

중첩 방법에 따른 성장기 상하악 절치 위치 변화에 대한 종단연구


¹전남대학교 치의학전문대학원 치주과학교실, ²전남대학교 치의학전문대학원 치과교정학교실
³Department of Orthodontics, Arthur A. Dugoni School of Dentistry, University of the Pacific

박효선^{1*}, 오민희^{2*}, 오희수³, 조진형²

*This two authors contributed equally to this work (as co-first authors).

ORCID ID

Hyo-Seon Park,  <https://orcid.org/0000-0002-5259-4344>

Min-Hee Oh,  <https://orcid.org/0000-0002-3563-4623>

Heesoo Oh,  <https://orcid.org/0000-0002-6029-6064>

Jin-Hyoung Cho,  <https://orcid.org/0000-0002-0342-6379>

ABSTRACT

The longitudinal cephalometric study for positional change of maxillary and mandibular incisors according to three superimposition methods

¹Department of Periodontology, School of Dentistry, Chonnam National University, ²Department of Orthodontics, School of Dentistry, Dental 4D Research Institute, Dental Science Research Institute, Chonnam National University,

³Department of Orthodontics, Arthur A. Dugoni School of Dentistry, University of the Pacific

Hyo-Seon Park^{1*}, Min-Hee Oh^{2*}, Heesoo Oh³, Jin-Hyoung Cho²

*This two authors contributed equally to this work (as co-first authors).

Running Title : Longitudinal study on positional change of incisor in growing children

This study investigated the positional changes of maxillary and mandibular incisors during growth and the difference of positional changes according to the three superimposition methods.

Lateral cephalographs including 10 subjects(7 males and 3 females) between 7-14 years old were used, which had been taken at University of California in San Francisco and kept at University of the Pacific. Four lateral cephalographs were selected based on chronologic age and development of dental occlusion. After tracing of cephalographs, superimposition was performed in three methods; based on cranial base, maxilla or mandible, and implants of maxilla and mandible. The repeated measure analysis of variance (ANOVA) and ANOVA with post-hoc analysis were performed.

With growth, both maxillary and mandibular incisors showed changes in the anterior and downward directions, and the amount of positional changes was different according to the superimposition methods. As a result of comparing the changes of the upper and lower incisors according to three superimposition methods, the horizontal change of the upper incisor showed statistically significant differences between the three superimposition methods in all three periods. The change of the lower incisor showed a statistically significant difference only in the T3-T4 period, and no statistically significant difference in the other periods.

In growing children, superimposition based on the facial bone shows that growth of the facial bones including the maxilla and mandible is contained together. This suggests that growth needs to be considered even when evaluating orthodontic treatment.

Key words : Positional change of upper and lower incisor, use of intraosseous metallic implant

Corresponding Author

Jin-Hyoung Cho

Department of Orthodontics, School of Dentistry, Dental 4D Research Institute, Dental Science Research Institute, Chonnam National University, 77 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju 61186, KOREA.

Business phone : +82-62-530-5818 / Fax : +82-62-530-5659 / E-mail : jhcho@jnu.ac.kr

I. 서론

사람의 치아는 성인이 된 후에도 맹출이 계속되며, 이것은 치조돌기의 높이 성장과 동반하여 나타난다^{1~7)}. 이러한 계속적인 맹출에 대한 이해는 안면 성장 예측 및 교정적 치료 계획 수립에 있어 필수적인 요소라고 할 수 있다^{4,8,9)}.

이러한 맹출에 따른 상악 전치의 위치 및 치축 경사의 변화는 안모의 조화 및 균형을 결정하는데 매우 중요한 역할을 한다. 상악 전치는 하악의 전방 이동 시 전방 유도경사(anterior guiding slope)로 작용하며, 하악 전치는 교정 치료 후의 안정성 예측에 결정적인 요소 중 하나이다¹⁰⁾.

그럼에도 불구하고 현재까지 교정 치료를 받지 않은 성장기 아동을 대상으로 한 성장에 따른 상악 전치의 이동 방향이나 이동량에 대한 연구는 많지 않다. 연속적으로 촬영한 측모두부규격방사선사진을 이용한 상악 전치 및 구치의 위치 변화에 대한 연구가 있었으나^{3,4,10)} 교정치료를 받지 않은 기간에 촬영한 영상만을 대상으로 하지 않아 교정치료 효과를 제외한 성장에 의한 치아위치 변화에 대한 분석이 시행되지 않았을 뿐 아니라⁴⁾ 기존의 연구방법은 두개기저골이나 상악골, 하악골을 중첩의 기준영역으로 설정하여 안면골이나 상,하악골의 성장이 함께 포함된 평가로 성장에 따른 순수한 치아 위치 변화를 보여주지 못했다^{4,10)}. 이에 본 연구는 상,하악골에 임플란트를 매식하고 7세부터 16세까지 2년 단위로 측모두부규격방사선사진을 채득한 교정치료를 받지 않은 성장기 아동을 대상으로 상악 전치의 위치가 성장에 의해 어떻게 변화하는지 알아보는 한편, 상악 전치의 위치변화가 중첩방법에 따라 어떠한 차이를 보이는지 알아보기 위하여 시행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 연구 대상

미국 University of the Pacific의 Arthur A. Dugoni School of Dentistry, Craniofacial Research Instrumentation Laboratory (CRIL)의 상악골과 하악골에 골내 임플란트를 매식하고 7세부터 16세까지 2년 단위로 채득한 교정치료를 받지 않은 측모두부규격방사선사진(남 7명, 여 3명)을 이용하였다¹¹⁾.

2. 연구 방법

1) 치령에 따른 측모두부규격방사선사진 선별

대상자의 연령 및 측모두부규격방사선사진을 이용하여 상악전치가 교합이 이루어지는 8세경을 T1으로, 10세경을 T2, 제2대구치의 맹출이 이루어지는 12세경을 T3, 그 후 2년이 경과한 시점인 14세경을 T4로 하여 대상자 당 총 4장의 측모두부규격방사선사진을 선별하였다.

2) 측모두부규격방사선사진의 투사도 작성

측모두부규격방사선사진에 투사지를 부착하고 투사도를 작성하였다. 투사도 작성 후 계측과 중첩을 시행하기 위하여 Image-pro plus (Media Cybernetics, Rockville, USA)를 이용하여 계측점 및 계측항목을 설정하였다.

3) 계측점 설정 및 측정

본 연구에서는 골내 임플란트와 골격을 기준으로 한 상악 전치의 위치 변화를 평가하기 위하여 10개의 계측점을 설정하였다(Table 1). T1 시기의 측모두부규격방사선사진에 나타나있는 지평면에 수직인 마커를 이용하여 y축을 설정하였으며, x축은 y축에 수직되게 설정하였다.

좌표계의 원점(0,0)은 T1에서의 상악 전치 절단면과 하악 전치 절단면으로 각각 설정하였으며, x축 방향에서의 (+)값은 전방이동을, (-)값은 후방이동을 의미하고 y축 방향에서의 (+)값은 상방이동을, (-)값은 하방이동을 의미한다.

투사도가 작성된 측모두부규격방사선사진을 T1과 T2, T2와 T3, T3와 T4를 각각 다음과 같은 3가지 방법으로 중첩을 시행하였다(Fig. 1).

- (1) Cranial base (S-N line)
- (2) Maxilla or Mandible (structural method)
- (3) Implant (maxilla or mandible)

두개기저골 중첩은 sella와 nasion을 연결하는 선이 일치되도록 두 장의 방사선사진을 배열한 후, sella point에

맞추어 중첩을 시행한 후 상하악 전치 절단면의 위치를 x축, y축 방향으로의 변화량으로 기록하였다. 상악골 중첩은 상악골의 ANS와 PNS를 연결한 선이 일치하도록 두 장의 방사선사진을 배열한 후 ptm을 후방경계로 하여 중첩을 시행한 후 상하악 전치 절단면의 위치를 x축, y축 방향으로의 변화량으로 기록하였다. 하악골 중첩은 하악의 하연을 표현하는 Me과 Go을 연결하는 선을 기준으로 두 장의 방사선사진을 배열한 후 Me을 전방경계로 하여 중첩을 시행한 후 x축, y축 방향으로의 변화량을 기록하였다. 상악골과 하악골의 임플란트를 이용한 중첩은 두 장의 방사선사진을 매식된 임플란트가 일치되도록 (best fit method) 중첩을 시행한 후 x축, y축 방향으로의 변화량을 기록하였다.

Table 1. Cephalometric landmarks

Landmarks	Abb	Description
Sella	S	the center of the cavity outlined by sella turcica
Nasion	N	the most anterior point on the nasofrontal suture
Anterior nasal spine	ANS	the most anterior point on the maxilla at the nasal base
Posterior nasal spine	PNS	the tip of the posterior nasal spine of the palatine bone, at the junction of the soft and hard palate
Maxillary incisor tip	$\underline{1}$	the incisal tip of the upper central incisor
Mandibular incisor tip	$\bar{1}$	the incisal tip of the lower central incisor
Menton	Me	the most inferior point on the mandibular symphysis
Gonion	Go	the most inferior point on the mandible at the angle
Pterygo-maxillary fissure	ptm	The Anterior border of the pterygopalatine fossa
Implant	Imp	an implant installed on the maxilla and mandible

Abb, Abbreviation.

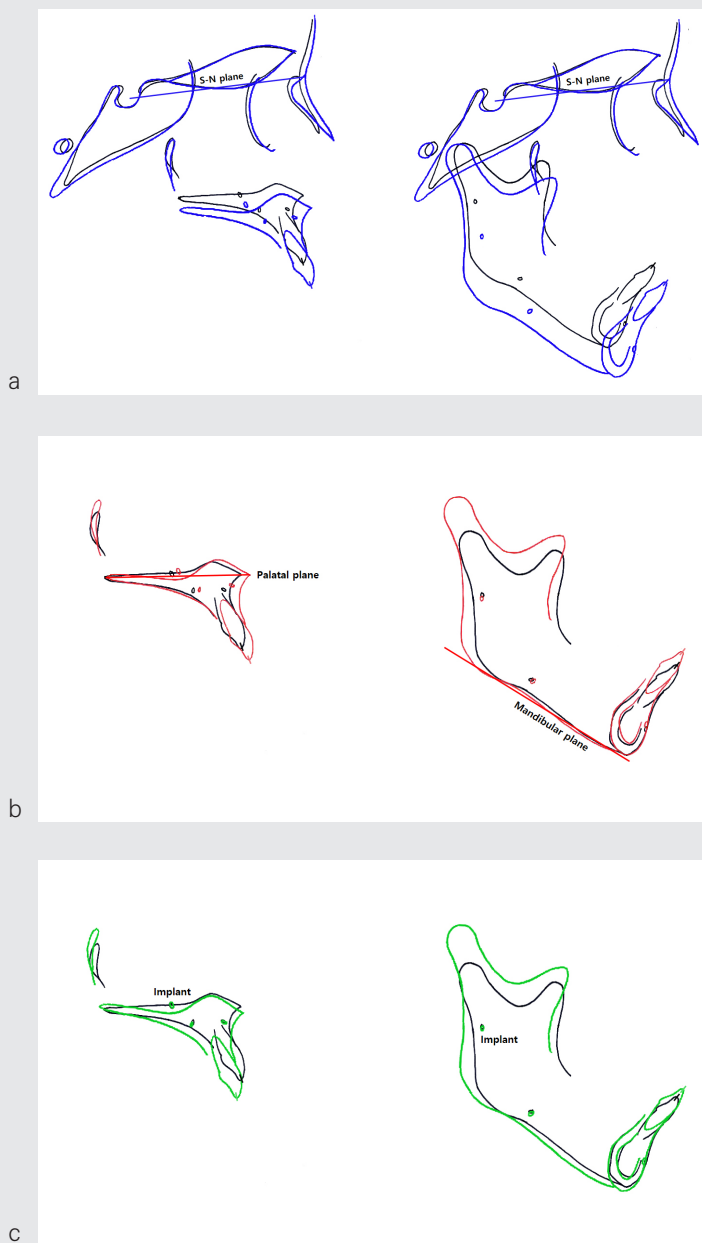


Figure 1. Superimposition of lateral cephalographs used in this study. a, Superimposition with cranial base (S-N line) as a reference area; b, superimposition with maxilla or mandible as a reference area (structural method); c, superimposition with implant on maxilla or mandible as a reference area.

3. 통계 및 분석

각 시기별 치아 위치변화를 평가하기 위하여 등분산 검정을 먼저 시행하여 등분산성을 만족함을 확인하였으며, 네 번의 시기동안 반복측정한 계측값의 각 시기별 차이를 비교하기 위하여 각각의 중첩방법별로 repeated measures analysis of variance (ANOVA)를 시행하였다. 각 시기별 나타난 상악 전치의 위치 변화량이 3가지 중첩 방법에 따라 어떠한 차이를 보이는지 비교하기 위하여 ANOVA와 사후검증을 시행하였다.

III. 결과

1. 성장에 따른 상악 전치 절단연의 위치변화

성장에 따른 상악 전치 절단연의 각 시기별 수평적 위치 변화를 비교한 결과 상악 전치의 전방으로의 이동량은 상악골을 이용한 중첩에서 가장 크게 나타났으며, 골내 임플란트를 이용한 중첩에서 가장 작게 나타났다. 상악전치의 수직적 위치 변화는 두개기저골 중첩을 제외한 상악골과 임플란트를 이용한 중첩 모두에서 하방으로 이동한 것으로 나타났다(Fig. 2a).

성장에 따른 하악 전치 절단연의 각 시기별 위치 변화를 비교한 결과, 하악 전치의 수평적 위치 변화는 두개기저골 중첩에서만 전방으로의 이동을 보였으며, 수직적 위치 변화는 두개기저골 중첩을 제외한 나머지 중첩 모두에서 하악 전치가 하방 이동한 것으로 나타났다(Fig. 2b).

2. 중첩방법에 따른 상악 전치 절단연의 위치 변화량의 차이

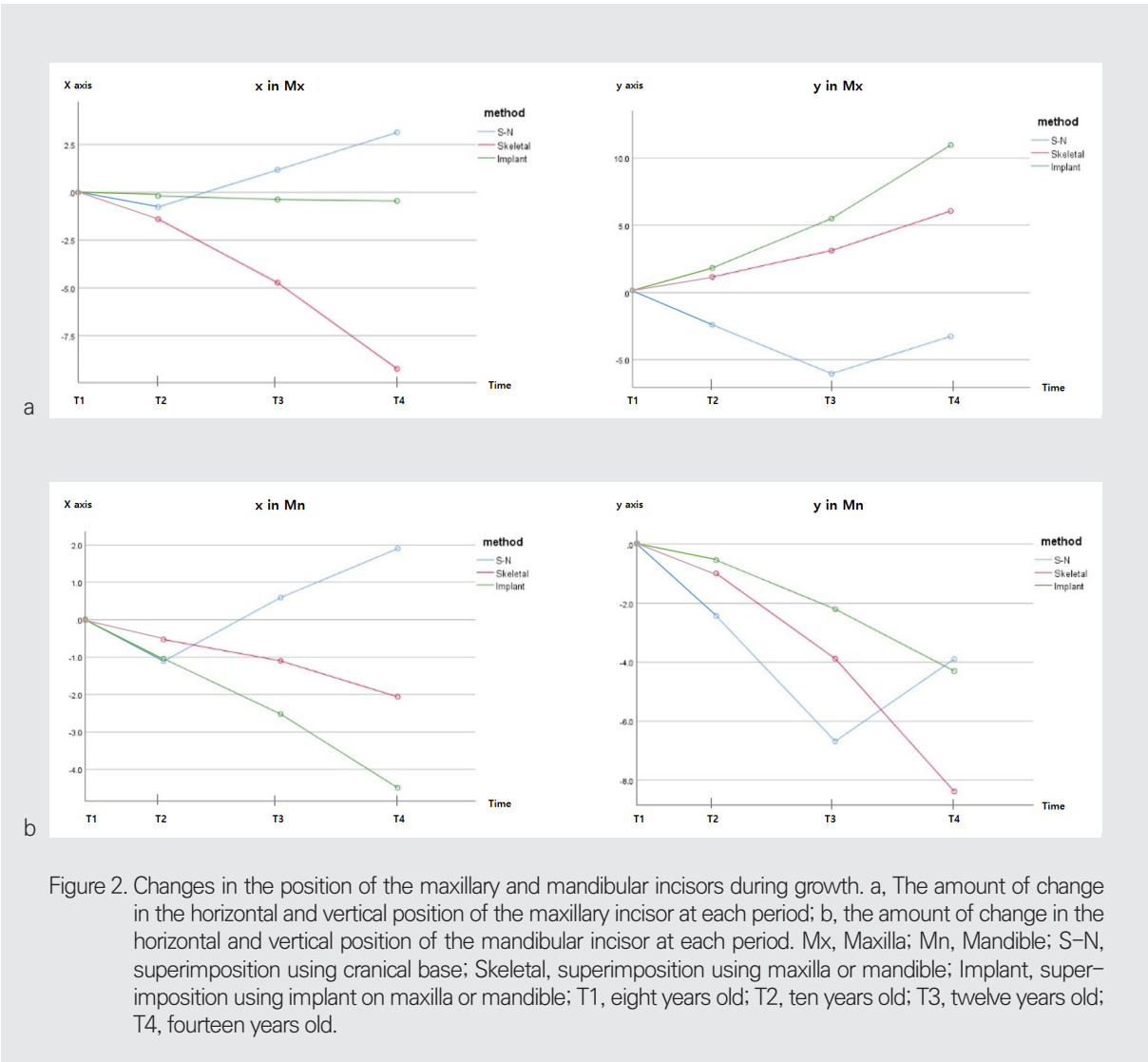
성장에 따른 각 시기별 상악 전치 절단연의 변화량을

세 가지 중첩법에 따라 비교한 결과, 상악 전치 절단연의 수평방향으로의 변화량은 세 시기 모두에서 통계적으로 유의한 차이를 보였으며, 하악 전치 절단연의 수평방향으로의 변화량은 T3-T4의 시기에서만 통계적으로 유의한 차이를 보였고, 나머지 시기에서는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2).

상악 전치 절단연의 수직방향으로의 변화량은 세 가지 중첩법에 따라 세 시기 모두에서 통계적으로 유의한 차이를 보였으며, 하악 전치 절단연의 수직방향으로의 변화량은 T3-T4의 시기에서만 통계적으로 유의한 차이를 보였고, 나머지 시기에서는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 3).

IV. 고찰

성장에 따른 치아의 위치변화를 평가하기 위하여 본 연구에서는 두개골, 각 악골, 그리고 악골내 임플란트를 이용하였다. 첫 번째로 두개골을 이용한 중첩을 통한 치아 위치변화 평가는 상악악의 성장뿐 아니라 전반적인 안면의 성장을 포함한 치아 위치변화를 평가하게 되므로 안면 성장을 함께 이해하여야 한다(Fig. 1a). 두 번째 방법인 상악골과 하악골 자체의 중첩법을 이용한 치아 위치변화 평가는 임상 및 연구에서 가장 많이 사용되는 방법이나 이 방법 역시 상악과 하악의 성장이 포함된 치아 위치변화를 보여주게 되므로 환자의 상악과 하악의 성장이 치아 위치변화에 영향을 주게 되어¹²⁾, 평가 시에 이에 대한 충분한 이해가 동반되어야 한다(Fig. 1b). 골내 임플란트를 이용한 방법은 악골의 성장을 배제하고 전적으로 성장에 따른 치아의 위치변화를 보여주게 되므로 치아평가에 유용할 수 있으나^{13,14)}, 이를 임상에서 적용하기 어렵다는 한계가 있다(Fig. 1c). 그러므로 본 연구에서 보여주는 결과에 대한 이해를 바탕으로 기존에 사용하던 중첩법을 이용한 치



아의 성장에 따른 위치변화를 이해하는 것이 필요하다. 상악 전치의 전방이동 평가는 상악골 중첩에서 가장 크게 나타났는데 이는 상악골의 중첩 시 후방연을 기준으로 하기 때문으로 판단된다. 즉 상악골 자체가 성장에 의해 전방으로 밀려나오게 되는데, 이러한 상악의 성장이 치아 맹출과 함께 보여지기 때문으로 판단된다. 두개기저골의 중첩을 이용할 때 상악전치의 후방이동이 관찰되기도 하

는데 이는 두개저의 성장과 수직성장등에 의해 나타나는 중첩효과로 판단되며, 임플란트 중첩에서 나타나는 바와 같이 상악전치 자체의 전방으로의 이동은 미미한 것으로 판단된다. 특히 두개기저골로 중첩 시에 큰 값의 표준편차를 보이게 되는데 이는 안면의 성장이 모두 포함된 값을 나타낸 것으로 상악전치의 이동을 평가하는 데에는 그 방법에 한계가 있음을 보여준다(Fig. 2a).

Table 2. Comparison of Δx in the position of maxillary and mandibular incisors for each period according to the superimposition methods

Variables	T1-T2	T2-T3	T3-T4
	Mean \pm SD	Mean \pm SD	Mean \pm SD
Maxillary incisor tip			
cranial base	0.8 \pm 6.4	-2.0 \pm 5.8	-2.0 \pm 6.7
maxilla	1.4 \pm 0.9	3.3 \pm 1.5	4.5 \pm 1.9
implants	0.2 \pm 1.3	0.2 \pm 2.1	0.1 \pm 2.6
<i>p</i> -value	0.045 [*]	0.008 [†]	0.007 [†]
Mandibular incisor tip			
cranial base	1.1 \pm 6.1	-1.7 \pm 5.6	-1.3 \pm 6.5
mandible	0.5 \pm 0.8	0.6 \pm 1.5	1.0 \pm 1.8
implants	1.0 \pm 1.4	1.5 \pm 1.7	2.0 \pm 1.8
<i>p</i> -value	0.527	0.061	0.025 [*]

SD, Standard deviation.

* $p < 0.05$; [†] $p < 0.01$.

Table 3. Comparison of Δy in different time according to superimposition methods

Variables	T1-T2	T2-T3	T3-T4
	Mean \pm SD	Mean \pm SD	Mean \pm SD
Maxillary incisor tip			
cranial base	2.4 \pm 6.4	3.6 \pm 8.8	-2.7 \pm 7.9
maxilla	-1.2 \pm 1.1	-2.0 \pm 1.5	-3.0 \pm 1.4
implants	-1.8 \pm 1.1	-3.7 \pm 1.5	-5.5 \pm 1.8
<i>p</i> -value	0.014 [*]	0.007 [†]	0.007 [†]
Mandibular incisor tip			
cranial base	2.4 \pm 6.1	4.3 \pm 8.6	-2.8 \pm 8.1
mandible	1.0 \pm 0.6	2.9 \pm 1.6	4.5 \pm 1.9
implants	0.5 \pm 0.7	1.7 \pm 1.3	2.1 \pm 1.3
<i>p</i> -value	0.061	0.082	0.002 [†]

SD, Standard deviation.

* $p < 0.05$; [†] $p < 0.01$.

하악 전치의 전방이동 평가는 두개기저골 중첩 시에 후방이동된 것처럼 평가되었는데 이는 안면성장이 모두 포함된 결과로 판단된다. 즉, 하악골의 회전이 성장과 함께 나타나게 되는데 이러한 변화가 반영된 결과이다. 임플란트를 이용한 중첩에서 하악치아의 전방이동이 관찰되는데 이는 하악치아가 맹출 후 전방경사가 증가한다는 기존의 연구결과^{12,13})와 일치한다고 판단된다. 하악치아의 중첩법에 따른 차이는 영구치열이 완성된 후에서만 통계적으로 유의하게 나타났는데 이는 하악골의 성장이 급격히 일어나기 시작하는 시기로 이러한 하악골의 성장이 중첩법에 따른 변화 평가에 영향을 준 것으로 판단된다. 또한 상악 전치의 전방이동 평가와 유사하게 하악전치의 전방이동 평가 시에도 두개기저골 중첩 시에 표준편차가 크게 나타났는데 이것 역시 다양한 안면골의 성장이 하악전치의 맹출에 함께 포함되어 개인차가 심하게 나타난 것으로 판단된다(Fig. 2b).

상악 전치의 수직이동 평가는 임플란트 중첩에서 가장 크게 나타났는데 이는 다른 중첩법에서는 악골 및 주위 안면골의 성장이 함께 포함되어 상악 전치의 하방이동량을 상쇄시키기 때문으로 판단된다. 즉 후안면골의 성장이 많거나 상악골이 회전되는 경우에 치아의 수직성장량은 감추어지기 때문이다.

하악 전치의 수직 성장량 또한 임플란트 중첩 시에 가장 크게 나타났으나, 상악에 비해서는 수직성장량이 작았다. 특히 두개기저골 중첩 시 음의 성장량이 나타났는데 이는 전체 안면골의 수직성장량보다 하악전치의 맹출량이 더 작아 나타난 것으로 보인다. 이는 안면골 성장, 특히 하악골의 성장이 두드러지기 시작할 때 유의미할 것으로 생각되어진다. T3에서 T4 사이에서는 통계적 유의차가 나타났는데 이는 두개골 중첩 시에는 안면골의 수직성장량이 치아의 맹출량을 넘어서서 음의 값이 나타나는 반면, 하악골 중첩 시에는 하악 하연부위를 이용하여 중첩을 시행하므로 하악골의 성장이 치아맹출량과 함께 추가되어 평

가되고 있음을 보여준다. 치아의 전방 이동평가와 유사하게 두개기저골에 대한 평가 시에는 표준편차가 큰 것으로 보아 개인차가 심함을 알 수 있다.

이상의 결과를 볼 때 성장에 따른 치아의 위치변화 평가를 위해서는 두개기저골을 이용한 중첩법은 적절치 않은 것으로 생각되며, 그러한 이유는 다양한 안면골의 성장과 회전이 치아 맹출에 포함되어 개인에 따른 차이가 증가하고, 정확한 판단이 어렵기 때문이다. 또한 상악골을 이용한 상악 전치의 성장에 따른 맹출 평가는 전후방적으로 실제량보다 많은 것으로 나타나며, 수직적으로 더 적게 나타남으로 임상에서 환자에 적용 시 이에 대한 고려가 필요하다. 특히 교정을 통해 치아 이동을 도모한 후 이를 평가하고자 할 때 환자가 성장중이라면 중첩을 시행한 후 중첩법에서 나타날 수 있는 효과를 충분히 이해하는 것이 중요하다 할 수 있다. 하악 전치의 경우는 두개기저골을 이용한 중첩법을 제외하고는 크게 차이가 없으나 하악골 중첩 시에 나타날 수 있는 과도한 수직맹출량 평가는 임상에서 적용할 때 고려해야 함을 알 수 있다.

V. 결론

각 시기별 성장에 따른 치아의 위치 변화량은 중첩 방법에 따라 통계적 유의차를 보인 바, 성장기 아동에서 상악 전치의 맹출과 관련된 평가를 시행하기 위한 중첩을 시행할 때 일반적인 중첩법으로 하는 경우 상악골이나 하악골을 포함한 안면골의 성장이 함께 평가됨을 보여준다. 이는 교정치료 평가 시에도 성장에 대한 고려가 필요함을 시사한다.

참 고 문 헌

1. Carlson H. Studies on the rate and amount of eruption of certain human teeth. *Am J Orthodont Oral Surg* 1944;30:575-588.
2. Bishara SE. Longitudinal cephalometric standards from 5 years of age to adulthood. *Am J Orthod* 1981;79(1):35-44.
3. Ellis E 3rd, McNamara JA Jr. Cephalometric evaluation of incisor position. *Angle Orthod* 1986;56(4):324-344.
4. Iseri H and Solow B. Continued eruption of maxillary incisors and first molars in girls from 9 to 25 years, studied by the implant method. *Eur J Orthod* 1996;18(3):245-256.
5. Hris EF. A longitudinal study of arch size and form in untreated adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;111(4):419-427.
6. Watanabe E, Demirjian A, Buschang P. Longitudinal post-eruptive mandibular tooth movements of males and females. *Eur J Orthod* 1999;21(5):459-468.
7. Zang X, Baumrind S, Chen G, Chen H, Liang Y, Xu T. Longitudinal eruptive and posteruptive tooth movements, studied on oblique and lateral cephalograms with implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2018;153(5):673-684.
8. Bishara SE, Treder JE, Jakobsen JR. Facial and dental changes in adulthood. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994;106(2):175-186.
9. Bishara SE. Facial and dental changes in adolescents and their clinical implications. *Angle Orthod* 2000;70(6):471-483.
10. Ceylan I, Baydas B, Bölükbaşı B. Longitudinal cephalometric changes in incisor position, overjet, and overbite between 10 and 14 years of age. *Angle Orthod* 2002;72(3):246-250.
11. AAOF Legacy. American Association of Orthodontists Foundation (AAOF). Craniofacial Research Instrumentation Laboratory (CRIL), Department of Orthodontics, University of the Pacific, http://www.aaoflegacycollection.org/aaof_home.html. 2018.
12. Chun YS, Hwang CJ. Logic for the use of stable structural superimposition method and introduction of its application. *Korean J Orthod* 1997;27(5):669-864.
13. Björk A. The use of metallic implants in the study of facial growth in children: method and application. *Am J Phys Anthropol* 1968;29(2):243-254.
14. Björk A. Prediction of mandibular growth rotation. *Am J Orthod* 1969;55(6):585-599.