J Korean Assoc Maxillofac Plast Reconstr Surg 2012;34(6):421-425
pISSN:1225-4207 eISSN: 2233-7296
Original Article

두부규격 방사선 사진을 이용한 미소 시의 중안면부 연조직의 변화량 측정

천강용[1,2] · 신동환[1,2] · 전원배[1] · 김수호[2] · 김유진[2] · 박형욱[2]
조진용[1,3] · 윤준용[2] · 서미현[2] · 이원덕[2] · 서제덕[2] · 이 호[1,2]

[1]서울대학교 보라매병원 치과 구강악안면외과, [2]서울대학교 치의학대학원 구강악안면외과학교실,
[3]전남대학교 치의학대학원 구강악안면외과학교실

Abstract

Cephalometric Evaluation of the Midfacial Soft Tissue Changes on Smiling

Kang-Yong Cheon[1,2], Dong-Whan Shin[1,2], Won-Bae Chun[1], Soo-Ho Kim[2], Eu-Gene Kim[2], Hyong-Wook Park[2], Jin-Yong Cho[1,3], Jun-Yong Yun[2], Mi-Hyun Seo[2], Won-Deok Lee[2], Je-Duck Suh[2], Ho Lee[1,2]

[1]Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Section of Dentistry, SMG-SNU Boramae Medical Center,
[2]Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Seoul National University,
[3]Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Chonnam National University

Purpose: The aim of this study is to compare the soft tissue changes of the midfacial area at the repose position and the natural smiling position for the improvement of evaluation and planning in the orthognathic surgery.
Methods: The total of 30 subjects, 15 male and 15 female, were included in this study. The metal point landmarks were placed at the cheek, orbital rim, subpupil, and nasal base. The movements of the landmarks were evaluated at the repose position and smiling position in the lateral and posteroanterior cephalograms. Paired t test and correlation analysis were used for the evaluation of the soft tissue changes statistically.
Results: In the lateral cephalograms, the cheek point (4.49 mm in female, 4.87 mm in male) showed the most distant movement. All points presented significant movements, except the orbital rim and nasal base point in male. Cheek point presented significant positive correlation between the horizontal and vertical change in male. Subpupil point presented significant positive correlation between horizontal and vertical change in both male and female. In the posteroanterior cephalograms, the nasal base point (5.41 mm in female, 6.30 mm in male) showed the most distant movement. Subpupil point and nasal base point presented significant movements in both female and male. Nasal base point presented significant negative correlation between the horizontal and vertical change in both male and female. In the lateral and posteroanterior cephalograms, the positional changes of all points presented significant positive correlation with each other in both female and male.
Conclusion: The cheek point in the sagittal view and the nasal base point in the frontal view showed the most distant movement on smile. In the sagittal view, the subpupil point and cheek point moved anteriorsuperiorly on smile. In the frontal view, the nasal base points moved laterosuperiorly on smile. In both the sagittal and frontal view, the positional changes of all point were highly correlated to each other. These results may be used in the soft tissue references for the treatment planning of the dentofacial deformity patients.

Key words: Smile, Facial movement, Midfacial area, Soft tissue change

원고 접수일 2012년 10월 17일, 원고 수정일 2012년 11월 6일, 게재 확정일 2012년 11월 27일

RECEIVED October 17, 2012, REVISED November 6, 2012, ACCEPTED November 27, 2012

책임저자 이 호
(156-849) 서울시 동작구 보라매로 5길 20, 서울대학교 보라매병원 치과 구강악안면외과
Tel: 02-870-2496, Fax: 02-831-0714, E-mail: arirang2@snu.ac.kr

Correspondence to Ho Lee
Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Section of Dentistry, SMG-SNU Boramae Medical Center
20, Boramae-ro 5-gil, Dongjak-gu, Seoul 156-849, Korea
Tel: 82-2-870-2496, Fax: 82-2-831-0714, E-mail: arirang2@snu.ac.kr

ⓒ This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서 론

교정치료를 동반한 악교정 수술의 목적은, 저작과 발음 등의 악구강계의 기능을 회복하며 안모의 조화를 통해 심미성을 증진하고, 안정적인 결과를 얻는 것이다. 이러한 목적을 이루기 위한 많은 분석방법 중에서 현재까지 가장 많이 쓰인 방법은 두부규격 방사선 사진 계측법으로서 이는 환자의 골격적인 이동 및 안정위에서의 연조직 변화에 대해 주로 평가하는 방법이다. 하지만, 개개인에 맞는 최선의 안모를 얻기 위해서는 이러한 안정위에서의 평가뿐만 아니라, 안면표정근이 작용할 때의 연조직 변화까지 고려할 수 있어야 한다[1].

지금까지 발표된 많은 연구는 주로 안정위에서의 연조직 위치에 관한 것으로서, 안면표정근이 작용할 때의 연조직에 관한 연구는 비교적 부족한 편이었다. 또한 미소에 대해서 구강주위와 같은 하안면부 연조직 영역에서는 많은 연구가 있었으나[2-5], 중안면부 영역에서의 연구는 전무한 실정이었다.

이에 본 연구에서는, 대표적인 표정에 해당하는 미소 시의 중안면부 연조직 이동량 및 이동방향에 일정한 경향성이 있을 것으로 가정하고, 정상인을 대상으로 두부규격 방사선 사진을 이용하여 연조직의 변화를 계측하였다. 이러한 과정을 통해 유의미한 결과를 얻었기에 그 결과를 보고하고자 한다.

연구방법

1. 연구대상

본 연구는 전향적 환자군 연구로 서울특별시 보라매병원 의학연구윤리심의위원회의 승인(IRB No.20120905/16-2012-2/124)하에 특별한 치과치료를 받지 않고 있는 한국인 정상인 성인 30명을 대상으로 하였다. 성별에 따른 분석을 추가하기 위해 남녀 각각 15명으로 설정하였다. 연구대상 선정 시, 중안면부와 하안와부에 외과적 수술이나 비외과적 시술을 받은 기왕력이 있거나 악안면기형이 있는 경우 연구대상에서 제외하였다.

2. 계측방법

연구 대상의 우측 중안면부에 아래에 기술한 네 개의 계측점에 각각 한 개의 금속표시자를 투명접착테이프를 이용하여 붙이고, Frankfrut horizontal 평면과 지평면이 평행이 되도록 두부를 위치시켰다. 이후 측모 및 정모 두부 방사선 사진 각각을 무표정한 상태의 안정위에서 촬영하고, 미소를 지은 상태에서 다시 한 번 촬영하여 총 4장의 방사선 사진을 얻었다. 연구대상 모두는 자연스럽고 재현성 있는 미소를 위해 방사선 사진 촬영 전 미리 거울을 보며 충분히 사전연습을 시행하였고, 촬영 시에도 거울을 보며 자연스러운 미소를 재현할 수 있도록 하였다. 이와 같이 채득한 방사선 사진을 Adobe Photoshop 7.0 software (Adobe System Corp., San Jose, CA, USA)를 이용하여 중첩시켜 분석하였으며, 연구대상 각각의 경우에서 안정위를 원점으로 설정한 후, 진성 수평선과 진성 수직상에서의 이동량을 각각 측정하였다.

1) 계측점(Fig. 1)[6]

(1) **안와점(orbital rim point):** 연구대상이 정면을 응시한 상태에서 술자가 안와 하연을 촉진하였을 때, 눈동자의 하방 수직 연장선과 안와 하연의 교차점으로 정한다.

(2) **관골점(cheek point):** 관골의 최대 측방 돌출점을 지나는 수평선과 눈 외안각(outer canthus)의 하방 수직 연장선의 교차점으로 정한다.

(3) **동공하점(subpupil point):** 연구대상이 정면을 응시한 상태에서, 눈동자 하방 수직 연장선상에서, 안와점과 비저부점의 수직거리상 정중앙점으로 정한다.

(4) **비저부점(nasal base point):** 코의 alar base 측방의 최대로 오목한 점으로 정한다.

3. 통계처리

SPSS software (ver. 12.0 for window, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하여, 안정위에서 미소로 표정이 변할 때의 각 계측점의 유의미한 위치 변화를 평가하기 위해 paired t-test를 시행하였다. 또한 유의미한 이동을 보인 군에서 수평 수직 벡터량을 고려한 이동량을 측정하였다. 그리고 각 계측점에서 수평이동량과 수직이동량 사이의 관계분석 및 위치변화 사이의 관계분석을 위해 Pearson's correlation test를 시행하였다.

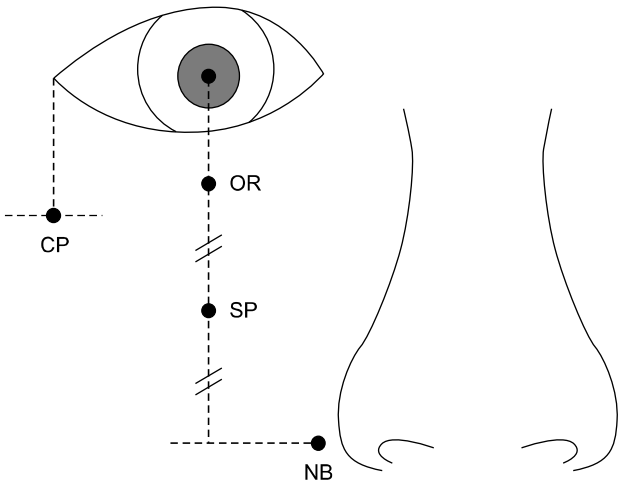

Fig. 1. Metal point landmarks[6]. OR, orbital rim; CP, cheek prominence; SP, subpupil; NB, nasal base.

결 과

1. 환자군 분석

여자는 총 15명, 평균나이는 22.2±1.43세였고, 남자는 총 15명, 평균나이는 26.5±5.22세였다. 남녀 두 군 간에 유의미한 나이 차이는 없었다.

2. 각 계측점의 수평(horizontal, h), 수직(vertical, v) 변화량

측모에서는 관골점의 이동량이 여자는 평균 4.49 mm, 남자는 평균 4.87 mm로 남녀 모두 관골점에서 가장 큰 변화량을 나타내었고, 유의성 검정 결과 남자의 안와점과 비저부점을 제외한 모든 계측점에서 유의할 만한 변화를 나타내었다(Table 1). 정모에서는 남녀 모두 비저부점에서 가장 큰 변화량을 나타내었고, 여자는 평균 5.41 mm, 남자는 평균 6.30 mm였다. 유의성 검정 결과, 남녀 모두 동공하점과 비저부점에서 유의할 만한 변화를 나타냈다(Table 2).

3. 각 계측점의 수평(h), 수직(v) 변화량 간의 상관관계

측모에서는 여자의 동공하점이 유의할만한 양의 상관관계(r=0.553, $P<0.05$)를 나타내었고, 남자의 관골점과 동공하점이 유의할만한 양의 상관관계(r=0.846, $P<0.01$/r=0.580, $P<0.05$)를 나타내었다(Table 3). 정모에선 여자의 비저부점이 유의할만한 음의 상관관계(r=−0.657, $P<0.01$)를 나타내었고 남자의 비저부점 또한 유의할만한 음의 상관관계(r=−0.657, $P<0.01$)를 나타내었다(Table 4).

4. 각 계측점의 위치변화량 간의 상관관계

측모 및 정모 모두에서 각 계측점들의 위치변화량이 서로 유의할만한 양의 상관관계를 나타내었다(Table 5, 6).

Table 1. Changes of the metal point landmarks in the lateral cephalogram

Landmark		Mean (SD)	Coefficient of variation (%)	*P* value
OR (h)	f	0.58 (0.61)	105.17	<0.01
	m	−0.22 (0.89)	−404.09	>0.05
CP (h)	f	1.78 (0.79)	44.38	<0.01
	m	1.07 (1.25)	117.20	<0.01
SP (h)	f	2.14 (0.70)	32.80	<0.01
	m	1.38 (0.90)	65.37	<0.01
NB (h)	f	−0.64 (0.79)	−123.75	<0.01
	m	−0.68 (1.29)	−189.56	>0.05
OR (v)	f	2.88 (0.95)	32.95	<0.01
	m	3.25 (1.82)	56.19	<0.01
CP (v)	f	4.06 (1.06)	26.08	<0.01
	m	4.64 (2.69)	58.03	<0.01
SP (v)	f	3.44 (0.98)	28.34	<0.01
	m	3.79 (2.11)	55.55	<0.01
NB (v)	f	4.20 (1.53)	36.33	<0.01
	m	4.46 (2.51)	56.13	<0.01
OR (d)	f	3.00 (0.98)	32.63	<0.01
	m	3.38 (1.80)	53.21	<0.01
CP (d)	f	4.49 (1.13)	25.23	<0.01
	m	4.88 (2.79)	57.08	<0.01
SP (d)	f	4.09 (1.07)	26.09	<0.01
	m	4.32 (2.42)	55.89	<0.01
NB (d)	f	4.32 (1.53)	35.44	<0.01
	m	4.71 (2.47)	52.44	<0.01

Values are presented as mean (SD) or %.
SD, standard deviation; OR, orbital rim; h, horizontal; f, female; m, male; CP, cheek prominence; SP, subpupil; NB, nasal base; v, vertical; d, distance.

Table 2. Changes of the metal point landmarks in the PA cephalogram

Landmark		Mean (SD)	Coefficient of variation (%)	*P* value
OR (h)	f	−0.13 (1.94)	−1503.88	>0.05
	m	−0.02 (1.25)	−5447.83	>0.05
CP (h)	f	−0.38 (1.08)	−285.68	>0.05
	m	−0.69 (1.54)	−225.26	>0.05
SP (h)	f	−1.23 (1.02)	−82.90	<0.01
	m	−1.93 (1.16)	−60.06	<0.01
NB (h)	f	−2.45 (1.12)	−45.53	<0.01
	m	−3.06 (1.29)	−42.03	<0.01
OR (v)	f	3.36 (2.23)	66.24	<0.01
	m	3.98 (2.13)	53.44	<0.01
CP (v)	f	5.03 (2.42)	48.23	<0.01
	m	5.41 (2.88)	53.19	<0.01
SP (v)	f	4.17 (2.54)	60.95	<0.01
	m	4.92 (2.53)	51.34	<0.01
NB (v)	f	4.68 (2.73)	58.31	<0.01
	m	5.42 (2.42)	44.64	<0.01
OR (d)	f	3.90 (2.21)	56.66	<0.01
	m	4.17 (2.16)	51.78	<0.01
CP (d)	f	5.15 (2.42)	46.93	<0.01
	m	5.65 (2.93)	51.84	<0.01
SP (d)	f	4.53 (2.45)	54.02	<0.01
	m	5.37 (2.62)	48.77	<0.01
NB (d)	f	5.42 (2.69)	49.59	<0.01
	m	6.31 (2.57)	40.80	<0.01

Values are presented as mean (SD) or %.
PA, posterior-anterior; SD, standard deviation; OR, orbital rim; h, horizontal; f, female; m, male; CP, cheek prominence; SP, subpupil; NB, nasal base; v, vertical; d, distance.

Table 3. Correlation between the horizontal and vertical change of the metal point landmarks in the lateral cephalogram

Landmark		Correlation coefficient	*P* value
OR	f	0.491	>0.05
	m	0.093	>0.05
CP	f	0.364	>0.05
	m	0.846	<0.01
SP	f	0.553	<0.05
	m	0.58	<0.05
NB	f	−0.342	>0.05
	m	−0.114	>0.05

OR, orbital rim; f, female; m, male; CP, cheek prominence; SP, subpupil; NB, nasal base.

Table 4. Correlation between the horizontal and vertical change of the metal point landmarks in the PA cephalogram

Landmark		Correlation coefficient	*P* value
OR	f	−0.021	>0.05
	m	0.192	>0.05
CP	f	0.017	>0.05
	m	−0.226	>0.05
SP	f	−0.301	>0.05
	m	−0.458	>0.05
NB	f	−0.657	<0.01
	m	−0.648	<0.01

PA, posterior-anterior; OR, orbital rim; f, female; m, male; CP, cheek prominence; SP, subpupil; NB, nasal base.

Table 5. Correlation between the positional change of the metal point landmarks in the lateral cephalograms

	Female		Male	
	Correlation coefficient	*P* value	Correlation coefficient	*P* value
O/C	0.742	<0.01	0.971	<0.01
O/S	0.827	<0.01	0.969	<0.01
O/N	0.734	<0.01	0.890	<0.01
C/S	0.772	<0.01	0.953	<0.01
C/N	0.560	<0.05	0.888	<0.01
S/N	0.865	<0.01	0.964	<0.01

O, orbital rim; C, cheek prominence; S, subpupil; N, nasal base.

Table 6. Correlation between the positional change of the metal point landmarks in the PA cephalograms

	Female		Male	
	Correlation coefficient	*P* value	Correlation coefficient	*P* value
O/C	0.867	<0.01	0.893	<0.01
O/S	0.861	<0.01	0.977	<0.01
O/N	0.773	<0.01	0.921	<0.01
C/S	0.953	<0.01	0.936	<0.01
C/N	0.873	<0.01	0.857	<0.01
S/N	0.949	<0.01	0.948	<0.01

PA, posterior-anterior; O, orbital rim; C, cheek prominence; S, subpupil; N, nasal base.

고 찰

중안면부 영역의 연조직에 관한 연구에서, Arnett과 Bergman[7]은 연조직의 관골윤곽, 비저-구순 윤곽(nasal base-lip contour)을 통하여 상악의 전후방 위치를 평가하였다. 또한 Arnett 등[8]은 진성수직선을 기준으로 연조직에 대한 두부규격 방사선 사진 분석을 최초로 시행하여, 정량화된 수치를 이용하여 상악의 골격적인 성장 관계뿐만 아니라 연조직의 전후방관계 또한 술 전 계획 시의 참고자료로 삼아야 함을 주장하였다. 하지만 이러한 안정위에서의 연조직 위치에 대한 평가 외에, 미소와 같은 빈번히 사용되는 표정을 지었을 때의 연조직 위치에 대한 평가도 같이 고려하는 것은, 보다 이상적인 치료계획의 설정에 있어 중요한 요소라 할 수 있다. 이에 본 연구에서는 이러한 복합적인 연조직 분석에 대한 선행연구의 성격으로, 가장 보편적인 얼굴표정에 해당하는 미소 시의 중안면부 연조직 이동량 및 이동방향에 일정한 경향성이 있을 것으로 가정하고, 두부규격 방사선 사진을 이용하여 연조직의 변화를 계측하였고, 위에 기술한 바와 같이 안정위와 미소 시 표정 간에 유의미한 연조직 위치의 변화가 있음을 확인하였다.

안면근육은 얼굴의 얕은 층에 있고, 여러 표정을 나타내며, 안면신경에 의해 지배된다[9]. 기시는 주로 뼈와 근막에서 이루어지며 정지는 피부의 진피 또는 다른 근육과 합쳐진다. 미소는 눈과 구강 주위의 근육의 작용에 의해 나타나는데, 눈 주위 근육은 안륜근, 추미근이 있으며, 입 주위근육에는 상순비익거근, 상순거근, 구각거근, 소관골근, 대관골근, 소근 등이 있으며, 구각거근, 대관골근, 소관골근 등이 입끝을 양옆으로 또는 양옆 대각선 위쪽으로 당기는 역할을 하며 구각거근, 상순거근 등은 위 입술을 올리게 한다. 본 연구에서는 측모에서 동공하점이 전상방으로, 정모에서 비저부점이 외상방으로 유의성있게 변하는 것으로 측정되었으며, 이러한 이동은 앞서 언급한 다양한 안면근육들에 의해 작용하게 된다. 악교정 수술 계획 시 안면 연조직의 변화량을 예측하는 것은 필수적인데[10,11], 악교정 수술 계획 시 중안면부의 이동이 계획된 환자의 경우 이러한 미소 시의 이동경향을 간과한다면, 술 후 안모에서 미소를 지을 경우 저교정 혹은 과교정으로 환자에게 인식될 수 있으므로, 안정위에서뿐만 아니라 미소 시에서의 이동량을 함께 고려한다면, 보다 심미적인 결과를 얻을 수 있을 것이라 생각한다.

형태적인 구조를 기준으로 중첩을 시행할 때 중첩이 되는 기준점은 연구결과의 오차발생의 중요한 요소이다. 그동안 임상 안모사진을 이용하여 미소 시의 연조직의 변화량을 측정하는 연구는 많이 있어 왔으나[12-14], 이러한 기존의 연구들은 연조직 사진을 이용한 연구로서 미소 시의 환자의 두부 자세 변화가 필연적으로 발생하기 때문에 중첩의 기준점의 변화를 피할 수 없었다. 하지만 본 연구에서는 두부규격 방사선 촬영을 이용해 미소 시에도 두부위치가 변하지 않도록 하여 보다 정확한 중첩이 가능하였다. 또한 지금까지 대부분의 연구는 정모분석에 국한되어 있었는데, 이는 측모상에서 표정변화에 따라 연조직 계측점이 주위의 다른 연조직에 의해 가려져 정확한 중첩이 불가능했기 때문이라 생각하며, 본 연구에서는 측모 두부규격 방사선 사진과 금속점을 이용에 주변 연조직에 방해 받지 않고 측모 시 계측점의 변화량을 측정할 수 있었다.

Holberg 등[12]은 digital photograph를 통해 안면에서 31명의 환자의 23개의 계측점의 안정위와 미소 시의 변화량을 측정하였다. 계측점 중 본 연구에서도 시행했던 중안면부 3개의 점의 변화량은, 안와점 3.71±1.84 mm, 관골점 5.79±2.13 mm, 비기저부 5.21±2.24 mm로 본 연구보다는 이동량이 더 컸다. 또한 변이계수도 37~50%로 본 연구에서처럼 높게 나타나, 연조

직 계측점이 개체 간에서 큰 차이를 보임을 알 수 있다.

Johns 등[10]은 20명의 환자에게서 상악 르포씨 1형 수술 후 정모에서 미소 시의 안면 연조직 변화량를 비디오 분석을 통해 측정하였다. 상악을 전방 또는 하방으로 재위치시켰을 경우에는 안면 근육이 신장되는 효과가 있어 미소 시 안면 움직임이 더 증가하였다. 반대로 상악을 후방 또는 전방으로 재위치시켰을 경우 안면 근육의 길이가 감소하여 미소 시의 안면 움직임이 감소함을 보여주었다. 따라서 수술계획을 세움에 있어서, 비교적 웃음이 생동감이 없고 골격성 3급 변형을 가진 환자들은 상악의 전방이동을 고려할 수 있고, 반대로 웃을 때 입술이 과도하게 움직이고 골격성 2급 변형을 가진 환자들은 상악의 후방이동 등을 고려할 수 있다.

또한 Nooreyazdan 등[15]은 19명의 악교정 수술 환자에서 술 전, 후 안면 연조직의 움직임을 비교하였다. 미소 시 앵글씨 3급 그룹에서 상순과 비순부위가 술 전과 비교하여 술 후에 상방으로 더 많이 움직였고 턱 부위는 하방으로 덜 움직였다. 미소 시 개교합 그룹에서는 구각부, 비순구, 뺨 부위가 술 후에 외상방으로 더 많이 움직이고 턱 부위는 좀 더 전방으로 움직였다. 이처럼 악교정 수술 후 안면 연조직의 움직임은 수술 전과 비교하여 다소 변화된 움직임을 나타내며 이를 수술 계획 시에 적용하기 위하여는 더 많은 연구가 필요할 것이라 생각한다.

연조직 변화량은 개인 간의 차이가 크므로 정량화하기에는 다소 무리가 있으며 다만 대략적인 방향만을 예측할 수 있을 뿐으로, 정량화를 위해서는 좀 더 많은 개체를 이용한 추가적인 연구가 필요할 것이라 생각한다. 또한 본 연구는 정상인에 국한된 연구이므로, 향후 악안면 기형 환자들을 대상으로 골격적 문제를 기준으로 분류하여 각각에 대한 다양한 표정을 지었을 때의 연조직 변화에 대한 연구가 추가적으로 시행되어야 할 것이다.

결 론

미소 시, 측모에서 남녀 모두 관골에서 가장 높은 변화량을 나타내었고, 정모 시 남녀 모두 비저부에서 가장 높은 변화량을 나타내었다. 또한 측모 미소 시 여자의 동공하점과 남자의 관골점 및 동공하점이 대체적으로 전상방으로 움직이며, 정모 미소 시에는 남녀 모두 비저부점이 외상방으로 움직임을 알 수 있었다. 그리고 한 점의 움직임이 커지면 다른 점의 움직임도 커짐을 확인하였다. 이는 악안면 기형환자의 수술계획 시 하나의 참고자료가 될 수 있으리라 생각한다.

References

1. Kim KH, Choy KC, Kim GK, Park KH. Cephalometric norms of the soft tissues of Korean for orthognathic surgery. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg 2001;27:231-8.
2. Sawyer AR, See M, Nduka C. Quantitative analysis of normal smile with 3D stereophotogrammetry--an aid to facial reanimation. J Plast Reconstr Aesthet Surg 2010;63:65-72.
3. Desai S, Upadhyay M, Nanda R. Dynamic smile analysis: changes with age. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009; 136:310.e1-10.
4. Matthews TG. The anatomy of a smile. J Prosthet Dent 1978;39:128-34.
5. Schabel BJ, Franchi L, Baccetti T, McNamara JA Jr. Subjective vs objective evaluations of smile esthetics. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009;135(4 Suppl):S72-9.
6. Arnett GW, McLaughlin RP, editors. Facial and dental planning for orthodontists and oral surgeons, 1st ed. Kidlington: Elsevier Inc.; 2004.
7. Arnett GW, Bergman RT. Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning-part2, Am J Orthod Dentofacial OrthoP 1993;103:395-411.
8. Arnett GW, Jelic JS, Kim J, *et al.* Soft tissue cephalometric analysis: diagnosis and treatment planning of dentofacial deformity. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1999;116:239-53.
9. Kim MK. Head and neck anatomy. 4th ed. Seoul: Dental & Medical Publishing; 2005.
10. Johns FR, Johnson PC, Buckley MJ, Braun TW, Close JM. Changes in facial movement after maxillary osteotomies. J Oral Maxillofac Surg 1997;55:1044-8.
11. Kown YW, Pyo SW, Lee W, Park JU. Soft tissue changes of upper lip and nose following posterosuperior rotation of the maxilla by Le Fort I osteotomy, J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg 2011;37:457-63.
12. Holberg C, Maier C, Steinhäuser S, Rudzki-Janson I. Inter-individual variability of the facial morphology during conscious smiling. J Orofac Orthop 2006;67:234-43.
13. Garber DA, Salama MA. The aesthetic smile: diagnosis and treatment. Periodontol 2000 1996;11:18-28.
14. Johnson DK, Smith RJ. Smile esthetics after orthodontic treatment with and without extraction of four first premolars. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1995;108:162-7.
15. Nooreyazdan M, Trotman CA, Faraway JJ. Modeling facial movement: II. a dynamic analysis of differences caused by orthognathic surgery. Am Assoc Oral Maxillofac Surg 2004; 62:1380-6.