

# 頭蓋底의 成長에 關한 累年の 研究

慶熙大學校 齒科大學 矯正學教室

鄭 圭 林

## A LONGITUDINAL STUDY ON THE GROWTH OF THE CRANIAL BASE

Kyu Rhim Chung, D.D.S., M.S.D., Ph. D.

*Department of Orthodontics, College of Dentistry, Kyung Hee University.*

..... Abstract .....

Serial cephalometric roentgenograms of 40 Korean children (25 males, 15 females) were employed to study the growth changes of the cranial bases.

As a result of this study, the following conclusions can be made:

1. The mean size of the cranial bases in males was larger than the females, especially at the age of 13.
2. In both sexes, growth of the cranial bases was seen from 6 to 13 years of age and the growth of the posterior cranial base (S-Ba) was larger than the anterior cranial base (S-N).
3. Variation in the changes of the saddle angle (Ba-S-N) was exhibited with males showing a marked tendency toward a decrease in saddle angle size.

### I. 緒 論

出生後 頭蓋底의 成長은 主로 synchondrosis 上에 서의 軟骨成長에 依하며, 前頭骨의 appositional growth를 包含하여 sphenoccipital synchondrosis 上의 成長이 가장 늦은 年齡까지 持續됨이 報告되 었으며<sup>11, 14</sup>, 이들의 全體的인 成長樣狀은 Scammon 의 neural curve를 따름이 알려져 왔다.<sup>7)</sup>

頭蓋底의 後方限界點에 對한 概念은 Broadbent<sup>6)</sup>, Brodie<sup>7)</sup>에 依한 Bolton point에서, Björk<sup>2, 5)</sup>에 依 해 Articulare로 前進되었다가 最近에는 Basion 으 로 設定되고 있으며<sup>9, 14, 15, 22)</sup>, 前, 後方 頭蓋底가 이 루는 cranial base angle도 Virchow<sup>25)</sup>에 依해 clivus

와 planum ethmoidale가 이루는 角度로 命名된 saddle angle의 概念으로 轉換되어 角 Articulare-Sella-Nasion(Ar-S-N) 또는 Basion-Sella-Nasion(Ba-S-N)이 使用되고 있다.

頭部X線規格寫眞을 통한 頭蓋底의 成長에 關한 研究은 年齡增加에 따른 頭蓋底길이의 增加 및 前, 後方頭蓋底가 이루는 角度의 變化로 研究되어 왔 으며<sup>7-9, 15, 22)</sup>, 各 症例의 分析時에는 이들이 나타내는 側定值가 顏面骨의 前, 後方位置에 關連되어 활발히 研究되어 왔다.<sup>2-5, 13, 15, 17-24)</sup> 이에 비해 韓國人兒童 의 頭蓋底 成長에 關한 研究은 거의 없었다.

本 研究은 韓國人 兒童 40名을 對象으로 8年間 에 얻어진 連續頭部X線規格寫眞을 통하여 頭蓋底의 成長에 따른 그 크기 및 角度의 變化를 觀察한 것

이다.

## II. 研究資料 및 研究方法

### 1. 研究資料

本 研究의 資料는 1981年 著者<sup>1)</sup>에 依해 男子 25名과 女子 15名에 對한 6歲에서 13歲까지의 頭部 X線規格寫眞을 149點의 craniofacial model에 依해 處理되어 各 計測點의 座標가 收錄된 magnetic tape 이다.

### 2. 研究方法

Fig. 1에 圖示된 것과 같이 3個의 線計測項目 Sella-Nasion(S-N), Sella-Basion(S-Ba), Basion-Nasion(Ba-N)과 1個의 角計測項目 Ba-S-N (Saddle angle)에 對한 計測 program作成을 完成한 後 CYBER 174-16 computer를 使用하여 線計測은 0.01mm까지 角計測은 0.01°까지 計測 完了한 後 아래의 項目別로 統計處理 되었다.

- ① 各 年齡別 男, 女 平均值 및 標準偏差.
- ② 初期混合齒列期(6~8歲), 後期混合齒列期(8~11歲), 永久齒列期(11~13歲)동안의 成長量에 對한 男女別 平均值 및 標準偏差.
- ③ 滿 7年間(6~13歲)의 成長量과 成長率에 對한 男女別 平均值 및 標準偏差.
- ④ 上記 項目들에 對한 男女別 有意性 檢定.

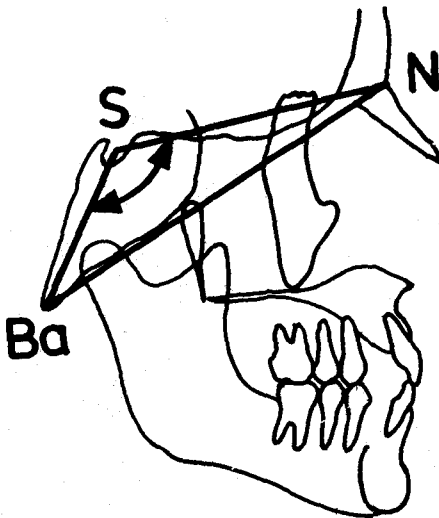


Fig. 1. Reference planes and measurements used in this study.

## III. 研究結果

線計測項目에 對한 計測值들의 統計處理 結果는 table 1, 2, 3에 角計測項目에 對한 結果는 table 4에 呈示하였으며, 이들이 나타낸 數値는 모두 本 研究에 使用된 頭部 X線規格寫眞의 擴大率(10%)이 修正된 것이다.

Table 1에서 볼때, S-N의 平均值 및 標準偏差는 6歲에서 男子는  $58.92 \pm 2.33$ , 女子는  $57.06 \pm 3.21$ 였으며 各 年齡에서 男子의 平均值가 女子에 비해 کم을 알 수 있다. 그러나 이들의 性差는 7~10歲 사이에는 별로 없었으며, 13歲에서 가장 큰 것으로 나타났다. 반면에 年齡間의 實質平均成長量은 6~8歲사이는 女子가 다소 컸고, 8~11歲와 11~13歲 사이에서는 모두 男子가 컸으나 性差는 別로 認定되지 않았고, 그 結果 滿 7年間의 平均 成長量 및 成長率도 性差는 나타나지 않았다.

Table 2에 나타난 S-Ba의 境遇 S-N과 마찬가지로 各 年齡別 平均值는 모두 男子가 컸으나 統計學的 有意性은 13歲에서만 觀察되었으며(5%危險率), 年齡間 平均成長量은 6~8歲, 11~13歲사이는 男子가 컸으나 8~11歲 사이에서는 오히려 女子가 더욱 컸으며, 性差는 11~13歲 사이에서 顯著하게 나타났다. 한편 滿 7年間의 成長量은 11~13歲 사이에서 發生한 差異로 因해 性差가 認定되었으나(5%危險率) 成長率에 있어서는 男子 22.21%, 女子 19.44%로서 性差는 없었다.

S-N과 S-Ba의 成長變化에 따른 Ba-N의 길이變化를 table 3을 통해 살펴보면 各 年齡에서의 平均值는 男子가 컸으나 性差는 13歲에서만 나타났으며(10%危險率)變化量과 變化率에 있어서는 6~8歲사이에는 女子가 많았고, 8~11歲 사이는 비슷하였으며 11~13歲 사이에서는 男子가 훨씬 컸으나 總成長量과 率은 性差가 없었다.

한편 3個의 線計測項目들 間에 나타난 滿 7年間의 總成長量에 對한 크기를 比較하면 男, 女 모두 S-N, S-Ba, Ba-N의 順으로 크게 나타났음이 觀察된다. (table 1, 2, 3 參照)

Table 4에서 角 Ba-S-N(Saddle angle)이 나타낸 結果는 線計測項目과는 다르게 各 年齡에서 男子의 平均值가 女子에 비해 작았으며, 12歲와 13歲에서는 性差가 認定되고 있었다(10%危險率). 年齡增加에 따른 變化量은 男子는 持續的인 減少傾向이 뚜렷하게 나타난 반면 女子에 있어서는 變化量이 모

두 1°미만으로서 거의 일정하게 維持되고 있었으며 滿7年間の 平均變化量은 男子 -1.50°, 女子 -0.03°로서 性差는 10% 危險率에서 認定되고 있었다. 6歲에서 13歲에 이르는 滿7年동안 本 研究對象

들이 나타낸 各 計測項目들의 總成長量들에 對한 分布는 table 5와 6에 呈示하였다. 그 結果 S-N에 있어서 男子는 5~6mm, 女子 4~5mm의 增加量을 나타낸 對象이 가장 많았으며, S-Ba은 男子 8~9mm,

Table 1. Mean, stadnard deviation and t value between male and female in S-N measurement.

Age (Yrs)	Males (N=25)		Females (N=15)		t value
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	
6	58.92	2.33	57.06	3.21	1.956*
7	59.37	2.39	57.81	3.12	1.665 N.S.
8	60.20	2.28	58.72	3.06	1.623 N.S.
9	60.60	2.30	59.25	3.15	1.445 N.S.
10	60.99	2.39	59.79	3.28	1.234 N.S.
11	62.32	2.41	60.56	3.46	1.734*
12	63.12	2.17	61.42	3.40	1.736*
13	63.80	2.29	61.69	3.55	2.059**
6-8	1.28	0.78	1.66	0.74	-1.541 N.S.
8-11	2.12	0.60	1.84	1.01	0.975 N.S.
11-13	1.48	0.81	1.13	0.69	1.454 N.S.
6-13(mm)	4.88	1.01	4.63	0.92	0.801 N.S.
6-13(%)	8.31	1.81	8.11	1.57	0.368 N.S.

\*: P < 0.10      \*\*: P < 0.05      N.S.: Non Significant

Table 2. Mean, standard deviation and t value between male and female in S-Ba measurement.

Age (Yrs)	Males (N=25)		Females (N=15)		t value
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	
6	38.37	2.23	37.59	2.13	1.102 N.S.
7	40.00	1.89	38.99	2.10	1.528 N.S.
8	40.91	2.32	39.84	1.99	1.545 N.S.
9	41.81	2.22	40.81	2.01	1.464 N.S.
10	42.70	2.27	41.78	2.11	1.297 N.S.
11	43.96	2.57	43.18	2.20	1.018 N.S.
12	45.24	2.91	44.09	2.67	1.275 N.S.
13	46.84	2.67	44.87	2.63	2.281**
6-8	2.54	1.26	2.25	0.77	0.903 N.S.
8-11	3.05	1.60	3.34	1.26	-0.636 N.S.
11-13	2.89	0.73	1.69	1.35	3.172***
6-13 (mm)	8.48	1.83	7.28	1.72	-2.085**
6-13 (%)	22.21	5.19	19.44	4.97	1.678 N.S.

\*\* : P < 0.05      \*\*\* : P < 0.005      N.S.: Non significant

Table 3. Mean, standard deviation and t value between male and female in Ba-N measurement.

Age (Yrs)	Males (N=25)		Females (N=15)		t value
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	
6	88.94	3.24	86.97	3.97	1.625 N.S.
7	90.77	3.31	88.80	4.38	1.503 N.S.
8	92.22	3.17	90.63	4.21	1.264 N.S.
9	93.34	2.97	91.95	4.34	1.096 N.S.
10	94.45	2.95	93.27	4.51	0.904 N.S.
11	96.73	3.18	95.12	4.71	1.173 N.S.
12	98.41	2.78	96.89	5.29	1.031 N.S.
13	100.38	2.84	97.76	5.44	1.729*
6 - 8	3.28	1.26	3.66	0.74	-1.202 N.S.
8-11	4.51	1.72	4.48	0.98	0.070 N.S.
11-13	3.65	1.35	2.64	1.51	2.129**
6-13 (mm)	11.44	1.99	10.79	2.34	0.899 N.S.
6-13 (%)	12.92	2.52	12.38	2.51	0.658 N.S.

\*: P < 0.10

\*\* : P < 0.05

N.S.: Non significant

Table 4. Mean, standard deviation and t value between male and female in saddle angle (Ba-S-N)

Age (Yrs)	Males (N=25)		Females (N=15)		t value
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	
6	131.29	5.21	132.75	4.77	-0.905 N.S.
7	131.18	4.53	132.37	4.64	-0.792 N.S.
8	130.84	4.89	133.01	4.37	-1.454 N.S.
9	130.75	4.74	132.96	4.79	-1.418 N.S.
10	130.66	4.72	132.90	5.32	-1.344 N.S.
11	130.50	4.84	132.63	5.79	-1.196 N.S.
12	129.96	4.11	132.96	4.98	-1.966*
13	129.78	4.18	132.71	4.89	-1.934*
6 - 8	-0.45	1.72	0.25	1.26	-1.479 N.S.
8-11	-0.33	1.70	-0.38	2.47	0.069 N.S.
11-13	-0.71	2.21	0.88	1.77	-1.243 N.S.
6-13 (mm)	-1.50	2.74	-0.03	2.23	-1.846*
6-13 (%)	-3.49	6.00	-0.15	4.46	-2.008*

\*: P < 0.10

N.S.: Non Significant

Table 5. Distribution of growth increments in linear measurements from 6 to 13 years of age.

Increment(mm)	S - N		S - Ba		Ba - N	
	Males (N=25)	Females (N=15)	Males (N=25)	Females (N=15)	Males (N=25)	Females (N=15)
2-3	1					
3-4	4	2	1			
4-5	7	8*		2		
5-6	8*	4		2	1	
6-7	5	1	4	3		
7-8			4	5*		2
8-9			7*		1	2
9-10			5	1	2	4*
10-11			2	2	5	
11-12			1		8*	3
12-13			1		3	
13-14					1	2
14-15					4	2

\* indicates maximum number in each sex

Table 6. Distribution of growth changes in saddle angle (Ba-S-N) from 6 to 13 years of age.

Angular Change ( )	Males (N=25)	Females (N=15)
-7 - -6	1	
-6 - -5	2	
-5 - -4	2	1
-4 - -3	4	1
-3 - -2		2
-2 - -1	6*	
-1 - 0	3	3*
.....		
0 - 1	2	2
1 - 2	2	3*
2 - 3	2	2
3 - 4		
4 - 5	1	1

\* indicates maximum number in each sex

女子 7~8mm의 實質成長量을 보인 對象이 가장 많았고, Ba-N에서는 男子 11~12mm, 女子 9~10 mm 임이 觀察되었으며, 특히 男子에 있어서는 거의 正規分布의 樣相을 띄웠다.

한편 Saddle angle의 變化를 살펴보면 男子는  $-2^{\circ} \sim -1^{\circ}$ , 女子는  $-1^{\circ} \sim 0^{\circ}$ ,  $1^{\circ} \sim 2^{\circ}$  사이에서 가장 많은 對象이 分布되고 있었으며, 滿7年間に 總變化量이 없음을 指摘하는  $0^{\circ}$ 를 基準으로 볼때 女子는 上, 下로 골고루 分散된 반면 男子는 (-)數值로 偏重되었으며 增加된 對象은 7名에 지나지 않고 있었다.

#### IV. 總括 및 考按

頭蓋底에 대한 觀心은 頭部X線規格寫眞의 分析時 安定된 部位를 찾기위한 試圖들로 부터 크게 發生된 後<sup>15)</sup> 이들의 成長變化 樣相과 顔面骨 및 咬合에 미치는 그 影響들이 分析되어 왔다<sup>2-5, 12, 13, 15, 17-24)</sup>.

1955년 Brodie<sup>9)</sup>에 依하면 頭蓋底의 成長은 出生後 5歲까지는 急速한 成長을 나타내고 5歲에서 12歲까지는 多少 鈍化되며 思春期를 前, 後한 促進이 있는 後 漸進의인 減少의 樣相을 띄우며 全成長量

의 90%以上이 13歲에 達成됨을 報告하였고, Ricketts<sup>22)</sup>은 8歲에서 11歲사이에서 前方頭蓋底 (S-N)는 每年  $0.86 \pm 0.3\text{mm}$ , 後方頭蓋底 (S-Ba)는 前方頭蓋底의 약  $\frac{3}{4}$ 만큼 成長하나 境遇에 따라서는 S-N보다 많은 成長量이 S-Ba에서 나타나며 個人別 多樣성이 높음을 指摘하였다.

頭蓋底의 成長樣相에 對한 研究結果는 初期에는 그 恒久성이 強調되었으나<sup>7)</sup>, 그 後 多樣성이 指摘되었고<sup>5, 8, 15, 22)</sup>, 成長樣相의 恒久성은 반드시 直線이나 平行線을 뜻하는 것이 아니며, 포물선이나 또는 다른 種類의 曲線을 따를 때에도 數學的인 恒久성이 있을수 있음이 周知되어 왔다<sup>22)</sup>.

頭蓋底의 屈曲程度가 顔面骨, 特히 下顎에 미치는 影響은 Björk<sup>3)</sup>에 依해 saddle angle이 작아지면 temporomandibular joint의 前方轉位가 隨伴되어 下顎의 位置가 影響을 받음으로서 下顎의 前突現象이 나타난다는 理論이 提示된 以來, Ricketts<sup>20-22)</sup>, Schudy<sup>24)</sup>, Hopkin<sup>外<sup>15)</sup></sup>, Pearson<sup>18)</sup> 등에 依해 이러한 見解는 一致되었으며 特히 Pearson<sup>18)</sup>은 頭蓋底가 보다 平平하여 上方에 位置되는 glenoid fossa를 結果시킬때 下顎의 backward rotation이 많이 일어난을 報告하였다.

正常咬合者 또는 Class I 不正咬合者에 對해 他 種類의 不定咬合者들이 나타내는 頭蓋底의 屈曲程度 (Saddle angle)에 對한 比較에서는, Sanborn<sup>23)</sup>은 Class III와 Class I 사이에는 別差가 없다고 하였으나 Björk<sup>3, 4)</sup>, Hopkin<sup>外<sup>15)</sup></sup>는 Class III가 Class I에 比해 적음을 報告하였고 Moss와 Greenberg<sup>17)</sup>은 Class III가 Class II보다 적으며 Renfro<sup>9)</sup>, Lewis와 Roche<sup>15)</sup>는 Class II가 Class I보다 크음을 指摘하였고, 頭蓋底의 길이는 Class III, Class I, Class II의 順으로 컸음이 報告되었다<sup>15)</sup>.

한편 年齡增加에 따른 Saddle angle (Ba-S-N 또는 Ar-S-N)의 變化는 Mestre<sup>16)</sup>, Burdi<sup>10)</sup>는 出生前 期間 동안에는 增加함을 報告하였고, Lewis와 Roche<sup>15)</sup>에 따르면 出生後 2歲까지는 약 5°의 急速한 減少를 나타내며 思春期까지는 서서히 減少한 後 거의 安定되고 있으며 兒童期에서는 男子가 多少 크나 性差는 적으며 成人에 다다르면 오히려 女子가 더 크음을 報告하였다.

Björk<sup>3)</sup>는 12歲와 20歲를 比較한 結果 平均增加量은 0.7°였으나 標準偏差가 1.9°로서 個人別 多樣성이 높음을 指摘하였고, 이 期間中 最大增加量은 5°, 最少減少量은 -5.5°였으며 Brodie<sup>9)</sup>는 30名을 對象으로 하여 4歲에서 18歲까지를 追跡한 結果 12

名은 不變하였으며, 8名은 減少 10名은 增加하였고 5名이 4°以上の 變化를 나타냈으며, 最高 9°의 減少도 있었음을 報告하였다.

以上과 같은 他 研究結果에 對해 本 研究結果를 分析할때 前, 後方 頭蓋底의 平均成長量과 不定咬合者 間의 相對的 平價는 本 研究의 實測值가 擴大率을 修正한 값이며, Class II와 Class III를 나타낸 對象이 각 4名씩에 지나지 않았던 까닭에 難解하며 그 以外の 比較 分析은 可能하였다. 平均的으로 볼때 前, 後方 頭蓋底는 男女 모두 增殖性 成長이 持續되고 있어 Brodie<sup>7-9)</sup>, Ricketts<sup>22)</sup> 등의 結果와 一致되고 있으나 前方에 比해 後方頭蓋底의 成長量이 많은 것은 一致되지 않는다. 이러한 結果는 白人에 比해 이마 및 코의 突出程度가 낮음으로서 相對的으로 생기는 韓國兒童의 特性으로 推定될수도 있으나 이에 對한 明確한 糾明은 追後의 보다 많은 研究가 뒷받침 되어야만 한다고 생각된다.

한편 成長量에 있어 男女 間에 나타낸 結果를 總括하면 滿7年間의 總成長量은 모두 男子가 컸으나 이를 時期別로 細分할 때에는 항상 男子의 成長量이 큰 것은 아니었으며, 各 線計測項目들이 나타낸 平均値들에 對한 性差를 살펴볼때도 13歲에 이르러서는 모두 男女 間에 보다 顯著한 差異가 發生하고 있다. 따라서 以上을 要弱할때 頭蓋底의 成長樣相은 男女가 同一한 것은 아니며, 女子의 境遇 確實하지는 않으나 男子에 있어서는 思春期를 前後한 多少 促進된 成長이 11~13歲 사이에 있었음이 推定된다.

本 研究結果에 나타난 saddle angle의 變化는 平均的으로 볼때 男子는 持續的인 減少傾向을 나타낸 반면 女子는 거의 變化가 없었고, 各 年齡에서의 平均値는 모두 女子가 컸다. 이러한 結果中 男子에서의 減少傾向은 Brodie<sup>9)</sup>, Lewis와 Roche<sup>15)</sup>의 研究結果와 一致하나 女子에서 나타난 不變性 및 男子에 比해 女子의 平均値가 적은 事實은 一致하지 않았다. 그러나 滿7年間에 나타난 總變化量의 分布를 살펴보면, 2°內외의 變化를 보인 對象은 全體對象中 21名으로서 52.5%를 차지하고 있으며, 4°以上の 變化를 나타낸 對象은 8名으로서 20%에 該當되어 Brodie<sup>9)</sup>의 結果와 거의 一致하며, 男子의 境遇 減少를 나타낸 對象은 全體 25名中 18名에 該當되어 72%에 達한 반면, 女子는 47%에 그치고 있었다.

따라서 本 研究에서 나타난 男子에서의 減少傾向은 그 信賴도가 높은 반면 女子에서의 不變傾向은

增加하는 對象과 減少하는 對象이 비슷하게 分布됨으로서 나타난 相殺된 結果임을 알 수 있었으며, saddle angle의 平均値는 Brodie<sup>9)</sup>의 平均 130° (4~18歲 사이)와 Lewis와 Roche<sup>15)</sup>의 平均 132° (2~12歲 사이)와 비슷한 數値를 나타내고 있었다.

## V. 結 論

6歲에서 13歲에 이르는 頭蓋底의 成長變化를 韓國人兒童 40名(男子 25名, 女子 15名)을 對象으로 累年的으로 研究한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 平均頭蓋底의 크기는 男子가 女子에 비해 컸으며, 男女 性差는 13歲에서 顯著하였다.
2. 6歲에서 13歲에 이르는 동안 頭蓋底의 平均 成長은 男女 모두 持續되고 있었으며, 後方頭蓋底의 成長量이 前方頭蓋底의 成長量보다 많았다.
3. Saddle angle(Ba-S-N)의 變化는 個人別 多樣性이 높았으며, 年齡增加에 따른 減少傾向은 男子에서 뚜렷하였다.

## 參 考 文 獻

1. 鄭圭林: 韓國兒童의 顔面骨 成長에 關한 累年的 研究. 대한치과교정학회지, 11: 85-100, 1981.
2. Björk, A.: *The Face in Profile*, Lund: Berlingska Boktryckeriet 1947.
3. Björk, A.: Some biological aspects of prognathism and occlusion of the teeth, *Angle Orthod.*, 21:3-27, 1951.
4. Björk, A.: The nature of facial prognathism and its relation to normal occlusion of the teeth, *Am. J. Orthod.*, 37:106-124, 1951.
5. Bjork, A.: Cranial Base Development, *Am. J. Orthod.*, 41: 198-225, 1955.
6. Broadbent, B.H.: The Face of the Normal Child, *Angle Orthod.*, 7:183-208, 1937.
7. Brodie, A. G.: On the growth pattern of the human head from the third month to the eighth year of life, *Am. J. Anat.*, 68: 209-262, 1941.
8. Brodie, A. G.: Late growth changes in the human face, *Angle Orthod.*, 23:146-157, 1953.
9. Brodie, A. G. Jr.: The behavior of the cranial base and its components as revealed by seral cephalometric roentgenograms, *Angle Orthod.*, 25:148-160, 1955.
10. Burdi, A. R.: Sagittal growth of the nasomaxillary complex during the second trimester of human prenatal development, *J. Dent. Res.*, 44:112-125, 1965.
11. Dorenbos, J.: *Craniale Synchronroses*. Doctoral thesis, Central Drukkerij n.v. Nijmegen, University of Nijmegen. April, 1971. (Cited from Graber, T.M.: *Orthodontics*; 3rd ed., W.B. Saunders Co., Philadelphia, pp. 48, 1972)
12. Evans, C.A. and Christiansen, R.L.: Facial growth associated with a cranial base defect—A case report, *Angle Orthod.*, 49:44-46, 1979.
13. Hopkin, G.B., Houston, W.J.B. and James, G.A.: The cranial base as an aetiological factor in malocclusion, *Angle Orthod.*, 38: 250-255, 1968.
14. Latham, R.A.: The sella point and postnatal growth of the Human cranial base, *Am. J. Orthod.*, 61:156-162, 1972.
15. Lewis, A.B. and Roche, A.F.: The saddle angle; Constancy or change? *Angle Orthod.*, 47:46-54, 1977.
16. Mestre, J. G.: A cephalometric appraisal of cranial and facial relationships at various stages of human fetal development, *Am. J. Orthod.*, 45:473, 1959.
17. Moss, M. L., and Greenberg, S. N.: Postnatal growth of the human skull base, *Angle Orthod.*, 25:77-84, 1955.
18. Pearson, L.E.: Vertical control in treatment of patients having backward-rotational growth tendencies, *Angle Orthod.*, 48:132-140, 1978.
19. Renfro, E. W.: A Study of the Facial Patterns Associated with Class I, Class II, Div. 1 and Class II, Div. 2 Malocclusions, *Angle*

- Orthod.*, 18:12-15, 1948.
20. Ricketts, R. M.: A Study of Changes in Temporomandibular Relations Associated with Treatment of Class II Malocclusion, *Am. J. Orthod.*, 38:918-933, 1952.
  21. Ricketts, R. M.: Facial and Denture Changes during Orthodontic Treatment as Analyzed from the Temporomandibular Joint, *Am. J. Orthod.*, 41:163-179, 1955.
  22. Ricketts, R. M.: The influence of orthodontic treatment on facial growth and development, *Angle Orthod.*, 30:103-131, 1960.
  23. Sanborn, R.T.: Differences between the facial skeletal patterns of Class III malocclusion and normal occlusion, *Angle Orthod.*, 25:208-222, 1955.
  24. Schudy, F. F.: The rotation of the mandible resulting from growth: its implications in orthodontic treatment, *Angle Orthod.*, 35:36-55, 1965.
  25. Virchow, R.: *Untersuchungen über die Entwicklung des Schädelgrundes im Gesunden und Krankhaften Zustand*, Berlin, G. Reimer, 1857. (cited from 9 and 15)