, 1922.
 - 10) David, W.: *Shortening and compensatory overgrowth following fracture of the femur in children.* *Arch. Surg.*, 9:438-449, 1924.
 - 11) Edvardsen, P. and Syversen, S.: *Overgrowth of the femur after fracture of the shaft in childhood.* *J. Bone and Joint Surg.*, 58B:339-342, 1976.
 - 12) Gatewood, and Mulen, B.P.: *Experimetnal observations on the growth of long bones.* *Arch. Surg.*, 15:215-238, 1927.
 - 13) Hass, S.L.: *Interstitial growth in growing long bones.* *Arch. Surg.*, 12:887-910, 1926.
 - 14) Ippolito, E. and Pentimalli, G.: *Post-traumatic valgus deformity of the knee in proximal tibial metaphyseal fractures in children.* *Italian J. Orthop. and Traumat.*, 10:103-108, 1984.
 - 15) Meals, R.: *Overgrowth of the femur following fractures in children: Influence of handedness.* *J. Bone and Joint Surg.*, 61A:381-384, 1979.
 - 16) Pease, C.N.: *Local stimulation of growth of long bones.* *J. Bone and Joint Surg.*, 34A:1-23, 1952.
 - 17) Reynolds, D.A.: *Growth changes in fractured long bones.* *J. Bone and Joint Surg.*, 63B:83-88, 1981.
 - 18) Staheli, L.: *Femoral and tibial growth following femoral shaft fracture in childhood.* *Clin. Orthop.*, 55:159-163, 1967.
 - 19) Tuesdell, E.D.: *Inequality of the lower extremities following fracture of the femur in children.* *Am. J. Surg.*, 74:498-500, 1967.
 - 20) Wilson, C.L. and Percy, E.C.: *Experimental studies on epiphyseal stimulation.* *J. Bone and Joint Surg.*, 38A:1096-1104.
 - 21) Wu, Y.K. and Miltner, L.J.: *A procedure for stimulation of lonitudinal growth of bone.* *J. Bone and Joint Surg.*, 19:909-921, 1937.