

## 學齡期 兒童의 化骨形成期에 關한 X線學的인 研究

釜山大學校 醫科大學 放射線科學教室

裴 徹 · 金 炳 洙

### —Abstract—

#### Radiographic Study on The time of Appearance of the Ossification Centers in School Aged Children

C. Bae, M. D., B. S. Kim, M. D.

*Department of Radiology, College of Medicine,  
Busan National University, Busan, Korea*

There were a number of factors which influenced bone maturation and recently, the patterns and sequence of the times of ossifications were not similar with previous reports.

So the author studied statistically the bone age of total 1092 children, by the roentgenograms of wrist, elbow, and foot, who had visited B.N.U. Hospital during 5 years dating from March, 1971 to March, 1976.

The results obtained are summarized as follows:

1. The numbers of children, aged from 5 to 8 years old, were 853 (80.2%) among total 1092 cases. The ratio between male and female children was about 1:1.
2. Some variations were observed in the time of appearance of each carpal bone in these age groups, but constantly visualized bones were capitate, hamate, triangular bones.
3. As compared with previous reports in Korea, 3-4 months were shortened at the view points of carpal bone ossification. But still noted delayed visualization as compared with that of American children more than one year.
4. The age difference between chronological and bone age became pronounced as growing old in this age groups.
5. The sex difference of the time of appearance of ossification centers was less pronounced as compared with previous reports.

### I. 緒 論

X線學的인 觀察에 依據한 骨年齡의 測定時 過去 發表된 韓國 兒童의 化骨核 出現 時期보다 最近의 境遇 더 早期에 出現하는 傾向이 있어 本著者는 過去 韓國 兒童의 例와 서로 比較 分析해 보았다.

發育과 成長이 旺盛한 時期인 少年期の 成熟度を 測定하는 指標로서는 身長, 體重, 頭圍, 胸圍, 齒牙發育 상태 및 骨化骨期の 測定 等の 여러가지 方法이 있으나 客觀的으로 가장 正確도가 높은 것으로는 X線 撮影을 통한 手根骨의 化骨 程度가 身體의 成熟度を 나타내는 가장 좋은 指標가 된다<sup>1-5)</sup>.

手部 및 手根部는 身體의 各部位中 化骨核이 가장 많

이 集結되어 있으며 (約 30個), 比較的 그 出現時期나 順序가 다른 부위보다 變化가 적다.

手根骨 以外的 身體骨格에 모두 各各에 相應하는 化骨期가 過去부터 수없이 많이 報告되고 있으나 그 成績들을 比較해 보면 相當한 差異點을 發見할 수 있다. 즉 바꾸어 말하면 化骨時期를 決定하는데 여러가지 要因이 있는 것을 意味하는 것이라 할 수 있다<sup>6-7)</sup>.

重要因子를 列舉 해 보면 人種別에 依한 差異<sup>8-9)</sup>, 性別에 依한 差異<sup>10-12)</sup>, 體質別에 依한 化骨期の 差異<sup>13)</sup>, 家族的인 或은 遺傳的인 影響<sup>14-15)</sup>, 經濟的인 貧富에 依한 差異<sup>16)</sup>, 疾病에 依한 化骨期の 變動<sup>17-18)</sup> 등이 여러 學者들에 作해 論議되어 왔다. 現在 應用되고 있는 骨年齡의 測定 方法은 1937年 Todd<sup>19)</sup>에 依해 創案된 "Todd 視測法(Todd inspectional method)"과 "骨格成熟指標"라는 概念을 應用한 것으로 1950年 後半에 Greulich, Pyle<sup>20)</sup> 그리고 Hoer<sup>21)</sup> 등에 依해 手部, 膝部, 足部에 關한 廣範圍한 標準圖解가 作成되어 졌다.

美國 뿐만 아니라 Todd의 方法을 利用하여 유럽<sup>21)</sup>, 日本<sup>22-23)</sup>, 아프리카<sup>24)</sup> 등에서도 標準圖이 만들어져 있으며, 1965年 韓國에서도 서等<sup>25)</sup>에 依해 簡略한 韓國 兒童에 對한 標準圖解가 만들어 졌다.

臨床的으로는 學齡期 兒童의 就學與否를 判定하기 위해 흔히 年齡鑑定을 實施하고 있는데 이 중에 특히 學齡期를 前後한 年齡인 5~8歲의 兒童들이 거의 大部分을 차지하고 있으며 簡便하고 經濟的이며 滿足할 만한 方法인 手部 單獨撮影을 實施하고 있다. 가끔 單獨撮影이 不充分할 때는 足部 및 肘關節部의 補充撮影을 하기도 한다.

本 著者는 1973年 3月 부터 1976年 3月까지 滿 5年間 本 病院 外來를 通하여 年齡鑑定을 받은 總 1092例에 對하여 研究 分析하였으며 이 中에 거의 大多數를 차지한 5~8歲의 學齡期 兒童들을 重點의으로 檢討하였으며 放射線學的인 觀察과 統計를 文獻考察과 아울러 報告하는 바이다.

## Ⅱ. 研究對象 및 方法

### 1. 檢討材料

本 著者는 1971年 부터 約 5年間 X線 撮影日을 基準으로 滿 2個月에서 14年 8個月에 該當하는 兒童中 過去歷과 現 健康 狀態로 보아 正常的 發育을 한 健康兒 總 1092例를 對象으로 하였으며 이 中 男兒는 540名이었고 女兒는 552名으로서 男女의 比는 거의 1:1이었으며 6歲兒가 403名(36.9%)으로 가장 많은 數를 차지하였고,

5~8歲 사이의 兒童이 全體의 約 80% 以上을 차지하고 있었음은 주로 學齡期를 前後하여 年齡鑑定을 받는 것을 알 수 있다.

### 2. 檢査 方法

經濟的으로나 기타 여러가지 與件으로 본 統計學的인 研究 論文에서는 縱斷的(longitudinal)인 研究方法인 單一回 觀察을 하였고 특히 微妙한 順序 混亂을 일으키기 쉬운 手根部의 骨核 出現時期를 正確하게 推定하고 그 出現時까지의 經過 時間을 測定하기 위해서는 橫斷的인(Cross Sectional) 方法인 2回 以上の 成長發育狀態를 追跡하여야 한다<sup>26-28)</sup>.

著者는 但 45人의 兒童에 對하여서만이 2回의 手根部 撮影을 實施하였다. 骨年齡 算定の 主된 基準線은 Greulich Pyle의 年齡別 標準圖解法(Atlas age standard method)을 使用하였으며 足部 및 肘關節部는 Hoer, Pyle 및 Francis의 標準圖解를 應用하였다. 撮影 X線 機器는 Simens 500MA로 撮影條件은 40KV 8~10MAS 約 40 inch의 距離를 原則으로 하였으며 骨年齡 및 身長 體重의 測定値와 簡單한 既往歷 等도 同時에 調査를 實施하였다.

Table 1. Distribution along the age & sex.

Chronological age	Sex		Total (%)
	Male	Female	
less than 3	17	18	35 (3.2)
4	27	34	61 (5.0)
5	131	121	252 (23.1)
6	196	207	403 (36.9)
7	59	52	111 (10.2)
8	47	40	87 (7.9)
9	21	24	45 (4.1)
10	20	27	47 (4.3)
over 10	22	29	51 (4.7)
Total	540	552	1092 (100.0)

### Ⅲ. 調査 結果

總 1092例中 男兒는 540名, 女兒는 552名이었으며, 學齡期인 5~8歲 사이의 兒童數는 全體의 80% 以上을 차지 하고 있다(Table 1 參照).

撮影部位別로 分類해 보면 手部 單獨撮影이 780例(72.0%), 手部和 肘關節部 撮影이 108例(9.8%), 手部

Table 2. Comparison along the parts examined

Chronological age	Parts	Hand	Hand & Wrist	Hand & Foot	Hand & Elbow & Foot	Total
less than 3		10		17	8	35
4		41		13	7	61
5		187	21	20	24	252
6		321	37	23	22	403
7		77	15	10	9	111
8		60	10	5	12	87
9		31	7	4	3	45
10		33	5	4	3	47
over 10		18	13	15	5	51
Total		780	108	111	93	1092

와 足部가 111例(10.2%), 手部와 다른 部位를 모두 撮影한 例가 93例(8.0%)를 나타내었으며, 이것으로 미루어 보아도 手部 單獨 撮影만으로 學齡期 兒童의 年齡鑑定에 充分하다는 것을 알 수 있다(Table 2 參照).

學齡期(5~8歲) 때 주로 發端하는 手部의 骨들骨서는 三角骨, 月狀骨, 大多角骨, 舟狀骨, 小多角로 等の 順序로 나타나는데 이 骨들의 出現 時期를 分析해 보면 個人差가 매우 甚한 것을 알 수 있다.

Table 3. Time of appearance of ossification centers around the wrist

Ossification centers	Sex	
	Male	Female
capitate	2/12(yrs)	2/12(yrs)
hamate	2/12 "	2/12 "
distal radius	1 "	11/12 "
trapestrum	4and 2/12(yrs)	3and 1/12(yrs)
lunate	4and 11/12 "	3and 11/12 "
greater multangular	6and 6/12 "	5yrs
scaphoid	7and 2/12(yrs)	5and 3/12(yrs)
lesser multangular	7and 3/12 "	5and 4/12(yrs)
distal ulna	8and 7/12 "	7and 5/12 "
pisiform	11and 9/12 "	10 and 8/12 "

三角骨이 가장 먼저 出現한 例가 全調査 可能한 例의 57%에서, 月狀骨(18.3%), 大多角骨(11.6%), 舟狀骨(6.8%), 小多角骨(6.2%)等の 順位였으며 특히 大, 小多角骨, 舟狀骨의 出現 順序는 매우 變化가 甚했다.

手根骨 以外の 手部化骨期는 學齡期 以前에 이미 出現 있으며 이 中 가장 늦게 出現하는 것으로는 各 手指末節骨의 化骨期(第 5指에서는 男 3年 2個月, 女 2年 5個月 程度)를 例示할 수 있다.

手根骨의 各骨의 化骨年齡의 測定은 化骨核의 早發年齡(骨核出現 最低年齡)과 遲發年齡(骨核不出現 最高年齡) 사이에 있어서 50% 以上の 出現을 보이는 年齡을 化骨期라 擇하였다<sup>23-25)</sup>.

大體의으로 手根骨의 發生이나 發育狀態보다는 合指骨端核의 成長이 빠른 例가 많은 것을 著者는 觀察할 수 있었다(Table 3 參照).

Table 4. Time of appearance of ossification centers around the wrist (from age 5 to 8)

Ossification centers	Sex	
	Male	Female
trapestrum	4and 2/12(yrs)	3and 1/12(yrs)
lunate	4 # 11/122 "	3 # 10/12 "
greater multangular	6 # 6/12 "	5 yrs
scaphoid	7 # 2/12 "	5and 3/12(yrs)
lesser multangular	7 # 3/12 "	5 # 4/12 "
distal ulna	8 # 7/12 "	7 # 5/12 "

手根部 化骨期에 대하여 著者의 統計를 美國의 白人 兒童과 比較 觀察해 본 結果 現在의 韓國兒童이 美國 兒童보다는 아직도 發現時期가 遲延되어 있음을 알 수 있다. 그러나 過去 韓<sup>30)</sup> 등이 發表한 例보다 數 個月程

Table 5. Average bone age of the wrist

Chronological age	Male		Female	
	Number	av. age	Number	av. age
5	131	4 and 3/12 (yrs)	121	4 and 3/12 (yrs)
6	190	4 " 11/12 "	207	5 " 3/12 "
7	59	5 " 8/12 "	52	6 " 1/12 "
8	47	6 " 5/12 "	40	6 " 11/12 "

Table 6. Difference btw. chronological age and bone age of wrist (months)

Chronological age	Male	Female
5	- 8	- 6
6	-13	- 9
7	-14	-11
8	-16	-13

Table 7. Time of appearance of ossification centers other than wrist

Ossification centers	Sex	
	Male	Female
Foot		
navicular	3and 2/12(yrs)	3(yrs)
calcaneal tuberosity	3 " 9/12 "	7and 2/12(yrs)
distal metacarpal	3 " 10/12 "	3 " 2/12 "
Elbow		
radial head	4 " 9/12 "	3 " 8/12 "
medial epicondyle	4 " 7/12 "	3 " 7/12 "

도가 더 早發함을 觀察할 수 있었다(Table 4 參照).

이중에 大, 小多角骨 및 舟狀骨의 平均發生 年齡은 거의 비슷한 時期에 나타남은 數値로서도 認知 可能하였다.

Greulich-Pyle의 標準圖解에 依據한 平均 骨格年齡과 生活年齡(chronologic age)과의 比較에서는 生活年齡이 많아질수록 本院에 來院한 例에서는 骨年齡과의 差異가 점차적으로 上昇함을 觀察할 수 있었다(Table 5, 6 參照).

學齡期에 手部 以外的 撮影部位로서는 足部, 肘關節部 등이 많이 利用되어져 왔다. 足部の 境遇 骨의 數도

Table 8. Comparison of development btw. the left and right wrist

Side	Sex		Female	
	left	right	left	right
Age				
5	111	: 200	107	: 14
6	166	: 30	181	: 26
7	48	: 11	33	: 7
8	39	: 8	30	: 10
Total	304	: 69	351	: 57
ratio	5.3	: 1	6.2	: 1

많고(約 20個), 比較的 正確한 便이나 學齡期前後로 出現되는 骨로서는 足部舟狀骨, 腫骨隆起 및 遠位指骨 등이 있으며 本調査에서는 204例에서 足部 撮影을 實施하였다.

肘關節部에서는 8個의 化骨核이 集結되어 있으나, 學齡期에 出現하는 化骨核으로서는 橈骨頭骨核과 內側上顆骨端核이 있으며 男女別 그 發生時期는 別表에 例示되어 있다(Table 7 參照).

左側과 右側의 比較는 手根部에서 주로 잘 觀察할 수 있었으며, 左側이 右側보다 男에서 5.3:1, 女에서 6.2:1의 비율로서 左側이 右側보다 더 早期發達함을 나타내었다(Table 8 參照).

手部 및 足部の 種子骨의 形成은 學齡期 兒童群에서는 발견 할 수 없었으나 흔히 化骨核 型態의 不規則狀을 正常兒의 境遇에서도 觀察할 수 있었다.

#### Ⅳ. 總括 및 考按

成長骨格의 化骨時期의 測定은 外國의 例처럼 縱斷的인 研究를 통한 標準圖解作成을 먼저 한 後 各各의 檢査 例를 여기에 附合시켜야 正確한 結果를 얻을 수 있으나 過去 韓國에서 發表한 여러 報告는 거의 다 橫斷

**Table 9.** Comparison of time of appearance of ossification centers of wrist(school age 5-8 yrs) (yrs)

Ossification centers	Authors Sex		Greulich-Pyle 1959		Han (Korea) 1962		Author 1976	
			Male	Female	Male	Female	Male	Female
triquetrum			2 and 8/12	2	4 and 7/12	3 and 2/12	4 and 2/12	3 and 1/12
lunate			3	2 and 6/12	5 and 5/12	4 and 5/12	4 and 11/12	3 and 10/12
greater maltangular			5 and 7/12	3 and 11/12	6 and 10/12	5 and 1/12	6 and 2/12	5
scaphoid			5 and 6/12	4 and 3/12	7 and 10/12	5 and 6/12	7 and 2/12	5 and 3/12
lesser maltangular			5 and 9/12	4 and 1/12	7 and 1/12	5 and 1/12	7 and 3/12	5 and 8/12
distal ulna			5 and 10/12	5 and 9/12	8 and 7/12	7 and 6/12	8 and 7/12	7 and 6/12

의인 방법을 사용하였으며, 韓國兒童의 標準圖解는 1965年 徐<sup>28)</sup> 등이 作成한 것이 있으나, 여러가지 未備點이 있는 것으로 思料되어 지며 著者 亦是 橫斷的인 方法으로 學齡期 年齡層의 兒童에 對하여 特히 手根部를 中心으로 研究 分析하였다.

骨格系統뿐 아니라 人間의 成長發育을 研究하는데 있어 女子가 男子보다 빨리 成熟하며<sup>22-23)</sup> 그 差異 程度는 過去 例보다 著者の 統計에서는 數個月 程度 短縮된 것을 알 수 있었다.

性差(Sex difference) 以外에도 化骨時期에 影響을 미치는 諸 因子들로 Slobody<sup>9)</sup> 등은 여러가지 要因을 列舉하고 있다.

人種別에 依한 化骨期の 差異에 關해서는 여러 學者들의 報告가 있으며 東洋人은 西洋人 보다 그 化骨期가 늦다고 한다<sup>25)</sup>. 韓國아동의 化骨期와 外國例를 比較 觀察해 보면 지난 10年間的 繼續的인 促進에도 不拘하고 아직도 뒤떨어져 있으며 文物이 우리보다 더 發達된 日本도 西洋보다 骨格年齡이 더 뒤떨어져 있다고 한다<sup>26)</sup>.

또 量的, 機能의 次元에서 크고 작고, 일되고, 늦되는 個人差(individual Variation)는 주로 體質別에 依한 것인데 化骨時期에 亦是 影響을 미칠 수 있으며 또 化骨過程에 影響을 주는 因子가 遺傳性을 띤 것이나 또는 環境에 依한 것이나 是論議는 여러 成長에 關한 問題와 마찬가지로 수 없이 반복되어 왔으나, 아직도 만족할 만한 確實한 結論에 到達하지 못하였다.

化骨核의 出現時期과 順序가 遺傳的 影響을 받는 것은 이미 밝혀졌다.

그래서 正常的인 條件下에서는 化骨發端期과 出現時期과 그 順序에 있어서 어떤 規則性을 보여 준다고 한다<sup>27)</sup>.

本例에서와 같이 手根骨中 舟狀骨이 다른 報告의 例보다 더 早期에 出現하는 現象을 볼 수 있는 것은 韓國

人의 遺傳的인 影響因子의 介在與否에 의문점을 남긴다고 추정할 수 있다.

第2次 化骨中心(Secondary ossification center)에서는 第1次 化骨中心에서 보다 化骨核 出現의 時間과 順序에 있어서 좀 더 劃一的인 規則性을 보여 준다고 한다.

Greulich-Pyle, 한태호<sup>80)</sup>, 著者の 例 等을 미루어 볼때에도 第2次 化骨中心이 더 規則性을 보여 준 것을 알 수가 있다. 즉 例를 들면 指節骨의 化骨核은 手根骨의 出現 時期나 順序보다 훨씬 더 規則性이 있는 것을 發見하였다. 撮影 部位別로 分析해 보면 많은 學者들은 手部 單獨의 撮影만으로 充分한 骨年齡을 算出할 수 있다고 論議되어 왔으며 實際 著者の 例에서도 手部撮影과 他部位 撮影을 同伴한 例에서도 手部 以外の 部位인 足部나 肘關節部에서는 대개의 경우에서 手部 單獨撮影 以上の 所見을 얻지 못하였다.

骨年齡 以外の 身體的인 條件의 向上은 지난 10年間 括目한 정도의 促進을 보였으나, 1971年 한<sup>80)</sup> 등이 發表한 化骨時期와 比較해 보면 特히 學齡期 兒童群에서 數個月 정도의 出現時期의 短縮을 볼 수 있었다. 그러나 15年前의 Greulich-Pyle의 結果보다도 手根骨에서는 더 遲延됨을 볼 수 있었다(Table 9 參照). 學齡期 兒童의 化骨期는 白人이 黑人보다 더 빠른 뿐만 아니라 黃色人種보다 더 빠른 것을 볼 수 있다<sup>28)</sup>.

李<sup>29)</sup> 등이 1974年 13, 14 第兒의 骨年齡을 Tanner-White House의 骨點數制를 利用한 方法에서는 黃人種과 白人種의 化骨年齡이 비슷하다고 主張했으나 著者 以外에도 여러 學者들의 報告에서는 特히 學齡期 前後의 兒童들에서는 白人兒童에서 보다 韓國兒童이 더 遲延됨을 본다.

韓<sup>29)</sup> 등이 報告한 것 처럼 出生初期에는 우리나라 兒童들도 白人兒童과 거의 비슷한 發育을 나타낸다고 하는데 이를 미루어 보면 學齡期 前後의 年齡層에서만

遲延됨을 볼 수 있는데 이는 여러가지의 要因이 作用할 것으로 추정된다.

또 左側이 右側보다 더 化骨時期가 빠른 것을 미루어 볼때 化骨時期는 個體部位別의 活動程度에 큰 影響이 없는 것을 알 수 있으며 國內外 學者들의 化骨期의 報告에서는 모두 左側을 利用한 것을 본다. 化骨時期를 決定하는 統計 算出에는 縱斷的인 方法인 同一人에 對한 2回 以上の 觀察을 要하며 特히 現在 韓國 兒童에 對하여서도 標準圖解의 作成이 要求되어 지는데 이를 施行하는 데는 한 地域에 局限시키지 말고 全國의 規模로 數年을 두고 反復的인 조사를 施行하여야 얻을 수 있는 難點을 指摘할 수 있다.

## V. 結 論

1971年 3月 以後 約 5年間 骨年齡을 測定하기 위하여 來院한 小兒 總 1092名 中 學童期 年齡인 5~8歲 兒童 853名에 對하여 研究 分析한 結果 다음과 같은 所見을 얻었다.

1. 總例中 滿6歲兒의 數가 403例로서 가장 많은 年齡層으로 나타났으며, 男女의 比는 거의 1:1이었다.

2. 學齡期 兒童의 手部 中 特히 手根部의 化骨期는 매우 變化가 심하며 比較의 一定하게 나타난 骨은 有頭骨, 有鈎骨, 三角骨 等과 같이 이미 學齡期 以前에 생긴 것을 열거할 수 있었다.

3. 過去의 韓國 兒童의 化骨時期보다는 約 3~4個月 일찍 發生됨을 觀察할 수 있었으나, 미국 아동과 비교해 보면 한국 아동, 특히 학령기 아동의 화골시기가 지연됨을 볼 수 있었다.

4. 골연령과 실제 생활연령과의 차이는 초기 學齡期 層인 5歲에서 보다 8歲에서 그 차이가 점차 더 커짐을 볼 수 있었다.

5. 男女 性別의 化骨年齡의 差異는 過去 韓 等이 發表한 例보다 그 間隔이 數 個月씩 短縮됨을 볼 수 있는데 이는 成熟 過程이 그만큼 앞당겨진 것을 暗示하는 間接的인 資料가 됨을 推測할 수 있다.

## REFERENCES

- Baldwin, B. T.: *Studies in child welfare*. Vol. 4, No. 1, 1928.
- Olson, W. C.: *Child development*. 1947.
- Jack Edeiken; Philip J. Hodes.: *Roentgen diagnosis of diseases of bone*. 2nd. edition. Vol. 1, 1973.
- 김현방: 15세아의 골령. 소아과, 15:1, 1972
- I. Meschan.: *An atlas of anatomy basis to radiology*. 1975.
- Slobody, Wasserman.: *Survey of clinical pediatrics*. 5th edition, 1968.
- Nelson, W. E.: *Textbook of pediatrics*. 7th edition. "Physical Growth and Development" Saunders Co., Philadelphia, 1959.
- Hahn U. Hermann.: *Roentgenographische Untersuchungen ueber das Verhalten der Epiphysen der Unterschenkelknochen waehrend des Wachstums*. Festschr. zum 70 Geburtstag von Kupfer. Jena. 1899.
- Dixon, W. T. and Massey, F. J.: *Introduction to statistical analysis*. 2nd edition, McGraw Hill, 1957.
- Pryor, J. W.: *Difference in the time of development of the center of ossification in the male and female skeleton*. Anat. Rec. 25, 252-273, 1923.
- Wasserman, E., and Sloboby, L. B.: *Growth and development, Survey of Clinical Pediatrics*. 13th edition. McGraw-Hill Book Co., New York, p. 11, 1974.
- Vaughan, V. C.: *Growth and development, Textbook of pediatrics*. 13th edition. W. B. Saunders Co., Philadelphia, P. 15, 1964.
- Francis, C. C.: *Factors influencing appearance of Centers of Ossification during early childhood*, Am. J. Dis. Child., 57:817, 1937.
- Gate, R. R.: *Human Genetics*. Vol. II, New York, Macmillan Co., 1946.
- Pryor, J. W.: *The hereditary nature of variation in the ossification of bones*. Anat Rec, 1: 84, 1907.
- Jenings, H. S.: *Hereditary and Environment in Pediatrics*, in Brennemann, J. (ed). *Practice of pediatrics* (Hagerstown, Md.; W. F. Prior. Company Inc. 1945)
- Palmer, C. E.: *Growth and the economic depression*, Pubic Health Report., 48:1277, 1934.
- Reynold, E. L., Sontag, L. W.: *Variation in Growth Patterns in Health and Disease, Pediat.*

- 26:339-352, (April) 1945.
19. Todd, T.W.: *Atlas of Skeletal Maturation (Hand)*. St. Louis, C. V. Mosby Co., 1937.
  20. Greulich, W.W., and Pyle, S.I.: *Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist*. 2nd edition. Stanford University Press, Stanford, California, 1957.
  21. Hoerr, N.L., Pyle, S.I.: *Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Foot and Ankle*. Charles C. Thomas, Springfield, III., 1962.
  22. Speijer, B.: *Betallenis en Bepaling van de Skeleteetijd*. A. W., Sijthoff's Uitgevers Maatschappij, N. V., Leiden, Holland, 1950.
  23. MacKay, D. H.: *Skeletal Maturation in the Hand A study of Development of the East African Children*. Transactions of Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, 46:135, 1952.
  24. Sutow, W.W., and Ohwada, K.: *Skeletal standards of Healthy Japanese Children from Age Six to Nineteen years*. Clin. Pediatrics(Japanese), 6-11, 1953.
  25. 杉浦保夫, 中澤修: 骨年齢-骨格發展のX線診斷, 2版 中外醫學社, 東京, 1972.
  26. 이재구: 13, 14세아 골령. 전남의대잡지, 제11권 제3호, 1974.
  27. 이흥주: 한국인 8세아 주관절부 골연령. 전남의대잡지 제12권 제3호, 1975.
  28. 서광훈: 한국 아동 골격성숙상에 관한 연구. 수도의대잡지, 1965.
  29. 박종무: 한국인소아의 발육성장에 관한 연구—특히 화골 발달을 중심으로. 소아과, 제5권 제5호, 21, 1962
  30. 한태호: 한국인 소아 화골기에 관한 연구. 소아과 제5권 제1호, 1, 1962.
  31. Bardeen, C.R.: *The relation of ossification to physiological Development*. J. Radiol., 2:1, 1921.
  32. Pryor, J.M.: *Differences in the time of development of centers of ossification in the male and female skeleton*. Anat. Rec, 25:257, 1923.
  33. Roche, A.F., et al.: *Some factors influencing the replicability of assessments of skeletal maturity(Greulich-Pyle)*. Am. J. Roentgenol. Radium Ther. Nucl. Med. 109:299, 1970.
  34. Greulich, W.W.: *A Comparison of the Physical Growth and Development of American-born and Native Japanese Children*. Amer. J. Phys. Anthropol., 15:489, 1957.
  35. Ishikawa, K.: *Bone Development in Rural Children*. Acta, Pedia. Jap; 73:1839, 1969.