

측모두부방사선사진을 이용한 상악 중첩 방법의 비교연구

전남대학교 대학원 치의학과

진 영 임

Abstract

ARATIVE STUDY OF MAXILLARY SUPERIMPOSITION METHODS ON A LATERAL R NTGENOGRAPHIC CEPHALOMETRY

Young-Yim Jean

Graduate School, Chonnam National University, Kwangju Korea

This study was carried out to compare the amount of the maxillary bone remodeling and tooth displacement in each three maxillary superimposition methods, Ricketts, Best-fit, Structural method.

Forty cases of the lateral cephalometric radiographs from 27 boys and 13 girls who had been treated to correct anterior cross-bite were selected for the study. The initial radiographs were taken at about 8-year-old and the second radiographs were taken in about 3.3 years later.

Followings were the results:

1. With the Structural method, backward movement was shown in PNS, while forward movement was observed in ANS and point A. With the Ricketts method, however, all structures were shown significant backward movement comparing with Structural method($P < 0.05$). With the Best-fit method, the amount of horizontal movement was similar to that of the Structural method($P > 0.05$).
2. The palate seemed to be moved downward with Structural method, but there was no measured downward remodeling on nasal floor with Ricketts and Best-fit method($P < 0.05$).
3. Comparing with Structural method, Ricketts and Best-fit method significantly underestimated the eruption of the teeth by 20% to 30% ($P < 0.05$).
4. The Structural method showed the anteroinferior rotation(43%) and posteroinferior ro-

tation(57%) of the palatal plane, while the Best-fit method showed mostly anterosuperior rotation(87%), but no change was found in the Ricketts method.

5. With the Structural method, there was a statistically significant correlation between the amount of the rotation of the palatal plane and that of N-S line($r=0.86$).
6. The measured angles of the long axis of the incisors and molars showed no significant difference in each 3 methods($P>0.05$).

I. 서 론

두부 계측의 목적은 두개해부를 기하학적 표현으로 분석하는 것이다¹⁾. Pacini가 두부계측법에 관하여 최초로 연구한 후²⁾ Broadbent가 그 방식을 구체화하고 대중화하여 치과교정학 영역에 도입하였다³⁾. 두부 방사선 사진은 교정 영역에서 중요한 진단 자료이며 치료 결과를 평가하는 기록으로서의 의미가 있다¹⁾.

두부계측으로 두개안면부의 성장과 발육을 평가하는 주요한 방법으로는 횡적 연구와 누년적 연구가 있다. 횡적 연구는 특정 나이나 발육시기를 대상으로 이루어지는데 이 연구방법은 집단간 다양성은 나타내지만 집단내 다양성은 나타내지 못한다⁴⁾. 누년적 연구는 같은 피검자에서 시간경과에 따라 여러시기를 대상으로 이루어지는데, 두개골은 출생후 성장량은 작는데 반해 비교적 개인간 변이가 크므로 개개 피검자들의 성장경향을 평가하는 것이 교정의사에게 성장 경향을 평가하는데 더 의미있는 측정치를 제공한다⁴⁾. 누년적 연구를 위해서는 피검자의 서로 다른 시기의 두부방사선사진을 해부학적 구조물에 일치시켜 중첩한다. 그러므로 성장에 영향을 덜 받고 보다 안정된 신빙성 있는 두부 방사선 사진상의 평가기준(reference)이 되는 해부학적 구조물이 필요하다^{4,11)}.

상악 중첩의 경우 palatal plane을 따라 ANS¹²⁻¹⁹⁾나 PNS¹⁴⁾, 경구개 상하면²⁰⁻²¹⁾, 익구개와(pterygo-maxillary fissure)²²⁾, 측두하와(infratemporal fossa)²³⁾, 관골돌기의 최하방²⁴⁾, 절치관(incisive canal)²⁵⁾ 등이 단독으로, 또는 다른구조물과 병용하여 기준으로 사용되었다. 임상적으로 흔히 사용되는 상악 중첩의 방법은 Ricketts법과 Best-fit법이다. Ricketts법은 palatal plane을 따라 ANS에 중첩함으로써 상

악내에서 치아이동을 간편하게 표현하기 때문에 많은 교정의들이 사용한다¹²⁻¹⁹⁾. Best-fit법 또한 상악 절치의 이동에 크게 영향을 받지 않기 때문에 경구개를 안정된 구조물로 간주하고 경구개의 상하면에 맞추어 상악을 최대적합시키는 방법인데, 일반적으로 많이 사용되며^{20,21,25)} 또한 대한치과교정학회에서 증례발표시 상악중첩의 표준으로 추천하였다²⁶⁾.

그러나 안면골에 삽입한 임플란트에 중첩하여 골개조와 치아재위치를 연구한 결과에 따르면 Ricketts법과 Best-fit법에 이용되는 경구개자체가 광범위한 차등 골개조를 보이고 비강면에서 흡수성 하방이동을 나타냈다^{4-9,27,28)}. 따라서 중첩에 사용되는 구조물이 성장에 따라 변화하기 때문에 성장량이 왜곡되어 나타난다^{4,5,29)}. 임플란트법이 gold standard로서 인정되어 왔으나 모든 환자에서 수술을 통해 골내에 임플란트를 삽입하여 누년적 안모성장을 연구할 수는 없으므로 임상가나 연구자는 해부학적 구조물에 기초한 중첩법을 사용할 수밖에 없다²⁹⁻³²⁾.

임플란트 추적연구결과⁴⁻⁶⁾ 상악의 관골돌기는 5세에서 20세까지 성장에 영향을 받지 않고 골개조변화를 거의 나타내지 않으며, 성장하는 동안 최상방과 최하방을 제외하고는 변화하지 않았다. 이에 Björk는 상악 관골돌기의 전연을 중첩하는 "구조법(Structural method)"을 제시하였다⁴⁾. 이 방법은 상악 관골돌기의 좌우상의 차이가 적고, 대조도가 비교적 낮으면서 선예도가 높은 양질의 방사선 사진이 필요하고 중첩시 많은 혼란이 요구되며 소개가 잘 안되었기 때문에 국내에서는 자주 사용되지 않고, 비교적 중첩이 간편한 Ricketts법과 Best-fit법이 주로 사용되어 왔다.

이에 저자는 상악 골개조(maxillary remodeling)

및 치아이동을 Ricketts법, Best-fit법, 구조법 (Structural method)의 세가지 상악 중첩 방법으로 정량하여 그 결과를 비교평가하고자 하였다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

집단간 다양성으로 인한 편차를 최소화하기 위해 내원하는 빈도가 가장 높은³⁾ 전치부 반대교합 환자만을 대상으로 하였다. 전남대병원 소아치과에 전치부 반대교합을 주소로 내원하여 평균 3년의 약정형 치료를 받은 환자(Fränkell functional regulator type III, Sagittal, Face mask 혼합사용) 74명의 방사선 사진을 선정하였다. 이중 익구개와 상악 관골돌기의 좌우상의 차이가 현저하거나, 과노출 또는 저노출로 관골돌기를 명확히 구분할 수 없고 맹출중인 중절치가 상악전연과 상연의 형태파악을 불명확하게 하는 대상을 제외한 평균 8세전후 성장기 아동 40명(남아 27명, 여아 13명)의 연속 측모두부방사선 사진을 연구대상으로 하였다. 첫 번째 방사선 사진 촬영시 환자의 평균연령은 8세였고 두 번째 방사선 사진은 약 3년 4개월후에 촬영되었다. 연구대상의 연령분포 및 관찰기간의 분포는 table 1과 같다.

2. 연구방법

(1) 투사도 작성

각 대상의 필요한 구조물 위치를 정확히 파악한 후 0.003" 두께의 acetate지를 첫 번째 방사선 사진과 두 번째 방사선 사진에 각각 위치시켰다. 구개의 형태, 상악 제 1대구치, 절치관의 입구, 최전방에 위치한 절치, 안와 기저부, 상악 관골돌기의 전

연, N-S line을 포함한 투사도를 작성하였다. 좌우 2개가 보이는 구조물은 중간점을 연결하였다. 모든 투사도 작성 및 중첩 과정은 3회 시행하여 평균치를 구하였다²⁵⁾.

(2) 투사도 입력

3가지 중첩방법에 필요한 모든 구조물을 정확히 묘사한 투사도를 평판 scanner(UMAX[®] S-12, UMAX Data Systems Inc., Taipei, Taiwan)를 이용하여 확대율 1:1로 scan하고 IBM PC(Pentium, MMX 200)에 입력시켰다. 입력시킨 투사도를 graphic program(CorelDRAW[®], version 7.375, Corel Corporation, Ottawa, Canada)에 전시하였다(Fig. 1). 각 투사도를 구별하여 더욱 정확한 중첩과 계측을 위해 두 번째 투사도를 빨간색으로 변환시켰다.

(3) 투사도 중첩

첫 번째와 두 번째 측모 두부방사선사진에서 작성된 투사도를 아래의 3가지 방법으로 중첩하였다.

1) Ricketts 법

palatal plane을 따라 ANS에 중첩하였다¹⁷⁻¹⁸⁾(Fig. 1).

2) Best-fit 법

구개골의 구강면 윤곽(contour of oral part of the palate), 비저(nasal floor)의 윤곽, 절치관의 입구가 최대한 적합되는 위치로 중첩하였다²⁶⁾(Fig. 2).

3) 구조법(Structural method)

상악 관골돌기 전연에 접선을 그어 일치시키고 안와저(orbital floor)의 골침착과 경구개 비저의 골소실이 3:2의 비율이 되도록 중첩하였다⁹⁾(Fig. 3).

(4) 투사도의 계측

본 연구에서는 아래와 같은 기준점과 각도를 사용하였다.

앞에 기술된 방법에 따라 중첩시킨 후 400%로

Table 1. Age and sex distribution of subjects

Group	Number	First	Second	Period
		Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)
Male	27	8Y 2M(3M)	11Y 6M(5M)	3Y 4M(4M)
Female	13	8Y 1M(3M)	11Y 4M(4M)	3Y 4M(3M)
Total	40	8Y 2M(3M)	11Y 5M(5M)	3Y 4M(3M)

First:mean age of subjects when their first cephalogram were taken.

Second:mean age of subjects when their second cephalogram were taken.

Y:year M:month

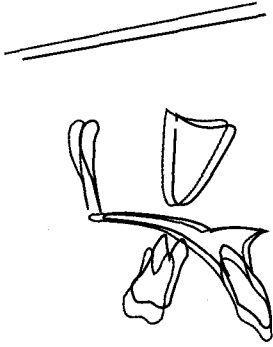


Fig. 1. Ricketts method

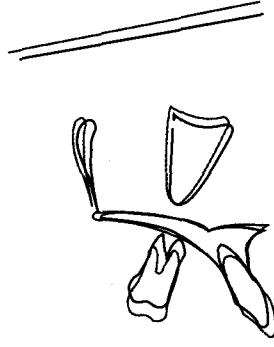


Fig. 2. Best-fit method

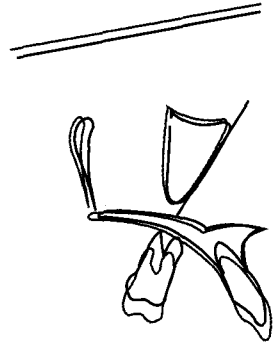


Fig. 3. Structural method

확대하여 첫번째 방사선사진의 PNS를 원점으로, palatal plane을 X축으로, 이에 수직인 선을 Y축으로 설정하고 각 중첩방법에 따라 나타난 다음과 같은 기준점과 각도의 변이량을 digitizer(WACOM®, WACOM Co., Saitama, Japan)를 이용해 각도는 0.01°까지 길이는 0.01mm까지 계측하였다.

1) 기준점(landmarks)

골개조의 양상과 치아이동을 기준점의 변화량으로 측정하기 위해 다음과 같은 5개의 골격 기준점과 4개의 치성기준점을 설정하고(Fig. 4) 수직이동량과 수평이동량으로 나누어 계측하였다. 골격 기준점중 N과 S는 구조법에서 악골의 회전을 나타내는 수치이므로 이동량측정에서는 제외되었다. 첫번째 방사선사진을 기준으로 두 번째 방사선사진의 기준점이 전방이나 상방으로 이동시 +로 후방이나 하방으로 이동시 -로 나타내었다.

① Skeletal landmarks.

- i) N (Nasion): frontonasal suture의 최전방점
- ii) S (Sella): Sella turcica의 중심점
- iii) ANS (anterior nasal spine, 전방비극점): 구개와 같은 높이에서 상악위에 있는 최전방점
- iv) PNS (posterior nasal spine, 후방비극점): 비강저와 익구개와의 교차점에서 경구개의 최후방점
- v) Point A (subspinale): 상악의 전방 곡선상의 최후방점

② Dental landmarks

- vi) U6C: 상악 제1대구치의 근협교두점
- vii) U6A: 상악 제1대구치의 근협치근점
- viii) UIE: 가장 순측에 위치한 상악중절치의 절단

면

- ix) UIA: 상악 중절치의 치근침
- 2) 각도

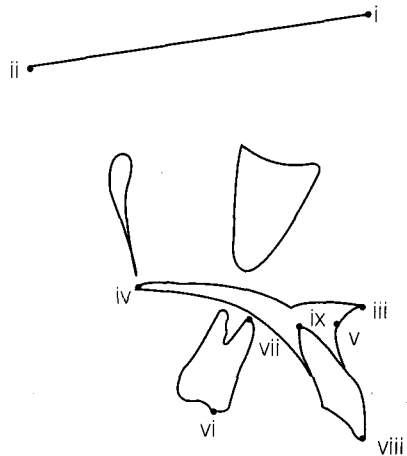


Fig. 4. Landmarks.

악골과 치아의 회전을 보기위해 다음 4개의 각도를 측정하였다. N-S line의 각도 변화량은 구조법에서만 사용되는 기준이므로 구조법으로 중첩한 경우에만 계측하였다. 반시계방향 회전시 +로 시계방향 회전시 -로 나타내었다(Fig. 5).

- i) N-S line angle(N-S/N' -S')

첫 번째와 두 번째 방사선사진의 N-S line이 이루는 각도

- ii) palatal plane angle(ANS-PNS/ANS' -PNS')

첫 번째와 두 번째 방사선사진의 palatal plane이 이루는 각도

- iii) UI angle(UIE-UIA/UIE' -UIA')
- 첫 번째와 두 번째 방사선사진의 상악 전치 치축이 이루는 각도
- iv) U6 angle(U6C-U6A/U6C' -U6A')
- 첫 번째와 두 번째 방사선사진의 상악 구치 치축이 이루는 각도
- (5) 통계

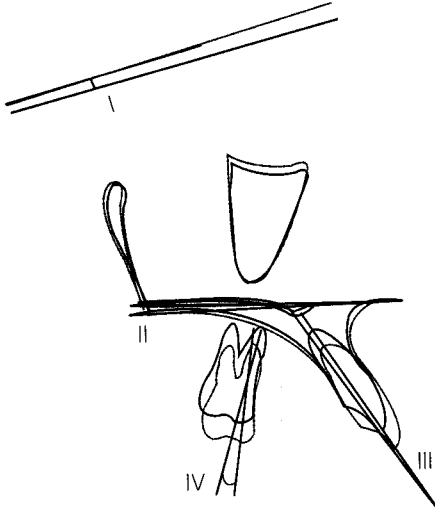


Fig. 5. Angles.

SAS 통계 프로그램을 이용하여 세 중첩법에서 측정된 기준점의 변이량과 각도의 3회 평균을 One way repeated ANOVA로 유의성 검증을 하였고, 유의성이 있는 경우 Student-Newman-Keuls 방식으로 검정하였다²⁴⁾.

III. 성적

(1) 골격 기준점 변이

Point A의 수직좌표는 신뢰성이 없고 주로 전후방 계측을 위해 이용되므로¹⁾ 수평좌표만 계측되었다.

수평방향으로 변이를 측정 한 결과 Ricketts법은 PNS가 $3.6 \pm 0.79\text{mm}$ 후방이동, point A가 $0.53 \pm 0.20\text{mm}$ 후방이동을 나타낸 것으로 측정되었고 중첩점인 ANS는 변화가 없었다. Best-fit법은 PNS가 $1.92 \pm 0.56\text{mm}$ 후방이동, ANS가 $1.76 \pm 0.45\text{mm}$ 전방이동, point A가 $1.08 \pm 0.45\text{mm}$ 전방이동한 것으로 나타났다. 구조법은 PNS가 $2.17 \pm 0.78\text{mm}$ 후방이동, ANS가 $0.93 \pm 0.87\text{mm}$ 전방이동, point A가 $0.75 \pm 0.57\text{mm}$ 전방이동 한 것으로 나타나 각 기준점에서 세 중첩방법간에 유의한 차이를 나타내었다($P < 0.001$)(Table 2). 구조법은 수평방향으로

Table 2. Displacement of Maxillary skeletal landmarks by superimposition(X=horizontal displacement, Y=vertical displacement).(Unit:mm)

		Ricketts	Best-fit	Structural	F-value	P-value
		Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)		
PNS	X	-3.60 (0.79)	-1.92 (0.56)	-2.17 (0.78)	27.2	***
	Y	0.00 (0.00)	-0.05 (0.12)	-1.47 (0.76)	114.6	***
ANS	X	0.00 (0.00)	+1.76 (0.45)	+0.93 (0.87)	31.6	***
	Y	0.00 (0.00)	+0.50 (0.54)	-1.36 (1.21)	55.8	***
Point A	X	-0.53 (0.20)	+1.08 (0.45)	+0.75 (0.57)	27.8	***

*** $P < 0.001$

+ : anterior or superior displacement

- : posterior or inferior displacement

Table 3. Test of statistically significant differences for displacement of skeletal landmarks in each other superimposition(X=horizontal displacement, Y=vertical displacement).

		Best-fit vs Structural	Structural vs Ricketts	Ricketts vs Best-fit
PNS	X	NS	*	*
	Y	*	*	NS
ANS	X	NS	*	*
	Y	*	*	*
Point A	X	NS	*	*

NS: not significant, * P< 0,05

Best-fit법과는 유의한 차이를 나타내지 않았으나 (P>0,05) Ricketts법과는 유의한 차이를 나타냈다 (P<0,05)(Table 3).

수직방향으로 변이를 측정된 결과 Ricketts법은 palatal plane을 일치시키므로 PNS와 ANS의 변이를 나타내지 않았다. Best-fit법은 PNS의 0.05±0.12mm 하방이동, ANS의 0.50±0.54mm 상방이동을 나타냈다. 구조법은 PNS의 1.47±0.76mm 하방이동, ANS의 1.36±1.21mm 하방이동을 나타내어 각 기준점에서 세 중첩방법간에 유의한 차이를 나타내었다(P<0,001)(Table 2). 구조법은 Ricketts

법과 Best-fit법에 모두 유의한 차이를 나타내었고 (P<0,05) Ricketts법과 Best-fit법은 차이를 보이지 않았다(P>0,05)(Table 3).

(2) 치성 기준점 변이

수평방향으로 Ricketts법은 제 1대구치의 0.58±0.52mm 전방이동, 중절치의 2.20±0.57mm 전방이동을 나타냈고 Best-fit법은 제 1대구치의 2.30±0.49mm 전방이동, 중절치의 3.58±0.58mm 전방이동을 나타냈다. 구조법은 제 1대구치의 2.13±0.69mm 전방이동, 중절치의 3.49±0.95mm 전방이동을 나타냈다. 모든 중첩에서 각 기준점의 전방이동을 나타냈으나 그 양은 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(P<0,001)(Table 4). 구조법은 Ricketts법에 비해 유의하게 전방이동하였으며 (P<0,05) Best-fit법과는 유의한 차이가 없었다 (P>0,05). Best-fit법은 Ricketts법과 유의한 차이를 나타냈다(P<0,05)(Table 5).

수직방향으로 Ricketts법은 제1대구치의 3.63±0.41mm 하방이동, 중절치의 2.71±0.59mm 하방이동을 나타냈고 Best-fit법은 제1대구치의 3.62±0.47mm 하방이동, 중절치의 2.63±0.60mm 하방이동을 나타냈다. 구조법은 제 1대구치의 4.65±0.87mm 하방이동, 중절치의 3.74±0.98mm 하방이동을 나타내어 모든 중첩에서 각 기준점의 하방이동을 나타냈으나 그 양은 통계학적으로 유의한 차

Table 4. Displacement of maxillary dental landmarks by superimposition(X=horizontal displacement, Y= vertical displacement). (Unit:mm)

		Ricketts Mean(SD)	Best-fit Mean(SD)	Structural Mean(SD)	F-value	
U6	X	+0.58 (0.52)	+2.30 (0.49)	+2.13 (0.69)		
	Y	-3.63 (0.41)	-3.62 (0.47)	-4.65 (0.87)	25.7	***
U1	X	+2.20 (0.57)	+3.58 (0.58)	+3.49 (0.95)	13.9	**
	Y	-2.71 (0.59)	-2.63 (0.60)	-3.74 (0.98)	8.62	**

** P< 0,01,*** P< 0,001

+: anterior or superior displacement

-: posterior or inferior displacement

이를 보였다($P < 0.001$) (Table 4). 구조법에 비해 Ricketts법은 제 1대구치에서 22%, 중절치에서 29%가 더 적게 계측되었고($P < 0.05$) Best-fit법은 제 1대구치에서 22%, 중절치에서 30%가 더 적게 계측되었다($P < 0.05$). Ricketts법과 Best-fit법은 수직방향에서 유의한 차이를 나타내지 않았다($P > 0.05$) (Table 5).

Table 5. Test of statistically significant differences for displacement of dental landmarks in each other superimposition(X=horizontal displacement, Y=vertical displacement).

		Best-fit vs Structural	Structural vs Ricketts	Ricketts vs Best-fit
U6	X	NS	*	*
	Y	*	*	NS
U1	X	NS	*	*
	Y	*	*	NS

NS: not significant, * $P < 0.05$

(3) 각도

Palatal plane angle은 Ricketts법에서는 이를 기준으로 중첩하므로 변화량을 측정할 수가 없고 구조법과 Best-fit법에서 모두 반시계방향으로 회전을 보였으며 이 두 방법사이에는 차이가 없었다($P > 0.05$). Best-fit법은 5명(13%)을 제외하고 반시계방향으로 회전하였으며 모든 경우에 $\pm 1^\circ$ 이하의 회전량을 보였다(Fig. 6). 구조법은 평균 0.1° 반시계방향 회전을 보였으며 17명(43%)에서는 시계방향 회전, 나머지 환자에서는 반시계방향 회전을 나타냈고 4명(10%)에서는 $\pm 2^\circ$ 이상을 나타내었다(Fig. 7).

구조법에서 35명(88%)의 환자가 골개조를 나타내는 palatal plane의 회전방향과 상악의 회전을 나타내는 N-S line의 회전방향이 일치했으며(Fig. 8) 두 수치가 높은 상관관계를 나타내었다($r = 0.86$) (Table 7).

상악제1대구치와 상악중절치의 장축이 이루는 각도를 중첩방법에 따라 비교한 결과 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($P > 0.05$) (Table 6).

Table 6. Angular measurements by superimposition.

(Unit: degree)

	Ricketts	Best-fit	Structural	F-value	P-value
	Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)		
Palatal plane angle	0.00 (0.00)	+0.28 (0.26)	+0.10 (1.17)	2.16	NS
U6 angle	+3.59 (± 6.45)	+3.06 (± 6.30)	+3.37 (± 6.50)	2.54	NS
U1 angle	+4.68 (± 6.49)	+4.55 (± 6.09)	+4.34 (± 5.97)	0.75	NS

NS: not significant

+: counter clockwise rotation

-: clockwise rotation

Table 7. Relationship between palatal plane angle and N-S line angle in Structural method. (Unit: degree)

Measurements	Palatal plane angle	N-S line angle	R	P
	+0.1 (± 1.17)	+0.08 (± 0.86)	0.86	***

*** $P < 0.001$

+: counter clockwise rotation

-: clockwise rotation

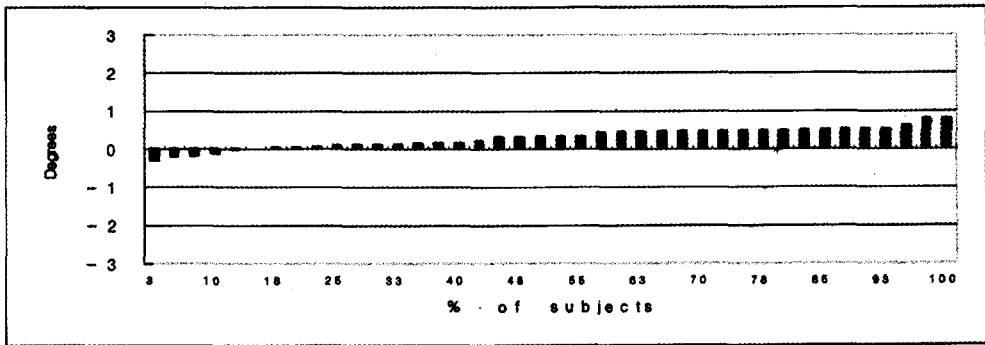


Fig. 6. Palatal plane angle in Best-fit method

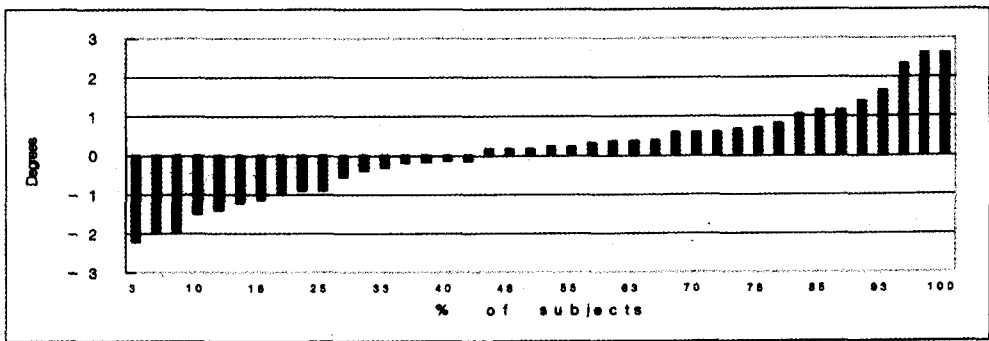


Fig. 7. Palatal plane angle in Structural method

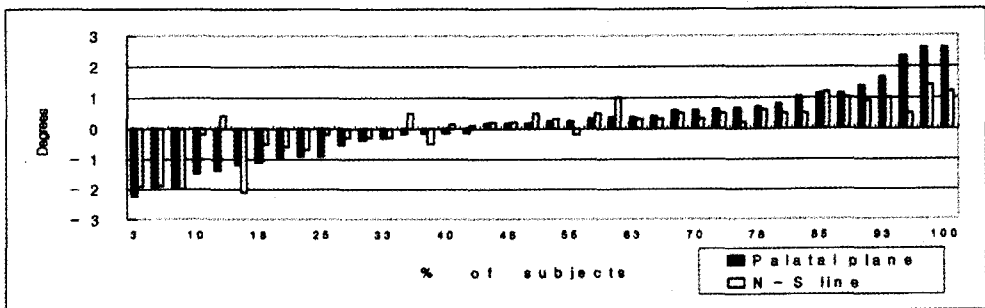


Fig. 8. Rotation of N-S line and Palatal plane in Structural method.

IV. 고찰

측모 두부방사선 사진은 다른 방법으로는 관찰할 수 없는 골격 및 치아관계의 세부사항과 치료에 대한 반응 및 성장을 정밀하게 평가할 수 있다. 치료전후의 두부방사선 사진을 비교하지 않고서는

치료에 대한 환자의 반응을 정확히 평가하기가 실질적으로 불가능하며 성장의 평가 및 연구에도 두부방사선 사진의 비교는 유용하다¹⁾.

한 개인의 두장 이상의 투사도를 특정의 구조위에 일치시키는 중첩은 성장이나 치료의 변화를 시각화하는데 도움이 된다. 중첩에 의하여 인접부위

에서 국소의 골개조가 관찰되며 이 변화는 여러부위에서 일어난 성장의 총합 및 치료효과의 복합이다⁵⁾. 그러나 올바른 중첩에 의해 성장과 치료효과를 나타내기 위해서는 성장에 영향을 거의 받지 않는 안정된 구조물에 서로 다른 시기의 투사도를 일치시켜야 한다¹¹⁾.

상악중첩에 기준으로 사용되어 온 경구개는 비강면에서 끊임없이 흡수되고 구강면에서 침착되어 공간에서 위치가 변하므로 이를 기준으로 하는 대부분의 상악 중첩방법이 불만족스럽게 된다²⁹⁾. 그러므로 상악 성장과 치료 변화를 평가하기 위해 성장에 거의 영향을 받지 않는 상악 관골돌기에 중첩하는 구조법(Structural method)의 사용이 제안되었다⁴⁾. 많은 연구에서 구조법은 유효성(validity)이 높은 것으로 나타났으나^{5,9,29,32)} 상악 좌우 관골돌기가 심하게 차이나면 정확히 확인하여 점선을 긋기 어려우며, 관골돌기가 짧기 때문에 전연을 따라 방향을 설정하는데 어려움이 따르고 이는 잘못된 회전효과를 초래해 해석에 오류를 범할 수 있으므로 이러한 경우에는 낮은 재현성을 가진다는 것이 단점으로 보고된바 있다³⁵⁾. 그러므로 임상적으로 palatal plane을 따라 ANS에 중첩하는 Ricketts법¹²⁻¹⁹⁾과 경구개면에 최대적합시키는 Best-fit법^{20,21,25)}이 널리 사용되어 왔다. 이에 구조법이 Ricketts법이나 best-fit법과 유의한 차이를 보이는지 연구하고자 하였다.

각 기준점의 수평이동을 보면 구조법은 PNS의 후방이동($2.17 \pm 0.78\text{mm}$), ANS와 point A의 전방이동($0.93 \pm 0.87\text{mm}$, $0.75 \pm 0.57\text{mm}$)을 나타냈다. ANS에 일치시키는 Ricketts법은 point A가 적은 양이지만 후방이동한 것으로 나타났으며 이는 골개조를 고려치 않고 ANS에 중첩시킴으로써 상악 골 전연이 후퇴된 것처럼 나타난 결과이다³²⁾. Best-fit법과 구조법에서 나타난 각 기준점이 Ricketts법에 비해 유의하게 전방이동하였는데 이는 상악 악정형력을 사용한 피실험자를 대상으로 했기 때문으로 추측된다. 구조법을 이용한 기존 연구에서 4년동안 PNS의 수평성장은 2.3mm로 보고되었으며^{5,27,28)} 이는 3년 4개월을 관찰기간으로 한 본 연구와 거의 유사한 결과를 보이며 봉합성장과 상악결절에서 골침착에 의한 길이 성장의 결과로 보여진다³⁶⁾. 이러한 결과는 PNS에서 상

당량의 상악 성장이 일어나므로 익구개와나 PNS 등 상악의 후방구조물에 중첩하는 방법 또한 수직수평면으로 오류를 범할 수 있음을 나타낸다⁵⁾. 본 연구에서 Best-fit법은 PNS에서 12%의 침착성 성장을 과소평가하는 것으로 나타났는데 이는 비강저의 흡수성 하방이동을 허용치 않는 Best-fit법의 전반적인 문제점으로 설명할 수 있으며, ANS와 point A가 약간 전방성장한 듯 나타나면서 PNS의 후방이동이 감소되어 나타난다는 보고³²⁾와 일치하였다. 그러나 전방에서 골흡수가 더 많이 일어나는 피실험자를 대상으로 한 연구결과⁵⁾(50%)보다는 상당히 작았으며 구조법과 유의한 차이도 없었다. 즉 상악의 흡수성 골개조는 전체적인 회전 이동을 유발하여 Best-fit법과 구조법 사이에 수평이동을 야기할것으로 기대되었으나 상악의 회전이 다양하고 상악 악정형장치를 사용한 피실험자를 대상으로한 본 연구에서는 구조법이 미량(평균 0.25mm) 후방이동한것으로 나타났다.

수직적으로 Ricketts법과 Best-fit법에 의한 골격 기준점 자료는 구개 비강면의 하방 골개조를 나타내지 못했다. Ricketts법은 palatal plane에 일치시키는 중첩성격상 전혀 구개면의 수직적인 골개조를 나타내지 못했고 Best-fit법은 오히려 ANS가 상방이동(0.5mm)하여 골침착이 일어난 것처럼 나타났다. Palatal plane 또한 5명(13%)를 제외하고는 반시계방향으로 회전한 양상을 보였으며 그 양은 $\pm 1^\circ$ 내의 범위였다. 이는 Best-fit법을 사용할 때 전방 치조부위의 수직성장에 의해 ANS가 상방이동하고 palatal plane이 반시계방향으로 회전하는 것처럼 나타난다는 보고³²⁾와 일치한다. Björk는 임플란트 매식연구에서 안와하연의 골침착과 경구개 구강면의 골침착을 동반한 비강면의 골흡수에 의해 상악이 하방변위한다고 보고하였고⁴⁷⁾, 상악의 성장과 골개조의 정량을 시도한 연구 또한 같은 결과를 나타냈다²⁹⁾. 구조법에서는 이러한 상악의 골개조를 ANS와 PNS의 하방변위로 확인할 수 있었다. Nielsen⁹⁾은 ANS의 하방이동량이 PNS이동량의 2배라고 보고하였고 Baumrind²⁹⁾는 PNS가 ANS보다 더 하방이동했다고 보고하였다. 본 연구에서 구조법은 3년 4개월간 ANS($1.36 \pm 1.21\text{mm}$)와 PNS($1.47 \pm 0.76\text{mm}$)의 하방이동량이 거의 비슷하였고 palatal plane의 각도변화는 평균 0.1° 로 미

약한 반시계방향 회전양상을 보였다. 그러나 개인 간의 변이가 다양해서 57%의 환자는 PNS의 하방이동이 ANS보다 더 큰 반시계방향 회전을, 43%는 ANS가 PNS보다 더 하방이동한 시계방향 회전을 보였고 4명 (10%)에서는 palatal plane의 각도변화가 $\pm 2^\circ$ 이상을 나타내었다. 앞에 언급한 두 연구가 임플란트 매식 환자에서 시행되어 대상이 많지 않았기 때문에 그 양에 있어 변이가 큰 것으로 생각되나 상악골이 하방이동한 점은 일치한다.

실제적으로 palatal plane의 회전이 많고 관골이 변화하지 않음에도 불구하고 전체 두부 중첩에서 palatal plane은 거의 유지되어 평행하고 관골이 전방이동한 것으로 나타나는 것은 비강면의 골개조가 N-S line의 변화와 거의 일치하기 때문이라고 보고된 바 있다^{27,28)}. 본 연구에서도 구조법 사용시 35명(88%)에서 골개조를 나타내는 palatal plane의 회전방향과 상악 회전을 나타내는 N-S line의 회전방향이 일치했고(Fig. 8) 높은 상관관계를 나타내었다($r=0.86$)(Table 7). 구조법 이외의 다른 중첩 방법은 악골 자체의 회전을 나타내는 기준점이 없기 때문에 이를 파악할 수 없고 palatal plane이나 하악하연의 경사가 거의 변화가 없는 것처럼 나타나 실제 성장 변화와 치아이동을 오해하게 된다⁴⁾. 방사선 사진 계측시 특히 악골의 골개조에 관심을 기울여야 하는 이유는 성장기 아동은 말할것도 없이 성인에서조차 교정치료에 큰 영향을 미치는 환자의 수직적 문제점을 놓치지 않기 위함이다⁷⁾.

치성 기준점 비교에서 Ricketts법은 구조법에 비해 상악 제 1대구치를 나타내는 기준점이 치아 맹출량의 22%, 중절치를 나타내는 기준점은 29%의 과소평가를 보였으며($P<0.05$) Best-fit법은 대구치에서 22%, 중절치에서 30%를 과소평가했다($P<0.05$). 이는 경구개면에 중첩할 경우 악골의 하방이동이 포함되지 않아 치아 맹출량의 과소평가를 보인다는 연구결과³⁾와 유사하다. 또한 Isaacson 등³⁰⁾이 Best-fit법과 임플란트법을 비교한 연구에서 구치와 전치의 이동에 많은 차이를 보인다고 보고한 것과 일치한다. 그러나 상악 관골돌기를 중첩시킬 때 비강면의 흡수가 안와저의 골침착보다 더 적기 때문에 골침착과 골소실의 양이 1:1의 비율이 되도록 위치시키면 구조법이 임플란트 법에 비해 비강면의 흡수와 치아의 이동을 약간 과대평가하는

경향이 있다는 연구⁴⁾에 근거하여 본 연구는 안와저의 골침착량과 비저의 골소실량이 3:2가 되도록 위치시켰으므로, 1:1로 위치시킨 연구결과보다 더 적은 양을 나타낸 것으로 생각된다.

본 연구에서는 평균 3년 4개월동안 구조법이 수평면에서 Ricketts법에 비해 유의한 전방이동을 나타냈고($P<0.05$) Best-fit과 Ricketts법보다 유의한 하방이동을 나타냈다($P<0.05$)

이상의 연구결과를 볼 때 ANS나 PNS에 중첩시키거나(Ricketts법등) 구개부를 중첩하는(Best-fit법등) 것은 이 구조물들이 상당한 골개조를 겪고 인접구조물의 변화를 유의하게 왜곡시킨다. 그러므로 구조법으로 상악골개조 및 치아이동을 측정하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 상악 관골돌기가 명확한 두부방사선 사진만을 이용하였고 계측치의 정확성을 위해 3번 중첩하여 평균을 이용하였지만, 임상적으로 상악 관골돌기의 확인이 어렵다면 유효성은 낮으나 중등도의 재현성을 가진다고 보고³⁰⁾된 바 있는 Best-fit법이 추천된다. 전후방적인 측면에서 Best-fit법은 Ricketts법보다 더 유효한 것으로 추측되며 본 연구에서도 Ricketts법보다 유의하게 전방으로 이동하여 수평적으로는 구조법과 차이를 보이지 않았다. 그러나 구개골의 비강면과 구강면에 중첩하는 이 방법은 비저의 골개조를 고려하지 않은 상태로 투사도가 작성됨으로써 구조법이 사용되었을 때 나타나는 상악 비강면의 하방 골개조에 대한 중요한 정보를 얻을 수 없다. 또한 회전이 포함되지 않음으로써 성장량이 왜곡되기 때문에 비저의 하방 골개조를 고려해야 하며 더 나아가 상악 악정형 환자의 경우 치아 맹출량에서 절치는 약 30%, 구치는 20%가 과소평가된다는 사실도 염두에 두어야 한다.

본 연구는 전치부 반대교합으로 교정치료를 받은 환자를 대상으로 시행되어 모든 환자에서 이와 같은 차이가 나타날것으로 기대할 수는 없기 때문에 교정치료를 받지 않았거나 다른 부정교합을 가진 피검자를 대상으로 한 중첩방법의 비교도 필요하리라 생각된다.

V. 결 론

상악 골개조(maxillary remodeling) 및 치아이동

을 Ricketts법, Best-fit법, 구조법(Structural method)의 세가지 상악 중첩 방법으로 정량하여 그 결과를 비교평가하기 위하여 본 연구를 시행하였다. 전남대병원 소아치과에 전치부 반대교합으로 평균 8세부터 3년4개월간 악정형 치료를 받은 성장기 아동 40명(남아 27명, 여아 13명)을 대상으로 하였다. 각각의 중첩방법으로 기준점과 각도 변화량을 계측하였고, 그 결과를 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 구조법은 PNS의 후방이동, ANS와 point A의 전방이동이 계측되었다. 구조법에 비해 Ricketts법은 모든 기준점이 후방이동한 결과를 나타내었고($P<0.05$) Best-fit법은 유사한 수평이동을 나타냈다($P>0.05$).
2. 구조법은 골격 기준점의 하방이동이 계측된 반면 Ricketts법과 Best-fit법은 비강저의 하방골개조가 거의 측정되지 않았다($P<0.05$).
3. 구조법에 비해 Ricketts법과 Best-fit법은 치아맹출이 20-30% 적은 것으로 계측되었다($P<0.05$).
4. 구조법은 palatal plane이 연구대상의 43%에서 시계방향 회전을, 57%에서는 반시계방향 회전을 나타냈으나 Ricketts법에서는 변화가 없었고 Best-fit법에서는 87%에서 반시계방향 회전을 나타냈다.
5. 구조법에서 palatal plane과 N-S line의 회전량이 높은 상관관계를 나타내었다($r=0.86$).
6. 구치와 전치의 치축 변화는 세 방법간에 유의차가 없었다($P>0.05$).

참고문헌

1. Moyers R.E.: Handbook of orthodontics, 4th ed, Chicago, Year book publishers Inc., 326-327, 1988.
2. Pacini, A.J.: R entgen ray anthropometry of the skull, J. Radiol. 42:230-322, 1992.
3. Broadbent B.H.: A new x-ray technique and its application to orthodontia, Angle Orthod. 1:45-66, 1931.
4. Björk A., Skieller V.: Facial development and tooth eruption: An implant study at the age of puberty, Am. J. Orthod. 62:339-83, 1972.
5. Nielsen I. L.: Maxillary superimposition: A comparison of three methods for cephalometric evaluations of growth and treatment change, Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. 95:422-31, 1989.
6. Björk A.: Facial growth in man, studied with the aid of metallic implants, Acta Odontol Scand. 13:9-34, 1955.
7. Björk A.: The use of metallic implants in the study of facial growth in children: Method and application, Am. J. Phys. Anthropol. 29:243-54, 1968.
8. Björk A., Skieller V.: Postnatal growth and development of the maxillary complex. In: McNamara JA Jr, ed. Factors affecting the growth of the midface. Ann Arbor: 1976. Center for Human Growth and Development, University of Michigan.
9. Björk A., Skieller V.: R entgenocephalometric growth analysis of the maxilla, Trans. Eur. Orthod. Soc. 53:51-5, 1977.
10. Björk A., Skieller V.: Normal and abnormal growth of the mandible: A synthesis of longitudinal cephalometric implant studies over a period of 25 years, Eur. J. Orthod. 5:1-46, 1983.
11. 경 승현, 문 윤식: 두가지 두부 방사선 사진 중첩 방법의 비교, 대한치과교정학회지. 27(4): 633-641, 1997.
12. Broadbent B.H.: Bolton standards and technique in orthodontic practice, Am. J. Orthod. 7:209-33, 1937.
13. Broadbent B.H.: Ontogenic development of occlusion, Angle. Orthod. 11:223-42, 1941.
14. Moore A.W.: Orthodontic treatment factors in Class II malocclusion, Am. J. Orthod. 45:323-52, 1959.
15. Salzmann J.A.: The research workshop on cephalometrics, Am. J. Orthod. 46:834-47, 1960.
16. Salzmann J.A.: Orthodontics in Daily Practice, JB Lippincott: Philadelphia, 1972.
17. Ricketts R.M.: The influence of orthodontic

- treatment on facial growth and development. *Angle. Orthod.* 30:103-32, 1960.
18. Ricketts R.M.: An overview of computerized cephalometrics. *Am. J. Orthod.* 61:1-28, 1972.
 19. Ricketts R.M.: Perspectives in the clinical application of cephalometrics. *Angle. Orthod.* 30:103-32, 1960.
 20. Downs W.B.: Variations in facial relationships: their significance in treatment and prognosis. *Am. J. Orthod.* 34:812-40, 1948.
 21. Brodie A.: Cephalometric radiogenology: history, techniques and uses. *J. Oral. Surg.* 7:185-98, 1949.
 22. Moore A.W.: Observations on facial growth and its clinical significance. *Am. J. Orthod.* 45:399-423, 1959.
 23. Riedel R.A.: A postretention evaluation. *Angle. Orthod.* 44:194-212, 1974.
 24. Luder H.U.: Effects of activators treatment - evidence for the occurrence of two different types of reaction. *Eur. J. Orthod.* 3:205-22, 1981.
 25. Athanasiou A.E.: *Orthodontic cephalometry.* Mosby-Wolfe, St Louis, 1995.
 26. 대한치교교정학회 인정의 제도시행에 관한 공고. *학회소식지, 대한치교교정학회.* 15:5-13, 1996.
 27. Björk A.: Sutural growth of the upper face studied by the implant method. *Acta. Odontol. Scand.* 24:109-27, 1966.
 28. Björk A., Skieller V.: Growth of the maxilla in three dimensions as revealed radiographically by the implant method. *Br. J. Orthod.* 4:53-64, 1977.
 29. Baumrind S., Korn E.L.: Quantitation of maxillary remodeling. *Am. J. orthod.* Jan:29-41, 1987.
 30. Baumrind S., Frantz R.C.: The reliability of head film measurements. 2. Conventional angular and linear measures. *Am. J. orthod.* 60:505-517, 1976.
 31. Baumrind S., Mille, D., Molthen R.: The reliability of head film measurements. 3. Tracing superimposition. *Am. J. orthod.* 70:617-44, 1976.
 32. Baumrind S., Korn E.L.: Quantitation of maxillary remodeling: Part 2. *Am. J. orthod.* Jan:29-41, 1987.
 33. 김용식, 김진태: 소아치과에 내원한 III급 부정 교합 환자에 관한 연구. *대한소아치과학회지.* 18:184-192, 1991.
 34. 윤배현: SAS로 배우는 통계학, 자유 아카데미. 서울, 1995.
 35. Kristensen B.: *Cephalometric superimposition: Growth and treatment evaluation.* The Royal Dental College: Aarhus.
 36. Melsen B., Melsen F.: The postnatal development of the palatomaxillary region studied on human autopsy material. *Am. J. Orthod.* 82:329-41, 1982.
 37. Isaacson R.J., Worm, F.W., Speidel T.M.: Measurement of tooth movement. *Am. J. Orthod.* 70:290-303, 1976.