

## 경골 및 비골 골단부의 발생과 성장에 관한 연구

연세대학교 원주의과대학 정형외과학교실

안재인 · 황성관 · 김준식

=Abstract=

### A Study on the Development and Growth of the Tibial and Fibular Epiphyses

Jae In Ahn, M.D., Sung Kwan Hwang M.D. and Jun Shik Kim, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Wonju Medical College, Yonsei University, Wonju, Korea

Deformities of the leg and ankle may result from growth abnormalities of the tibia and fibula. The appearance of the secondary ossification center and growth plate closure of the tibial and fibular epiphyses, and the pattern of closure of the epiphyses, were observed in a different age.

Normal radiographs were reviewed in one hundred and fifty patients at age from two days after birth to 20 years, who were injured on the contralateral leg, at Wonju Medical College, Yonsei University from Feb., 1980 to May, 1984.

The results were as follows:

1. The time of the appearance of secondary ossification center and the closure of growth plates;

The proximal tibial epiphysis usually forms secondary ossification center at birth to second postnatal months, the physal closure occurs from 13 year and 11 months to 18 year 3 months in male, from 13 year 4 months to 15 year 5 months in female. The secondary ossification center of the distal tibial epiphysis appears from 8th postnatal months to one year, and physal closure occurs from 15 years to 17 year and 4 months in male, from 15 year 2 months to 16 year 8 months in female. The secondary ossification center of the tibial tuberosity appears from 9 year 3 month to 12 year 2 months, and closure occurs from 16 year 3 months to 18 year 7 months in male, from 14 year 10 months to 19 year 1 months in female. The proximal fibular epiphysis forms secondary ossification center from 2 year 5 months to 5 year 4 months, closure occurs from 15 year 8 months to 17 year 4 months in male, from 14 year 9 months to 16 year 9 months in female. The secondary ossification center of the distal fibular epiphysis appears from 2 year 5 months to 3rd years, and closure occurs from 13 year 11 months to 17 year 6 months in male, from 13 year 4 months to 16 year 7 months in female.

2. The growth and the pattern of the closure of growth plates of the tibia;

The proximal tibial epiphysis is elliptic for the first 3 years of life. The epiphysis is slightly conical centrally as it extends toward the tibial spines, and becomes more prominent from 8 years to adolescence. The closure of the proximal tibial growth plate occurs initially along the anteromedial aspect of the tibia and tibial tuberosity during 12 years and proceeds posterolaterally. Complete closure of the proximal tibial physis occurs about from 13 years to 18 years. The secondary ossification center of the distal tibial epiphysis is oval in shape initially, becomes thicken medially by 3rd year of life, then the tibial plafond is valgoid, and becomes horizontal at age 10 approximately. The distal epiphysis of tibia unites first at about 13 years, starting centrally and proceeding toward anteromedial portion. And the posterolateral portion unites finally by about 15 to 17 years. The tibial tuberosity

develops a secondary ossification center by 7 to 9 years, usually in the most distal region, and gradually elongates and extends toward the secondary ossification center of the proximal tibia. From about 12 years, the tuberosity epiphyseal center fuses with the proximal tibial center, and the fusion with the tibial metaphysis extends distally, the tuberosity physis closes completely from about 15 to 19 years.

### 3. The growth and development of the tibia, fibula and ankle;

The growth of the proximal tibial and the distal fibular epiphyses play an important role of the growth rate in lower extremities under ten years. The distal tibial growth plate inclines laterally and distally prior to the first year of life, the inclination is on the decrease and it finally horizontal at about 12 years. The distal tibia talus angle is about 90° prior to the age one year, becomes mildly valgoid by 12 years.

**Key Words:** Bone(s), Growth, Epiphysis, Ossification, Union, Tibia, Fibula.

## I. 서 론

경골과 비골의 이차골화중심의 출현 및 골단판의 유합시기에 대하여 각 부위에 따라 다르게 보고되고 있다<sup>10, 14, 16)</sup> (Table 1).

골단판의 성장 및 유합과정은 연령별 골단판 손상시하지골 성장에 있어 중요한 의미를 갖게 된다<sup>19)</sup>.

골성장 과정 및 골단부의 유합에 대하여 여러 학자들이 보고한 바, Shenton<sup>14)</sup>은 이차골화중심의 출현 및 유합시기에 대하여 보고하였고, Ogden<sup>10, 14)</sup>에 의하면 특히 경골결절은 그 성장판의 중심에서부터 시작되어 변연부로 유합이 진행된다고 하였으며, Dvonch<sup>6)</sup>는 경골근위부 골단부의 유합과정을 관찰한 바, 경골결절과 유합되는 전내측부에서 후면으로 진행된다고 주장하였다. 한편 Bohm<sup>2)</sup>은 하지 경골 원위부의 plafond가 초기에는 외반되어 있으나, 10세 전후로 경골장축에 대해 90°로 수평해짐을 관찰하였다. Digby에 의하면 경골과 비골의 개별적 성장을 연구한 바, 근위부가 원위부보다 성장에 더욱 큰 역할을 한다고 보고하였고, 최근 Beals와 Skyhar<sup>1)</sup>는 정상소아의 하지 엑스선 사진에서 경골 및 비골 골단부와 족관절의 성장변화를 연구하였다<sup>1)</sup>. 한편 경골 및 비골에서 골성장판의 정상적 발달로 양측 하지 및 족관절의 성장이 일정하게 유지되는 바, 골단판의 손상 및 선천성 기형으로 인하여 간혹 족관절 변형이 초래될 수 있다.

그러므로 이차골화중심의 출현과 유합시기 및 과정, 그리고 이에 따른 경골, 비골 및 족관절의 성장과정을 인지하는 것이 중요하다. 한편, 우리나라에서는 소아의 하지 성장 과정에 지침이 될 수 있는 경골 및 비골의 골단판의 출현, 성장 그리고 유합과정에 대하여 아직 보고된 바 없다.

이에 저자는 연세대학교 원주의과대학 부속 기독

병원에 하지 외상으로 내원하여 정상적 엑스선 소견을 보인 150례에 대하여 경골과 비골 골단부의 이차골화중심의 출현 및 유합시기와 경골의 골단부유합양상을 엑스선 사진에서 관찰하였으며 연령별 근위부 경골과 비골의 성장판 간 거리(proximal tibial-fibular physis height difference), 원위부 경골과 비골의 성장판 간 거리(distal tibial-fibular physis height difference), 경골 원위부의 장축과 그 원위부 성장판이 이루는 각(distal tibia physis angle), 경골 원위부의 장축과 거골이 이루는 각(distal tibia-talus angle)을 측정하여 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

## II. 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

1980년 2월부터 1984년 5월까지 연세대학교 원주의과대학 부속 기독병원에 내원한 생후 2일부터 20세까지의 하지에 외상을 입은 150례의 환자를 대상으로 양측 하지의 전면 및 측면 엑스선사진을 촬영하여 비교 관찰하였다.

### 2. 연구방법

촬영한 양측 하지 엑스선 사진 중 정상하지에서 경골 및 비골의 이차골화 중심의 출현과, 골단부의 성장과 유합과정을 관찰하였고, 경골골단부 및 족관절 부위의 성장과정을 다음과 같이 측정하였다.

① 근위부 경골과 비골의 성장판 간 거리 (proximal tibial-fibular physis height difference): 경골의 근위부 및 원위부의 성장판의 중심을 잇는 중선을 긋고, 경골 및 비골 근위부 성장판을 지나는 횡선을 그어 그 간격을 cm로 측정하였다.

② 원위부 경골과 비골의 성장판 간 거리 (distal tibial-fibular physis height difference): 경골과 비골

Table 1. The time of the appearance and fusion of epiphyses (1)

Authors Epiphyses	Engelbach Shenton	Badjar Water	Knox	Rotch	Poland	Cohn	Allen	Von-Lanz	Ogden	Kim
Prox. tibia	appear 18-19y union 18-19y	birth 18-20y 1y	birth 20y	birth -	2wk 21-22y 1m	birth 19y 5m	birth 19-24y	birth 16-19y	1-3m -	birth-2m 13-18y
Dis. tibia	appear 1y union 16-18y	birth 17-18y 1y	birth 18y	birth -	1m 18y	5m 18y	-	6m 17-18y	2y 13-18y	1y 15-17y
Tibial tub.	appear 11y union -	-	-	-	-	11y -	-	7-15y 19y	7-9y 13-19y	9-12y 15-19y
Prox. fibula	appear 4y union -	3-4 y 18-25y	4y 25y	4y -	- 20-23y	4-5y 19y	3-5y 20-22y	3-4y 16-20y	2-4y 14-15y	2-5y 15-17y
Dis. fibula	appear 2y union -	2y 18-25y	2y 20y	2-3y -	2y 19-21y	13m 18y	2y 10-22y	1y 17-18y	2-3y 17-19y	2-3y 13-17y

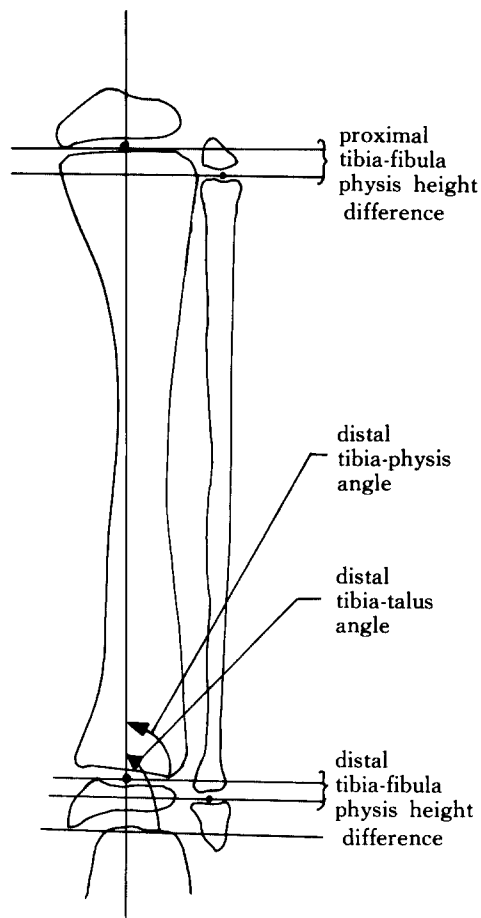


Fig. 1. Physeal height difference and angle.

원위부에서 상기 방법과 같이 성장판 간 거리를 측정하였다.

③ 경골원위부의 장축과 그 원위부 성장판이 이루는 각(distal tibia physis angle): 경골원위부의 장축과 그 원위부 성장판이 교차하는 각을 측정하였다.

④ 경골원위부의 장축과 거골이 이루는 각 (distal tibia-talus angle): 경골원위부의 장축과 거골원개부(talar dome)가 교차하는 각을 측정하였다.

상기 측정된 거리 및 각도로부터 각각에 대해 직선회귀방정식을 Apple computer를 사용하여 구하였다.

### III. 증례 분석

총 150례의 환자중 남자가 87례(58%), 여자가 63례(42%)로 남자가 더 많았으며, 연령별로는 3세와 4세, 그리고 5세와 6세의 소아가 각각 32

례 (21%)와 27례 (18%)로 가장 많아 활동정도에 따른 이상 발생의 빈도를 간접적으로 알 수 있었다(Table 2).

#### IV. 연구 결과

##### 1. 이차골화중심의 출현 및 유합시기

경골근위부의 골화중심은 출생시부터 2개월까지 출현하였으며 골단부의 유합은 남자가 13세, 11개월부터 18세 3개월까지, 여자는 13세 4개월부터 15세 5개월까지 관찰되었고, 경골원위부에서는 생후 8개월부터 1년 사이에 이차골화중심이 나타나 골단부는 남자는 15세부터 17세 4개월사이, 여자는 15세 2개월부터 16세 8개월 사이에 유합되었다.

경골결절에서의 골화중심은 9년 3개월부터 12년 2개월 사이에 나타나 남자는 16세 3개월부터 18세 7개월, 여자는 14세 10개월부터 19세 1개월 사이에 골단부가 유합되는 소견을 보였다.

비골근위부에서는 생후 2년 5개월부터 5년 4개월 사이에 골화중심이 나타나고, 골단부의 유합시기는 남자가 15세 8개월부터 17세 4개월까지, 여자가 14세 9개월부터 16세 9개월까지였으며 비골원위부의 골화중심의 출현시기는 2세 5개월부터 3세 사이였고 골단부의 유합시기는 남자는 13세 11개월부터 17세 6개월사이, 여자는 13세 4개월부터 16세 7개월사이로 이차골화중심의 출현 시기는 남녀 차이가 없었으며 유합은 각 부위에서 여자가 남자보다 빠른 소견을 보였다(Table 3).

##### 2. 경골골단부의 성장 및 유합과정

경골근위부의 골단부는 초기에는 타원형이나 약 3세경부터 경골극을 형성하면서 점차 원추모양으로 골단부의 상면이 돌출하게 되고, 약 8세부터 사

**Table 2.** Age and sex distribution

Sex	Male	Female	Total
Age			
0—2	10	8	18
3—4	17	15	32
5—6	16	11	27
7—8	5	6	11
9—10	9	7	16
11—12	5	3	8
13—14	9	4	13
15—16	4	6	10
17—18	6	1	7
19—20	6	2	8
Total	87	63	150

**Fig. 2.** The morphologic change of the proximal epiphysis of tibia with growth.

**Table 3.** The time of the appearance and fusion of epiphyses (II)

Epiphyses	Appearance	Fusion		
Proximal	at Birth	M; 13 yr	11 mon—18 yr	3 mon
		F; 13 yr	4 mon—15 yr	5 mon
Distal tibia	8 mon—1 yr	M; 15 yr	—17 yr	4 mon
		F; 15 yr	2 mon—16 yr	8 mon
Tibial tuberosity	9 yr 3 mon—12 yr 2 mon	M; 16 yr	3 mon—18 yr	7 mon
		F; 14 yr	10 mon—19 yr	1 mon
Proximal fibula	2 yr 5 mon—5 yr 4 mon	M; 15 yr	8 mon—17 yr	4 mon
		F; 14 yr	9 mon—16 yr	9 mon
Distal fibula	2 yr 5 mon—3 yr	M; 13 yr	11 mon—17 yr	6 mon
		F; 13 yr	4 mon—16 yr	7 mon

**Fig. 3.** Union of proximal epiphysis of tibia (black arrow; closed anteromedial physis, open arrow; remained open posterolateral physis).

춘기에 이르러 경골극이 더욱 뚜렷해지는 모양을 관찰할 수 있었다(Fig. 2).

유합에 있어서 약 12세에 경골근위부골단부가 경골절절과 유합하는 부위인 전내측면으로부터 시작되어 후외측부로 진행하며 약 13~18세 사이에 모두 유합되는 양상을 보였다(Fig. 3).

경골원위부에서는 골화중심의 출현이 초기에는 타원형으로 보이다가 약 3세경부터 점차 내측이 비후되어 삼각형모양으로 경골의 Plafond가 외반을 이루게 된다. 그 후 10세 정도에 이르러 수평상태가 된다(Fig. 4).

유합은 약 13세경부터 골단판의 중심에서 시작되어 다음에는 전내측이 유합되고 약 15세부터 17세에 후외측부가 가장 늦게 유합되는 소견을 보인다(Fig. 5).

한편, 전체 150례중 5례(3%)에서 경골내과부

**Fig. 4.** The morphologic change of the distal epiphysis of tibia with growth.

**Fig. 5.** Union of distal epiphysis of tibia (left; central physis is closed and peripheral physis is remained open. right; the lateral physis is remained open, the central and medial physes are closed completely).

의 분리된 독립골화중심을 따로 보여주었다.

경골결절은 약 9세부터 12세 사이에 골화중심이 출현된 후 점차 커지면서 근위부로 상행하여 약 12세경부터 경골근위골단부와 먼저 유합되어 골간단면과의 유합은 근위부에서 원위부로 진행되며 최종 유합은 약 15~19세 사이에 관찰되었다(Fig. 6).

### 3. 경골 및 비골과 족관절의 성장

① 근위부 경골과 비골의 성장판 간 거리 : 생후 1년까지 경골근위부 골단판의 위치가 비골에 비해 약 0.4cm 정도로 근위부에 위치하였으며 점차 증가되어 12세에는 약 1.5cm의 더욱 큰 차이를 보였다(Fig. 7).

② 원위부 경골과 비골의 성장판 간 거리 : 생후 1년까지 비골 원위부 골단판이 경골에 비해 약 0.5cm 정도로 원위부에 위치하였으며 점차 증가되어 12세에는 약 1.3cm로 더욱 큰 차이를 보였다(Fig.8).

상기 두 소견에 따르면 대체로 10세 이내의 하지 발육은 경골 근위부 및 비골원위부 골단판에서의 성장이 큰 역할을 함을 관찰할 수 있었다.

③ 경골원위부의 장축과 그 원위부 성장판이 이루는 각 : 생후 1년에는 약 99°로 경골원위부 골단판이 경도의 외측 하향 소견을 보였으나 점차 감소

되어 12세에 약 89°로 거의 수평위치를 정하는 족관절의 발육소견을 관찰할 수 있었다(Fig. 9).

④ 경골원위부의 장축과 거골이 이루는 각 : 생후 1년에 90°로 수직상을 보였으나 점차 감소하여 12세에는 약 86°로 약 4°의 외반양상을 보였다(Fig.10).

## V. 고 찰

이차골화중심의 출현시기 및 골단부의 유합시기에 대하여는 여러학자들의 연구가 있었다<sup>10, 14, 16).</sup>

경골근위부의 골화중심은 출생시부터 생후 3개

Fig. 6. Growth and union of the tibial tuberosity.

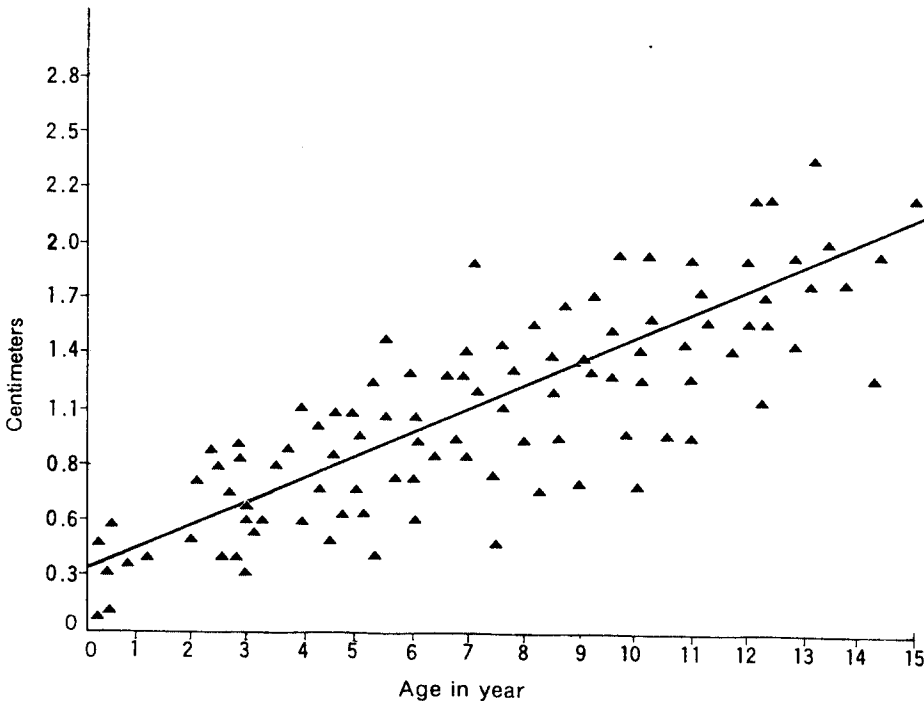
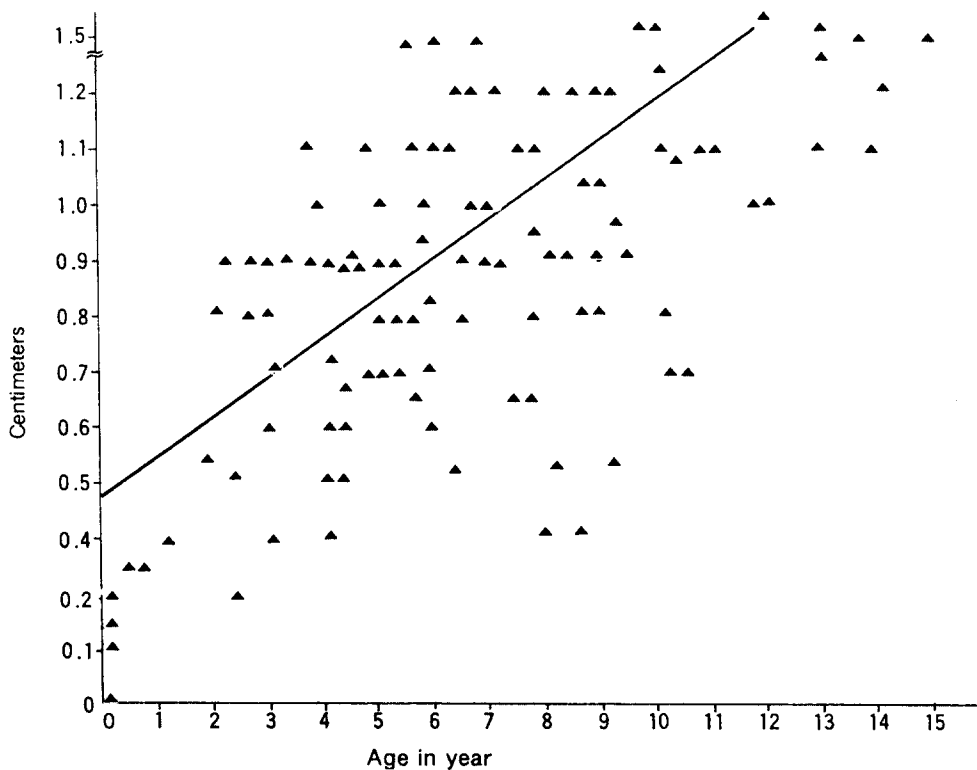
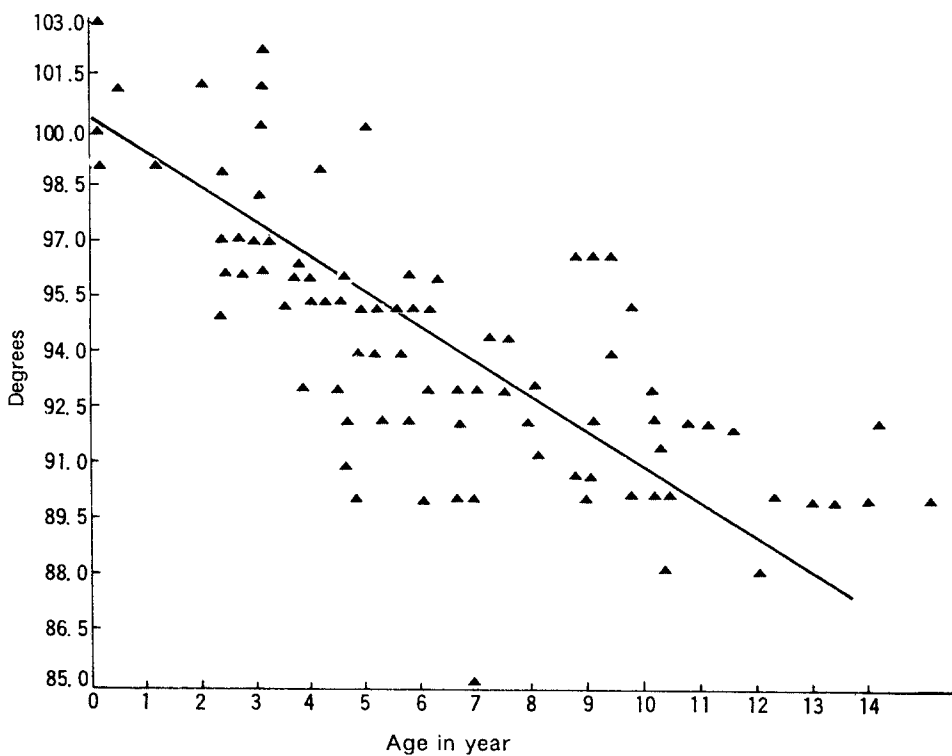


Fig. 7. Proximal tibia-fibula physis height difference( $F(x) = 0.3602 + 0.9930x$ ,  $r = 0.7913$ ).



**Fig. 8.** Distal tibia-fibula physis height difference. ( $F(x) = 0.4780 + 0.0662x$ ,  $r = 0.6854$ )



**Fig. 9.** Distal tibia physis angle. ( $F(x) = 100.2047 + (-0.9149x)$ ,  $r = 0.7639$ ).

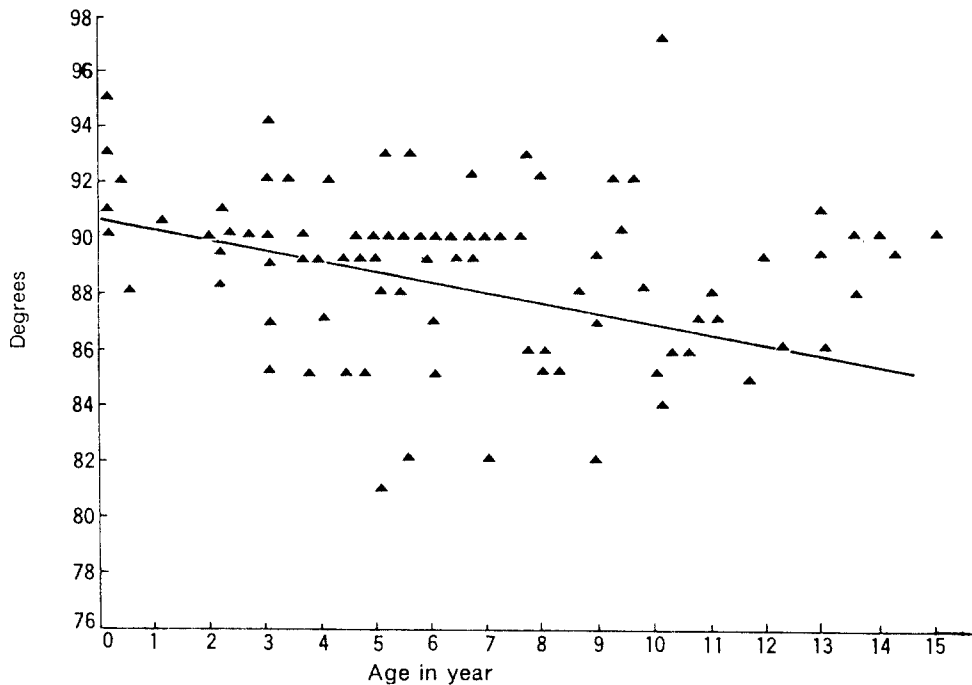


Fig. 10. Distal tibia talus angle. ( $F(\times) = 90.8283 + (-0.3959 \times)$ ,  $r = 0.3786$ )

월 사이에 출현하고, 17~24세 사이에 유합되어 개인적 차이가 크며, 경골근위부에서는 출생시부터 2세 사이에 출현하여 16~18세 사이에 유합되고, 경골결절에서는 7~15세 사이에 나타나 13~19세 사이에 유합하는 소견을 보인다. 비골근위부에서는 생후 4개월부터 4세 사이에 골화중심이 출현하여 14세부터 25세 사이에 유합되어 큰 차이를 보이며, 비골원위부는 생후 9개월부터 3세 사이에 이차골화중심이 출현하여 17세부터 25세 사이에 골단판이 유합된다.

본 연구에서 한국 아동의 하지 성장 과정에 따른 엑스선 관찰소견으로 비슷한 소견을 보였다.

Shenton<sup>14)</sup>은 내분비 장애가 골화중심의 출현 및 유합에 미치는 중요한 요소가 되며, 그 예로 갑상선 기능 부전증에서 골화중심의 출현이 지연되고 사춘기의 생식 호르몬의 작용이 골단부의 유합에 중요한 역할을 한다고 하였다.

골단부의 유합에 대하여 여러 학자들이 보고한 바수장골과 족지골에서 Hasselwander<sup>6)</sup>는 유합은 골단판의 중심에서 시작하여 변연부로 진행된다고 하였으며 Moss와 Noback<sup>9)</sup>는 수지골에서 중심적 골유합을 주장하였으며, Burkhart와 Peterson<sup>8)</sup>은 경골근위부 골단부의 유합은 중심에서 변연부로 진행된다고 하고, 이로 인해 경골근위부 골단부의 발출성 골절(avulsion fracture)이 일어난다고 보고하

였다.

Ogden<sup>10, 11, 12)</sup>도 경골결절에서 골유합은 중심에서 시작하여 원심적으로 진행됨을 보고하였다.

이에 대해 Haines<sup>5)</sup>등은 전관절 및 고관절의 큰 골단부의 유합은 골단판의 변연부에서 시작된다고 하고, Dvonck와 Bunch<sup>4)</sup>는 경골근위부에 대한 유합과정의 연구에서 경골결절과 유합되는 전내측부에서 유합이 시작되어 후면으로 진행된다고 하였다.

Trueta<sup>17)</sup>는 대퇴골두에 대한 연구에서 주요혈관의 유입부인 상외측부에서 유합이 시작된다고 보고하였다.

경골결절의 유합에 대하여 Smith<sup>15)</sup>와 Ogden<sup>10)</sup>은 경골결절의 성장판이 섬유연골로 구성되어 있으며 이 부분에서 유합이 시작된다고 하였다. 또한 Ogden<sup>10)</sup>은 경골결절의 이차골화중심이 7~9세에 형성되어 점차 커지면서 경골근위부의 골단부에 접근하게 되어 15세가 되면 섬유연골로 구성된 경골결절의 성장판의 중심에서 유합이 시작되어 원심적으로 진행되며 근위부에서 원위부로 유합이 진행된다고 하였다.

본 연구에서도 경골결절의 이차골화중심은 9~12세에 출현하여 근위부로 신장하여 경골근위부의 골단부와 유합된 후 근위부에서 원위부로 그 유합이 진행되는 소견을 보였다. 한편 경골근위부의 골단부에서는 경골결절과 유합된 전내측부에서 유합이



시작되어 후외측부으로 진행되는 소견을 보였다 (Fig. 3, 6).

경골근위부의 유합에 대하여 Kleiger와 Mankin<sup>9</sup>은 절단하지에 대한 해부학적 고찰로 성장판의 중심과 내측이 먼저 유합되고 후에 외측이 유합된다고 하였다.

Ogden<sup>10</sup>은 경골원위부의 이차골화중심은 2세에 형성되며 7~8세에 내과부가 경골원위부의 골화중심으로부터 하향연장되어 14~15세에 내과를 포함한 전체 골단부가 골화되고 16~18세에 유합된다고 하였다. 초기 경골원위부의 성장판의 모양은 횡적이나 전내측면의 undulation이 18~24개월에 나타나 이때부터 내측과 외측으로 구분된다. 유합은 내측에서 외측으로 진행되며 약 1년 반 동안 13~18세에 유합이 진행된다고 하였다. 한편 내과가 분리된 독립골화중심을 형성하며 사춘기에 이르러는 모두 경골원위부의 골단부와 유합된다고 하였다. 이에관해 Powell<sup>11</sup>은 20%에서, Hoed는 14%에서 경골내과의 분리된 독립골화중심을 보고하였다.

본 연구에서 경골원위부의 초기유합은 성장판의 중심에서 시작되어 다음에 내측이 유합되며 외측이 가장 늦게 유합되는 소견을 보인다 (Fig. 5). 한편 약 3%인 5례에서 내과부의 분리된 독립 골화중심의 소견을 보여준다 (Fig. 6).

최근 Beals와 Skyhar<sup>12</sup>는 경골, 비골 및 족관절의 성장 및 발달에 대한 연구에서 proximal tibial-fibular physis height difference는 생후 1년까지 0.4 cm이고 점차 증가되어 12년에는 거의 2.0 cm에 이르고, distal tibial-fibular physis height difference는 생후 1년까지 0.4 cm이고 12년에는 1.0 cm으로 점차 증가됨을 보여준다.

Distal tibia physis angle은 생후 1년까지 100°로 경한 내반상태를 보이다가 12년에 90°로 점차 감소되며, distal tibia-talus angle은 생후 1년까지 90°에서 12년에는 82°로 골발달에 따라 외반되는 소견을 보인다고 하였다. Beals와 Skyhar의 방법을 적용한 본 연구에서 10대 초반까지 하지의 성장은 근위부에서는 경골이, 원위부에서는 비골이 성장의 주요한 부분을 차지하는 소견을 보였다.

하지의 성장에 대한 경골 및 비골의 성장에 대하여 Mankin<sup>9</sup>에 의하면 출생시 경골은 최종성장 길이의 약 20%이고 50%로 성장할 때까지는 경골원위부의 성장이 주요하며 이 이후로는 근위부의 성장이 주요한 역할을 한다고 하였다. 비골에 대하여는 출생시 최종성장 길이의 20%이며 30%로 자랄 때까지는 비골원위부 골단부의 성장이 주요하고 이후에는 근위부의 성장이 주요한 역할을 한다고 하

였다. 한편, Digby는 비골의 최종성장 길이의 60%는 근위부에서 40%는 원위부에서 성장하고 경골 길이 성장의 57%는 근위부에서, 43%는 원위부에서 성장한다고 하였다<sup>13</sup>. Bohm<sup>9</sup>은 태아기 중간시기에 경골의 plafond가 정상적으로 외반되어 있으며 출생시 경골장축에 대해 족관절의 각이 80° 정도로 외반을 보이며, 생후 1년까지는 84°로 증가하여 10세 정도에 90°로 수평해진다고 하였다.

최근 Victoria-Diaz와 Victoria-Diaz<sup>14</sup>의 특발성단곡축에 대한 병태생리학의 보고에서 태생 6~8주에서 7주사이에 배아(embryo)의 길이가 21~30 mm로 자라면 이때부터 비골원위부의 성장이 가속되어 원위부비골력(distal fibular force)이 족관절의 회전축에 대해 후외측으로 작용하여 족부를 내반 및 배굴시키며 이때를 비골기(fibular phase)라고 하였다. 한편 태생 8~9주에 이르러 배아가 31~50mm로 자라면 이때부터 경골원위부 성장이 가속되어 원위부 경골력(distal tibial force)이 족관절의 내회선축에 내측으로 작용함으로써 족부의 외반을 일으키므로 족부의 위치가 정상으로 된다고 하고 이 때를 경골기(tibial phase)라고 하였다.

본 연구에서는 경골원위부의 골단부가 초기에는 삼각형으로 plafond가 외반되어 있으나 10세 이후에는 수평해지는 소견을 보였다 (Fig. 4).

이에 대한 임상적 적용으로 Wiltse<sup>15</sup>는 소아에서 비골의 단축, 가관절 또는 불유합에 의하여 족관절의 외반변형을 일으킬 수 있다고 하였다. 한편 연골무형성증에서 비골이 경골에 비해 단축정도가 경하여 내반변형을 보여주며, Ellis-van Creveld 증후군에서는 경골에 비해 비골의 단축정도가 심하여 족관절의 외반변형이 일어난다.

## VI. 결 론

1980년 2월부터 1984년 5월까지 연세대학교 원주의과대학 부속 기독병원에 내원한 편측하지의 외상을 받은 150례의 환자 중 경골, 비골 및 족관절에 대한 엑스선 촬영 결과, 전측 하지의 엑스선 소견을 검토한 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 이차골화중심의 출현시기 및 유합시기는 다음과 같았다;

경골근위부의 골화중심은 출생시부터 2개월까지 출현하였으며 골단부의 유합은 남자는 13세 11개월부터 18세 3개월까지, 여자는 13세 4개월부터 15세 5개월까지 관찰되었고, 경골원위부에서는 생후 8개월부터 1년사이에 이차골화중심이 나타나 골단부는 남자는 15세부터 17세 4개월 사이, 여자는

15세 2개월부터 16세 8개월 사이에 유합되었다.

경골결절에서의 골화중심은 9년 3개월부터 12년 2개월 사이에 나타나 남자는 16세 3개월부터 18세 7개월, 여자는 14세 10개월부터 19세 1개월 사이에 골단부가 유합되는 소견을 보였다.

비골근위부에서는 생후 2년 5개월부터 5년 4개월 사이에 골화중심이 나타나고, 골단부의 유합시기는 남자가 15세 8개월부터 17세 4개월까지, 여자가 14세 9개월부터 16세 9개월까지였으며 비골원위부의 골화중심의 출현시기는 2세 5개월부터 3세 사이였고 골단부의 유합시기는 남자는 13세 11개월부터 17세 6개월 사이, 여자는 13세 4개월부터 16세 7개월 사이였다.

본 관찰로 그 유합시기에 있어 각 부위에 따라 차이는 있으나 여자가 남자보다 6개월에서 3년까지 빠른 소견을 보였으며 다른 문헌들과 비교하면 경골원위부와 비골근위부의 유합시기는 비슷하였으나 경골근위부에서는 1년에서 3년정도 그 유합시기가 빨랐으며 경골결절에서는 6개월에서 2년정도 느렸고 비골원위부에서는 약 2년정도 빠른 소견을 보였다.

### 2. 경골골단부의 성장 및 유합과정;

경골근위부의 골단부는 출현초기에 타원형이나 약 3세경부터 경골극을 형성하면서 점차 원추모양으로 골단부의 상면이 돌출하게 되고, 약 8세부터 사춘기에 이르러 경골극이 더욱 뚜렷해지는 소견을 관찰하였다.

유합에 있어서 약 12세에 경골근위부골단부가 경골결절과 유합하는 부위인 전내측면으로부터 시작되어 후외측부로 진행하며 약 13~18세 사이에 모두 유합되는 양상을 보였다.

경골원위부에서는 골화중심의 출현이 초기에는 타원형으로 보이다가 약 3세경부터 점차 내측이 비후되어 삼각형 모양으로 경골의 plafond가 외반을 이루게 된다. 그 후 10세 정도에 이르러 수평상태가 된다.

유합은 약 13세경부터 골단판의 중심에서 시작되어 다음에는 전내측이 유합되고 약 15세부터 17세 사이에 후외측부가 가장 늦게 유합되는 소견을 보인다.

한편, 전체 150례중 5례에서 경골 내과부의 분리된 독립 골화중심을 따로 보여 주었다.

경골결절은 약 9세부터 12세사이에 골화중심이 출현된 후 점차 커지면서 근위부로 상행하여 약 12세경부터 경골근위 골단부와 먼저 유합되어 골간단면과의 유합은 근위부에서 원위부로 진행되며 최종 유합은 약 15~19세 사이에 관찰되었다.

### 3. 경골 및 비골과 족관절의 성장;

10세이내의 하지발육정도는 경골근위부 및 비골원위부 골단판에서의 성장이 큰 역할을 함을 알 수 있었다.

경골원위부 골단판이 생후 1년에는 경도의 외측하향 소견을 보이거나 점차 감소되어 12세에는 수평하게 되었다.

족관절의 거골원개각은 생후 1년에는 수평하였으나 12세에는 약 4°의 경미한 외반양상의 소견을 보였다.

## REFERENCES

- 1) Beals, R.K. and Skyhar, M.: *Growth and development of the tibia, fibular and ankle joint. Clin. Orthop.* 182: pp. 289-292, 1984.
- 2) Bohm and Max: *Das Menschliche Bein*, pp. 42-74. Stuttgart, Ferdinand Enke. 1935. (Quoted in Wiltse, L.L.: *Valgus deformity of the ankle. J. Bone and Joint Surg.*, 54-A: pp. 595-606, 1972).
- 3) Burkhart, S.S. and Peterson, H.A.: *Fracture of the proximal tibial epiphysis. J. Bone and Joint Surg.*, 61-A: pp. 996-1002, 1979.
- 4) Dvornich, V.M. and Bunch, W.H.: *Pattern of closure of the proximal femoral and tibial epiphysis in men. J. pediatr. Orthop.*, 3: pp. 498-501, 1983.
- 5) Haines, R.W. et al.: *The sites of epiphyseal union in the limb girdles and major long bones of man. J. Anat.*, 101, 4: pp. 823-831, 1967.
- 6) Hasselwander, A.: *Untersuchungen uber die Ossifikation des Menschlichen Fusskeletts. Z. Morph. Anthop.* 12: pp. 1-140, 1910 (Quoted in Haines, R.W. et al.: *The sites of early epiphyseal union in the limb girdles and major long bones of man. J. Anat.*, 101, 4: pp. 823-831, 1967.)
- 7) Kleiger, B. and Mankin, H.J.: *Fracture of the lateral portion of the distal tibial epiphysis. J. Bone and Joint Surg.*, 46-A: pp. 25-32, 1964.
- 8) Mankin, M.: *Tibio-fibular relationship in paralysed limbs. J. Bone and Joint Surg.*, 47-B: pp. 500-506, 1965.
- 9) Moss, M. and Noback, C.: *A longitudinal study of digital epiphyseal fusion in adolescence. Anat. Rec.*, 131: pp. 19-31, 1958.
- 10) Ogden, J.A.: *Skeletal injury in the child*, pp. 555-617, Philadelphia, Lea and Febiger. 1982.

- 11) Ogden, J.A.: *Osgood-Schlatter's disease and tibial tuberosity development. Clin. Orthop.*, 116 :pp. 180-189, 1976.
  - 12) Ogden, J.A., Hempton, R.F. and Stuthwick, W.O.: *Development of the tibial tuberosity. Anat. Rec.*, 182: pp. 431-446, 1975.
  - 13) Powell, H.D.W.: *Extra center of ossification for the medial malleolus in children. J. Bone and Joint Surg.*, 43-B: pp. 107-113, 1961.
  - 14) Shenton, E.K.: *Roentgenographic studies in normal osseous development. J.A.M.A.*, 96: pp. 759-766, 1931.
  - 15) Smith, J.W.: *The Structure and stress relation of the fibrous epiphyseal plate. J. Anat.*, 96 : pp. 209-225, 1962.
  - 16) Tachdjian, M.O.: *Pediatric orthopaedics. pp. 43 -44, Philadelphia: W.B. Saunders Co., 1972.*
  - 17) Trueta, J.: *The normal vascular anatomy of the human for femoral head during growth. J. Bone and Joint Surg.*, 39-B: pp. 358 - 394, 1957.
  - 18) Victoria-Diaz, A. and Victoria-Diaz, J.: *Pathogenesis of idiopathic clubfoot. Clin. Orthop.*, 185: pp. 14-24, 1984.
  - 19) Wiltse, L.L.: *Valgus deformity of the ankle. J. Bone and Joint Surg.*, 54-A: pp. 595 - 606, 1972.
-