J Korean Assoc Maxillofac Plast Reconstr Surg 2012;34(5):311-319
pISSN:1225-4207 eISSN: 2233-7296
Original Article

Cone Beam Computed Tomography의 두부계측분석을 통한 골격성 제3급 부정교합 환자에서 악교정 수술 후 입술과 주위 연조직의 수직적 변화

이종민 · 강주완 · 이종호 · 김창현 · 박재억

가톨릭대학교 의과대학 서울성모병원 구강악안면외과학교실

Abstract

The Vertical Changes of Lip and Perioral Soft Tissue Following Orthognathic Surgery in Skeletal Class III Patients by a Cephalometric Analysis of Cone Beam Computed Tomography

Jong-Min Lee, Joo-Wan Kang, Jong-Ho Lee, Chang-Hyen Kim, Je Uk Park

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Seoul St. Mary's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea

Purpose: The aim of this study is to evaluate the vertical changes of the lip and perioral soft tissue, following orthognathic surgery in skeletal class III patients by a cephalometric analysis of a cone beam computed tomography (CBCT).
Methods: A total of 20 skeletal class III patients, who had bimaxillary surgery with Le Fort 1 osteotomy and bilateral sagittal split ramus osteotomy, were included in this study. The surgical plan for maxilla was posterosuperior impaction with the anterior nasal spine, as the rotation center. Further, the surgical plan for mandible was also posterosuperior movement. The soft tissue changes between lateral cephalogram and CBCT were compared. And the correlations between independent variables and dependent variables were evaluated.
Results: There were no significant differences of the soft tissues changes between lateral cephalogram and CBCT. Upper lip philtrum length (SnLs), nasolabial angle increased and upper lip vermilion length (LsStms), lower lip length (StmiB'), lower lip vermilion length (StmiLi), lower lip philtrum length (LiB') and soft tissue lower facial height (SnMe') decreased after surgery. Change of SnLs (△SnLs) was influenced by vertical change of menton (△MeV), and change of LsStms (△LsStms) was influenced by upper lip thickness (ULT). Change of StmiLi' (△StmiLi') were influenced by preoperative overjet. Change of StmiB' (△StmiB') were influenced by preoperative overjet, vertical change of lower incisor (△L1V) and horizontal change of posterior nasal spine (△PNSH). Change of LiB' (△LiB') was influenced by △L1V and △PNSH. Change of SnMe' (△SnMe') was influenced by △MeV, horizontal change of upper incisor (△U1H) and horizontal change of lower incisor (△L1H). △Nasolabial angle was influenced by change of ULT (△ULT).
Conclusion: Both soft tissues and hard tissues can be evaluated by CBCT. Posterosuperior rotation of maxillomandibular complex resulted in increase of upper lip philtrum length and nasolabial angle, while the upper lip vermilion length, lower lip philtrum length, lower lip vermilion length, and soft tissue lower facial height showed a decrease.

Key words: Orthognathic surgery, Cone-beam computed tomography, Skeletal class III, Soft tissue changes

원고 접수일 2012년 6월 12일, 원고 수정일 2012년 7월 10일, 게재 확정일 2012년 8월 27일

RECEIVED June 12, 2012, REVISED July 10, 2012, ACCEPTED August 27, 2012

책임저자 박재억
(137-501) 서울시 서초구 반포대로 222, 가톨릭대학교 서울성모병원 구강악안면외과
Tel: 02-2258-1781, Fax: 02-537-2374, E-mail: jupark@catholic.ac.kr

Correspondence to Je Uk Park
Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Seoul St. Mary's Hospital, The Catholic University of Korea
222, Banpo-daero, Seocho-gu, Seoul 137-501, Korea
Tel: 82-2-2258-1781, Fax: 82-2-537-2374, E-mail: jupark@catholic.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

악교정 수술의 목적은 골격성 부정교합 환자에서 교합 기능의 개선과 안모의 개선이다. 환자들은 교합 기능의 개선뿐만 아니라 안모의 개선에 대한 욕구가 크기 때문에 수술의는 진단과 치료계획을 세울 때 안모 연조직 간의 심미적 관계와 수술 전후 변화 양상을 예측할 수 있어야 한다.

환자는 수술 후 자신의 안모 개선에 대하여 거울을 통한 정면 모습을 보고 느끼게 된다. 따라서 수술 계획 시 입술과 주위 연조직의 시상적 변화뿐만 아니라 수직적 변화도 함께 고려하여야 한다.

또한 수술 후 연조직의 평가는 지금까지 대부분 2차원 측모 두부 방사선사진 분석을 통하여 이루어져 왔다. 이러한 방법은 1930년대에 보고된 후 현재까지 악교정 치료의 계획 수립과 수술 후 평가에서 기본적으로 이용되어 왔다. 하지만 이러한 2차원 측모 두부 방사선사진 분석은 근본적으로 3차원 구조물을 2차원화시켰기 때문에 계측점의 부정확성과 영상의 변형을 가져온다는 문제가 있다[1]. 이러한 점을 보완하기 위하여 1990년대 후반부터 cone beam computed tomography (CBCT)를 이용하여 3차원적인 분석을 시도하였다. Gribel 등[2]은 CBCT를 이용한 3차원 분석의 계측값들이 기존의 2차원적인 분석에 비하여 훨씬 정확하다고 하였다. 또한, Baumgaertel 등[3]은 30개의 두개골을 CBCT를 이용하여 계측한 결과 실제 두개골을 측정한 값과 유의성 있는 차이가 없어 CBCT의 계측값이 높은 정확성과 신뢰성을 갖는다고 보고하였다. 하지만 이러한 결과는 경조직 계측점에 대한 것으로 CBCT의 연조직에 대하여서는 아직까지 정확성과 신뢰성에 대하여 논란의 여지가 많은 것이 사실이다.

골격성 3급 부정교합 환자에서 악교정 수술 후 입술과 주위 연조직의 변화는 그동안 많은 연구들에서 보고되고 있다. Lin과 Kerr[4]는 연조직의 수직적 변화는 수평적 변화보다 경조직 변화에 상관관계가 낮아서 정확히 예측하는 것이 어렵다고 보고하였다. 반면에 Chew[5]는 상악의 연조직과 경조직의 수직적 이동이 중등도의 상관관계를 보이며 하악은 높은 상관관계를 보여 수술 후 연조직의 수직적 변화를 예측하는 것이 가능하다고 보고하였다.

하지만 이러한 연구들은 기존의 측모 두부 방사선사진을 통하여 분석한 것으로 CBCT를 이용한 악교정 수술 후 연조직의 수직적 변화에 대한 연구는 드물다. 따라서 본 연구에서는 기존의 측모 두부 방사선사진과 CBCT의 연조직 계측 항목을 비교하고 CBCT의 두부계측분석을 통하여 상하악 전돌 3급 부정교합 환자에서 악교정 수술 후 상, 하순 및 주위 연조직의 수직적 변화 양상을 알아보아 수술 계획 수립 시 도움을 줄 수 있는 기준을 확립하고자 한다.

연구방법

1. 연구대상

2009년 11월에서 2011년 7월 사이에 가톨릭대학교 의과대학 서울성모병원 구강악안면외과에 내원하여 악교정 수술을 시행받은 상하악 전돌의 골격성 3급 부정교합 환자 20명을 대상으로 하였다. 환자의 상악골은 Le Fort 1 골절단술 시행 후 anterior nasal spine (ANS) 기준으로 후상방 이동하였고 하악골은 양측성 시상분할 골절단술을 시행하여 후방 이동하였다. 심한 비대칭이 있는 환자(상하악 중절치 정중선의 차이가 3 mm 이상인 경우와 상악 양측 송곳니 수직 높이 차이가 2 mm 이상인 경우), 이부성형술을 시행한 환자, 구순구개열 환자, 두개안면증후군 환자는 배제하였다. 남자가 11명(범위 19세～43세, 평균 23.4세), 여자가 9명(범위 17세～55세, 평균 25.2세)이었다.

2. 영상의 획득

이 논문은 가톨릭대학교 생명윤리심의위원회(Institutional Review Board)의 승인(KC12RASI0139)을 받아 시행되었다.

본 연구를 위하여 수술 전 1개월 이내, 수술 후 6개월 이후에 측모 두부 방사선사진(ProMax, Planmeca, Helsinki, Finland)과 CBCT (i-CAT, Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA)가 촬영되었다. 측모 두부 방사선사진의 촬영 조건은 68 kVp, 8 mAs, 18.7 sec이며 CBCT의 촬영 조건은 120 kVp, 23.87 mAs, 0.4 voxel, FOV 170×130 mm로 하였다. 환자는 앉은 자세로 natural head position 상태에서 정면을 응시하도록 하였다. 치아는 최대감합위가 되도록 하였으며 입술은 이완시킨 후 촬영하였다. CBCT 촬영으로 얻은 DICOM 영상 정보를 컴퓨터로 전송 후 3차원 영상프로그램(InVivoDental5 version 5.1, Anatomage, San Jose, CA, USA)을 이용하여 3차원 모형을 구성하였다.

3. 영상의 분석

측모 두부 방사선사진은 V-Ceph™ (Ver. 5.5, Cybermed, Seoul, Korea)을 이용하여 계측하였다. 수평 기준선은 porion과 orbitale를 연결한 Frankfort Horizontal line (FH line)으로 설정하였다(Fig. 1). 또한, 3차원 영상의 horizontal reference plane은 좌우측 porion, 우측 orbitale를 연결한 FH plane으로 설정하였고 midsagittal reference plane (MSR plane)은 FH plane에 수직이면서 nasion (N)과 basion (Ba)을 연결한 평면으로 설정하였다. Coronal reference plane으로는 MSR plane과 FH plane에 수직이면서 sella (S)를 지나는 평면으로 설정하였다(Fig. 2)[6].

Fig. 1. (A) Horizontal reference line and soft tissue landmarks in lateral cephalogram. (B) Landmarks and soft tissue measurements in cone beam computes tomography: Sella; N, nasion; Po, porion; Or, orbitale; ANS, anterior nasal spine; PNS, posterior nasal spine; A, A point; Pr, prosthion; U1, upper incisor tip; L1, lower incisor tip; Id, infradentale; B, B point; Me, menton; Cm, columella; Sn, subnasale; Ls, labrale superius; Stms, stomion superius; Stmi, stomion inferius; Li, labrale inferius; B', soft tissue B point; Me', soft tissue menton; 1. SnLs, upper lip philtrum length; 2. LsStms, upper lip vermilion length; 3. SnStms, upper lip length; 4. StmiLi, lower lip vermilion length; 5. LiB', lower lip philtrum length; 6. StmiB', lower lip length; 7. SnMe', soft tissue lower facial height.

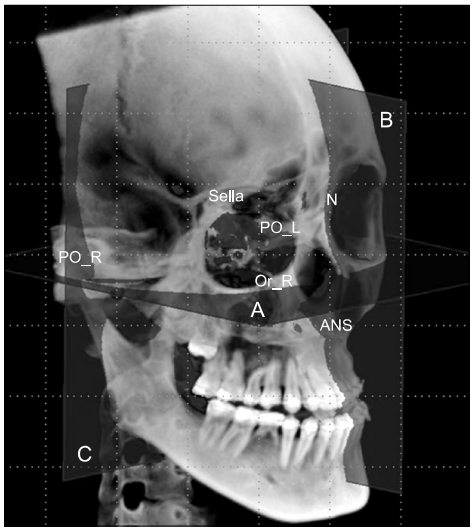

Fig. 2. (A) Horizontal reference plane. (B) Sagittal reference plane. (C) Coronal reference plane. N, nasion; Po_L, left porion; Po_R, right porion; Or_R, right orbitale; ANS, anterior nasal spine.

1) 계측점

(1) S: hypophyseal fossa의 중심점
(2) N: 비교의 곡선상에서 만나는 frontonasal suture의 최심점
(3) ANS: 구개면상에서 상악의 최전방점
(4) PNS (posterior nasal spine): 구개면 상에서 상악의 최후방점
(5) Or (orbitale): 안와의 최하방점
(6) Po (porion): 외이도의 최상방점
(7) Basion: 시상면상에 있는 foramen magnum 전연의 최후하방점
(8) A point: ANS와 Pr 사이의 곡선상의 최후방점
(9) Pr (prosthion): 상악 치조돌기상의 최전방점
(10) Id (infradentale): 하악 치조돌기상의 최전상방점
(12) B point: Id와 pogonion 사이의 곡선상의 최후방점
(13) Me (menton): symphysis 외연의 최하방점
(14) Sn (subnasale): 정중선상에서 상순과 비공음영(columella)의 융합점
(15) Cm (columella): 연조직 비중격(nasal septum)의 최하방점
(16) Ls (labrale superius): 상순 홍순부에서 cutaneous lip으로 이행되는 점
(17) Li (labrale inferius): 하순 홍순부에서 cutaneous lip으로 이행되는 점
(18) Stms (stomion superius): 상순의 최하방점
(19) Stmi (stomion inferius): 하순의 최상방점
(20) B' (soft tissue B point): 하순 전방 윤곽의 최심점
(21) Me' (soft tissue Me): 연조직 symphysis 외연의 최하방점
(22) U1 (upper incisor tip): 상악 절단연
(23) L1 (lower incisor tip): 하악 절단연

2) 계측 항목

종속 변수: 치료 후 계측치-치료 전 계측치(Fig. 1)
(1) △SnLs (change of upper lip philtrum length): Sn-Ls 간의 수술 전후 수직거리 변화량
(2) △LsStms (change of upper lip vermilion length): Ls-Stms 간의 수술 전후 수직거리 변화량
(3) △SnStms (change of upper lip length): Sn-Stms 간의

수술 전후 수직거리 변화량

(4) △StmiLi (change of lower lip vermilion length) 간의 수술 전후 수직거리 변화량

(5) △LiB' (change of lower lip philtrum length): Li-B' 간의 수술 전후 수직거리 변화량

(6) △StmiB' (change of lower lip length): Stmi-B' 간의 수술 전후 수직거리 변화량

(7) △SnMe' (change of soft tissue lower facial height): Sn-Me' 간의 수술 전후 수직거리 변화량

(8) △Nasolabial angle: nasolabial angle (Ls-Sn-Cm)의 수술 전후 변화량

독립 변수

수술 전 항목

(1) OJ (overjet): 수술 전 상하악 중절치의 수평 피개량

(2) OB (overbite): 수술 전 상하악 중절치의 수직 피개량

(3) ANB: 수술 전 ANB

(4) ULT (upper lip thickness): 수술 전 Ls에서 Pr까지의 거리

(5) LLT (lower lip thickness): 수술 전 Li에서 Id까지의 거리

수술 전후 변화량 항목

(1) △U1H: 수술 전후 상악 전치의 수평적 변화량

(2) △U1V: 수술 전후 상악 전치의 수직적 변화량

(3) △L1H: 수술 전후 하악 전치의 수평적 변화량

(4) △L1V: 수술 전후 하악 전치의 수직적 변화량

(5) △ULT: 수술 전후 상순 두께의 변화량

(6) △LLT: 수술 전후 하순 두께의 변화량

(7) △PNSH: 수술 전후 PNS의 수평적 변화량

(8) △PNSV: 수술 전후 PNS의 수직적 변화량

(9) △MeH: 수술 전후 Me의 수평적 변화량

(10) △MeV: 수술 전후 Me의 수직적 변화량

4. 통계 처리

계측된 자료들을 IBM SPSS Statistics 20 for windows (IBM Co., Armonk, NY, USA)를 이용하여 다음과 같이 통계처리를 하였다.

측모 두부 방사선사진과 CBCT의 연조직 변화 간의 차이를 비교하고 수술 전과 수술 후 6개월의 계측값의 차이가 유의성이 있는지 검증하기 위하여 paired t-test를 시행하였다. 유의성이 있는 종속 변수가 어떠한 독립변수에 영향을 받는지 검증하기 위하여 계단식 다중회귀분석(stepwise multiple regression analysis)을 시행하였다. $P<0.05$가 유의성이 있는 것으로 설정하였다. 또한, 표본의 분포가 정규분포를 따르는지 Q-Q 도표로 검증하였다(Fig. 3).

다중 회귀방정식은 다음과 같다.

$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + X_3 \beta_3 + \cdots + X_n \beta_n$

Y: 종속변수, X: 독립변수, α: 상수, β: 회귀계수(비표준화 계수)

5. 오차 검증

계측치의 신뢰성을 확인하기 위하여 처음 계측한 시점에서 4주 후 같은 검사자가 20명의 대상자에 대한 측모 두부 방사선

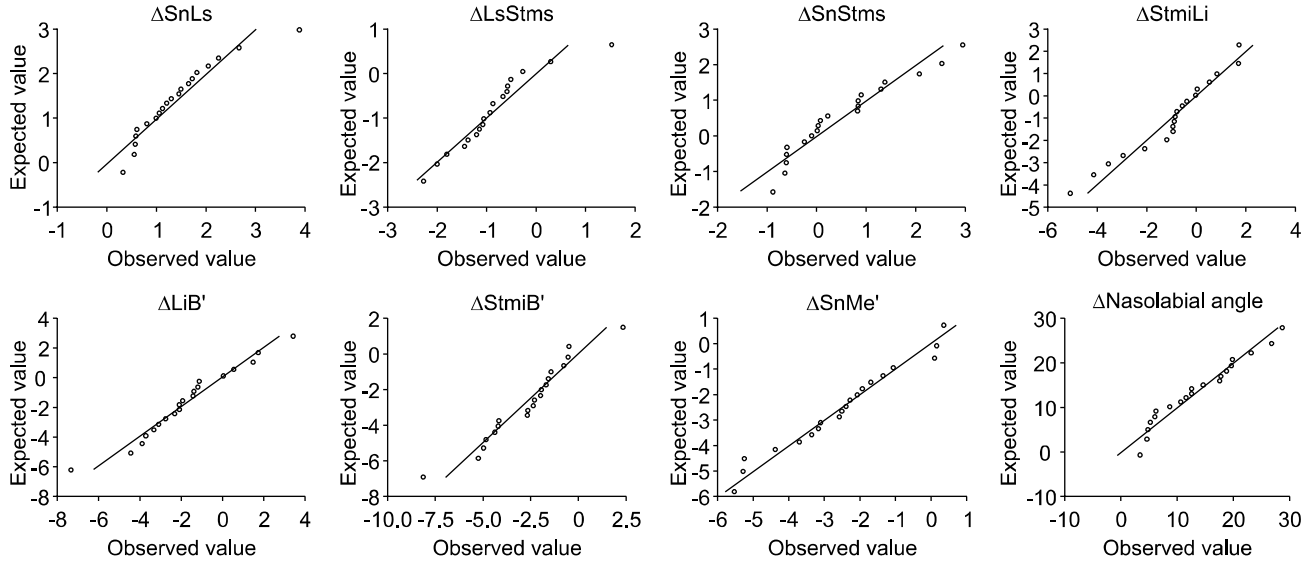

Fig. 3. Q-Q plot of dependent variables. All sampling distributions are close to the normal distribution. △SnLs, change of upper lip philtrum length; △LsStms, change of upper lip vermilion length; △SnStms, change of upper lip length; △StmiLi, change of lower lip vermilion length; △LiB', change of lower lip philtrum length; △StmiB', change of lower lip length; △SnMe', change of soft tissue lower facial height.

영상 40개와 CBCT 영상 40개를 재계측하였다. 계측값들의 신뢰도를 확인하기 위하여 급내상관계수(intraclass correlations coefficient)가 계산됐고 r=0.98로 높은 신뢰성을 보였다.

결 과

1. 측모 두부 방사선사진과 CBCT 영상의 연조직 변화 비교

수술 전과 수술 후 6개월의 연조직 변화량에 대하여 측모 두부 방사선사진과 CBCT 영상 간에 비교 분석하였다. 측모 두부 방사선사진의 연조직 변화 항목에 대하여 수술 전과 수술 후 6개월을 paired t-test를 이용하여 유의성 검정을 시행하였다. Upper lip philtrum (△SnLs)은 1.28±0.80 mm (P<0.001) 증가하였으며 upper lip vermilion (△LsStms)은 0.78±1.07 mm (P<0.001) 감소하였다. Lower lip vermilion (△StmiLi)은 0.57±1.67 mm (P<0.05) 감소하였으며 lower lip philtrum (△LiB')은 1.44±1.73 mm (P<0.01) 감소하였다. 또한, lower lip length (△StmiB')는 2.01±2.38 mm (P<0.001) 감소하였으며, soft tissue lower facial height (△SnMe')은 2.65±1.63 mm (P<0.001) 감소하였다. Nasolabial angle은 15.24±7.53° (P<0.001) 증가하였다.

CBCT 영상의 연조직 변화에 대하여서도 같은 방법으로 검정을 시행하였다. △SnLs은 1.40±0.85 mm (P<0.001) 증가하였으며 △LsStms은 0.89±0.81 mm (P<0.001) 감소하였다. △StmiLi은 1.04±1.79 mm (P<0.05) 감소하였으며 △LiB'은 1.72±2.41 mm (P<0.01) 감소하였다. △StmiB'는 2.76±2.26 mm (P<0.001) 감소하였으며, △SnMe'은 2.55±1.75 mm (P<0.001) 감소하였다. Nasolabial angle은 13.67±7.67° (P<0.001) 증가하였다(Fig. 4). 측모 두부 방사선사진과 CBCT 영상의 연조직 변화 비교 시 모든 변수에서 유의성 있는 차이를 보이지 않았다(P>0.05) (Table 1).

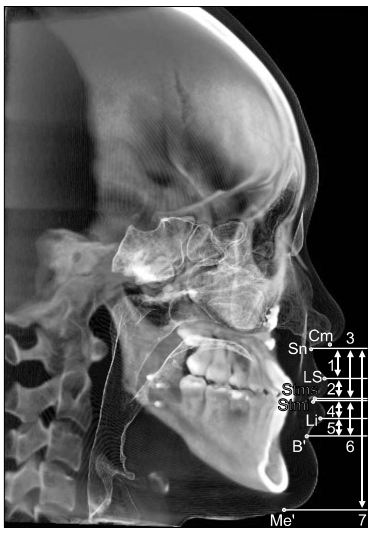

Fig. 4. Cone beam computed tomography image in post operatative 6 months 1. SnLs, Nasolabial angle increased. 2. LsStms, 4. StmiLi, 5. LiB', 6. StmiB', 7. SnMe' decreased after surgery. 1. SnLs, upper lip philtrum length; 2. LsStms, upper lip vermilion length; 4. StmiLi, lower lip vermilion length; 5. LiB', lower lip philtrum length; 6. StmiB', lower lip length; 7. SnMe', soft tissue lower facial height. Cm, columella; Sn, subnasale; Ls, labrale superius; Stms, stomion superius; Stmi, stomion inferius; Li, labrale inferius; B', soft tissue B point; Me', soft tissue menton.

2. CBCT의 독립변수 중 수술 전과 수술 후 6개월 변화량 항목의 유의성 비교

독립변수 중 수술 전후 변화량 항목에 대하여 각각 평균 및 표준편차를 산출하였으며 paired t-test를 사용하여 유의성 검정을 시행하였다. 독립변수 중 PNS는 상방으로 4.70±1.83 mm (P<0.001) 이동하였으며, Me은 상방으로 3.16±2.16 mm (P<0.001), 후방으로 7.78±4.51 mm 이동하였다. U1은 후방으로 3.01±2.49

Table 1. Comparison of mean and standard deviation of dependent variables and significance test between lateral cephalogram and CBCT (n=20)

Dependent variables	LC			CBCT			△ Mean LC-CBCT	Sig
	Mean	S.D.	Sig	Mean	S.D.	Sig		
△SnLs	+1.28	0.80	***	+1.40	0.85	***	−0.12	NS
△LsStms	−0.78	1.07	***	−0.89	0.81	***	0.10	NS
△SnStms	+0.52	1.19	NS	+0.51	1.10	NS	−0.01	NS
△StmiLi	−0.57	1.67	*	−1.04	1.79	*	0.47	NS
△LiB'	−1.44	1.73	**	−1.72	2.41	**	0.28	NS
△StmiB'	−2.01	2.38	***	−2.76	2.26	***	0.75	NS
△SnMe'	−2.65	1.63	***	−2.55	1.75	***	−0.10	NS
△Nasolabial angle	+15.24	7.53	***	+13.67	7.67	***	1.57	NS

*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001.
+, increase; −, decrease.
LC, lateral cephalogram; CBCT, cone beam computed tomography; S.D., standard deviation; Sig, significant; △SnLs, change of upper lip philtrum length; △LsStms, change of upper lip vermilion length; △SnStms, change of upper lip length; △StmiLi, change of lower lip vermilion length; △LiB', change of lower lip philtrum length; △StmiB', change of lower lip length; △SnMe', change of soft tissue lower facial height; NS, not significant.

mm ($P<0.001$) 이동하였다. U1은 상방으로 2.39±3.14 mm ($P<0.01$), 후방으로 9.37±3.57 mm ($P<0.001$) 이동하였다. 종속변수 중 upper lip length (△SnStms)와 독립변수 중 U1의 수직 변화량(△U1V), PNS의 수평 변화량(△PNSH), 상순 두께의 변화량(△ULT), 하순 두께의 변화량(△LLT)은 유의성 있는 차이가 없었다(Table 2).

Table 2. Mean and standard deviation of independent variables and significance test in CBCT (n=20)

Independent variables	Mean	S.D.	t-value	Sig
△U1H	−3.10	2.49	5.58	***
△U1V	−0.14	2.90	0.22	NS
△L1H	−9.37	3.57	11.73	***
△L1V	−2.39	3.14	3.40	**
△ULT	+0.17	2.07	−0.38	NS
△LLT	−0.60	4.45	0.60	NS
△PNSH	−0.93	2.12	1.96	NS
△PNSV	−4.70	1.83	11.50	***
△MeH	−7.78	4.51	7.71	***
△MeV	−3.16	2.17	6.52	***

**$P<0.01$, ***$P<0.001$.
+, increase, anterior,downward movement; −, decrease, posterior, upward movement.
CBCT, cone beam computed tomography; S.D., standard deviation; Sig, significant; △U1H, horizontal change of upper incisor; △U1V, vertical change of upper incisor; △L1H, horizontal change of lower incisor; △L1V, vertical change of lower incisor; △ULT, change of upper lip thickness; △LLT, change of lower lip thickness; △PNSH, horizontal change of posterior nasal spine; △PNSV, vertical change of posterior nasal spine; △MeH, horizontal change of menton; △MeV, vertical change of menton; NS, not significant.

3. 다중회귀분석

통계적 유의성을 보인 7개의 종속변수에 대하여 15개의 독립변수로 실시한 계단식 다중회귀분석에서 △SnLs, △LsStms, △StmiLi, △LiB', △StmiB', △SnMe', △Nasolabial angle 모두 적합한 모델로 나왔다(Table 3). △SnLs는 △MeV에 영향을 받는 것으로 나타났고 △LsStms는 수술 전 ULT에 영향을 받는 것으로 나타났다. △StmiLi는 수술 전 OJ에 영향을 받는 것으로 나타났으며 △LiB'는 △L1V, △PNSV 순으로 영향을 받는 것으로 나타났다. △StmiB'는 수술 전 OJ, △L1V, △PNSH 순으로 영향을 받는 것으로 나타났다. △SnMe'는 △MeV, △U1H, △

Table 3. Regression model fit test

Dependent variables	F-value	R-square	Adjusted R-square	Sig
△SnLs	+13.98	0.48	0.41	**
△LsStms	+14.40	0.44	0.41	**
△StmiLi	+11.37	0.39	0.35	**
△LiB'	+7.10	0.45	0.39	**
△StmiB'	+15.77	0.75	0.70	***
△SnMe'	+10.02	0.65	0.59	**
△Nasolabial angle	+9.85	0.35	0.32	**

**$P<0.01$, ***$P<0.001$.
Sig, significant; △SnLs, change of upper lip philtrum length; △LsStms, change of upper lip vermilion length; △SnStms, change of upper lip length; △StmiLi, change of lower lip vermilion length; △LiB', change of lower lip philtrum length; △StmiB', change of lower lip length; △SnMe', change of soft tissue lower facial height.

Table 4. Regression parameter estimates and significance test

Model		B	S.E.	Beta	t-value	VIF	Sig
△SnLs	Constant	2.22	0.27			8.38	
	△MeV	0.26	0.07	0.66	3.74	1.00	**
△LsStms	Constant	−2.94	0.56			−5.26	
	ULT	0.14	0.37	0.68	3.80	1.00	**
△StmiLi	Constant	−1.45	0.42			−0.35	
	OJ	0.34	−0.10	0.62	3.37	1.00	**
△LiB'	Constant	−0.05	0.61			−0.09	
	△L1V	0.48	0.14	0.63	3.34	1.09	**
	△PNSH	0.57	0.21	0.50	2.65	1.09	*
△StmiB'	Constant	−0.28	0.47			−0.60	
	OJ	0.44	0.09	0.64	5.05	1.02	***
	△L1V	0.39	0.10	0.54	4.07	1.10	**
	△PNSH	0.44	0.14	0.41	3.08	1.11	**
△SnMe'	Constant	2.46	1.10			2.23	
	△MeV	0.72	0.14	0.89	5.20	1.35	***
	△U1H	0.29	0.11	0.41	2.55	1.20	*
	△L1H	0.20	0.08	0.40	2.34	1.37	*
△Nasolabial angle	Constant	14.10	1.42		9.90		
	△ULT	−2.20	0.70	−0.60	−3.13	1.00	**

*$P<0.05$, **$P<0.01$, ***$P<0.001$.
B, unstandardized coefficients; S.E, standard errors; Beta, standardized coefficients; VIF, variance inflation factor; Sig, significant; △SnLs, upper lip philtrum length; △LsStms, upper lip vermilion length; △StmiLi, lower lip vermilion length; △LiB', lower lip philtrum length; △StmiB', lower lip length; △SnMe', soft tissue lower facial height; △MeV, vertical change of menton; ULT, upper lip thickness; OJ, overjet; △L1V, vertical change of lower incisor; △PNSH, horizontal change of posterior nasal spine; △MeH, horizontal change of menton; △L1V, vertical change of lower incisor; △U1H, horizontal change of upper incisor; △L1H, horizontal change of lower incisor; △ULT, change of upper lip thickness.

L1H 순으로 영향을 받는 것으로 나타났다. △Nasolabial angle은 △ULT에 영향을 받는 것으로 나타났다. 독립변수 간의 영향 여부인 다중공선성을 검증하기 위하여 variance inflation factor를 구한 결과 모두 1.5보다 작은 값을 보였다(Table 4).

고 찰

악교정 수술의 목적은 부정 교합의 기능적 회복뿐만 아니라 안모의 심미적 개선이므로 수술 후 안모의 변화를 예측하는 것은 중요하다. 수술 후 시상적으로 입술과 턱이 개선이 되었지만 정면에서 보았을 때 입술의 vermilion 길이가 줄어들거나 상순의 philtrum 길이가 증가하는 경우를 볼 수 있어 이러한 입술의 수직적 변화를 조사하는 것은 중요하다고 할 수 있다. 또한 상하악골 전돌 양상의 골격성 3급 부정교합 환자에서 상악골의 후상방 이동을 통한 상하악골의 시계방향 회전을 도모하여 상하순과 아래턱 끝의 돌출 양상을 해결하는 경우가 많다. 특히 아래턱 끝의 돌출 정도가 아래 입술보다 더 나온 경우, 전치부 개교합인 경우에 적응증에 해당한다. Moldez 등[7]은 골격성 3급 개교합 환자에서 상악골을 상방으로만 이동시킨 군(13명)과 후상방 회전 이동시킨 군(10명)을 수술 후 안정성을 비교한 결과 후상방 회전 이동시킨 군이 더 안정적이라고 보고하였다. 또한 Wolford 등[8]은 교합평면 각도가 정상보다 작은 경우 상하악골 복합체의 시계방향 회전을 통하여 교합 평면 각도를 증가시키는 것이 술 후 안정성에 매우 중요하다고 하였다.

악교정 수술 후 연조직의 평가는 2차원 측모 두부 방사선사진을 계측하여 이루어져 왔다. 하지만 3차원 구조물의 계측점을 2차원 평면에서 측정 시 계측점이 부정확할 수 있으며 비대칭이 있는 경우 상의 변형과 확대의 문제가 있다[1,9,10]. 이러한 2차원 측모 두부 방사선사진 계측의 문제점을 보완하기 위하여 CBCT를 이용하여 3차원 영상에서 계측하고 분석하는 시도가 이루어져 왔다. CBCT는 낮은 방사선 조사량, 낮은 가격, 높은 해상도로 최근에 많이 이용되고 있다. Kim 등[11]은 CBCT 영상의 골격적 기준점을 이용하여 중첩하면 악교정 수술 전과 후 비교 분석을 더욱 정확하게 할 수 있다고 하였다. 하지만 이러한 CBCT의 장점은 경조직 계측점에 대한 것으로 아직까지 연조직 분석에 대한 정확성과 신뢰성은 논란의 여지가 많다.

따라서 본 연구는 기존의 측모 두부 방사선사진과 CBCT상의 연조직의 변화에 대하여 비교하여 CBCT가 연조직 분석을 위해 이용가능한지 알아보고자 하였다. 또한, 3차원적인 평면을 설정하여 상하악 돌출 환자에서 악교정 수술 후 입술과 주위 연조직의 수직적 변화 양상을 살펴보고 이에 영향을 미치는 인자에 대하여 알아보고자 하였다.

본 연구에서 종속변수에 대하여 측모 두부 방사선사진과 CBCT를 비교해본 결과 모든 변수에서 유의성 있는 차이를 보이지 않았다. 이는 CBCT를 이용하여 구성된 연조직과 측모 두부 방사선사진상의 연조직에 큰 차이가 없어 CBCT만으로도 경조직과 연조직을 모두 평가할 수 있을 것으로 보인다.

이를 바탕으로 CBCT의 두부 계측분석을 시행하였다. 상순의 philtrum 길이는 유의성 있게 증가하였고 상순의 vermilion 길이는 유의성 있게 짧아졌다. 하지만 전체 상순의 길이는 유의성 있는 차이를 보이지 않았다. 이는 상악 전치가 후방이동하면서 상순이 떨어지게 되는데 vermilion의 길이가 짧아지고 philtrum의 길이는 길어져 서로 상쇄되어 전체 상순의 길이에는 큰 변화가 없는 것으로 보인다. 이것은 Marşan 등[12]이 보고한 연구와는 다른 결과이다. Marşan 등[12]은 44명의 class III 터키 여성을 대상으로 한 악교정 수술(상악골 함입과 하악골 후퇴) 후 경조직과 연조직의 변화에 관한 연구에서 수술 후 평균 2.6년 뒤에 상순의 길이(Sn-Stms)는 평균 1.2±1.6 mm 증가하였고 하순과 하방 연조직(Stmi-Soft tissue Me)의 길이는 42.3 mm 감소하였다고 보고하였다. 상순 vermilion 길이가 얇고 상순 philtrum 길이가 긴 환자에서 악교정 수술 후 philtrum이 더욱 길어지고 vermilion이 더 얇아 질 수 있기 때문에 수술 전 환자에게 이에 대한 충분한 설명이 필요하다.

본 연구에서 상하악 복합체의 후상방 이동을 통한 시계방향 회전이 일어났기 때문에 술 전과 술 후 비교 시 하순의 vermilion 길이, philtrum 길이, 하안모의 길이가 유의성 있게 감소하였다. 이것은 상순과 마찬가지로 하순의 vermilion 길이와 philtrum, 전체 길이가 수술 후 짧아질 수 있음을 미리 설명할 필요가 있다. 또한 하안모와 턱의 길이가 길어 보이는 환자에서도 상하악 복합체의 시계방향 회전 시 하안모의 길이 감소 효과로 인하여 reduction genioplasty를 시행하지 않더라도 많은 경우 장안모가 해소될 수 있음을 의미한다.

본 연구에서 사용된 paired t-test는 표본 평균의 분포가 표본수의 증가에 따라 정규 분포에 근접해간다는 중심 극한 정리를 가정으로 한다. 표본평균이 정규분포에 근사하는 정도는 표본의 수와 분포에 의존함이 알려져 있다. 따라서 표본의 분포가 정규분포에 가깝다면 표본의 수가 충분히 크지 않더라도 t-test를 사용함에 무리가 없다고 할 수 있다. 이번 연구에서 사용된 표본의 수가 충분히 크지 않으므로 표본의 분포가 정규분포에 가까운지 Q-Q 도표로 검증하였다. 도시한 Q-Q 도표에서 표본의 분포가 정규분포에서 크게 벗어나지 않으므로 본 연구에서 사용된 paired t-test의 신뢰성은 문제가 없어 보인다.

수술 전과 후 유의성의 차이를 보이는 7개의 종속변수에 대하여 15개의 독립변수 중 어떠한 변수가 영향을 미치는지 알아 보기 위하여 다중회귀분석을 시행하였다. 독립변수 간 상관 정도를 나타내는 다중공선성을 검증하기 위하여 variance inflation factor (VIF)를 구하였다. 일반적으로 VIF가 10 이상일 때 다중공선성이 존재한다고 본다. 본 연구에서 독립변수의 VIF는 모두 1.5

이하로 10보다 훨씬 작기 때문에 다중공선성에는 문제가 없다고 할 수 있겠다.

다중회귀분석 결과 △SnLs는 △MeV에 영향을 받는데 Me이 상방으로 많이 움직일수록 upper philtrum의 길이도 길어진다고 할 수 있다. 이것은 이전의 연구에서 보여준 상악 전치부의 이동이 상순의 길이에 가장 많은 영향을 준다는 사실과 다르다. Chew[5]는 골격성 3급 부정교합 환자의 상하악 수술 후 연조직과 경조직 변화에 대한 연구에서 Ls의 수평적 이동에 대한 상악 전치의 수평적 이동 간에 중등도의 상관성을 갖는다고 하였다. 또한 연조직의 수직적 변화는 경조직의 수평적 변화보다 수직적 변화에 영향을 받는다고 하였다. 본 연구에서 술 후 상악 전치부의 수직적 변화는 유의성 있는 차이가 없었기 때문에 상악 전치부가 상순의 수직적 변화에 영향을 미치지 못하고 오히려 하악골의 수직적 변화가 영향을 미친 것으로 생각한다.

또한 △LsStms는 ULT에 영향을 받는데 수술 전 상순의 두께가 두꺼울수록 상순의 vermilion의 길이의 변화가 작아진다. Park 등[13]은 입술 두께에 따라 교정 치료 후 입술 이동에 대하여 연구하였는데 입술 두께가 두꺼울수록 연조직의 변화가 변수와 관계가 없다고 보고한 것과 일치한다. 즉 입술 두께가 두꺼워지면 변수에 영향을 덜 받는다고 할 수 있다.

△StmiLi는 수술 전 OJ에 영향을 받는데 수술 전 OJ이 음의 값으로 큰 경우 즉, 반대교합이 심한 경우에 수술 후 하순의 vermilion의 길이가 짧아진다. 이는 실험군이 심한 골격성 3급 부정교합 환자로 전치부 반대교합으로 인한 lip incompetency가 심하여 하순이 외반된 상태인 경우가 대부분이었다. 따라서 수술 후 이러한 lip incompetency가 해소되고 외반된 하순이 정상화되어 하순의 vermilion의 길이가 감소된 것으로 생각한다.

△LiB'는 △L1V, △PNSH 순으로 영향을 받는데 △PNSH가 통제된 상태에서 하악 전치가 상방으로 많이 이동할수록 하순의 philtrum의 길이는 짧아지게 된다고 할 수 있다. 이것은 전방부 개교합 환자에서 상악의 시계 방향 회전과 더불어 하악골의 전방부가 상방 이동하여 개교합이 해소될 시 하순 philtrum이 짧아질 수 있음을 예상해 볼 수 있다. △StmiB'는 수술 전 OJ, △L1V, △PNSH 순으로 영향을 받는데 이는 수술 전 전치부 반대교합이 심할수록, 하악 전치가 상방으로 많이 이동할수록, 수술 후 하순의 길이가 짧아지게 됨을 의미한다. 이것은 종합적으로 봤을 때 골격성 제3급 개방교합 환자에서 수술 후 하순의 길이가 짧아질 수 있음을 예상해볼 수 있다. △SnMe'은 △MeV, △U1H, △L1H의 순으로 영향을 받는데 이는 Me이 상방으로 많이 이동할수록, 상악 중절치와 하악 중절치가 후방으로 많이 이동할수록 하안모의 길이가 짧아지게 됨을 의미한다. 이는 하안모의 길이 감소가 결국 상하악골의 시계방향 회전 시 하악골의 Me이 얼마나 상방으로 이동하는지에 달려 있다고 할 수 있다. 다중회귀 방정식에서 △SnMe'=0.72△MeV+0.29△U1H+0.20△L1H+2.46을 통하여 술 후 하안모의 길이 변화를 예측해볼 수 있다. △Nasolabial angle은 △ULT에 영향을 받는데 수술 후 상순의 두께가 얇아질수록 비순각이 커지게 된다.

이러한 연조직의 변화 양상은 연조직의 두께, 탄력성, 긴장도에 따라 달라지게 되므로 이에 대한 추가적인 연구가 필요하다. 또한, 연조직의 술 후 평가가 본 연구에서는 6개월 후 방사선 영상으로 시행하였는데 이는 Stella 등[14]이 연조직이 최소 6개월 후 안정화된다고 보고하였고 연조직의 변화에 대한 많은 연구에서 최소 6개월 이상을 기준으로 하였다[5,15-17]. 하지만 Hack 등[18]은 연조직이 안정적인 상태가 되려면 최소 1년 이상이 되어야 한다고 보고하였다. 본 연구에서 시행된 표본의 수는 통상적인 것보다 적은 수로서 추후 연구는 더 많은 표본을 대상으로 술 후 최소 1년을 기준으로 시행될 필요가 있을 것으로 생각한다.

또한 이번 연구에서 CBCT로 평가한 것은 시상면에서의 연조직이다. CBCT를 통한 연조직의 3차원 구성은 아직 해상도의 한계가 있어 향후 CBCT로 구성된 모델에서 연조직의 3차원적인 변화에 대하여 추가적인 연구가 필요하다.

결 론

상하악 돌출 양상의 골격성 제3급 부정교합 환자에서 상하악 복합체의 시계방향 회전 시 입술과 주위 연조직의 변화를 측모두부 방사선사진과 CBCT 영상을 비교 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 연조직과 경조직 모두 CBCT로 평가할 수 있다.
2. 상순의 philtrum 길이는 길어지고 vermilion의 길이는 짧아지며 하순은 전체 길이와 vermilion 길이 모두 짧아지며 전체적인 하안모의 길이도 짧아지게 된다. 또한 비순각은 커진다.
3. 상순의 philtrum 길이 증가에는 Me의 상방 이동이 영향을 주었으며 vermilion 길이 감소에는 상순 두께가 영향을 주었다.
4. 하순의 vermilion 길이 감소에는 수술 전 OJ이, philtrum 길이 감소에는 하악 전치부의 수직이동이 가장 많은 영향을 주었다.
5. 하안모의 길이 감소에는 Me의 상방이동이 가장 큰 영향을 주었다. 비순각의 증가에는 상순 두께 감소가 영향을 주었다.

References

1. Gateno J, Xia JJ, Teichgraeber JF. New 3-dimensional cephalometric analysis for orthognathic surgery. J Oral Maxillofac Surg 2011;69:606-22.
2. Gribel BF, Gribel MN, Frazão DC, McNamara JA Jr, Manzi FR. Accuracy and reliability of craniometric measurements on lateral cephalometry and 3D measurements on CBCT scans. Angle Orthod 2011;81:26-35.
3. Baumgaertel S, Palomo JM, Palomo L, Hans MG. Reliability and accuracy of cone-beam computed tomography dental

measurements. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2009;136: 19-25.
4. Lin SS, Kerr WJ. Soft and hard tissue changes in Class III patients treated by bimaxillary surgery. Eur J Orthod 1998; 20:25-33.
5. Chew MT. Soft and hard tissue changes after bimaxillary surgery in Chinese Class III patients. Angle Orthod 2005;75: 959-63.
6. Park JW, Kim NK, Chang YI. Formulation of a reference coordinate system of three-dimensional (3D) head and neck images: part I. Reproducibility of 3D cephalometric landmarks. Korean J Orthod 2005;35:388-97.
7. Moldez MA, Sugawara J, Umemori M, Mitani H, Kawamura H. Long-term dentofacial stability after bimaxillary surgery in skeletal Class III open bite patients. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg 2000;15:309-19.
8. Wolford LM, Chemello PD, Hilliard F. Occlusal plane alteration in orthognathic surgery--part I: effects on function and esthetics. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1994;106:304-16.
9. Järvinen S. A study of the factors causing differences in the relative variability of linear radiographic cephalometric measurements. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1987;92: 17-23.
10. Legrell PE, Nyquist H, Isberg A. Validity of identification of gonion and antegonion in frontal cephalograms. Angle Orthod 2000;70:157-64.
11. Kim YI, Kim JR, Park SB. Three-dimensional analysis of midfacial soft tissue changes according to maxillary superior movement after horizontal osteotomy of the maxilla. J Craniofac Surg 2010;21:1587-90.
12. Marşan G, Cura N, Emekli U. Soft and hard tissue changes after bimaxillary surgery in Turkish female Class III patients. J Craniomaxillofac Surg 2009;37:8-17.
13. Park SH, Park SH, Cho YM, Kim JH. The effect of lip thickness on lip profile change after orthodontically treated patients with 4 first bicuspid extraction. Korean J Orthod 2002;32:355-60.
14. Stella JP, Streater MR, Epker BN, Sinn DP. Predictability of upper lip soft tissue changes with maxillary advancement. J Oral Maxillofac Surg 1989;47:697-703.
15. Mommaerts MY, Lippens F, Abeloos JV, Neyt LF. Nasal profile changes after maxillary impaction and advancement surgery. J Oral Maxillofac Surg 2000;58:470-5.
16. Koh CH, Chew MT. Predictability of soft tissue profile changes following bimaxillary surgery in skeletal class III Chinese patients. J Oral Maxillofac Surg 2004;62:1505-9.
17. Park JU, Hwang YS. Evaluation of the soft and hard tissue changes after anterior segmental osteotomy on the maxilla and mandible. J Oral Maxillofac Surg 2008;66:98-103.
18. Hack GA, de Mol van Otterloo JJ, Nanda R. Long-term stability and prediction of soft tissue changes after LeFort I surgery. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1993;104:544-55.