

正常咬合者の 思春期成長과 手腕部骨 成熟段階에 關한 研究

서울大學校 齒科大學 矯正學教室

朴 秦 成 · 徐 廷 勳

一 目 次

- I. 緒 論
- II. 研究資料 및 方法
 - 1. 研究資料
 - 2. 研究方法
- III. 研究成績
- IV. 總括 및 考按
- V. 結 論
 - 參考文獻
 - 英文抄錄

I. 緒 論

人體成長發育을 評價하는 尺度에는 年齡, 齒牙의 成熟度, 骨成熟度 등이 있다. 그러나 같은 年齡이라도 成熟度에는 差異가 있으므로 年齡自體는 成熟度の 評價에 큰 役割을 하지 못한다.

永久齒의 萌出狀態와 齒根의 發育狀態를 平均과 比較하여 齒牙成熟度を 評價할 수 있듯이 骨成熟度は 여러 骨格要素의 石灰化狀態에 따라 判斷할 수 있다.

骨年齡은 生物學的인 基準으로서 生體의 成長과 密接한 關聯이 있으며 生理的 年齡 또는 骨齡이라고도 한다.^{28, 38, 55)}

骨齡, 特히 手腕部에서의 骨成熟評價는, 이 部位의 放射線攝影이 簡便하고 判讀이 容易하며 이 部位가 他部位의 骨成熟의 端緒가 될 수 있어 個成

長 特히 最大思春期性發育期를 豫測하는데 많은 도움을 준다.^{14, 28, 32, 40, 43)}

思春期 成長은 矯正治療計劃 및 時期決定에 重要的 意味를 지니고 있는데, 이 時期에는 身長의 成長速度가 急增하고 最大成長期를 지나 다시 減少하는 growth spurt을 보인다.^{28, 40, 41, 50, 51, 53)}

이러한 身長의 最大成長期와 顔面의 最大成長期間에는 깊은 相關關係가 있음이 研究되어 왔다.^{1, 2, 3, 5, 9, 13, 22, 23, 28, 29, 42, 52, 54)}

그래서 Björk⁶⁾는 身長의 累年の 計測值가 矯正治療時 利用될 수 있는 하나의 方法이라고 提示했다. 特히 殘存成長量에 依存하여 矯正治療를 하고자 할 때는 思春期 growth spurt 時期가 매우 重要하다.^{6, 14, 17)}

身長의 累年の 計測值가 思春期顔面成長의 評價에 應用될 수 있으나 臨床的으로 思春期性 growth spurt 以前에 이를 豫測하기가 어려우며, 또한 身長은 個人差가 많아, 成長期 어느 한 時期의 身長計測值가 成熟度評價에 큰 도움을 주지 못한다.

또한 思春期 成長은 人種, 男女, 各個人마다 그 開始期, 期間, 最大成長期에 많은 差異가 있어서 個個人的 思春期成長의 評價에 身長 以外에도 二次性徵의 發現有無^{26, 28, 30, 40)}, 女子의 境遇 初潮有無^{5, 21, 28, 40)} 등을 利用하여 評價하는 方法도 있다.

가장 一般的으로 利用되는 成熟尺度는 手腕部放射線寫眞으로 얻어지는 骨格의 發育狀態이며 이것은 思春期 및 成人에 이르기까지 成長의 全範圍에 適用될 수 있다.^{19, 38)} 이것은 骨格의 크기로 判斷하는 것이 아니고 그 形態와 骨相互間의 相對의 位置에 依하여 評價하는 것이다.

各骨은 一次的化骨中心(primary center of ossification)으로 始作되어 成長, 形狀(shaping)의 段階를 거치고 많은 境遇 骨端(epiphysis)을 갖으며, 이러한 骨端들이 骨幹(diaphysis)과 融合(fusion)할 때 成人의 形態에 到達하게 된다.^{19, 24, 38, 40)}

이러한 成熟度의 評價方法에는 個個人의 成熟度를 類似한 年齡, 性別로 正常兒의 標準과 比較하는 方法이 있다.^{19, 38, 55)}

Greulich와 Pyle¹⁹⁾에 依한 方法은 標準年齡의 手腕部 放射線寫眞과 比較하는 方法이고, Tanner等³⁸⁾의 TW-2法은 骨點數로서 骨年齡, 骨成熟度指數를 算出해 내는 方法이다.

國內의 手腕部 骨成熟에 關한 研究를 보면, 金⁴⁴⁾, 安⁴⁵⁾, 李⁴⁶⁾, 李⁴⁷⁾, 崔⁴⁸⁾, 黃⁴⁹⁾等 化骨開始期와 完了期에 關한 研究들이 있으며, 思春期 成長과 關聯시킨 研究로는 金⁴⁴⁾, 李⁴⁷⁾等 어느 한 部位의 骨成熟에 關한 것이었고, 特히 手腕部 基節骨의 成熟變化에 關한 研究는 없으므로 著者는 手腕部 여러 部位의 骨成熟의 여러 段階와 思春期成長과의 相互關係를 研究하여 多少의 知見을 얻었기에 報告하는 바이다.

II. 研究資料 및 方法

1. 研究資料

本 研究資料는 6歲부터 18歲까지의 男女 學生 12,850名의 口腔檢診을 實施하여 身檢記錄上 全身狀態가 良好한 正常咬合者 1,141名에 對해 撮影한 手腕部放射線寫眞과 身長의 計測值을 研究資料로 하였으며 이들의 分布는 表 1과 같다.

2. 研究方法

(1) 身長의 思春期成長의 開始期와 最大成長期

身長計測值에서 身長의 年間 增加量을 算出하여 個個人의 成長速度曲線을 그려 思春期成長의 開始期와 最大成長期를 調査하였다.

思春期成長開始期와 最大成長期는 Tanner⁴⁰⁾, Marshall²⁸⁾, Taranger⁴¹⁾, 高石^{50, 51)}, 石川⁵²⁾等의 方法에 依해 個個人의 成長速度變化曲線에서 成長速度가 最低에서 上昇期로 轉換되는 部位를 思春期成長開始期로 最高點에서 下降期로 轉換되는 部位를 最大成長期로 하였다.

(2) 手腕部 骨成熟 段階

1,141名의 手腕部放射線寫眞에서 左側 第三基節骨, 第三中節骨, 第三末節骨, 第五中節骨, 拇指尺

表 1. Sample Distribution

Age	Boys	Girls	Total
6	20	13	33
7	52	40	92
8	50	51	101
9	46	43	89
10	37	46	83
11	54	41	95
12	49	50	99
13	71	59	130
14	56	46	102
15	64	49	113
16	60	43	103
17	39	36	75
18	16	10	26
Total	614	527	1,141

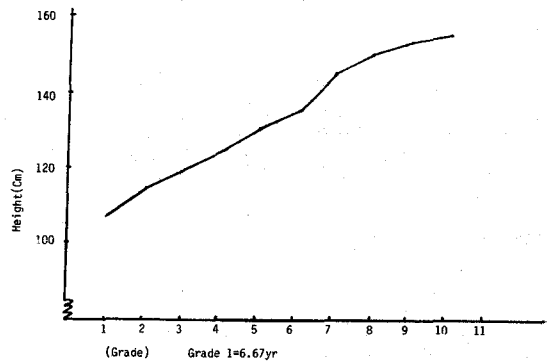


그림 1. 身長成長의 變化圖의 一例

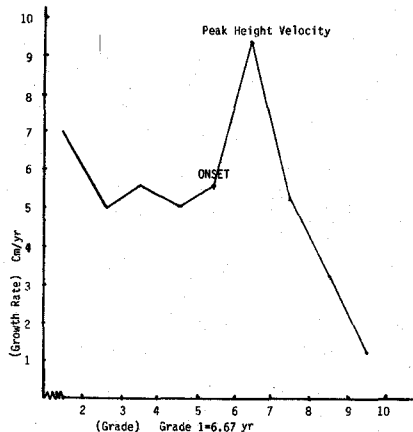


그림 2. 身長成長 速度 變化圖의 一例.

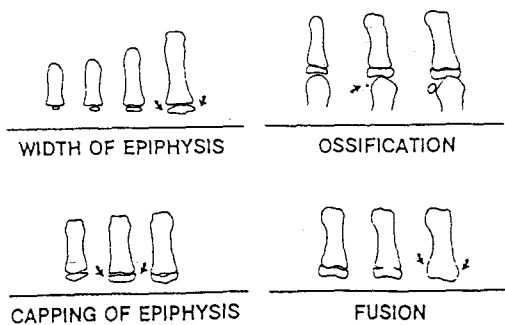


그림 3. Radiographic identification of skeletal maturity indicators.

- A. Epiphysis equal in width to diaphysis.
- B. Appearance of adductor sesamoid of the thumb.
- C. Capping of epiphysis.
- D. Fusion of epiphysis.

側種子骨, 橈骨 部位를 調査하였으며, 本 研究에서 選擇된 部位는 Björk^{4, 5, 6}, Bowden^{7, 8}, Fishman¹², Grave^{16, 18}, Helm等²², Magnousson²⁷, Singer³⁴, Tanner³⁰ 등의 研究에서 應用된 6個所이며 이 部位에서의 骨成熟은 一定한 順序, 즉 ① PP_{3u}, ② MP_{3u}, ③ MP_{3s}, ④ S, ⑤ DP_{3cap}, ⑥ MP_{3cap}, ⑦ MP_{5cap}, ⑧ DP_{3u}, ⑨ PP_{3u}, ⑩ MP_{3u}, ⑪ R_u로 進行된다. (註) 첫 대 문자 D: distal, M: middle, P: proximal, S: ulnar sesamoid of

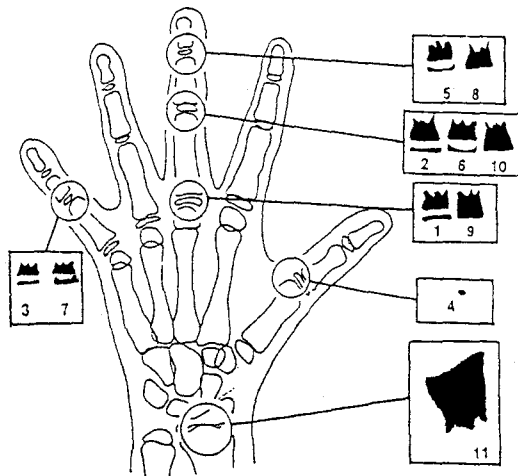


그림 4. Sites of skeletal maturity indicators.

metacarpophalangeal joint.

R: distal epiphysis of radius

둘째 대문자 P: phalanx

세번째 숫자 finger Number

네 번째 =: epiphysis가 diaphysis의 폭과 같아지는 상태.

cap: capping, u: fusion.

以上の 基準에 依하여 各 研究對象의 手腕部放射線寫眞을 男女 各 年齡別로 X-Ray viewer 上에서

表 2. Cumulative Percentage of boys and girls at Pubertal Stages

Grade	ONSET						PHV					
	Girl			Boy			Girl			Boy		
	Fre.	Per.	Cum. Per.	Fre.	Per.	Cum. Per.	Fre.	Per.	Cum. Per.	Fre.	Per.	Cum. Per.
0.5	1	0.3	0.3									
1.5	34	10.0	10.4									
2.5	61	18.1	28.5	9	3.5	3.5	7	2.1	2.1			
3.5	96	28.5	57.0	21	8.2	11.7	35	10.4	12.5	1	0.4	0.4
4.5	98	29.1	86.1	69	26.9	38.6	51	15.1	27.6	7	2.7	3.1
5.5	39	11.6	97.7	91	35.1	73.9	123	36.5	64.1	26	10.1	13.2
6.5	7	2.1	99.7	51	19.8	93.8	96	28.5	92.6	75	29.2	42.4
7.5	1	0.3	100	14	5.5	99.2	21	6.2	98.8	91	35.4	77.8
8.5				2	0.8	100	3	0.9	99.7	45	17.5	95.3
9.5							1	0.3	100	10	3.9	99.2
10.5										2	0.8	100

* Grade 1 = 6.67 yr

判讀하여 어떤 段階는 지났으나 다음 段階에 到達하지 못한 境遇, 낮은 段階에 屬하게 하는 方法으로 分類하였다.

(3) 統計的 分析

手腕部骨成熟段階와 思春期成長의 相互關係를 調査하기 爲하여 男女別로, 各 骨成熟段階年齡, 思春期成長의 開始期, 最大成長期年齡의 累積百分率에 關한 不偏推定值(unbiased estimate of mean)를

Probit 分析法¹⁾을 利用하여 計算하였으며, 同 計算에는 SAS(Statistical Analysis System) 統計分析 Program²⁾과 IBM4381 Computer가 使用되었다.

III. 研究 成績

1. 思春期成長의 開始期 및 最大成長期
(表 2, 表 3)

表 3. Probit Analysis of Age at Attainment of Various Adolescent Maturity Indicators in Girls and Boys

	Sex	Mean	SD	Adjustment to Probit Line(Chi ²) ¹⁾	DF	Range	Sex Difference in years ²⁾
Pubertal Growth ONSET	G	8.99	1.33	4.15	8	6.01-11.97	2.65
	B	10.64	0.98	4.51	9	8.08-13.21	
PHV	G	10.91	1.41	8.19	8	8.11-13.71	2.63
	B	12.54	1.26	4.60	9	9.72-15.37	
Skeletal Stages PP ₃₌	G	7.90	1.08	0.17	4	5.48-10.32	2.43
	B	10.33	1.37	2.27	5	7.25-13.41	
MP ₃₌	G	8.67	1.41	0.67	4	5.51-11.83	2.23
	B	10.90	1.20	5.31	4	8.22-13.58	
MP ₅₌	G	9.07	1.04	0.39	3	6.74-11.40	2.54
	B	11.61	1.13	2.59	3	9.08-14.14	
S	G	9.47	0.87	0.98	2	7.51-11.43	2.70
	B	12.17	0.87	2.63	3	10.21-14.13	
DP _{3cap}	G	9.87	0.69	0.57	2	8.31-11.43	2.72
	B	12.59	0.91	0.40	3	10.56-14.63	
MP _{3cap}	G	10.53	0.88	0.34	2	8.54-12.52	2.33
	B	12.86	0.95	1.20	3	10.73-14.99	
MP _{5cap}	G	11.62	0.94	2.36	3	9.48-13.75	1.74
	B	13.36	1.01	1.92	4	11.11-15.62	
DP _{3u}	G	12.44	1.01	1.83	3	10.16-14.72	1.63
	B	14.07	1.06	2.55	3	11.68-16.45	
PP _{3u}	G	12.90	1.28	0.20	4	10.05-15.76	1.62
	B	14.52	0.94	1.06	3	12.41-16.63	
MP _{3u}	G	14.31	1.42	2.78	6	11.12-17.51	1.11
	B	15.42	1.02	0.92	3	13.11-17.72	
R _u	G	15.67	1.40	6.30	5	12.53-18.81	0.58
	B	16.25	0.86	1.59	2	14.32-18.18	

1) No value of Chi² is statistically significant (P>0.10)

2) All sex differences are highly significant : P<0.0001

表 4. Comparison of mean growth rate and age during pubertal growth between boys and girls.

Growth event		Girls	Boys	Diff.
ONSET	age	8.99±1.32	10.64±1.25	1.65
	growth rate	4.39±1.24	4.17±1.19	-0.22
PHV	age	10.91±1.15	12.54±1.26	1.63
	growth rate	8.55±1.69	9.88±1.83	1.33
Duration (ONSET - PHV)		1.92	1.90	0.02

平均으로 思春期成長의 開始期는, 女子에서 9.0(±1.3)歲, 男子에서 10.6(±1.3)歲이었고, 最大成長期는 女子 10.9(±1.2)歲, 男子 12.5(±1.3)歲로서, 女子가 男子보다 思春期成長이 빨랐다.

思春期成長의 開始期에서 最大成長期까지의 期間은 男·女 共히 約 1.9年이었으며, 思春期成長 開始期の 分布範圍는, 女子는 6歲에서 12歲, 男子는 8.1歲에서 13.2歲, 思春期最大成長期の 分布는 女子는 8.1歲에서 13.7歲, 男子는 9.7歲에서 15.4歲까지의 分布였다.

2. 思春期成長의 開始期 및 最大成長期에서의 身長의 成長速度(表 4)

思春期成長開始期에서는, 女子 4.4cm/yr, 男子 4.2cm/yr로, 成長速度가 비슷하였으나, 最大成長期에서는 女子 8.6cm/yr, 男子 9.9cm/yr로서 男子가 女子보다 成長速度가 컸다.

表 5. Distribution of Skeletal Maturity Stages

Stage Age	Girl													No.
	O	PP ₃ =	MP ₃ =	MP ₅ =	S	DP ₃ cap	MP ₃ cap	MP ₅ cap	DP _{3u}	PP _{3u}	MP _{3u}	Ru		
6	12	1												13
7	31	6	3											40
8	29	12	7	3										51
9	9	11	9	9	4	1								43
10	2	4	7	8	9	8	4	4						46
11	2	1	3	3	2	4	8	12	3	1	1	1		41
12			2	1	1	1	3	25	7	3	7			50
13							1	23	18	5	10	2		59
14								3	5	5	29	4		46
15									3	2	37	7		49
16										1	21	21		43
17											13	23		36
18											2	8		10
Total	85	35	31	24	16	14	16	67	36	17	120	66		527
Stage Age	Boy													No.
	O	PP ₃ =	MP ₃ =	MP ₅ =	S	DP ₃ cap	MP ₃ cap	MP ₅ cap	DP _{3u}	PP _{3u}	MP _{3u}	Ru		
6	20													20
7	52													52
8	47	2	1											50
9	41	4	1											46
10	25	5	4	3										37
11	13	12	15	9	1	1	1	1	1					54
12	8	9	9	8	8	3	2	2						49
13	1	1	8	14	9	9	8	17	2	2				71
14	1	1		3	1	5	8	18	8	4	7			56
15					1	1	2	13	15	12	16	4		64
16								2	4	7	30	17		60
17										1	17	21		39
18											4	12		16
Total	208	34	38	37	20	19	21	53	30	26	74	54		614

表 6. Probit Analysis of the Age at Skeletal Stages during Pubertal Growth

% level	S K E L E T A L S T A G E S					
	PP ₃ =	Mp ₃ =	MP ₅ =	S	DP _{3cap}	MP _{3cap}
1	5.48	5.51	6.74	7.51	8.31	8.54
5	6.19	6.44	7.42	8.09	8.77	9.12
10	6.57	6.93	7.78	8.39	9.01	9.43
15	6.82	7.26	8.03	8.59	9.17	9.64
20	7.02	7.53	8.23	8.76	9.30	9.81
30	7.35	7.96	8.54	9.03	9.52	10.08
40	7.64	8.33	8.82	9.26	9.70	10.31
50	7.90	8.67	9.07	9.47	9.87	10.53
60	8.16	9.01	9.32	9.68	10.04	10.75
70	8.45	9.38	9.60	9.91	10.22	10.98
80	8.78	9.81	9.91	10.18	10.43	11.25
85	8.98	10.08	10.11	10.34	10.56	11.41
90	9.24	10.41	10.36	10.55	10.73	11.63
95	9.61	10.91	10.72	10.85	10.97	11.94
99	10.32	11.83	11.40	11.43	11.43	12.52

表 7. Probit Analysis of the Age at Skeletal Stages during Pubertal Growth

% Level	S K E L E T A L S T A G E S					
	PP ₃ =	MP ₃ =	MP ₅ =	S	DP _{3cap}	MP _{3cap}
1	7.25	8.22	9.08	10.21	10.56	10.73
5	8.15	9.01	9.82	10.78	11.16	11.35
10	8.63	9.42	10.22	11.09	11.47	11.69
15	8.96	9.71	10.48	11.29	11.69	11.91
20	9.22	9.93	10.70	11.46	11.86	12.09
30	9.64	10.30	11.04	11.72	12.14	12.38
40	9.99	10.61	11.34	11.95	12.37	12.63
50	10.33	10.90	11.61	12.17	12.59	12.86
60	10.66	11.19	11.89	12.38	12.82	13.09
70	11.02	11.51	12.18	12.61	13.05	13.34
80	11.44	11.87	12.53	12.88	13.33	13.63
85	11.70	12.10	12.74	13.04	13.50	13.81
90	12.03	12.38	13.00	13.25	13.72	14.03
95	12.51	12.80	13.40	13.55	14.03	14.37
99	13.41	13.58	14.14	14.13	14.63	14.99

in Height (Girl)

					PUBERTAL GROWTH	
MP _{Scap}	DP _{3u}	PP _{3u}	MP _{3u}	R _u	ONSET	PHV
9.48	10.16	10.05	11.12	12.53	6.01	8.11
10.11	10.82	10.88	12.06	13.45	6.89	8.93
10.44	11.18	11.33	12.55	13.94	7.35	9.37
10.66	11.42	11.63	12.89	14.27	7.67	9.50
10.84	11.61	11.87	13.16	14.53	7.92	9.90
11.13	11.92	12.26	13.59	14.96	8.32	10.28
11.38	12.19	12.59	13.97	15.53	8.67	10.60
11.62	12.44	12.90	14.31	15.67	8.99	10.91
11.85	12.69	13.21	14.66	16.01	9.32	11.21
12.10	12.95	13.55	15.03	16.38	9.67	11.54
12.39	13.26	13.94	15.47	16.80	10.07	11.57
12.56	13.45	14.18	15.73	17.07	10.32	11.79
12.79	13.70	14.48	16.07	17.40	10.64	12.45
13.13	14.05	14.92	16.57	17.89	11.10	12.89
13.75	14.72	15.76	17.51	18.81	11.97	13.71

in Height (Boy)

					PUBERTAL GROWTH	
MP _{Scap}	DP _{3u}	PP _{3u}	MP _{3u}	R _u	ONSET	PHV
11.11	11.68	12.41	13.11	14.32	8.08	9.72
11.77	12.38	13.03	13.78	14.88	8.83	10.55
12.12	12.75	13.36	14.15	15.19	9.23	10.99
12.36	13.01	13.58	14.39	15.38	9.66	11.28
12.54	13.20	13.76	14.58	15.55	9.72	11.52
12.85	13.53	14.05	14.90	15.81	10.07	11.91
13.12	13.81	14.29	15.17	16.04	10.36	12.24
13.36	14.07	14.52	15.42	16.25	10.64	12.54
13.61	14.33	14.75	15.67	16.46	10.92	12.85
13.87	14.61	14.99	15.94	16.68	11.22	13.18
14.18	14.93	15.28	16.25	16.95	11.57	13.57
14.37	15.13	15.46	16.44	17.11	12.16	13.80
14.60	15.38	15.68	16.69	17.31	12.06	14.10
14.96	15.75	16.01	17.05	17.61	12.46	14.54
15.62	16.45	16.63	17.72	18.18	13.21	15.37

3. 手腕部骨成熟段階

手腕部骨成熟段階의 分布는 表 5 와 같으며, 表 6 은 女子에 있어서 手腕部 各 骨成熟段階의 年齡에 대한 Probit 分析, 表 7 은 男子에 있어서 手腕部 各 骨成熟段階의 年齡에 對한 Probit 分析이다.

모든 骨成熟段階에서 女子가 男子보다 빨랐으며 初期 骨成熟段階인 PP₃에서는 女子가 男子보다 2.4年 앞서 있었으며, S段階, DP_{3cap} 段階에서는 約 2.7年의 差異로 커졌고, 이 差는 漸次 減少하여 R₁段階에는 0.6年 程度로 近接해짐을 볼 수 있다 (表 3).

IV. 總括 및 考按

思春期는 性的 成熟이 가장 旺盛한 時期로 二次 性徵이 나타나며, 身體의 크기가 急激히 變化한다. 이러한 變化는 男女 個人的으로 비슷한 樣相을 보이나 量的, 時間的으로 많은 差異가 있다.

思春期成長의 開始期와 最大成長期에 있어서 男女 差는, 女子가 平均 1.6年 빨랐다. 成長速度上 昇期는 約 1.9年 이었는데 Tanner²⁷⁾에 依하면 이 期間은 約 2年, 그 後 1年의 成長速度 下降期를 거쳐 思春期成長 開始期程度의 速度로 減少한다고 하였다.

Sullivan³⁶⁾은 늦어도 最大成長期 1年前에 矯正裝置를 하여 最大成長期 前後 2年의 期間이 矯正治療의 適期이기 때문에, 이 期間을 最大成長期 1年前에 豫測하는 方法을 提示하였다.

表 8 에 여러 研究에서의 思春期成長의 開始期와 最大成長期의 比較를 하였다.^{8, 23, 25, 31, 39, 41, 44, 47, 56)}

思春期成長의 開始期와 最大成長期에서 本 研究의 成績이 日本의 黒田等⁵⁶⁾의 成績과는 비슷하나, 西洋人의 研究結果 보다는 빠른 것을 보여 주고 있다. 이러한 差異는 分析方法, 研究資料의 蒐集時期 및 人種等의 差異에도 問題가 있을 것으로 사료된다.

成長速度를 Tanner의 研究와 比較해 보면 本 研究에서 最大成長期에서 女子 8.6cm/yr, 男子 9.9cm/yr, Tanner의 研究에서는 女子 9.8cm/yr, 男子 10.3cm/yr로 西洋人에서 앞서 있었다.

따라서 이러한 成長開始期, 最大成長期, 成長速度 等의 差異는 人種의 差異를 說明해주는 一面이라고 사료된다.

思春期成長의 判斷으로 利用될 骨成熟段階는 短

表 8. Comparison of the Timing of the Puberal Spurt in Various Studies

SEX	STUDY	ONSET PHV	
Girl	Park	9.0	10.9
	Kuroda et al	—	11.0
	Lee, Kim	10.1	11.2
	Hägg	10.0	12.0
	Bowden	10.0	11.7
	Hunter	10.4	11.8
	Largo et al	9.6	12.1
	Preece	9.0	11.9
	Tanner	10.3	11.8
	Boy	Park	10.6
Kuroda et al		—	12.8
Lee, Kim		11.8	13.1
Hägg		12.1	14.1
Bowden		12.0	13.9
Hunter		12.8	14.1
Largo et al		11.0	13.9
Preece		10.7	14.2
Tanner		12.1	13.9

期間에 걸쳐 모든 사람에게 일어나는 것이라야 한다. 그래서 어떤 段階는 아무리 累年的으로 撮影하여도 그냥 지나쳐 버릴 수도 있다. 따라서 骨成熟의 判斷은 여러 部位를 調査하여 評價해야 할 것이다.

表 9 는 各 骨成熟段階에 關한 여러 研究^{8, 12, 20, 22, 27, 44, 56)}와의 比較이며, S段階에서 보면 本 研究成績은, 金⁴⁴⁾보다 女子에서 1.2年, 男子에서는 0.8年 이 앞섰으며, 黒田等⁵⁶⁾의 成績과 比較해 보면, 女子에서 0.6年, 男子에서는 0.1年이 앞서 비슷한 成績을 보였다.

또 거의 모든 段階에서 本 研究成績이 西洋人보다 多少 앞서게 나타났다. 이러한 것은 研究資料의 蒐集時期, 分析方法에도 差異가 있을 것으로 사료되며, 最近들어 20餘年前보다도 成長速度가 빨라 지므로 骨成熟의 標準을 再定立할 必要性도 있다고 사료되며, TW-2法³⁸⁾에서도 英國 等, 先進國에서 의 健康兒의 手腕部放射線寫眞의 撮影이 禁止되고 있음을 意味하고 있고, 그 資料는 1950, 60 年代의

表 9. The Timing of Skeletal Stages in Girls and Boys in Various Studies

STAGE	STUDY	GIRL	BOY
S	Park	9.5	12.2
	Kim	10.7	13.0
	Kuroda et al	10.1	12.3
	Hägg	10.7	13.1
	Helm et al	11.5	13.2
	Magnusson	11.2	13.4
	Bowden	11.0	13.0
	Fishman	11.2	12.3
MP ₃ =	Park	8.7	10.9
	Hägg	9.5	11.7
	Helm et al	-	12.9
	Magnusson	10.1	11.9
	Bowden	10.1	11.9
	Fishman	10.6	11.7
MP _{3cap}	Park	10.5	12.9
	Hägg	12.4	14.6
	Helm et al	12.5	14.5
	Magnusson	12.2	14.2
	Fishman	12.1	13.8
MP _{3u}	Park	14.3	15.4
	Hägg	14.3	16.3
	Helm et al	14.2	16.5
	Magnusson	14.5	17.2
	Bowden	14.3	16.8
	Fishman	14.8	16.4
DP _{3u}	Park	12.4	14.1
	Hägg	13.3	15.6
	Helm et al	13.5	15.6
	Magnusson	13.4	15.8
	Bowden	13.4	15.8
	Fishman	13.1	15.1
R _u	Park	15.7	16.3
	Hägg	16.7	18.0
	Helm et al	-	17.5
	Bowden	16.5	17.3
	Fishman	16.1	17.4

資料로서 20餘年前의 資料에 依한 것을 알 수 있다.

또 Ru段階는 Björk⁶⁾는 成長의 完了를 意味한다고 하였으며, 이 段階는 完成時期가 多樣해서 骨成熟度에 依해 成人身長을 豫測하는 方法인 TW-2法²⁸⁾에서도 빠져 있다.

이러한 骨成熟의 完了를 判斷하여 下顎前突의 外科的 矯正術을 行한다면 relapse防止에 도움을 줄 수 있다고 사료된다.

初期骨成熟段階에서 男女差異가 2.5年, 最大成長期에는 約 2.7年 程度로 가장 많은 差를 보였으며 그 後 差異가 漸次 減少하여, 成熟完了期인 Ru期에서는 0.6年 差로 男女差가 줄어 거의 같아지는 樣相을 볼 수 있는데 이렇게 본다면 女性の 骨成熟期間이 男性보다 길며, 思春期最大成長以後에 男性에서 骨成熟速度가 急上昇함을 볼 수 있었다(그림 5: 骨成熟의 標準偏差圖).

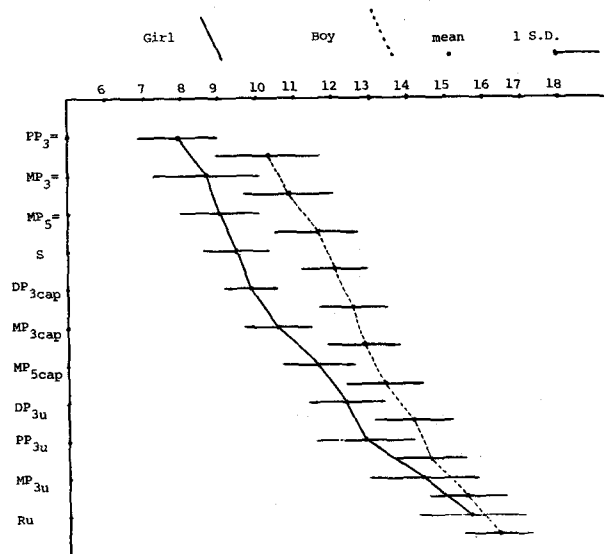


그림 5. Standard chart for plotting level of skeletal Maturity Stages

思春期成長의 開始期, 最大成長期 및 手腕部 各骨의 成熟段階를 考察해 보면, 最大成長期는 어느 한 點에 지나지 않으나 그 주변 2年程度(上昇期 1年, 下降期 1年)가 意味가 있을 것으로 사료되며, 이렇게 볼 때 思春期成長開始期는, 女子에서 MP₃₌, MP₅₌期였으며 男子에서는 PP₃₌, MP₃₌期이었다.

思春期最大成長期는 女子에서 MP_{3cap}, MP_{5cap}期였으며, 男子에서는 S, DP_{3cap}, MP_{3cap}期였다.

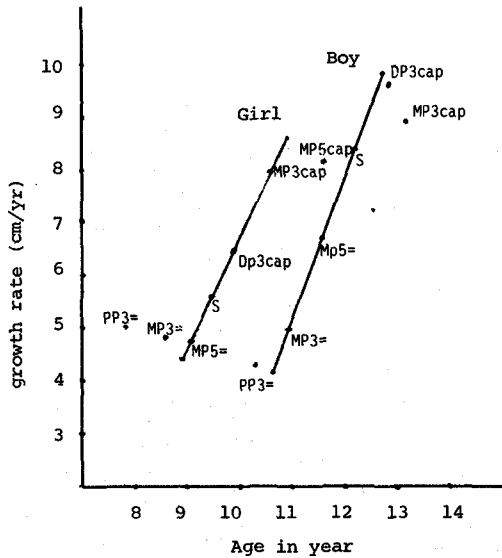


그림 6. Relationship between skeletal stages and pubertal growth

S期는 男女 共히 成長速度上昇期로 認定할 수 있었으며, MP_{5cap}期가 지나면 成長速度가 下降期에 突入했음을 보여 주었고, 思春期最大成長期를 지나 DP_{3u}, PP_{3u}, MP_{3u}, R_u의 順으로 骨成熟이 完了해감을 觀察할 수 있었다.

手腕部放射線寫眞의 應用에 對하여 많은 研究에서 有用한 價値를 認定하나 特히 女子의 境遇에 疑問을 提示하는 研究도 있다.^{23, 25)}

人種, 男女 個人別로 思春期性成長의 差異가 많으므로 思春期成長의 判斷을 個人別로, 身長速度變化와 더불어 手腕部骨成熟度의 變化에 依해 그 狀態를 評價하는 것이 有用한 것이며, 外科의 矯正手術에도 骨成熟度를 應用하여 診斷時 骨成熟의 完了與否를 判斷하면 豫後에 많은 도움이 될 것으로 사료된다.

V. 結 論

思春期 成長과 骨 成熟度의 相互關係를 研究하고자, 6歲부터 18歲까지의 成長發育期의 正常咬合者 1,141名(男 614名, 女 527名)을 對象으로 撮影한 手腕部放射線寫眞에서, 第三基節骨, 第三中節骨, 第三末節骨, 第五中節骨, 拇指尺側種子骨, 橈骨部位에서의 骨成熟度를 11段階로 나누어 調査하였으며, 또한 身長의 累年の計測値에서, 成長速

度變化와 思春期成長의 開始期와 最大成長期를 調査하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 思春期發育의 開始期는 男子에서 PP_{3u}~MP_{3u}期로서 平均 10.6歲이고, 女子에서는 MP_{3u}~MP_{5u}期로서 平均 9.0歲였다.
2. 思春期最大成長期는 男子에서 S~MP_{3cap}期로서 平均 12.5歲이고, 女子에서는 MP_{3cap}~MP_{5cap}期로서 平均 10.9歲였다.
3. 思春期最大成長期를 지나 DP_{3u}, PP_{3u}, MP_{3u}, R_u期 順으로 骨成熟이 完了해 갔다.
4. 骨成熟은 女子가 男子보다 앞서 있었으며, 思春期後半에는 男子가 女子보다 迅速하게 成熟하였다.

REFERENCES

1. Bambha, J.K.: Longitudinal cephalometric roentgenographic study of the face and cranium in relation to body height. American Dental Assoc., 63:776-799, 1961.
2. Bambha, J.K. and Van Natta, P.: Longitudinal Study of Facial Growth in relation to Skeletal Maturation during Adolescence. Am. J. Orthod., 49:481-493, 1963.
3. Bergersen, E.O.: The male adolescent facial growth spurt; its prediction and relation to skeletal maturation. Angle Orthod., 42:319-336, 1972.
4. Björk, A.: Sutural growth of the upper face studied by the implant method. Europ. Orthod. Soc., 49-65, 1966.
5. Björk, A. and Helm, S.: Prediction of the age of maximum pubertal growth in body height. Angle Orthod., 37:134-143, 1967.
6. Björk, A.: Timing of interceptive orthodontic measures based on stages of maturation. Trans, Europ. Orthod. Soc., 48:61-74, 1972.
7. Bowden, B.D.: Sesamoid bone appearance as an indicator of adolescence. Aust. Orthod. J., 2:242-248, 1971.

8. Bowden, B.D.: Epiphyseal changes in the hand/wrist area as indicators of adolescent stage. *Aust. Orthod. J.*, 87-104, 1976.
9. Brown, T., Barrett, M.J., and Grave, K.C.: Facial growth and Skeletal maturation at adolescence. *Dan. Den. J.*, 75:1121-1222, 1971.
10. Chapman, S.M.: Ossification of the adductor sesamoid and the adolescent growth spurt. *Angle Orthod.*, 42:236-244, 1972.
11. Finney, D.J.: *Statistical Method in Biological Assay*. Griffin Press, 1971.
12. Fishman, L.S.: Radiographic evaluation of skeletal maturation. A clinically oriented method based on hand wrist film. *Angle Orthod.*, 52:89-112, 1982.
13. Fukuhara, T., and Matsumoto, M.: A longitudinal study of facial growth in relation to body height during adolescence. *Bull Tokyo Med. & Dent. Univ.*, 15:161-170, 1968.
14. Graber, T.M.: *Current orthodontic concepts and techniques*, W.B. Saunders Co. Philadelphia. 1-55, 1969.
15. Grave, K.C.: Timing of facial growth; a study of relations with stature and ossification in the hand around puberty. *Aust. Orthod. J.*, 3:117-122, 1973.
16. Grave, K.C. and Brown, T.: Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. *Am. J. Orthod.*, 69:611-619, 1976.
17. Grave, K.C.: Physiological indicators in orthodontic diagnosis and treatment planning. *Aust. Orthod. J.*, 5:114-122, 1978.
18. Grave, K.C. and Brown, T.: Carpal radiograph in orthodontic treatment. *Am. J. Orthod.*, 75:27-45, 1979.
19. Greulich, W.W. and Pyle, S.I.: *Radiographic Atlas of Skeletal Development of Hand and Wrist*. 2nd. ed., Stanford Univ. Press. Stanford, 1959.
20. Hägg, U. and Taranger, J.: Skeletal stages of the hand and wrist as indicators of the pubertal growth spurt. *Acta Odontol. Scand.*, 38:187-200, 1980.
21. Hägg, U. and Taranger, J.: Menarche and voice change as indicators of the pubertal growth spurt. *Acta Odontol. Scand.*, 38: 179-186, 1980.
22. Helm, S., Siersbaek-Nielsen, S., Skieller, V. and Björk, A.: Skeletal maturation of the hand in relation to maximum pubertal growth spurt in body height. *Tandlaegebladet*, 75:1223-1234, 1971.
23. Hunter, C.J.: The correlation of facial growth with body height and skeletal maturation at adolescence. *Angle Orthod.*, 36:44-53, 1966.
24. Johnston, F.E. and Hufham, H.P. Jr., Moreschi, A.F. and Terry, G.D.: Skeletal maturation and cephalofacial development. *Angle Orthod.*, 35:1-11, 1965.
25. Largo, R.H., Gasser, T., Prader, A., Stuetzle, W. and Huber, P.J.: Analysis of the adolescent growth spurt using smoothing spline functions. *Ann. Hum. Biol.*, 5:421-434, 1978.
26. Lindgren, G.: Growth of school children with early, average, and late ages of PHV, *Ann. Hum. Biol.*, 5:253-267, 1978.
27. Magnusson, T.E.: Skeletal maturation of the hand in Iceland, *Acta Odontol. Scand.*, 37:21-28, 1979.
28. Marshall, W.A.: *Human Growth and its Disorder*. Academic Press, 1977.
29. Nanda, R.S.: The rates of growth of several facial components measured from serial cephalometric roentgenograms. *Am. J. Orthod.*, 41:658-673, 1955.
30. O'Reilly, M.T.: A longitudinal study;

- Maxillary length at puberty in females. *Angle Orthod.*, 49:234-238, 1979.
31. Preece, M.A. and Baines M.J.: A new family of mathematical models describing the human growth curve. *Ann. Hum. Biol.*, 5:1-24, 1978.
 32. Salzman, J.A.: *Orthodontics in daily practice*. Philadelphia, J.B. Lippincott Co., 1974.
 33. SAS USER'S GUIDE. SAS INSTITUTE INC. 287-292, 1982 ed.
 34. Singer, J.: Physiologic timing of orthodontic treatment. *Angle Orthod.*, 50:322-333, 1980.
 35. Smith, R.J.: Misuse of hand-wrist radiographs. *Am. J. Orthod.*, 77:75-78, 1980.
 36. Sullivan, P.G.: Prediction of the pubertal growth spurt by measurement of standing height. *Europ. J. Orthod.*, 5:189-197, 1983.
 37. Tanner, J.M., Whitehouse, R.H. and Takashi, M.: Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity: *Archives of Disease in Childhood*. 41:454-471, 613-635, 1966.
 38. Tanner, J.M., Whitehouse, R.H., Marshall, W.A., Healy, M.J.R. and Goldstein, H.: *Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height. (TW2 METHOD)*, Academic Press, London, 1976.
 39. Tanner, J.M., Whitehouse, R.H., Marubini, E. and Resele, L.F.: The adolescent growth spurt of boys and girls of the Harpenden growth study. *Ann. Hum. Biol.* 3:109-126, 1976.
 40. Tanner, J.M.: *Fetus into man*. London, 1978.
 41. Taranger, J. and Hägg, U.: The timing and duration of adolescent growth., *Acta Odontol. Scand.*, 38:57-67, 1980.
 42. Thompson, G.W., Popovich, F. and Anderson, D.L.: Maximum growth changes in mandibular length stature and weight. *Hum. Biol.*, 48:285-293, 1976.
 43. Thurrow, E.C.: *Atlas of orthodontic principles*. St. Louis, The C.V. Mosby Co., ed. 2., 1977.
 44. 金重基: 拇指尺側種子骨の出現에 關한 放射線學的 研究. 大韓齒科矯正學會誌, 第6卷, 1號: 7-15, 1976.
 45. 安炯珪: 腕骨의 X-線學的 計測. 齒科放射線, 第1卷, 第1號: 21-27, 1971.
 46. 李德用: 手部的 骨格發育. 整外科誌, Vol. 9, No. 3, 1974.
 47. 李成馥: 有鈎骨鈎의 出現에 關한 放射線學的 研究. 大韓齒科矯正學會誌, Vol. 7, No. 1: 13-21, 1977.
 48. 崔斗石: 骨格發育. 最新醫學, Vol. 17, No. 2, 1974.
 49. 黃泰鎬: 骨格發育. 小兒科, Vol. 5, No. 1, 1962.
 50. 高石昌弘, 大森世都子, 江口篤壽, 藤田良子: 思春期身體發育のパターンに關する研究. 第1報 男子の身長發育速度および體重發育速度について, 小兒保健研究, 26: 57-63, 1968.
 51. 高石昌弘, 大森世都子, 宮部黎子, 岩本幸弓: 思春期身體發育のパターンに關する研究. 第2報 女子の身長發育速度, 體重發育速度および初潮年齡について, 小兒保健研究, 26: 280-285, 1968.
 52. 福原達郎: 相對成長の理論とその展開, 井上直之, 黒田敬之, 布田榮作編集, 三浦不二夫監修, 齒科矯正學最近の進歩, 東京. 醫齒藥出版, 74-85, 1972.
 53. 石川富士郎, 松本稔, 遠藤孝: 矯正臨床における身長, 體重の成長の標準偏差圖表について, 日矯齒誌, 23: 191-200, 1964.
 54. 松本稔: 顎顔面頭蓋と全身との相對成長に關する研究, 口病誌, 35: 340-355, 1968.
 55. 兩川弘道: 骨成熟と顎顔面頭蓋の成長に關する研究. 新瀉齒學會誌, 5: 87-104, 1975.
 56. 黒田敬之, 名取英夫, 川野辺修: 拇指尺側種子骨の化骨時期による思春期性發育期の豫測について. 日矯齒誌, 28: 68-73, 1969.

THE PUBERTAL GROWTH SPURT AND SKELETAL MATURITY STAGES OF THE HAND-AND-WRIST IN NORMAL OCCLUSION

Jin-Sung Park, Cheong Hoon Suhr

Dept. of Orthodontics, Seoul National University

..... > Abstract <

To investigate the relationship between the pubertal spurt in body height and bone maturity of the hand-and-wrist in normal occlusion, the author X-rayed the hand-and-wrists of 1,141 students (male 614, female 527) and assessed their bone maturity.

In this study, eleven skeletal stages were selected. The bones used to determine skeletal maturity were the ulnar sesamoid of the metacarpophalangeal joint of the first finger, the epiphyses of the proximal, middle, distal phalanges of the third finger, and middle phalanx of the fifth finger, and distal epiphysis of the radius.

From the longitudinal data for height, an assessment was made of the change in growth velocity.

The pubertal growth stage was divided into onset and peak height velocity phases.

The results were as follows;

1. The onset of the pubertal growth was between the $PP_3=$ and $MP_3=$ stage for boys, and between the $MP_3=$ and $MP_5=$ stage for girls; the mean age of onset was 10.6 years for boys and 9.0 years for girls.
2. The peak height velocity was between the S and $MP_{3\text{cap}}$ stage for boys, and between the $MP_{3\text{cap}}$ and $MP_{5\text{cap}}$ stage for girls; the mean age of peak height velocity was 12.5 years for boys and 10.9 years for girls.
3. As the stages of bone maturity progressed from DP_{3u} , to PP_{3u} , MP_{3u} , Ru, the peak height velocity had been reached, and the growth rate retarded, therefore the approach to full physical maturity was attained.
4. The evidence for the period of onset, peak height velocity and bone maturation suggested that girls were in advance of boys. During the latter part of pubertal growth, the rate of boys' bone maturation was faster than that of girls'.

.....