

顔面骨의 成長回轉에 關한 研究

金一奉* · 成在鉉** · 鄭圭林***

VARIATION IN THE GROWTH PATTERN OF THE FACE: A LONGITUDINAL COMPUTERIZED RECTILINEAR CEPHALOMETRIC STUDY

Il Bong Kim, D.D.S., Ph.D.

Jae Hyun Sung, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

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

..... > Abstract <

Variation in the facial pattern and effect of the rotational jaw growth on the facial proportion were studied in serial cephalometric radiographs of 40 Korean children (25 boys, 15 girls) ranging in age from 6 to 13 years.

According to Y-axis (N-S-Gn) growth change during the 7 years of period, the subject who had exhibited "wave-like" manner of Y-axis growth change within $\pm 2^\circ$ was classified to the Parallelwise group and the subject who had exhibited Y-axis increase more than $+2^\circ$ was classified to the Clockwise rotation group and the subject who had exhibited Y-axis decrease more than -2° was classified to the Counterclockwise rotation group.

For the comparison of each group, a total of 22 morphologic variables were employed and the data were analyzed by means of computer morphometrics and statistical methods.

On the basis of the finding of this study, the following trends were established:

1. The Parallelwise group was 75%, the Clockwise rotation group was 12.5% and the Counterclockwise rotation group was 12.5%.
2. The growth pattern of cranial base was related to the rotation of mandible.
3. Maxillary prognathism was occurred in the Counterclockwise rotation group and the rotation of palatal plane was occurred in the Clockwise rotation group.

* 慶熙大學校 齒科大學 外來教授

** 慶北大學校 齒科大學 副教授

*** 慶熙大學校 齒科大學 助教授

4. Mandibular prognathism was occurred in the Parallelwise and the Counterclockwise rotation groups, especially in the Counterclockwise rotation group.
5. The degree of maxillo-mandibular divergency was constant in the Clockwise rotation group but decreased in the Counterclockwise rotation and the Parallelwise groups, especially in the Counterclockwise group.
6. There were no differences in the size of the anterior upper facial height (N-ANS) and the posterior lower facial height ((Go-Me)-PNS) but there were differences in the size of the anterior lower facial height (ANS-Me) and the posterior upper facial height ((S-N)-PNS) between each group.
7. The growth increment and the size of the facial depth was not related to the growth pattern of the face but the growth increment and the size of the facial height was related to the growth pattern of the face.
8. Proportional change due to the facial growth rotation was concentrated in the anterior lower face.
9. The most apparent difference between each group was happened in the size of the posterior cranial base (S-Ba) and the facial length (S-Gn).

.....

一 目 次 一

- I. 緒 論
- II. 研究資料 및 研究方法
 - 1) 研究資料
 - 2) 研究方法
- III. 研究結果
- IV. 總括 및 考按
- V. 結 論
 - 參考文獻

I. 緒 論

頭蓋底를 基準으로 顔面骨의 成長樣相을 分析할 때 平均的인 成長方向은 下, 前方으로의 轉移樣相을 나타낸다.^{9, 25, 45)} 그러나 이러한 平均的인 成長方向에는 各 方向에서 顯著하게 成長하는 境遇들도 모두 包含되어 만들어진 까닭에 個別的인 分析에서는 顔面骨은 成長과 더불어 回轉할 수 있으며 回轉의 方向은 後方回轉(backward rotation) 또는 時計바늘 回轉方向回轉(clockwise rotation)과 前方回轉(forward rotation) 또는 時計바늘回轉逆方向 回轉(counterclockwise rotation)으로 分類된다.^{6, 8, 10, 13-19, 22, 25, 26, 29-35, 37, 40, 42-44)}

顔面骨의 成長回轉을 일으키는 原因要素로서는 頭蓋顔面骨部位의 成長에 關與하는 functional matrix 役割^{14-17, 27)}, 頭蓋底의 發育形態에 따른 glenoid fossa의 移動^{4-6, 18, 20, 31, 37, 40)}, 上顔面部 suture의 成長量 및 齒槽骨의 垂直成長量에 對한 condyle growth의 垂直成長量 差異^{8, 22, 40)} 및 condyle growth의 方向^{6, 30, 35)} 등이 指摘되어 왔다.

顔面骨의 成長回轉에 따른 側貌의 外的變化는 下顎骨의 前, 下, 後緣의 形態가 齒牙의 代償性 移動^{8, 20, 22, 29)}에 依한 影響없이 側貌頭部放射線 規格寫眞上에서 觀察되며 보다 많은 側貌의 變化가 下顎骨 自體의 成長에 依해 誘導되므로^{7, 22, 29)} 顔面骨의 成長回轉結果는 下顎骨의 形態 및 位置變化로서 主로 分析되고 있다.^{2, 6, 7, 19, 21, 22, 29, 30, 34-36, 42, 43)}

Sella와 gnathion의 連結線인 Y-axis는 頭蓋底에 對한 下顎의 位置를 表現하는데에 有用한 計測線으로 使用되어 왔다.^{10, 12, 23, 25, 37)}

6歲 以後 前方頭蓋底에서 일어나는 成長變化는 nasion部位의 沈着性 骨成長을 除外하고는 큰 變化가 없다는 研究結果^{3, 8, 10, 45)}를 前提로 下顎骨의 位置移動을 評價할때 年齡增加와 더불어 下顎骨이 回轉한다면 前方頭蓋底와 Y-axis가 이루는 角度에는 變化가 일어나는 반면 回轉이 없다면 角度의 變化도 없음이 推定될 수 있다.

本 研究는 顔面骨의 成長回轉이 가져오는 顔面骨

構造的 變化를 觀察하기 위하여 男, 女 40名을 對象으로 얻어진 累年的 側貌頭部放射線規格寫眞上에서 前方頭蓋底 (sella-nasion)에 對해 Y-axis가 나타내는 角度的 變化를 根據로 對象兒童을 分類한후 成長과 더불어 各群이 나타낸 顔面骨의 構造的 特性을 서로 比較 分析한 것이다.

II. 研究資料 및 研究方法

1. 研究資料

本 研究의 資料는 慶熙大學校 齒科大學 矯正學教室에서 1973年 5月 當時 "K"國民學校 正常兒童을 對象으로 滿 1年 間隔으로 촬영하여 所藏하고 있는 累年的 側貌頭部放射線規格寫眞中에서 男女 25名, 女子 15名을 선정하여 이들이 나타낸 側貌頭部放射線規格寫眞의 透寫圖가 149點의 Craniofacial model¹⁵⁾에 依해 作成된후 各 計測點의 座標가 S-N線을 X軸으로 하고 S를 原點으로하여 撮影時 發生한 擴大率 10%가 修正되어 收錄된 magnetic tape 이다.

本 研究資料에 使用된 研究對象들의 平均年齡 範圍는 男子 6.55歲에서 13.55歲까지, 女子 6.43歲에서 13.43歲까지이다.

2. 研究方法

(1) 角 N-S-Gn(Nasion-Sella-Gnathion)의 變化量에 依한 對象兒童들의 分類

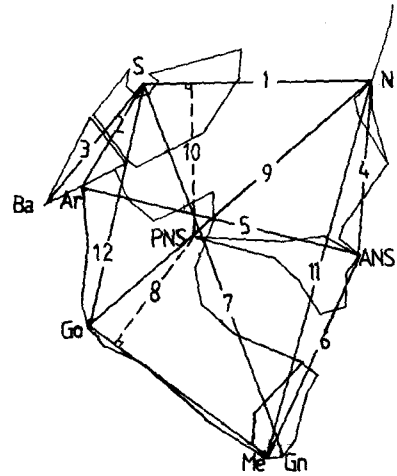
頭蓋底에 對한 顔面骨의 回轉樣相을 表現하는 N-S-Gn(Y-axis)의 波動現象은 Moore²⁶⁾, Bergersen²⁾, 鄭⁴⁵⁾等에 依해 報告된 바 있다. 鄭의 研究結果에 따르면 大部分의 兒童에서 波動의 範圍는 $\pm 2^\circ$ 以內였으며 滿 7年間의 變化量이 $\pm 2^\circ$ 를 넘는 兒童일 수록 N-S-Gn은 持續的인 增加 또는 減少를 나타내고 있음이 指摘되었다.

이에 根據하여 本 研究에서는 對象兒童들이 나타낸 N-S-Gn의 滿 7年間 變化量을 算出한 후 그變化量에 따라 다음의 3群으로 男女 구별없이 임의 分類하였다.

- ① 滿 7年間의 變化量이 $\pm 2^\circ$ 以內인 研究對象:
Parallelwise群
- ② 滿 7年間의 變化量이 $+2^\circ$ 以上인 研究對象:
Clockwise rotation群
- ③ 滿 7年間의 變化量이 -2° 以上인 研究對象:
Counterclockwise rotation群

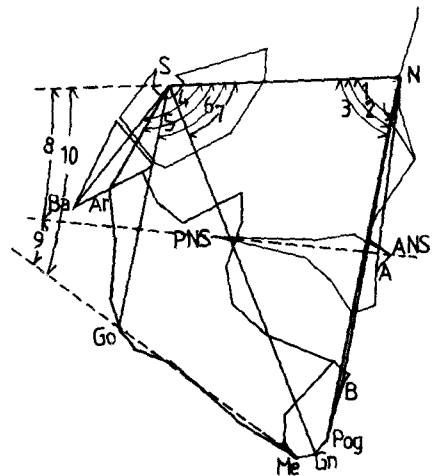
(2) 計測項目에 對한 計測 및 統計處理

各 群間의 顔面骨의 構造的 特性을 把握하기 위



- | | |
|----------------|---------------------|
| 1. S-N (mm) | 7. S-Gn (mm) |
| 2. S-Ar (mm) | 8. (Go-Me)-PNS (mm) |
| 3. S-Ba (mm) | 9. N-Go (mm) |
| 4. N-ANS (mm) | 10. (S-N)-PNS (mm) |
| 5. Ar-ANS (mm) | 11. N-Me (mm) |
| 6. ANS-Me (mm) | 12. S-Go (mm) |

Fig. 1. Linear measurements used in this computerized rectilinear cephalometric appraisal.



- | | |
|-------------------------|-----------------------------------|
| 1. S-N-A ($^\circ$) | 6. N-S-Go ($^\circ$) |
| 2. S-N-B ($^\circ$) | 7. N-S-Gn ($^\circ$) |
| 3. S-N-Pog ($^\circ$) | 8. (S-N) to Pal.P. ($^\circ$) |
| 4. N-S-Ba ($^\circ$) | 9. Pal.P. to Mand.P. ($^\circ$) |
| 5. N-S-Ar ($^\circ$) | 10. (S-N) to Mand.P. ($^\circ$) |

Fig. 2. Angular measurements used in this computerized rectilinear cephalometric appraisal.

하여 Fig. 1에 圖示된 線計測項目과 Fig. 2에 圖示된 角計測項目이 選定되었다. 선정된 計測項目은 計測 program作成이 完了된 후 角計測은 0.01°까지 線計測은 0.01mm까지 CYBER 174-16 computer에 依해 施行되어 아래의 項目別로 統計 處理되었다.

- ① 6歲와 13歲의 各群別 平均值 및 標準偏差
- ② 6歲와 13歲의 各群別 平均值에 對한 有意性 檢定.
- ③ 滿 7年間の 成長量에 對한 各群別 平均值 및 標準偏差.
- ④ 滿 7年間の 各群別 成長量에 對한 有意性 檢定.

(3) 各群別 硬組織側貌의 成長變化圖 및 比較圖作成

各群이 나타내는 顔面骨의 成長變化를 可視적으로 比較分析하기 위하여 各群別 硬組織側貌의 年間 平均變化圖와 6歲와 13歲의 各群 側貌輪廓의 比較圖가 computer file로 부터 직접 連結된 Calcomp 960 pen plotter에 依해 作成되었다.

III. 研究 結果

本 研究結果에 나타난 計測値는 모두 擴大率(10%)이 修正되어 計算된 實長數值이다.

計測項目에 對한 各群別 6歲와 13歲의 統計處理 結果는 table 1과 2에, 各群이 나타낸 平均值들의 有意性 檢定을 위한 Student t score는 Table 3에 提示하였다. 6歲에서 13歲에 이르는 滿 7年間 計測項目들이 나타낸 成長變化量에 대한 各群別 統計處理結果는 table 4에, 成長變化量에 對한 各群別 Student t score는 table 5에 提示되었다.

S-N을 基準으로 하고 S를 原點으로하여 作成된 各群別 顔面骨의 成長變化에 關한 圖式은 Fig. 3, 4, 5에 그리고 6歲와 13歲의 各群別 比較圖式은 Fig. 6, 7에 나타냈다.

Table 1, 2, 3을 通해 計測項目들에 대한 各群別 크기를 比較하면 S-N은 6歲와 13歲에서 counterclockwise群이 다소 컸으나 統計學的 有意性은 없는 반면 S-Ba는 6, 13歲 모두 clockwise群이 가장 크고 counterclockwise群이 가장 작았다. ($P < 0.01$) N-S-Ba는 6歲에서 counterclockwise群이 $133.22 \pm 3.83^\circ$, clockwise群이 $129.34 \pm 4.48^\circ$ 로서 3.88° 의 差異가 있었으나 13歲에서는 거의 같은 수치를 나타내었다.

SNA는 6歲에서 parallelwise群에 비해 counter-

clockwise群이 平均 2.53° 작았으나 13歲에는 各群間 差異는 없어졌으며 S-N to Pal. P.은 6, 13歲 모두 他群에 비해 counterclockwise群이 컸으나 統計學的 有意性은 6歲의 parallelwise群과의 사이에서만 認定되었다.

SNB와 SNPog의 크기는 6歲에서 parallelwise群에 비해 counterclockwise群이 작았으나 13歲에서는 兩群의 平均值가 비슷한 크기를 나타내었고 clockwise群의 크기는 parallelwise群에 비해 13歲에서 보다 작았다.

N-S-Ar과 N-S-Go, N-Go-Ar의 平均值는 6, 13歲 모두 各群間 크기 差異는 있으나 統計學的 有意性은 없었다. N-S-Gn과 S-N to Mand.P.은 6歲에서 各群間 差異는 없었고 13歲에서 clockwise群이 他群에 비해 훨씬 큰 有意한 差를 보였다 ($P < 0.05$).

S-Ar은 6, 13歲 모두 clockwise群이 他群에 비해 컸으나 統計學的 有意性은 13歲에 다소 저하되었고 Pal. P. to Mand. P.은 13歲에서만 clockwise群이 counterclockwise群보다 컸다 ($P < 0.10$).

N-ANS의 크기는 各群間 差異가 6歲에는 없었고 13歲에서는 clockwise群이 parallelwise群에 비해 다소 有意한 差를 보였다. ANS-Me, N-Me, (S-N)-PNS는 6歲에서 clockwise群이 他群에 비해 컸으며 parallelwise群과 counterclockwise群은 비슷했다. 그러나 이러한 樣相은 13歲에 이르러 (S-N)-PNS에서만 나타났을뿐 ANS-Me과 N-Me는 各群間에 顯著한 差異가 나타나 counterclockwise群, parallelwise群, clockwise群의 順으로 커졌다.

(Go-Me)-PNS와 S-Go는 6歲에서 counterclockwise群이 他群에 비해 작았으나 13歲에서는 有意한 差가 없었다.

S-Gn은 6, 13歲 모두 各群間에 分明한 크기의 差가 存在하여 counterclockwise群, parallelwise群, clockwise群 順으로 컸으며 N-Go과 Ar-ANS는 6, 13세 모두 各群間에 有意한 差가 없었다.

한편 滿 7年間 各群이 나타낸 計測項目들의 成長變化量에 對한 結果(table 4, 5)를 分析하면 S-N과 S-Ba는 各群間 有意한 差가 없었으나 N-S-Ba에 있어서는 parallelwise群과 counterclockwise群은 각기 -1.03° , -2.65° 의 감소를 보인 반면 clockwise群만이 1.18° 의 증가를 보여 成長量에 대한 有意한 差가 parallelwise群과 clockwise群, clockwise群과 counterclockwise群 사이에서 觀察되었고 SNA는 counterclockwise群이, S-N to Pal. P.은 clockwise群이 他群에 비해 많았다.

Table 1. Statistics on 24 measurements in Parallelwise, Clockwise and Counterclockwise groups at 6 years of age.

Measurement	Parallelwise (N=30)		Clockwise (N=5)		Counterclockwise (N=5)	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
Cranial Base:						
S-N(mm)	58.04	2.83	58.45	1.68	59.12	3.56
S-Ba(mm)	38.03	1.99	40.68	1.11	35.72	1.58
N-S-Ba(°)	132.02	5.25	129.34	4.48	133.22	3.83
Maxilla:						
S-N-A(°)	81.00	3.42	81.84	4.12	78.47	2.22
S-N to Pal.P.(°)	7.91	3.02	6.67	3.47	10.00	2.44
Mandible:						
S-N-B(°)	76.65	2.70	77.22	2.90	73.29	3.21
S-N-Pog(°)	75.73	2.59	76.11	2.77	72.66	3.23
N-S-Ar(°)	121.86	5.01	120.03	6.36	122.66	2.87
N-S-Go(°)	103.89	3.91	104.10	3.75	105.00	1.23
N-S-Gn(°)	70.87	2.78	71.97	2.82	72.25	2.12
S-N to Mand. P.(°)	38.89	3.82	39.71	3.08	41.00	4.60
S-Ar(mm)	27.88	2.04	30.45	1.67	27.09	1.59
Maxilla-Mandible:						
Pal. P. to Mand.P.(°)	30.98	3.73	33.04	4.25	31.00	5.89
Facial Height:						
N-ANS(mm)	42.57	2.32	44.25	3.62	43.90	2.57
ANS-Me(mm)	56.28	3.29	60.04	1.59	54.27	3.90
N-Me(mm)	97.10	4.39	102.19	4.10	96.03	1.71
(S-N)-PNS(mm)	36.50	2.00	38.92	1.87	36.21	0.83
(Go-Me)-PNS(mm)	33.62	2.19	34.99	3.61	32.03	1.72
S-Go(mm)	60.24	3.24	63.93	4.77	57.19	2.39
Facial Length:						
S-Gn(mm)	97.55	4.51	101.96	3.31	94.32	1.97
Facial Depth:						
N-Go(mm)	93.08	3.93	96.55	5.85	92.34	2.41
Ar-ANS(mm)	70.68	2.98	72.16	3.34	70.98	3.19

Table 2. Statistics on 24 measurements in Parallelwise, Clockwise and Counterclockwise groups at 13 years of age.

Measurement	Parallelwise (N=30)		Clockwise (N=6)		Counterclockwise (N=5)	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
Cranial Base						
S-N(mm)	62.90	3.16	62.77	1.61	63.88	3.01
S-Ba(mm)	46.23	2.39	49.09	1.37	42.34	2.14
N-S-Ba(°)	130.99	4.90	130.53	4.57	130.56	30.23
Maxilla:						
S-N-A(°)	81.61	3.67	81.60	3.21	81.81	2.44
S-N to Pal.P.(°)	8.82	2.72	9.50	4.54	10.45	2.50
Mandible:						
S-N-B(°)	78.57	3.27	76.63	2.30	77.22	3.60
S-N-Pog(°)	78.66	3.18	76.13	2.44	77.89	3.28
N-S-Ar(°)	123.80	4.66	124.40	5.61	123.43	3.09
N-S-Go(°)	105.57	3.95	108.18	3.59	104.98	2.21
N-S-Gn(°)	70.85	3.05	75.31	3.05	69.47	2.00
S-N to Mand.P.(°)	36.87	4.12	42.09	4.58	34.14	5.61
S-Ar(mm)	34.66	2.29	37.45	3.38	33.08	2.11
Maxilla-Mandible:						
Pal.P. to Mand. P.(°)	28.04	4.34	32.59	6.75	23.69	6.31
Facial Height:						
N-ANS(mm)	51.90	2.60	55.62	4.64	53.03	2.50
ANS-Me(mm)	64.88	4.95	70.89	3.54	58.71	5.00
N-Me(mm)	115.16	6.02	123.73	5.07	109.68	3.02
(S-N)-PNS(mm)	44.28	2.69	47.20	2.87	44.22	0.41
(Go-Me)-PNS(mm)	40.52	3.59	41.79	4.70	38.95	4.84
S-Go(mm)	74.19	4.93	77.32	7.07	72.13	5.86
Facial Length:						
S-Gn(mm)	117.19	6.58	122.01	4.09	112.13	3.45
Facial Depth:						
N-Go(mm)	109.32	4.91	113.82	8.19	108.13	4.18
Ar-ANS(mm)	81.37	3.68	83.63	4.01	82.37	3.29

Table 3. Student t-test scores for comparisons between Parallelwise, Clockwise and Counter-clockwise groups at 6 and 13 years of age.

Measurement	6 years of age			13 years of age		
	Parallelw. vs	Parallelw. vs	Clockwise vs	Parallelw. vs	Parallelw. vs	Clockwise vs
	Clockwise	C-Clockw.	C-Clockw.	Clockwise	C-Clockw.	C-Clockw.
Cranial Base:						
S-N(mm)	0.45	0.64	0.38	0.15	0.67	0.73
S-Ba(mm)	4.31****	2.91***	5.75****	3.79****	3.69****	5.93****
N-S-Ba(°)	1.20	0.61	1.47	0.21	0.25	0.01
Maxilla:						
S-N-A(°)	0.43	2.16**	1.61	0.01	0.16	0.12
S-N to Pal.P.(°)	0.75	1.71*	1.76	0.32	1.33	0.41
Mandible:						
S-N-B(°)	0.41	2.21**	2.03*	1.63	0.78	0.31
S-N-Pog(°)	0.28	2.02*	1.81	2.05**	0.49	0.96
N-S-Ar(°)	0.62	0.51	0.84	0.23	0.23	0.34
N-S-Go(°)	0.12	1.24	0.51	1.48	0.48	1.69
N-S-Gn(°)	0.81	1.29	0.18	3.03***	1.31	3.58***
S-N to Mand.P.(°)	0.53	0.97	0.52	2.39**	1.04	2.45**
S-Ar(mm)	3.08****	0.99	3.26***	1.78*	1.53	2.45**
Maxilla-Mandible:						
Pal.P. to Mand.P.(°)	1.02	0.01	0.63	1.46	1.49	2.15*
Facial Height:						
N-ANS(mm)	1.00	1.09	0.18	1.75*	0.94	1.10
ANS-Me(mm)	4.04****	1.09	3.06**	3.30****	2.56**	4.44****
N-Me(mm)	2.54**	0.97	3.10**	3.40****	3.14****	5.32****
(S-N)-PNS(mm)	2.66**	0.56	2.96**	2.13**	0.12	2.30**
(Go-Me)-PNS(mm)	0.82	1.82*	1.65	0.58	0.70	0.94
S-Go(mm)	1.67	2.49**	2.83**	0.95	0.75	1.26
Facial Length:						
S-Gn(mm)	2.60**	2.68**	4.44****	2.20**	2.59**	4.13****
Facial Depth:						
N-Go(mm)	1.28	0.57	1.49	1.19	0.57	1.38
Ar-ANS(mm)	0.93	0.19	0.57	1.18	0.61	0.55

- * Significant at the .10 level of confidence.
- ** Significant at the .05 level of confidence.
- *** Significant at the .01 level of confidence.
- **** Significant at the .005 level of confidence.

Table 4. Statistics on growth changes of 24 measurements in Parallelwise, Clockwise and Counterclockwise groups from 6 to 13 years of age.

Measurement	Parallelwise (N=30)		Clockwise (N=5)		Counterclockwise (N=5)	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
Cranial Base:						
S-N(mm)	4.87	0.93	4.32	0.72	4.77	1.33
S-Ba(mm)	8.20	1.85	8.41	1.23	6.62	2.01
N-S-Ba(°)	-1.03	2.29	1.18	2.01	-2.65	3.67
Maxilla:						
S-N-A(°)	0.61	2.02	-0.24	1.95	3.34	1.61
S-N to Pal.P.(°)	0.91	1.46	2.83	1.73	0.45	0.98
Mandible:						
S-N-B(°)	1.92	1.53	-0.59	1.55	3.94	1.01
S-N-Pog(°)	2.93	1.39	0.02	1.22	5.23	0.52
N-S-Ar(°)	1.93	2.31	4.37	1.74	0.76	2.25
N-S-Go(°)	1.68	1.87	4.07	1.49	-0.02	1.01
N-S-Gn(°)	-0.02	0.97	3.34	0.83	-2.78	0.58
S-N to Mand.P.(°)	-2.03	1.68	2.39	2.13	-6.86	3.37
S-Ar(mm)	6.77	1.69	7.00	2.28	5.99	1.07
Maxilla-Mandible:						
Pal.P.to Mand.P.(°)	-2.94	2.40	-0.45	3.12	-7.31	4.21
Facial Height:						
N-ANS(mm)	9.32	1.77	11.37	1.12	9.13	1.66
ANS-Me(mm)	8.59	2.67	10.85	2.27	4.44	2.63
N-Me(mm)	18.05	3.03	21.54	1.44	13.65	2.53
(S-N)-PNS(mm)	7.78	1.58	8.28	1.06	8.01	0.74
(Go-Me)-PNS(mm)	6.91	2.17	6.81	2.38	6.91	3.63
S-Go(mm)	13.95	2.80	13.39	2.82	14.93	4.65
Facial Length:						
S-Gn(mm)	19.64	3.48	20.05	1.22	17.81	2.44
Facial Depth:						
N-Go(mm)	16.23	2.52	17.27	2.64	15.79	4.60
Ar-ANS(mm)	10.69	1.83	11.47	2.36	11.39	1.96

Table 5. Student t-test scores for comparisons of growth changes between Parallelwise, Clockwise and Counterclockwise groups from 6 to 13 years of age.

Measurement	6 - 13 GROWTH CHANGE		
	Parallelwise	Parallelwise	Clockwise
	vs Clockwise	vs Counterclockwise	vs Counterclockwise
Cranial Base:			
S-N(mm)	1.49	0.16	0.66
S-Ba(mm)	0.33	1.64	1.70
N-S-Ba(°)	2.23**	0.96	2.05*
Maxilla:			
S-N-A(°)	0.90	3.38****	3.17**
S-N to Pal.P(°)	2.35**	0.90	2.68**
Mandible:			
S-N-B(°)	3.37****	3.79****	5.48****
S-N-Pog(°)	4.83****	6.70****	8.79****
N-S-Ar(°)	2.75***	1.07	2.84**
N-S-Go(°)	3.20****	3.00***	5.09****
N-S-Gn(°)	8.18 ****	8.79****	13.52****
S-N to Mand.P.(°)	4.40****	3.14****	5.18****
S-Ar(mm)	0.21	1.38	0.90
Maxilla-Mandible:			
Pal.P. to Mand. P.(°)	1.70*	2.26**	2.93**
Facial Height:			
N-ANS(mm)	3.43****	0.24	2.49**
ANS-Me(mm)	2.00*	3.26****	4.12****
N-Me(mm)	4.10****	3.49****	6.05****
(S-N)-PNS(mm)	0.89	0.52	0.46
(Go-Me)-PNS(mm)	0.09	0.00	0.06
S-Go(mm)	0.41	0.46	0.64
Facial Length:			
S-Gn(mm)	0.49	1.45	1.84*
Facial Depth:			
N-Go(mm)	0.82	0.21	0.62
Ar-ANS(mm)	0.70	0.74	0.06

- * Significant at the .10 level of confidence.
- ** Significant at the .05 level of confidence.
- *** Significant at the .01 level of confidence.
- **** Significant at the .005 level of confidence.

下顎과 관련된 計測項目에서 各 群間에 顯著한 成長量의 差異를 보인 計測項目은 S-N to Mand.P. 였으며 N-S-Ar은 clockwise群만이 他群에 비해 變化量이 많았고 N-Go-Ar, S-Ar은 差異가 없었다.

顔面骨의 高徑, 깊이, 길이를 나타내는 計測項目에서 各 群間 成長量에 差異를 보인 것은 前顔面高徑에 관련된 N-ANS, ANS-Me, N-Me에서만 觀察되었고 他의 計測項目에서는 有意한 差가 없었다.

IV. 總括 및 考按

顔面骨의 成長은 上, 下顎骨의 回轉을 포함한 齒牙의 代償性 移動에 依해 特性지워지며 顔面骨이 나타내는 remodelling은 顔面骨의 回轉方向에 따라 分明한 差異가 있다.^{6-8, 14-17, 21, 29)}

臨床的인 觀點에서 顔面骨의 成長回轉은 overbite의 形態, chin의 前後方 位置, 顔面高徑의 크기 에 많은 影響을 가져온다.^{8, 22, 35, 43)} 成長과 더불어 下顎骨이 後方으로 回轉하는 傾向을 가진 兒童은 年齡 증가와 함께 前顔面高徑의 增加率이 後顔面高徑에 비해 크며 chin은 보다 後方으로 위치하고 openbite의 가능성은 높아지는 반면 前方으로 回轉하는 傾向을 가진 兒童에서는 그 反對의 現象이 나타나게 된다. 그 結果 成長中인 兒童의 矯正治療에 있어, 顔面骨의 回轉方向은 治療觀點의 設定 및 治療方法의 選擇에 있어 重要한 役割을 하게 된다.^{1, 2, 11, 19, 21-24, 31, 32, 34-41)}

成長時期에 촬영된 한장의 頭部放射線 寫眞을 통하여 顔面骨의 成長回轉을 예측할 때에는 頭蓋底에 대한 上, 下顎骨의 空間의 位置 평가보다는 下顎骨의 形態에 依한 判斷이 正確하다.^{7, 29)} 그러나 同一對象이 累年の으로 추적될 때 顔面骨의 回轉運動은 頭蓋底를 基準으로 Y-axis가 나타내는 角度의 變化로서 表現될 수 있다.^{10, 18, 23, 25, 37)} 年齡增加와 더불어 Y-axis角이 점점 증가한다면 顔面骨은 clockwise rotation을 하고 있으며 감소한다면 counterclockwise rotation을 意味할 것이다.

本 研究의 特性은 滿 7年間の Y-axis 變化量이 持續的으로 증가한 對象과 감소한 對象 그리고 $\pm 2^\circ$ 以內의 波動樣相을 나타낸 對象으로 各 群을 나누어 初期混合齒列期(6歲)에 이들이 나타낸 頭蓋顔面骨에는 어떠한 構造的 差異點이 있었으며 이러한 差異點은 永久齒列期(13歲)에 이르러 또한 어떻게 變化되어 갔는가를 追跡함으로써 顔面骨의 成長回

轉을 일으키는 데에 關여된 原因要素를 把握하려는 것이다.

(1) 頭蓋底의 크기 및 形態

前方頭蓋底(S-N)와 後方頭蓋底(S-Ba)로 分類할 때 各 群間 前方頭蓋底의 크기는 6, 13歲 모두 差異가 없었다. 그러나 後方頭蓋底는 6, 13歲 모두 各 群間에 有意한 差가 있었고 그 크기는 clockwise群, parallelwise群, counterclockwise群의 順으로 작았다. 이러한 結果는 前, 後方 頭蓋底에서 나타낸 滿 7年間の 成長量이 各 群에서 對等하였기 때문에 원래 存在하였던 差異가 그대로 유지된 것이다. 그러나 各 群間 頭蓋底의 크기 差異가 後方頭蓋底에서만 發生하고 있으며 clockwise群과 counterclockwise群이 parallelwise群을 中心으로 양쪽으로 各기 偏在되어 있다는 事實은 매우 흥미롭다.

頭蓋底의 形態는 N-S-Ba이 나타내는 角度의 크기로서 推定할 수 있다. 6, 13歲 모두에서 各 群間 有意한 差는 없으므로 形態의 큰 差異는 없다. 그러나 滿 7年間の 成長量을 비교할 때 頭蓋底의 發育樣相은 clockwise群이 parallelwise群과 counterclockwise群에 비해 分明히 差를 알 수 있다. parallelwise群과 counterclockwise群은 年齡증가와 함께 cranial base angle이 감소한 반면 clockwise群은 증가한 것이다. (Fig. 3, 4, 5 參照)

頭蓋底의 크기와 形態가 上, 下顎의 前突狀態 및 咬合에 미치는 影響은 Björk^{4, 5)}, Hopkin^外²⁰⁾, Moss와 Greenberg²⁸⁾, Pearson³²⁾, Renfroe³³⁾, Ricketts^{34, 35, 37)} 등에 의해 研究된 바 있다. 이들의 見解는 cranial base 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 나타나며 cranial base angle이 커지면 glenoid fossa가 보다 上方에 位置됨으로서 下顎의 clockwise rotation이 일어난다는 것으로 要弱된다. 本 研究에서 나타난 結果는 위의 見解와 一致된다. 그리고 各 群間 後方頭蓋底의 分明한 크기 差異는 S-Ar이 나타낸 크기의 差異와 關連지워 分析할 때 後方頭蓋底가 가장 큰 群(clockwise群)이 S-Ar도 가장 컸고 後方頭蓋底가 가장 작은 群(counterclockwise群)이 S-Ar도 가장 작아 後方頭蓋底가 클수록 sella에 대해 glenoid fossa의 위치가 멀리 있음이 推定되어 glenoid fossa의 위치가 顔面骨의 回轉과 關連된다는 見解를 뒷받침하고 있다.

(2) 上顎骨의 위치

頭蓋底에 대한 上顎骨의 前, 後方 위치(SNA)에

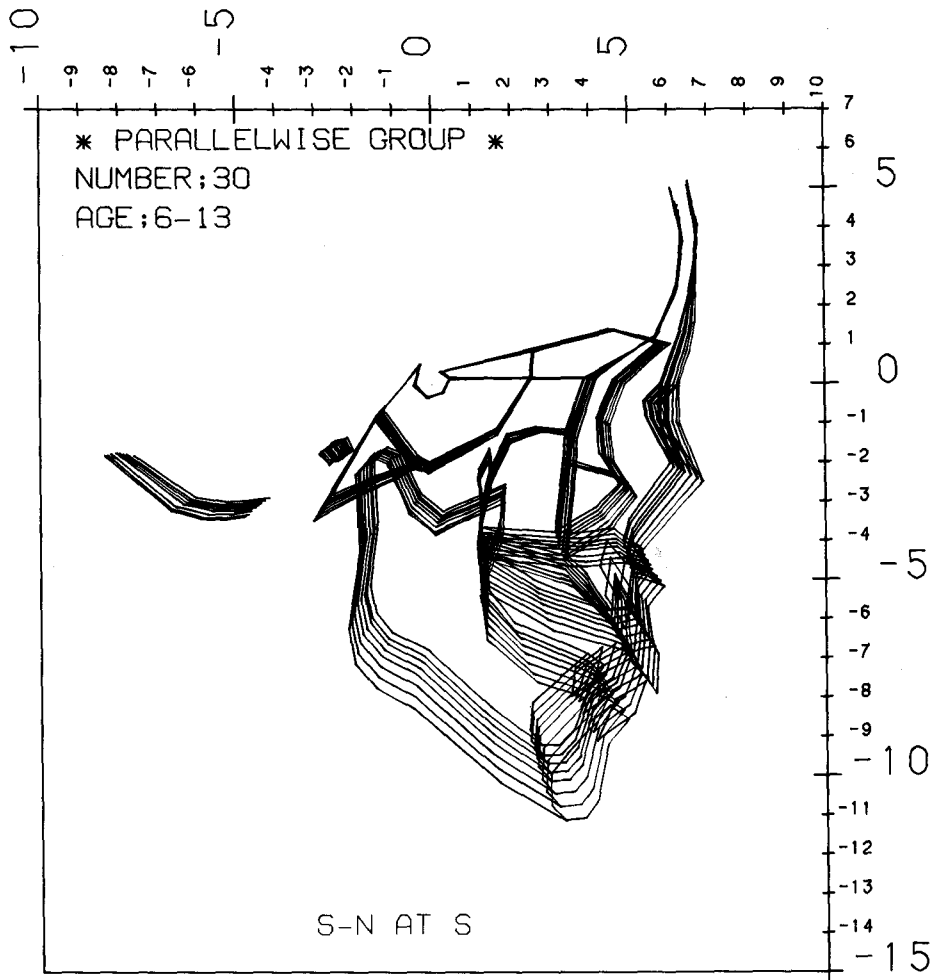


Fig. 3. Computerized superimpositions of the average craniofacial growth in Parallelwise group (N=30) 6 to 13 years of age, based on serial observations.

서 各 群間에 統計的으로 有意한 差를 나타낸 것은 6 歲에, parallelwise群과 counterclockwise群 사이로서 初期混合齒列期에 counterclockwise群의 上顎骨 위치는 parallelwise群에 비해 分明히 後方으로 위치했음을 나타내었다(Fig.6 參照). 그러나 counterclockwise群의 이러한 後方 위치는 13歲에 이르러 오히려 parallelwise群보다 前方으로 前突되고 있었다. 이는 滿 7年間 나타낸 SNA의 成長量이 parallelwise群과 clockwise群에서는 0.61°, -0.24°로서 극히 變化가 없었던 반면 counterclockwise群에서는 3.34°의 증가를 보인 結果로서 上顎骨의 前方移動은 counterclockwise群에서만 發生된다.

前方頭蓋底에 대해 口蓋平面이 이루는 角度(S-N to Pal.P.)로서 上顎骨의 傾斜도를 판단할때 6歲에

는 clockwise群, parallelwise群, counterclockwise群 順으로 傾斜도가 심했던 반면 13歲에는 parallelwise群, clockwise群, counterclockwise群의 順으로 나타났다. 이것은 滿 7年間의 成長變化量이 1°以內에 있는 他群에 비해 clockwise群이 훨씬 많은 傾斜도를 나타냈기 때문에 이 上顎骨의 後方回轉이 他群에 비해 clockwise群에서 顯著했음을 意味하는 것이다.

(3) 下顎의 위치

前方頭蓋底에 대한 下顎骨의 位置移動을 나타내는 N-S-Gn의 變化量에 의해 本 研究對象들이 分類된 各群間 下顎의 位置에는 顯著한 差異가 없다고 할지라도 下顎이 나타낸 成長方向에는 현저한 差異가 發生하고 있다. (Table 4,5 參照)

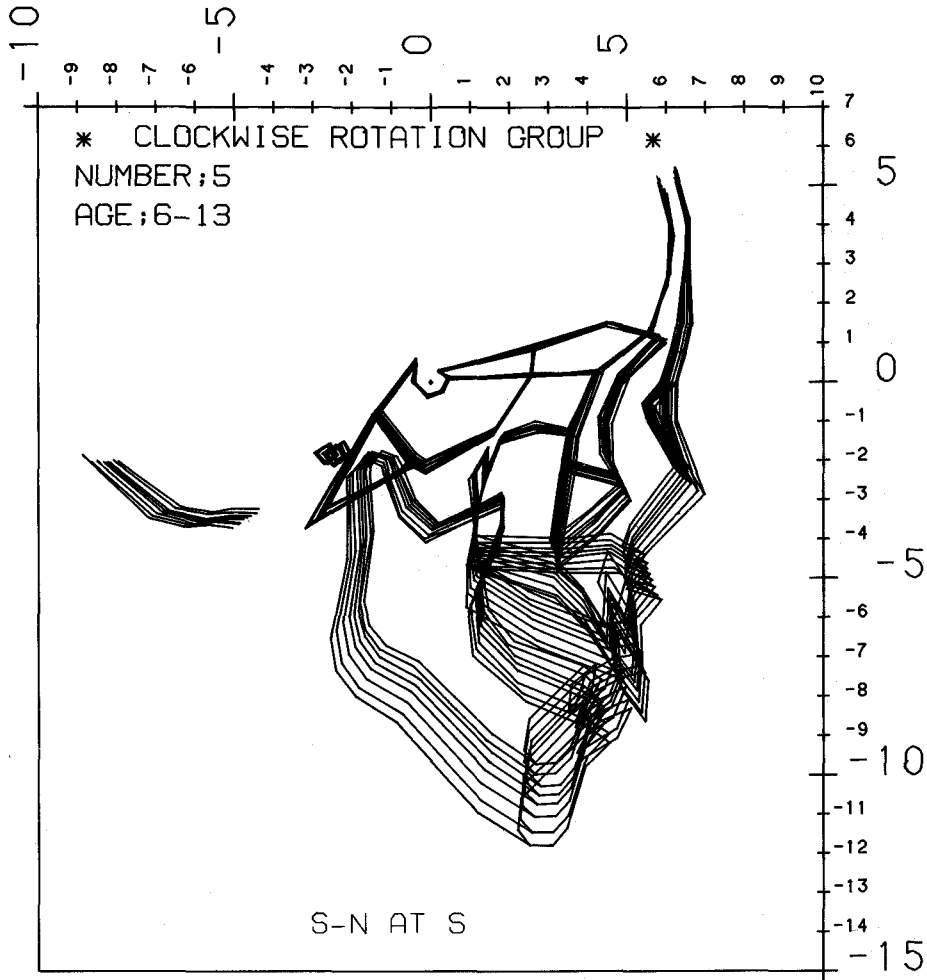


Fig. 4. Computerized superimpositions of the average craniofacial growth in Clockwise group (N=5) 6 to 13 years of age, based on serial observations.

6歲에 各群이 나타낸 下顎骨의 前方部位置는 parallelwise群을 中心으로 counterclockwise群은 後方に clockwise群은 前方에 위치하였으나 13歲에서는 最前方에 위치하였던 clockwise群이 最後方に 위치하였던 counterclockwise群보다 後方に 위치했음이 觀察된다 (Fig. 6, 7 參照). 이는 成長과 더불어 일어난 下顎骨의 위치이동이 counterclockwise群이 가장 前方으로 많이 일어났으며 clockwise群은 오히려 後方으로 일어난 結果로서 SNB와 SNPog의 成長變化量이 이를 數值的으로 뒷받침하고 있다.

下顎骨의 後方部位置는 articulare와 gonion의 위치를 計測하는 N-S-Ar과 N-S-Go으로서 分析된다. 6, 13歲 모두 各群이 나타낸 N-S-Ar과 N-S-Go의 크기에 有意한 差는 없다. 그러나 이들이

나타낸 成長變化量은 有意한 差가 發生하여 年齡增加에 따른 ramus의 위치이동이 各群에서 不同을 알 수 있다. clockwise群의 증가량이 가장 크므로서 sella를 中心으로 ramus의 後方回轉이 強力하게 일어났음을 알 수 있고 parallelwise群은 약간의 後方回轉, counterclockwise群은 後方回轉이 없었음을 알 수 있다.

頭蓋底에 대한 下顎骨體의 위치는 N-S-Go과 N-S-Gn의 計測值로 分析된다. 6歲에 各群의 計測值사이에는 有意한 差가 없다. 이는 頭蓋底에 對해 下顎骨體의 위치가 各群間에 平行性을 가지고 있음을 의미하는 것으로서 Fig. 6에서 쉽게 觀察된다. 그러나 13歲에 이르러 各群間 有意한 差는 parallelwise群과 counterclockwise群에는 없는 반면 par-

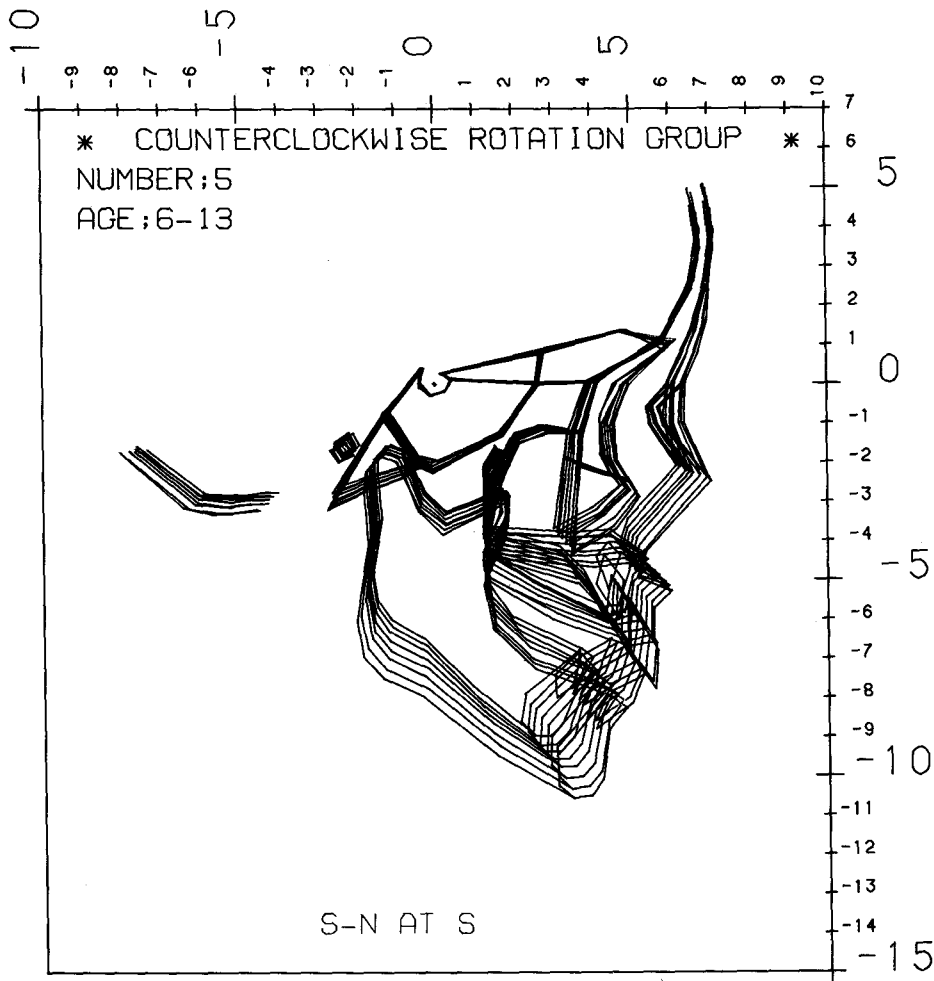


Fig. 5. Computerized superimpositions of the average craniofacial growth in Counterclockwise group (N=5) 6 to 13 years of age, based on serial observations.

allelwise群과 clockwise群, clockwise群과 counterclockwise群에는 分명한 差異가 認定된다. 이는 滿 7年間 나타낸 下顎骨體의 위치이동이 clockwise群이 他群에 비해 뚜렷이 다른 方向으로 일어났음을 反映하는 것으로서 table 4에 나타난 N-S-Go, N-S-Gn, S-N to Mand. p.의 成長量이 이를 數值的으로 입증한다. 下顎骨體는 counterclockwise群과 parallelwise群은 前方回轉을 한 반면 clockwise 群은 後方回轉을 하였으며 counterclockwise群의 前方回轉이 가장 強力했다. (Fig.7 參照)

(4) 上, 下顎骨 基部間의 關係

6歲의 Pal. P. to Mand. P.의 平均値는 各 群사이 에 有意한 差가 없으므로 上, 下顎骨 基部가 나타내는 關係는 各 群 모두 6歲에서는 동일하다. 그

러나 13歲에서 各 群間 平均値는 6歲에 비해 많은 차이를 나타내었으며 특히 clockwise群과 counterclockwise群 사이에는 그 差가 심하다. 이는 연령 증가와 더불어 上, 下顎骨基部의 前方部와 後方部 사이의 垂直變化量이 各 群이 서로 差異를 보인 結果이다.

Clockwise群은 滿 7年間의 變化量이 -0.45° 에 지나지 않아 6歲의 關係가 그대로 13歲까지 維持되며 上, 下顎骨基部 사이의 前, 後方 成長量이 동일했음을 알수 있다. 이에 반해 parallelwise群과 counterclockwise群은 變化量이 -2.94° , -7.31° 로서 前方部에 비해 後方部사이의 垂直變化量이 많았음을 意味하며 그 結果 上, 下顎骨基部 間의 divergency는 年齡增加와 함께 兩群 모

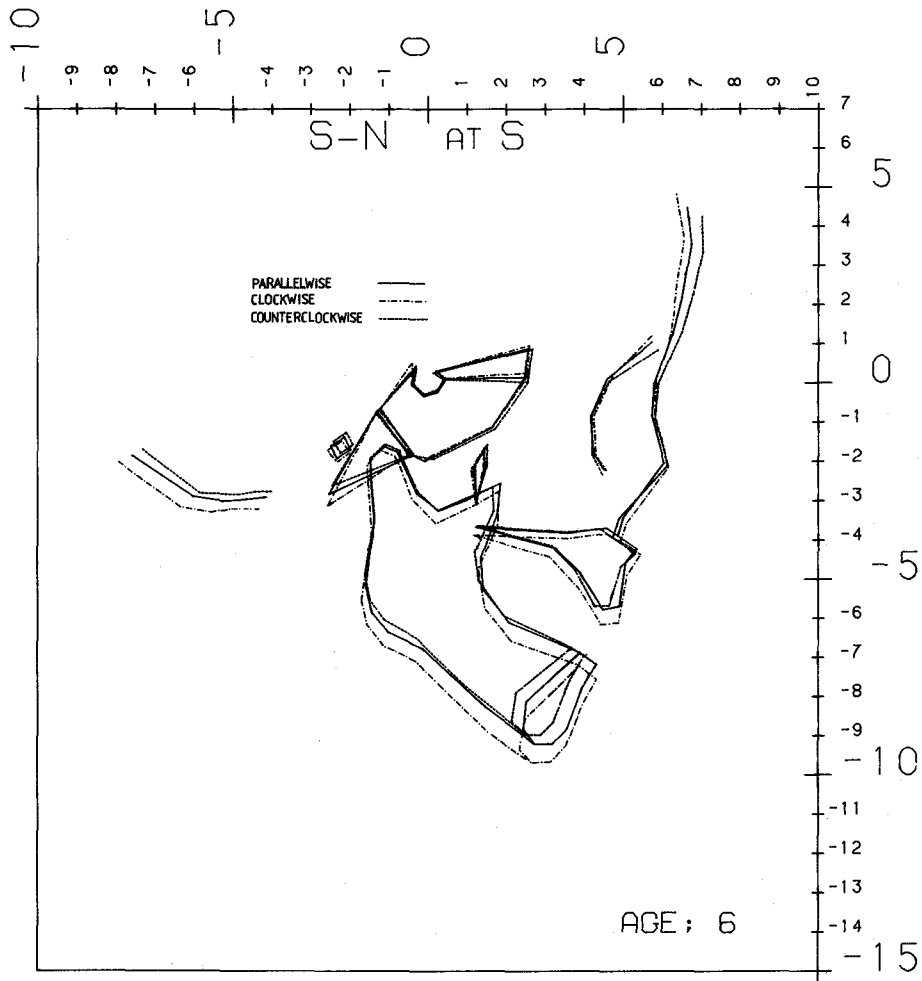


Fig. 6. Computerized superimpositions of average Parallelwise, Clockwise and Counterclockwise group faces at 6 years of age.

두 減少하였고 減少幅은 counterclockwise群에서 가장 顯著했다.

(5) 顔面高徑의 크기

顔面高徑은 前, 後方으로 分類된후 다시 上, 下로 나뉘어 각기 比較되었다.

前顔面高徑(N-Me)이 나타낸 平均値는 6, 13歲 모두 clockwise群이 가장 크고 counterclockwise群이 가장 작았다. 特記할 事項은 6歲보다 13歲에 더욱 強力한 差가 各群에서 發見된다. 이의 原因은 N-Me사이의 成長量이 3群사이에 分明한 差異를 보였기 때문이다 (危險率 0.5%).

前顔面高徑을 다시 上, 下로 나뉘어 分析하면 各群間的 크기 差異는 前上顔面高徑(N-ANS)에는 없고 前下顔面高徑(ANS-Me)에서 集中되고 있다. 이

는 前上顔面高徑의 成長量이 clockwise群에서 다소 많았으나 絶對値가 작아 各群間的 크기에 差異를 자아내지 못한 반면 前下顔面高徑에서의 차이는 그 絶對値가 커 年齡增加와 더불어 各群間에 더욱 뚜렷한 크기 차이가 나타난 것이며, 앞서 指摘된 前顔面高徑에서의 各群間 크기 차이는 上方部가 아니라 下方部 때문에 誘導되었음을 알 수 있다.

後顔面高徑(S-Go)은 6, 13歲 모두 clockwise群이 가장 크고 counterclockwise群이 가장 작으나 統計的으로 본 有意水準은 前顔面高徑과는 反對로 13歲에 줄어들고 있다. 이는 counterclockwise群의 後顔面高徑의 增加量이 他群에 비해 많았기 때문이다. 그러나 後顔面高徑을 上, 下로 나뉘어 分析하면 6, 13歲 모두 有意한 差를 나타내는 部分은 上

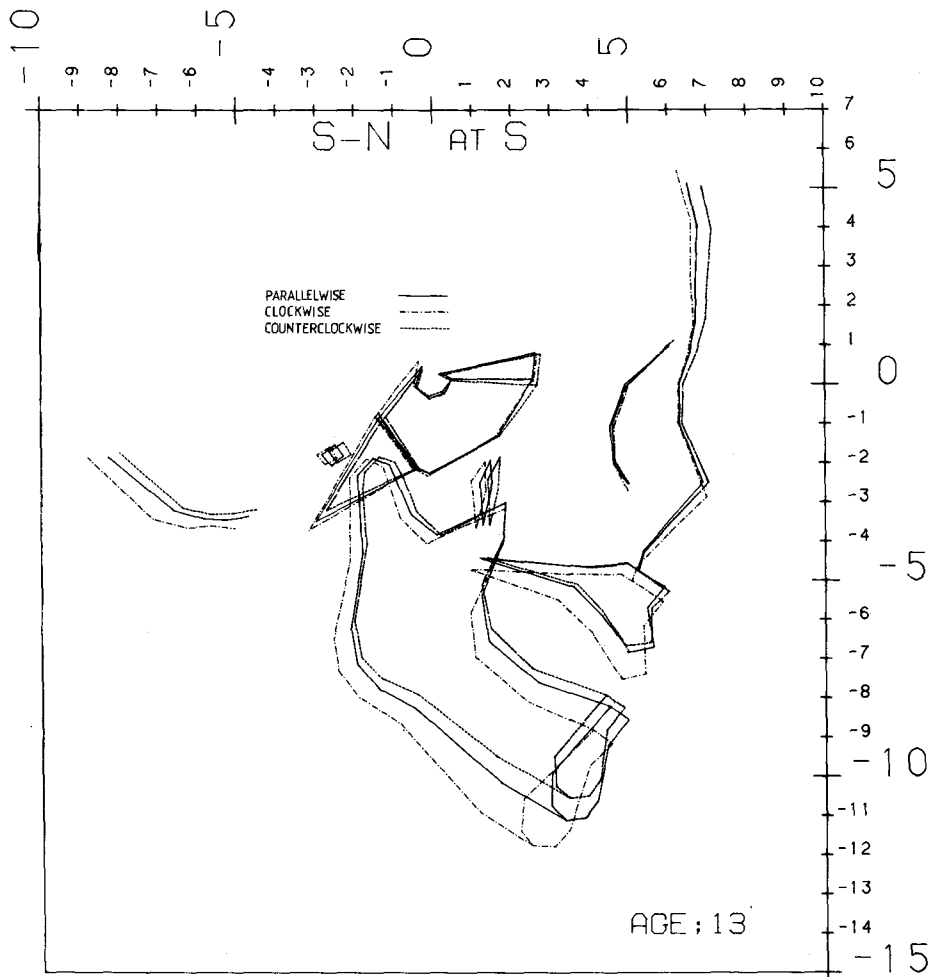


Fig. 7. Computerized superimpositions of average Parallelwise, Clockwise and Counterclockwise group faces at 13 years of age.

方部인 後上顔面高徑((S-N)-PNS)으로서 clockwise群이 他群에 비해 크며 parallelwise群과 counterclockwise群은 그 크기가 같고 下方部인 後下顔面高徑((Go-Me)-PNS)은 크기 差異가 없었다.

以上을 總括하면 各 群間 顔面高徑의 크기는 그 差異가 口蓋平面을 中心으로 上顔面部에서는 後方部, 下顔面部에서는 前方部에서만 發生하며 上顔面部의 前方부와 下顔面部의 後方部에서는 各 群間의 그 크기는 類似하다.

(6) 顔面骨길이의 크기

6, 13歲 모두 顔面骨길이(S-Gn)의 크기는 parallelwise群을 中心으로 兩群이 分布되어 있다. 가장 큰 clockwise群과 가장 작은 counterclockwise 群의 差異는 6歲에 7.64mm, 13歲에 9.88mm로서 各群間

에는 統計적으로 有意한 分明한 差異가 存在한다. 그러나 더욱 中要한 觀點은 年齡의 變化에 상관없이 各 群의 크기 比較에서 나타나는 有意水準이다. 6歲에 나타났던 有意水準이 13歲에도 그대로 維持되고 있다는 事實은 어떠한 特定된 年齡에서도 이러한 差가 일어난다는 것을 推定 可能하게 하는 것이다. Implant를 이용한 Björk²⁾와 Odeggard²⁹⁾의 研究에 의하면 成長中 特定된 時期에 撮影된 1張의 側貌頭部放射線規格寫眞만으로도 顔面骨의 回轉方向을 豫測한다면 豫測方法은 頭蓋底에 對해 上, 下 顎骨이 나타내는 空間의 位置를 計測함으로써 推定되어서는 안되며 下顎骨이 나타내는 形態의 特徵을 分析함으로써 豫測되어야만 함이 指摘되고 있다. 이는 顔面骨은 回轉方向에 따라 remodelling에 分明한

차이가 있음에 根據한 것으로^{6, 15-17)} Björk는 7개의 構造的 分類方法을 제시하였다.⁷⁾ 이에 비추어 本研究結果에서 나타난 各 群間 S-Gn의 根本的인 크기 差異는 앞서 指摘된 S-Ba의 根本的 크기 差異와 더불어 顔面骨의 成長回轉을 豫測하는 데에 應用될 수 있음을 제시해 준다. Parallelwise群이 나타내는 平均치의 범위보다 S-Ba, S-Gn의 크기가 크면 클수록 clockwise rotation을 顔面骨이 일으킬수 있음이 豫測되며 작으면 작을수록 counterclockwise rotation을 일으킴이 豫測된다. 따라서 1장의 側貌頭部放射線規格寫眞을 통해 向後 일어날 顔面骨의 成長方向을 豫測함에 있어 下顎骨의 構造的 特性에 더하여 S-Ba과 S-Gn의 크기를 比較하는 것은 더욱 確實한 回轉方向의 豫測을 이룰 것이다.

(7) 顔面骨 깊이의 크기

顔面骨깊이는 서로 다른 2方向에서 分析되었다. 첫째는 N-Go으로서 斜方向으로서의 깊이였으며 둘째는 顔面骨의 中央部를 지나가는 Ar-ANS로서 橫方向으로서의 깊이였다.

各群 모두 斜方向 또는 橫方向으로의 分析에 關係없이 크기에 有意한 差가 없을 뿐만아니라 滿 7年間의 成長量 차이에도 有意성은 없다. 이러한 結果는 前方頭蓋底가 나타난 樣相과 함께 顔面骨의 回轉에는 顔面骨의 깊이가 關與되지 않으며 回轉이 일어난다 하더라도 回轉의 結果는 顔面骨깊이에 影響을 주지 못하는 것으로 分析되었다.

V. 結 論

成長回轉을 나타내는 顔面骨의 構造的 特性을 觀察하기 위하여 40名(男子 25名, 女子 15名)의 滿 7年間 累年的 側貌頭部放射線規格寫眞이 計數型 方法에 의해 分析되었다.

Y-axis角(N-S-Gn)이 持續的으로 增加하는 對象은 clockwise回轉群, 減少하는 對象은 counterclockwise回轉群, 波動樣相을 나타내는 對象은 parallelwise群으로 分類되었다.

各 群은 22個의 計測項目에 의해 그 크기와 成長量이 서로 比較된 바 다음과 같은 結論을 얻을수 있었다.

1. 各群의 分布는 parallelwise群 75%, clockwise回轉群 12.5%, counterclockwise回轉群 12.5%로 나타났다.
2. 頭蓋底의 크기와 發育形態는 顔面骨의 成長回轉과 關聯되었다.

3. 頭蓋底에 對한 上顎骨의 前突現象은 counterclockwise回轉群에서, 成長回轉은 clockwise回轉群에서 發生하였다.
4. 頭蓋底에 對한 下顎骨의 前突現象은 counterclockwise回轉群과 parallelwise群에서 일어났으며, 前突量은 counterclockwise群이 훨씬 컸다. 成長回轉은 counterclockwise回轉群과 parallelwise群은 時計바늘回轉方向逆方向으로 clockwise回轉群은 時計바늘回轉方向으로 일어났다.
5. 上, 下顎骨 基部間의 divergency는 clockwise回轉群은 그대로 維持되었으며 parallelwise群과 counterclockwise回轉群은 減少하였고 減少量은 counterclockwise回轉群이 더욱 컸다.
6. 前上顔面高徑과 後下顔面高徑은 各 群間에 크기의 差異가 없었으나 前下顔面高徑과 後上顔面高徑에는 分明한 差異가 있었다.
7. 顔面骨 깊이의 成長은 顔面骨의 回轉과 關聯이 없으며 顔面骨의 垂直成長이 顔面骨의 回轉을 일으킨다.
8. 顔面骨의 回轉으로 인한 構造的變化는 前下顔面部에서 集中된다.
9. 各 群間 顔面骨 構造的 根本的 差異는 後方頭蓋底(S-Ba)과 顔面骨깊이(S-Gn)의 크기에서 存在하였다.

參 考 文 獻

1. Armstrong, M.M.: Controlling the magnitude, direction and duration of extraoral force, *Am. J. Orthod.*, 59:217-243, 1971.
2. Baumrind, S., Korn, E.L. and West, E.E.: Prediction of mandibular rotation: An empirical test of clinician performance, *Am. J. Orthod.*, 86:371-385, 1984.
3. Bergersen, E.O.: The directions of facial growth from infancy to adulthood, *Angle Orthod.*, 36:18-43, 1966.
4. Björk, A.: Some biological aspects of prognathism and occlusion of the teeth, *Angle Orthod.*, 21:3-27, 1951.
5. Björk, A.: The nature of facial prognathism and its relation to normal occlusion of the teeth, *Am. J. Orthod.*, 37:106-124,

- 1951.
6. Björk, A.: Variation in the growth pattern of the human mandible: longitudinal radiographic study by the implant method, *J. Dent. Res.*, 42:400-411, 1963.
 7. Björk, A.: Prediction of mandibular growth rotation, *Am. J. Orthod.*, 55:585-599, 1969.
 8. Björk, A., and Skieller, V.: Facial development and tooth eruption, An implant study at the age of puberty, *Am. J. Orthod.*, 62:339-383, 1972.
 9. Brodie, A.G.: On the growth pattern of the human head from the third month to the eighth year of life, *Am. J. Anat.*, 68:209-261, 1941.
 10. Brodie, A.G.: Late growth in the Human face, *Angle Orthod.*, 23:146-157, 1953.
 11. Creekmore, T.D.: Inhibition or stimulation of the vertical growth of the facial complex, its significance to treatment, *Angle Orthod.*, 37:285-297, 1967.
 12. Downs, W.B.: Variation in Facial Relationships: Their Significance in Treatment and Prognosis, *Am. J. Orthod.*, 34:812-840, 1948.
 13. Downs, W.B.: The Role of Cephalometrics in Orthodontic Case Analysis and Diagnosis, *Am. J. Orthod.*, 38:162-182, 1952.
 14. Enlow, D.H.: A morphogenetic analysis of facial growth, *Am. J. Orthod.*, 52:289-299, 1966.
 15. Enlow, D.H., and Hunter, W.S.: A differential analysis of sutural and remodeling growth in the human face, *Am. J. Orthod.*, 52:823-830, 1966.
 16. Enlow, D.H., Kuroda, T. and Lewis, A.G.: The morphological and morphogenic basis for craniofacial form and pattern, *Angle Orthod.*, 41:161-188, 1971.
 17. Enlow, D.H., Kuroda, T. and Lewis, A.G.: Intrinsic craniofacial compensations, *Angle Orthod.*, 41:271-285, 1971.
 18. 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.
 19. Hultgren, B.W., Isaacson, R.J., Erdman, A.G., Worms, F.W. and Rekow, E.D.: Growth contributions to Class II corrections based on models of mandibular morphology, *Am. J. Orthod.*, 78:310-320, 1980.
 20. Isaacson, J.R., Isaacson, R.J., Speidel, T.M. and Worms, F.W.: Extreme variation in vertical facial growth and associated variation in skeletal and dental relations, *Angle Orthod.*, 41:219-229, 1971.
 21. Isaacson, R.J., Zapfel, R.J., Worms, F.W. and Erdman, A.G.: Effects of rotational jaw growth on the occlusion and profile, *Am. J. Orthod.*, 72:276-286, 1977.
 22. Isaacson, R.J., Zapfel, R.J., Worms, F.W., Bevis, R.R. and Speidel, T.M.: Some effects of mandibular growth on the dental occlusion and profile, *Angle Orthod.*, 47:97-106, 1977.
 23. Klein, P.L.: An Evaluation of Cervical Traction on the Maxilla and the Upper First Permanent Molar, *Angle Orthod.*, 27:61-68, 1957.
 24. Kuhn, R.J.: Control of anterior vertical dimension and proper selection of extraoral anchorage, *Angle Orthod.*, 38:340-349, 1968.
 25. Lande, M.J.: Growth Behavior of the Human Bony Profile as Revealed by Serial Cephalometric Roentgenography, *Angle Orthod.*, 22:78-90, 1952.
 26. Moore, A.W.: Observations on Facial Growth and Its Significance, *Am. J. Orthod.*,

- 45:399-423, 1959.
27. Moss, M.: The primary role of functional matrices in facial growth, *Am. J. Orthod.*, 55:566-577, 1969.
 28. Moss, M.L. and Greenberg, S.N.: Postnatal growth of the human skull base, *Angle Orthod.*, 25:77-84, 1955.
 29. Odegaard, J.: Growth of the mandible studied with the aid of metal implant, *Am. J. Orthod.*, 57:145-157, 1970.
 30. Odegaard, J.: Mandibular rotation studied with the aid of metal implants, *Am. J. Orthod.*, 58:448-454, 1970.
 31. Pearson, L.E.: Vertical control through use of mandibular posterior intrusive forces, *Angle Orthod.*, 43:194-200, 1973.
 32. Pearson, L.E.: Vertical control in treatment of patients having backward-rotational growth tendencies, *Angle Orthod.*, 48:132-140, 1978.
 33. Renfroe, 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.
 34. Ricketts, R.M.: A Study of Changes in Temporomandibular Relations Associated with Treatment of Class II Malocclusion, *Am. J. Orthod.*, 38:918-933, 1952.
 35. Ricketts, R.M.: Facial and denture changes during orthodontic treatment as analyzed from the temporomandibular joint, *Am. J. Orthod.*, 41:163-179, 1955.
 36. Ricketts, R.M.: Planning Treatment on the basis of the Facial Patterns and an Estimate of Its Growth, *Angle Orthod.*, 27:14-37, 1957.
 37. Ricketts, R.M.: A Foundation for Cephalometric Communication, *Am. J. Orthod.*, 46:330-357, 1960.
 38. Ricketts, R.M.: The influence of orthodontic treatment on facial growth and development, *Angle Orthod.*, 30:103-131, 1960.
 39. Schudy, F.F.: Vertical growth versus antero-posterior growth as related to function and treatment, *Angle Orthod.*, 34:75-93, 1964.
 40. Schudy, F.F.: The rotation of the mandible resulting from growth: its implications in orthodontic treatment, *Angle Orthod.*, 35:36-55, 1965.
 41. Schudy, F.F.: The association of anatomical entities as applied to clinical orthodontics, *Angle Orthod.*, 36:190-203, 1966.
 42. Skieller, V., Björk, A. and Linde-Hansen, T.: Prediction of mandibular growth rotation evaluated from a longitudinal implant sample, *Am. J. Orthod.*, 86:359-370, 1984.
 43. Trouten, J.C., Enlow, D.H., Rabine, M., Phelps, A.E. and Swedlow, D.: Morphologic Factors in Open Bite and Deep Bite, *Angle Orthod.*, 53:192-211, 1983.
 44. Worms, F.: A concept and classifications of centers of rotation and extraoral force systems, *Angle Orthod.*, 33:384-401, 1973.
 45. 鄭圭林: 韓國兒童의 顔面骨 成長에 關한 累年の 研究. *대한치과교정학회지*, 11: 85-100, 1981.