

# 하악골 후퇴 수술 환자의 연조직 측모 예측의 정확성: Quick Ceph Image Pro™(ver 3.0)와 V-Ceph™(ver 3.5)의 비교

김명균<sup>a</sup> · 최용성<sup>a</sup> · 정송우<sup>a</sup> · 전영미<sup>b</sup> · 김정기<sup>c</sup>

본 연구는 Quick Ceph Image Pro™(ver 3.0)와 국내에서 개발되어 사용 중인 V-Ceph™(ver. 3.5) 2 종의 비디오 이미지 예측 프로그램의 수술 후 연조직 측모의 정확성과 신뢰성에 대해서 알아보려 시행되었다. 골격성 III급 부정교합으로 진단되어 수술 전 교정 치료를 받고, 하악골 후퇴 수술(body osteotomy 또는 SSRO)을 시행한 남녀 환자 각각 20명을 대상으로 하였다. 나이는 평균  $21.4 \pm 4$ 세이고, 수술 전 측모두부방사선계측사진은 수술 전 평균 21.1일에, 수술 후 측모두부방사선계측사진은 수술 후 평균 335.7일에 촬영되었으며, 예측치와 실측치 차이를 비교하였다. 연구결과 Quick Ceph과 V-Ceph 모두 예측치와 실측치 사이에 크기와 방향에 있어서 오차가 관찰되었으며, 이러한 오차는 상순과 하순, 턱과 연관된 항목에서 크게 나타났다 ( $p < 0.05$ ). Quick Ceph은 A', Ls, Li의 수평적 위치 및 각 부분에서의 연조직 두께(U1-Ls, L1-Li, Pog-Pog')의 수평거리 예측에서, V-Ceph은 하순의 수직적 위치 예측에서 오차가 컸다 ( $p < 0.05$ ). V-Ceph의 경우 하악골의 이동양이 증가할 때 Sn의 수직적 위치, Ls의 수평적 위치, 상순의 연조직 두께(U1-Ls)처럼 상순과 연관된 계측치에서 예측오차가 컸으며, Quick Ceph의 경우 하악골의 이동양이 증가할 때 하순의 수평위치 및 하순의 두께에서의 예측오차가 작았다 ( $p < 0.05$ ). 또한, 연조직의 두께에 따른 오차를 평가한 결과, Quick Ceph의 경우 상순과 하순의 두께가 두꺼울수록 각각에 관련된 연조직 예측의 오차가 컸으며 ( $p < 0.05$ ), V-Ceph의 경우 하순과 턱의 연조직 두께가 두꺼울수록 턱의 연조직 예측의 오차가 크게 관찰되었다 ( $p < 0.05$ ). 그러나, 본 연구에서의 모든 예측오차값은 3 mm 이내로 계속되었으며, 이러한 오차 범주는 임상적으로 허용 가능한 수준인 것으로 생각된다.

( 주요 단어: 연조직 측모 예측, 하악골 후퇴 수술 )

## 서 론

심한 악골의 부조화 증례의 경우 치아의 이동에 의

<sup>a</sup> 대학원생, 전북대학교 치과대학 교정학교실.

<sup>b</sup> 조교수, <sup>c</sup> 교수, 전북대학교 치과대학 교정학교실 및 구강생체과학연구소.

교신저자: 김정기

전북 전주시 덕진구 덕진동 664-14

전북대학교 치과대학 교정학교실 / 063-250-2124

cbuortho@chonbuk.ac.kr

원고접수일: 2004년 8월 18일 / 원고최종수정일: 2004년 12월 2일

/ 원고채택일: 2004년 12월 4일

한 절충 치료만으로는 심미적이고 기능적이며 안정적인 치료 결과를 얻기는 어렵다. 경제적 여건의 발전과 더불어 심미에 대한 높은 관심 및 사회적 요구에 의하여 악교정수술을 동반한 부정교합 치료는 최근 더욱 증가하는 추세이다.<sup>1,2</sup> 악교정수술을 계획할 때 경조직을 기준으로 수술 양 및 방향을 결정하지만 실제 수술 결과에 대한 만족도는 연조직 변화에 의해 좌우되며, 이러한 이유로 경조직 이동양 및 방향에 대한 연조직 변화 비율 및 양상을 정확히 예측하는 것은 매우 중요하다.<sup>3</sup>

McNeill 등<sup>1</sup>은 아세테이트 투사지를 잘라 붙이는

Table 1. Sample data

	Male (N = 20)	Female (N = 20)	Total (N = 40)
	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD
Recording period before surgery (day)	18.2 ± 11.3	23.7 ± 10.4	21.1 ± 11.1
Recording period after surgery (day)	346.3 ± 237.8	325.7 ± 193.9	335.7 ± 214.2
Mean age at the time of surgery (year)	22.3 ± 4.10	20.6 ± 5.40	21.4 ± 3.80

방법을 이용하여 수술에 의한 경조직 변화에 따른 연조직 측도의 변화를 예측하고자 하였고, Kinnebrew 등<sup>4</sup>은 환자의 사진을 이용하여 이와 유사한 방법으로 수술 후의 안모를 예측하는 방법을 시도하였다. Harradine과 Birnie,<sup>5</sup> Sarver와 Johnston,<sup>6</sup> Sinclair 등<sup>7</sup>은 환자의 측모두부방사선계측사진과 비디오 이미지의 합성이 가능한 진단용 컴퓨터 프로그램을 이용하여 환자의 수술 후 모습을 예측하였으며, Moss 등<sup>8</sup>은 삼차원적인 입체 영상 기술을 이용하여 악교정 수술의 계획을 수립하고 결과를 예측하는 방법을 보고하였다. 컴퓨터 영상을 이용한 예측 방법은 현재 널리 사용되고 있으며, 의사와 환자 사이 의사소통에도 많은 도움을 주고 진단과 수술 계획 수립 시 보다 빠르고, 쉽게 simulation 할 수 있는 장점을 가지고 있다.

Popisil<sup>9</sup>은 1987년에 hand-draw acetate tracing을 이용한 수술 후 연조직 예측 방법이 수술 후 6개월 뒤 약 60%에서 부정확함을 나타냈다고 보고하였다. Hing<sup>10</sup>은 1989년 Quick Ceph Image Pro<sup>TM</sup>를 이용하여 하악골 후퇴증 환자의 수술 후 예측의 오차에 대해서 보고하였는데, 그는 하순과 연조직 pogonion에서 오차가 컸다고 보고하였다. 또한 Konstantos 등<sup>11</sup>은 1994년 DentoFacial Planner를 이용한 예측 실험에서 pronasale, subnasale의 수평, 수직적인 위치와 하순의 수평적인 위치에서 상당히 차이를 보였다고 발표하였다. Sinclair 등<sup>7</sup>은 the Prescription Planner/Portrait software를 사용하여 수술 후 안모를 예측한 결과, 실제 하순의 위치보다 예상된 하순의 위치는 후방에 위치하며 얇게 예측되었음을 보고하였다.

이러한 연구들은 골격성 II급 부정교합에서 하악골 전진술을 시행한 증례가 대부분이며, 한국인에서 많이 볼 수 있는 골격성 III급 부정교합 환자의 하악골 후퇴술에 따른 연조직 변화량의 예측의 정확도에 관한 연구는 거의 없는 상황이다.

본 연구는 Quick Ceph Image Pro<sup>TM</sup>, ver 3.0(Quick Ceph Systems, San Diego, USA)와 국내에서 개발되어 사용 중인 V-Ceph<sup>TM</sup>, ver 3.5(Cybermed, Seoul,

Korea) 등 2개의 비디오 이미지 예측 프로그램의 수술 후 연조직 측도의 정확성에 대해서 알아보고자 시행되었다.

## 연구대상 및 방법

### 연구대상

전북대학교 치과병원 교정과에 내원하여 악교정 수술이 필요한 골격성 III급 부정교합으로 진단되어 수술 전 교정 치료를 받고, 본원 구강악안면외과에서 하악골 후퇴 수술을 시행한 환자 중에서 다음의 조건을 만족하는 환자들의 자료를 선별하였다.

1. 안면의 비대칭이 심하지 않은 자
2. 구개, 구순열 및 두개안면 증후군의 증상이 없는 자
3. 이부 성형술(genioplasty)을 시행하지 않고 body osteotomy 또는 sagittal split ramus osteotomy (SSRO)를 시행한 자
4. 수술 전·후 방사선 사진이 동일한 촬영기를 이용하여 동일한 조건으로 촬영된 증례

위의 선택 기준을 만족하는 남녀 각각 20명을 대상으로 하였으며, 상악골 수술이 동반된 자는 연구 대상에서 제외하였다. 수술 당시 평균 나이는 21.4±4세이고, 수술 전 측모두부방사선계측사진은 수술 전 평균 21.1일에, 수술 후 측모두부방사선계측사진은 수술 후 평균 335.7일에 각각 촬영되었다 (Table 1). 수술에 의한 하악골 이동량은 Pm point를 기준으로 하여 수평으로 평균 7.34 ± 3.56 mm, 수직으로 평균 2.32 ± 2.26 mm이었다.

### 연구방법

#### 측모두부방사선계측사진 촬영 및 투사도 작성

수술 전과 수술 후 측모두부방사선계측사진은

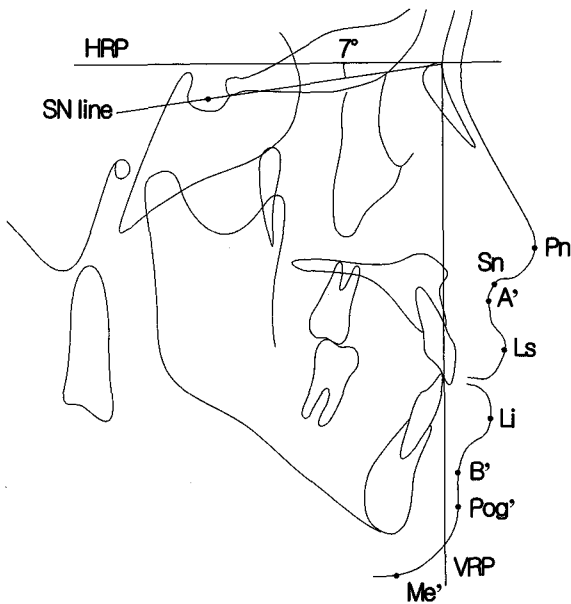


Fig 1. Cephalometric landmarks and horizontal and vertical reference lines used in this study.

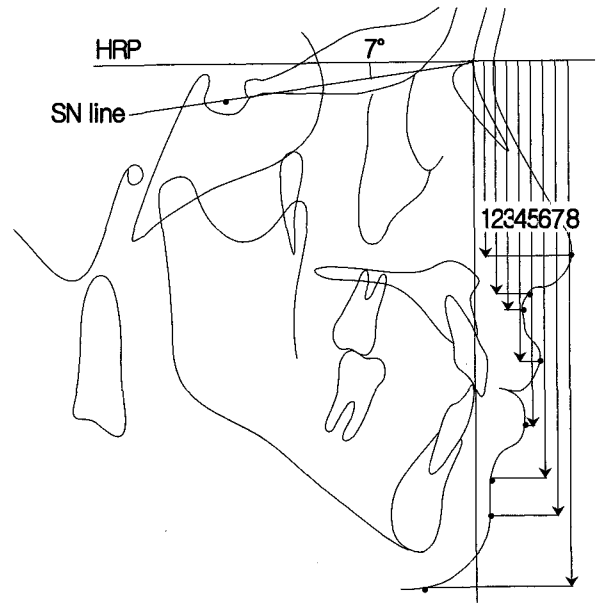


Fig 2. Vertical position of the soft tissue points.

natural head posture에서 중심 교합위로 교합된 상태로 입술은 이완된 상태에서 채득하였다. 수술 전에 촬영된 측모두부방사선계측사진 위에 아세테이트 용지를 부착하고 통상적인 방법에 의해 투사도를 작성하였다. 수술 후 촬영된 측모두부방사선계측사진 위에, 수술 전의 투사도가 그려진 아세테이트 용지를 수술에 의해 영향을 받지 않는 두개골 구조물을 기준으로 중첩시켜 올려놓은 후, 수술 후의 하악골과 연조직 부위의 투사도를 추가로 작성하였다.

계측치 선정

기준선 설정

본 연구에서 기준선은 Burstone 등<sup>12</sup>의 연구에 따라 SN line에서 nasion을 중심으로 상방 7° 회전시킨 SN-7°선을 수평기준선(Horizontal Reference Plane, HRP)으로 삼고, nasion에서 수평기준선에 대한 수선을 그어 이를 수직기준선(Vertical Reference Plane, VRP)으로 하였다 (Fig 1).

계측점 (Fig 1)

Pn, 코끝에서 가장 돌출되거나 전방에 위치한 점; Sn, 정중시상면상에서 코의 하연과 상순 기시부의 교점; A' subnasale와 labrale superius를 연결한 가상 선상의 상순 외형 중 최심점; Ls, 정중시상면에서 상

순외연의 가장 돌출된 점; Li, 정중시상면에서 하순외연의 가장 돌출된 점; B', 연조직 pogonion과 labrale inferius 사이의 합몰부의 최심점; Pog', 정중시상면에서 연조직 이부의 최전방점; Me', 연조직 이부의 최하방점

계측항목 (Fig 2-4)

1-8, HRP에서 각 두부계측점까지의 수직 거리 (mm); 9-15, VRP에서 각 두부계측점까지의 수평 거리 (mm); 16, U1-Ls (mm): 상순의 두께; 17, L1-Li (mm): 하순의 두께; 18, Pog-Pog' (mm): 이부의 두께; 19, Sn-Me' (mm): Sn에서 Me'까지의 수직 거리; 20, Sn-Stms (mm): Sn에서 Stms (상순의 최하방점)까지의 수직 거리; 21, Stmi-Me' (mm): Stmi (하순의 최상방점)에서 Me'까지의 수직 거리

투사도의 digitization 및 각각의 프로그램 상에서의 simulation

수술 전과 수술 후의 측모두부방사선계측사진의 투사도가 중첩되어 그려진 아세테이트 용지를 스캔하여 Quick Ceph Image Pro™, ver 3.0(Quick Ceph)와 V-Ceph™, ver 3.5(V-Ceph) 프로그램에 각각 입력하였다. 이때 각 프로그램에 입력하는 자료의 오차를 줄이기 위해 동일한 스캐너를 이용하여 스캔 작업을 한

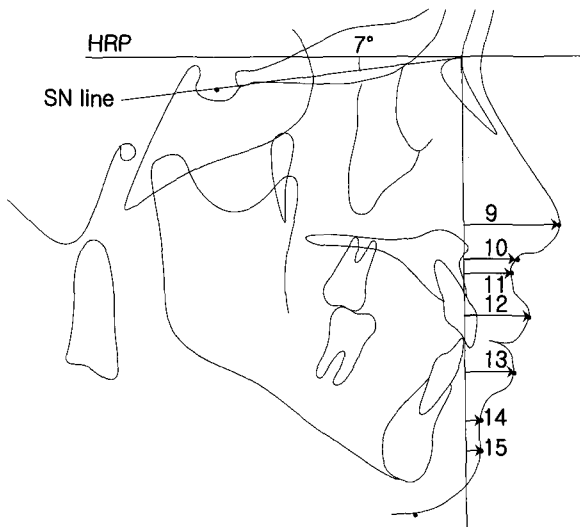


Fig 3. Horizontal position of the soft tissue points.

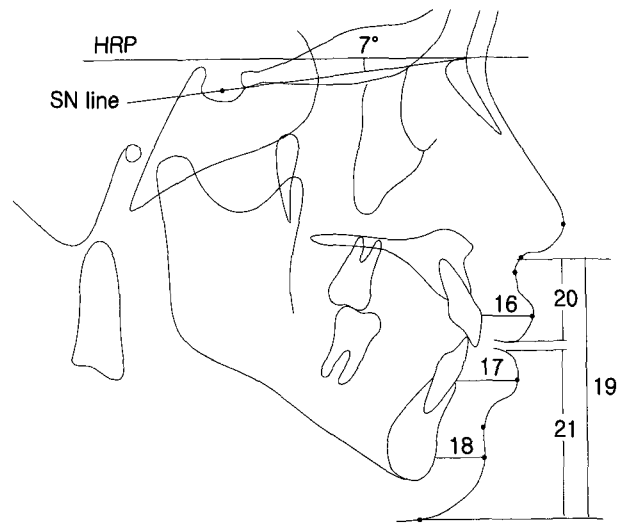


Fig 4. Thickness and ratios of the soft tissue.

후 설명서에 따라 각 계측점(landmark) 및 외곽선(outline)을 digitization하였다.<sup>13-15</sup> 각 프로그램에서의 simulation 시 수술에 의한 하악골 이동은 이미 그려져 있는 수술 후 하악골의 전방과 하방 외곽선에 일치되도록 이동시켜 수술 량을 재현하였으며, 수술 후 교정에 의한 전치의 변화를 고려하기 위해 전치의 위치 및 경사를 수술 후의 전치외형에 일치하도록 이동시켰다.<sup>16</sup>

통계처리

각 프로그램에서 simulation에 의해 그려진 연조직 예측변화량(predicted surgical change)과 실제 수술에 의한 연조직의 실측변화량(actual surgical change)을 계산하여 오차를 구했으며, SPSS (ver 10.0) 통계 프로그램을 이용하여 다음과 같이 통계처리 하였다.

각각의 프로그램에서 예측치와 실측치 차이(오차값)의 기술통계(descriptive statistics) 및 유의성 검정(paired *t*-test)

두 프로그램 간 오차값 사이의 비교 및 유의성 검정(independent 2 samples *t*-test)

각각의 프로그램에서 악골의 이동양(Pm 기준)에 따른 오차값의 상관관계(*t*-test, Pearson correlation)

각각의 프로그램에서 연조직의 두께(U1-Ls, L1-Li, Pog-Pog')에 따른 오차값의 상관관계(*t*-test, Pearson correlation)

결 과

예측치와 실측치 사이의 차이(오차값) 비교 (Table 2)

Quick Ceph의 경우 총 21개 계측항목 중 Ls, Li, B', Pog', Me'의 수직적 위치와 A', Ls, Li의 수평적 위치, U1-Ls, L1-Li, Pog-Pog'의 연조직 두께, Sn-Stms의 13개 계측항목에서 유의성 있는 차이를 보였다 (*p* < 0.05). 특히 Li의 수직적, 수평적 위치와 하순의 두께에서 큰 오차가 관찰되었다.

V-Ceph의 경우 Ls, Li, B', Pog', Me'의 수직적 위치와 Li의 수평적 위치, U1-Ls, L1-Li의 상하순 연조직 두께와 Sn-Me, Sn-Stms, Stmi-Me'의 11개 계측항목에서 유의성 있는 차이를 보였다 (*p* < 0.05). 특히 Ls, Li의 수직적 위치에서 큰 오차를 보였다.

두 프로그램 간 오차값 사이의 비교 및 유의성 검정 (Table 2)

Quick Ceph이 V-Ceph에 비해 A', Ls, Li의 수평적 위치를 좀 더 전방으로, 입술의 두께(U1-Ls, L1-Li)는 좀 더 두껍게, Pog-Pog'의 두께는 좀 더 얇게 예측했으며, V-Ceph이 Ls의 수직적 위치를 Quick Ceph에 비해 상방으로, 상순의 길이(Sn-Stms)를 짧게 예측했다 (*p* < 0.05).

**Table 2.** Summary statistics for differences (prediction error) between predicted surgical change and actual surgical change in Quick Ceph and V-Ceph prediction of surgical outcome (n = 40)

Landmark	Quick Ceph		V-Ceph		Mean difference	Standard error difference	p-value
	Mean	± SD	Mean	± SD			
HRP-Pn (mm)	-0.08	± 0.48	-0.06	± 0.55	-0.02	0.12	
HRP-Sn (mm)	-0.19	± 0.72	-0.10	± 0.64	-0.09	0.15	
HRP-A' (mm)	-0.07	± 1.69	-0.12	± 1.52	0.05	0.36	
HRP-Ls (mm)	-0.88	± 1.51 **	-2.09	± 1.50 **	1.21	0.34	**
HRP-Li (mm)	-2.42	± 2.74 **	-2.74	± 2.57 **	0.31	0.59	
HRP-B' (mm)	-0.84	± 1.99 *	-0.68	± 1.86 *	-0.16	0.43	
HRP-Pog' (mm)	-0.81	± 2.35	-0.66	± 2.29	-0.15	0.52	
HRP-Me' (mm)	-0.59	± 1.23 **	-0.72	± 0.53 **	0.14	0.21	
VRP-Pn (mm)	0.16	± 0.66	0.16	± 0.70	0.00	0.15	
VRP-Sn (mm)	0.10	± 1.04	0.15	± 1.10	-0.05	0.24	
VRP-A' (mm)	0.50	± 0.80 **	-0.15	± 0.72	0.64	0.17	**
VRP-Ls (mm)	1.48	± 1.17 **	0.10	± 1.30	1.38	0.28	**
VRP-Li (mm)	2.54	± 0.95 **	-0.68	± 0.94 **	3.22	0.21	**
VRP-B' (mm)	0.27	± 1.36	0.31	± 1.32	-0.04	0.30	
VRP-Pog' (mm)	-0.33	± 1.29	0.01	± 1.43	-0.33	0.31	
U1-Ls (mm)	1.13	± 1.04 **	-0.41	± 0.99 *	1.64	0.23	**
L1-Li (mm)	2.48	± 1.11 **	-0.42	± 1.21 *	2.90	0.26	**
Pog-Pog' (mm)	-0.37	± 0.91 *	0.05	± 0.81	-0.42	0.19	*
Sn-Me' (mm)	-0.43	± 1.70	-0.75	± 1.59 **	0.32	0.37	
Sn-Stms (mm)	-0.54	± 1.31 *	-1.84	± 1.51 **	1.30	0.32	**
Stmi-Me' (mm)	2.12	± 2.82 **	1.84	± 2.79 **	0.28	0.63	

Prediction error = predicted surgical change - actual surgical change. \* p < 0.05, \*\* p < 0.01.

악골의 이동양(Pm 기준)과 예측 오차값의 상관관계 (Table 3)

하악골의 이동양과 예측 오차값 사이의 관계에서 Quick Ceph의 경우 하악골의 수평적인 이동양과 Li의 수평적 위치 및 하순의 두께의 예측 오차값 사이에는 음의 상관관계가 관찰되었다 (p < 0.05). 반면에 V-Ceph의 경우 하악골의 수평적 이동양과 Sn의 수직적 위치, Ls의 수평적 위치 및 상순의 두께(U-Ls)의 예측 오차값 사이에는 양의 상관관계가 관찰되었다.

연조직의 두께(U1-Ls, L1-Li, Pog-Pog')와 예측 오차값의 상관관계 (Table 4)

Quick Ceph에서 상순(U1-Ls)은 A', Ls의 수평적 위치의 예측오차값과 양의 상관관계를, 하순(L1-Li)의 두께와 Sn의 수평적 위치 및 하순의 두께(L1-Li) 사이에서도 양의 상관관계를 보였다 (p < 0.05). 상순의 두께와 Me'의 수직적 위치 및 Stmi-Me'의 길이에 대한 예측 오차는 음의 상관관계를 보였다 (p < 0.05).

**Table 3.** Correlation between horizontal movement of Pm and prediction error (Pearson correlation)

Landmark	Quick Ceph		V-Ceph	
	Pearson correlation	p-value	Pearson correlation	p-value
HRP-Pn	0.13		0.00	
HRP-Sn	0.26		0.31	*
HRP-A'	-0.11		-0.06	
HRP-Ls	0.22		0.04	
HRP-Li	0.01		0.01	
HRP-B'	-0.06		-0.17	
HRP-Pog'	-0.02		-0.10	
HRP-Me'	-0.09		0.00	
VRP-Pn	0.06		-0.08	
VRP-Sn	-0.16		-0.17	
VRP-A'	-0.03		-0.14	
VRP-Ls	-0.17		0.34	*
VRP-Li	-0.41	**	-0.02	
VRP-B'	0.21		-0.18	
VRP-Pog'	0.09		0.12	
U1-Ls	-0.08		0.46	**
L1-Li	-0.40	*	0.07	
Pog-Pog'	0.08		-0.10	
Sn-Me'	-0.14		-0.09	
Sn-Stms	0.26		-0.14	
Stmi-Me'	-0.01		-0.02	

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ .

V-Ceph에서 하순(L1-Li)과 턱의 연조직(Pog-Pog') 두께는 Sn과 A'의 수평적 위치 및 턱의 연조직 (Pog-Pog') 두께와 양의 상관관계를 보였다 ( $p < 0.05$ ). 그러나, 턱의 연조직 두께는 Pog'의 수직적 위치의 예측 오차와 음의 상관관계를 보였다 ( $p < 0.05$ ).

**총괄 및 고찰**

현대 교정치료에 있어서 기능적이고 심미적인 치열 뿐 아니라 조화로운 안모를 얻고자 하는 노력의 일환으로, 치열교정(orthodontics)과 성장조절

(growth modification) 치료, 그리고 악교정수술 (orthognathic surgery) 모두 적절한 교합관계와 함께 최대한의 심미적인 결과를 얻을 수 있도록 계획된다.<sup>17,18</sup>

그러나, 심미성에 대한 평가는 술자 또는 환자의 주관적 의사에 의해 많은 부분 영향을 받으며, 특히, 치료에 의해 안모의 변화량이 큰 악교정수술 환자에서 이러한 술후 치료 결과에 대한 의견을 조율하여 명확한 하나의 목표를 정하는 것이 중요하다.<sup>19</sup> 악교정수술의 범위와 기술의 발전과 더불어 비디오 이미지 예측 프로그램의 개발로 교정의와 환자, 관련된 분야의

**Table 4.** Pearson correlation between soft tissue thickness (U1-Ls, L1-Li, Pog-Pog') and prediction errors in Quick Ceph and V-Ceph

Landmark	Quick Ceph			V-Ceph		
	U1-Ls	L1-Li	Pog-Pog'	U1-Ls	L1-Li	Pog-Pog'
HRP-Pn	0.13	0.06	-0.09	0.15	0.14	-0.04
HRP-Sn	-0.03	-0.11	-0.12	0.01	-0.06	0.02
HRP-A'	-0.08	0.02	-0.10	-0.04	0.02	-0.10
HRP-Ls	-0.26	-0.06	-0.32 *	-0.25	-0.01	-0.26
HRP-Li	0.06	0.07	-0.09	0.12	0.08	-0.28
HRP-B'	-0.02	-0.10	0.10	0.16	-0.07	-0.06
HRP-Pog'	-0.14	-0.12	-0.23	-0.02	-0.13	-0.36 *
HRP-Me'	-0.34 *	-0.12	0.17	-0.18	-0.09	-0.12
VRP-Pn	0.01	-0.07	0.06	0.16	0.07	0.05
VRP-Sn	0.26	0.35 *	0.20	0.26	0.32 *	0.18
VRP-A'	0.38 *	0.25	0.17	0.26	0.33 *	0.14
VRP-Ls	0.41 **	0.10	0.24	0.15	-0.09	0.27
VRP-Li	0.12	-0.03	0.00	-0.19	-0.13	-0.05
VRP-B'	-0.13	-0.09	0.10	0.13	0.15	0.01
VRP-Pog'	0.01	0.03	0.22	-0.02	-0.04	0.29
U1-Ls	0.21	-0.10	0.01	0.10	-0.21	0.14
L1-Li	0.08	0.36 *	0.03	-0.22	-0.09	-0.14
Pog-Pog'	-0.09	0.10	0.24	0.08	-0.10	0.34 *
Sn-Me'	-0.19	-0.12	0.20	-0.16	-0.27	-0.07
Sn-Stms	-0.38 *	-0.06	0.01	-0.18	0.13	-0.34 *
Stmi-Me'	-0.13	-0.09	-0.05	-0.12	-0.15	0.16

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ .

전문가와 함께 치료 목적과 결과에 대해 보다 자연스러운 의사소통이 가능하게 되었고, 다양한 치료계획을 쉽고 빠르게, 비교적 정확하게 제공하게 되었다.<sup>7,20</sup> 하지만, 이들 프로그램의 정확성에 대해서는 아직 검증이 부족한 실정이다.<sup>6,7,18</sup>

대개, 안모 영상(facial image)과 측모두부방사선계측사진의 촬영은 동시에 이루어지지 않으므로, 두부 위치와 상의 확대율에서 차이를 나타낼 수 있다. 두 상의 합성을 위해서는 측모두부방사선계측사진상의 측모나 광학사진의 상 중 하나를 변화시키는 것이 필

요하다. 두 영상의 이런 "best fit" 방법에 의한 계측은 비디오 이미지 프로그램에서 얻는 양적 정보의 유효성에 의문을 제기할 수 있다. 또한 안모 영상 촬영 시 cephalostat를 이용하여 촬영하는 측모두부방사선계측사진에 비해서, 실제 환자의 자연스러운 자세에서는 환자의 습관 또는 안모에 따라 약간의 경사나 회전이 수반되는 경우가 많으며, 이러한 이유에 의해 방사선 사진과 안모사진을 비교함에 있어서 코의 길이 및 안모 비율에 있어서의 차이를 보이게 된다. 더불어 입술과 주변 근육의 긴장 정도에 따라

서 방사선 사진과 실제 임상 영상의 중첩에 있어서 상당한 오차를 나타낼 수 있으며, 이 외에도 연조직의 두께와 예측치 사이의 상호연관성 및 성별, 인종, 연령에 관계된 접근하는 방식이 차이가 있어야 할 것이다.<sup>18</sup>

악교정수술 증례에서 경조직의 변화량에 대한 연조직의 변화율에 영향을 미치는 여러 요인들이 고려되어야 하며, 수술 직후의 연조직 변화율은 교정적 치아이동에 의한 영향은 제외될 수 있으나 수술에 의한 종창이 영향을 미칠 수 있다. 따라서, Suckiel과 Kohn<sup>21</sup>은 수술 2~3개월 후, Hershey와 Smith<sup>22</sup>는 수술 6개월 후, Ewing과 Ross<sup>23</sup>는 종창뿐 아니라 골 재형성과 근육의 적응에 의한 오차를 피하기 위해 수술 후 1년 뒤에 측모 두부방사선계측사진을 분석해야한다고 하였다. 본 연구에서는 악교정수술 후 최소 4개월 이상 경과한 후 촬영된 방사선 사진을 이용하여 수술 직후 발생할 수 있는 연조직 외형의 오차 요인을 최소화 하고자 하였다.

투사도와 안모 영상의 합성 시 발생하는 다양한 오차를 줄이기 위해 본 연구에서는 scan한 투사도를 각각의 프로그램에 안모 영상으로 입력하여 보다 오차의 범위를 줄이도록 하였다.

본 연구에서 사용된 계측항목은 Burstone 등,<sup>12</sup> Sinclair 등,<sup>7</sup> Eales 등,<sup>24</sup> Aharon 등,<sup>25</sup> Upton 등<sup>26</sup>의 연구에서 악교정수술 환자의 연조직 심미성의 평가 또는 수술에 따른 연조직의 위치변화를 평가하기 위해 사용되었던 여러 계측 항목 중 경조직 이동에 따라 연조직의 변화를 가장 잘 평가할 수 있다고 생각되는 연조직 상의 8개 계측점을 선택하고 이들의 수평 및 수직 위치와 각 연조직 부위의 두께에 대하여 평가하고자 하였다.

Upton 등<sup>26</sup>은 골격성 II급 부정교합 환자의 양악수술에 대한 연구에서 성별에 따른 유의한 차이를 보이지 않는다고 하였는데 본 연구에서도 남녀간의 예측 오차에 있어서의 차이는 관찰되지 않았다.

하악골 수술에 따른 실제 연조직 변화량과 각각의 프로그램상에서 예측된 연조직 변화량의 오차를 비교한 결과, Quick Ceph의 경우 Li의 위치는 상방과 전방으로 예측되는 경향이 있었고, 하순의 길이는 길고, 두께는 두껍게 예측되는 경향을 보였다 (Table 2). 이는 Hing<sup>10</sup>이 Quick Ceph을 이용하여 16명의 하악골 후퇴증 환자에 대해서 연조직 변화량을 평가한 연구에서 하순과 Pog'에서 오차가 컸다고 보고한 연구결과와 유사한 결과이다. V-Ceph의 경우 Ls, Li의 수직적 위치가 상방으로 예측되었으며, 상순은 짧고, 하순은 길게 예측되었다. 본 연구에서 이용된 모든 증

례는 하악골의 후퇴수술만을 시행한 증례였으나, 상순에서의 예측 오차가 발생한 이유로는 수술 전 하악 전치에 의해 상순의 위치가 영향을 받았을 가능성이 있으며, 수술 후 하악 전치에 의한 영향이 제거되어 간섭이 없는 정상적인 상순의 위치를 회복했기 때문인 것으로 생각된다. 또한, 술후 4개월 이상 경과된 후 자료를 채득하였으므로, 일부 환자에서 교정장치의 제거에 따른 상순의 위치변화 등이 반영된 결과인 것으로 생각된다. 그러나, Quick Ceph과 V-Ceph 모두 대부분의 예측 오차가 3 mm 이내의 범위에 포함되었는데, Romani 등<sup>27</sup>은 연조직 측모에 있어서 교정의와 일반인에게서 3 mm 이내의 수평적, 수직적 변화는 인지하지 못한다고 하였으며, 이를 기준으로 평가하여 볼 때 Quick Ceph과 V-Ceph 모두 연조직 변화량 예측에 있어서의 오차 범위는 임상 적용에 있어서 문제가 되지 않을 것이라 생각된다.

Quick Ceph과 V-Ceph 사이의 예측 오차값에 대한 상호비교연구에서, Quick Ceph은 상순과 하순을 V-Ceph보다 더 두껍게 예측한 반면 V-Ceph은 상순의 길이를 Quick Ceph보다 짧게 예측했다 (Table 2). Konstantos 등<sup>11</sup>은 상악골의 LeFort I 골절단술을 시행한 환자에서의 연조직 변화량을 평가하였으며, 권 등<sup>16</sup>은 골격성 III급 부정교합자의 양악 수술에 따른 연조직 변화량을 예측하였는데, 각각의 연구에서 사용된 비디오 이미지 예측 프로그램에서 상순의 위치 및 두께에서의 오차가 크다고 보고하였다. 이들의 연구는 상악골의 수술에 의한 전후방적 이동에 따른 연조직 변화량에 대한 것이었던 반면 본 연구의 경우 하악골의 단독 수술에 따른 상하순의 위치 및 두께 변화를 평가하기 위하여 시행되었으며, 하악골의 이동양이 연조직 예측 오차량에 미치는 영향을 알아보기 위하여 수술량과 연조직 예측 오차의 절대값 사이의 상관관계를 평가하였다 (Table 3). Quick Ceph의 경우 하악골의 수평 이동양이 증가할수록 Li의 수평적 위치와 하순 두께의 예측 오차값에 대해 역 상관관계를 나타내었는데, 이는 하악골의 이동양이 큰 경우 하순의 위치에 대한 연조직 예측의 오차가 감소했다는 것을 의미한다. V-Ceph의 경우 하악골의 수술에 의한 후방이동이 클수록 Sn의 수직적 위치와 Ls의 수평적 위치 및 상순의 두께(U1-Ls)의 예측 오차값이 증가하였는데, 이는 수술 방법 및 방향, 이동양에 따라 각 프로그램에서의 연조직의 이동 비율의 조절이 필요할 것이라는 것을 의미하며, 이를 위해 한국인의 특성에 맞는 악교정수술에 따른 연조직의 변



화술에 대한 다양한 연구가 필요할 것이라고 생각된다.

Sinclair 등<sup>7</sup>은 경조직의 이동에 따른 연조직의 변화 비율을 일정하게 정할 수 없다고 하였는데, 개개인에 따라 차이가 다양한 연조직 두께(thickness), 연조직의 긴장도(tonicity), 수술 후 환자의 반응, 술자의 연조직 조절 능력의 정도 등이 이에 관여한다. 이러한 연조직의 특성에 따라 수술 후의 연조직 위치를 예측하는데 영향을 미칠 것이라 생각하여 연조직의 두께에 따른 오차값의 상관관계를 살펴보았다 (Table 4). Quick Ceph의 경우 상순(U1-Ls)의 두께가 두꺼울수록 상순과 연관된 A'와 Ls의 수평적 위치의 오차가 컸으며, 하순(L1-Li)의 두께가 두꺼울수록 상순과 유사하게 하순의 오차도 큰 것으로 평가되었다. V-Ceph의 경우 턱의 연조직(Pog-Pog') 두께가 두꺼울수록 턱의 연조직 두께 오차값이 유의성 있게 증가하였다. 이는 연조직의 장력이 강한 환자일수록 연조직의 두께가 감소하고, 수술 또는 교정치료에 의해 치열의 위치가 변화할 경우 이러한 경조직의 변화가 연조직의 변화로 직접 반영되는 반면, 연조직이 두껍고 장력이 약한 환자의 경우 교정치료에 의해 연조직이 큰 영향을 받지 않는 것으로 생각되며, 두 프로그램 모두 경조직 이동양에 따라 일정한 비율로 연조직의 변화량이 예측되나, 실제 환자의 경우, 연조직의 장력 및 두께에 따라 연조직의 이동 비율이 다르게 나타나기 때문인 것으로 생각된다. 따라서, 연조직 두께가 너무 두껍거나 너무 얇은 환자의 경우 예측 결과를 해석함에 있어서 오차를 고려하여 약간의 보정이 필요할 것이라 생각된다.

컴퓨터 영상을 이용한 치료결과의 예측 프로그램은 전통적인 투사도 작성보다 많은 정보를 빨리 제공한다. 그러나, 각각의 프로그램은 고유의 오차를 보이며,<sup>18</sup> 교정의는 이들 비디오 이미지 예측 프로그램에 영향을 미치는 여러 가지 고려 사항과 예측의 부정확성 원인을 파악하고, 이들 프로그램의 작동을 정확하게 숙지함으로써 보다 정확한 예측 및 치료계획 수립이 가능할 것이라 생각된다.

본 연구는 골격성 III급 부정교합자에서 body osteotomy 또는 하악지시상분할절단술에 의해 하악골을 후방이동시킨 증례만을 대상으로 비디오 이미지 예측 프로그램의 연조직 예측 오차를 평가하였으나, 수술의 방법과 수술에 의한 악골의 이동양 및 이부성형술의 유무와 연조직의 두께 및 긴장도 등에 대한 다각적 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 결 론

Quick Ceph Image Pro<sup>TM</sup>(ver 3.0)과 국내에서 개발되어 사용 중인 V-Ceph<sup>TM</sup>(ver 3.5) 2개의 비디오 이미지 예측 프로그램의 수술 후 연조직 profile의 정확성과 신뢰성에 대해서 알아보려고 하였다. 각각의 프로그램에서 예측치와 실측치 사이의 차이 비교, 두 프로그램 간 오차값 사이의 비교 및 유의성 검증, 각각의 프로그램에서 악골의 이동양(Pm 기준)에 따른 오차값의 상관관계, 각각의 프로그램에서 연조직의 두께(U1-Ls, L1-Li, Pog-Pog')에 따른 오차값의 상관관계로 구분하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Quick Ceph과 V-Ceph 모두 예측치와 실측치 사이에 크기와 방향에 있어서 오차가 있었다. 특히 상순과 하순, 턱과 연관된 항목에서 유의성 있는 오차가 있었다 ( $p < 0.05$ ).
2. Quick Ceph은 A', Ls, Li의 수평적 위치 및 각 부분에서의 연조직 두께(U1-Ls, L1-Li, Pog-Pog')의 수평거리 예측에서, V-Ceph은 하순의 수직적 위치 예측에서 오차가 컸다 ( $p < 0.05$ ).
3. V-Ceph의 경우 하악골의 이동양이 증가할 때 Sn의 수직적 위치, Ls의 수평적 위치, 상순의 연조직 두께(U1-Ls)처럼 상순과 연관된 계측치에서 예측 오차가 컸으며, Quick Ceph의 경우 하악골의 이동양이 증가할 때 하순의 수평위치 및 하순의 두께에서의 예측오차가 작았다 ( $p < 0.05$ ).
4. Quick Ceph의 경우 상순과 하순의 두께가 두꺼울수록 각각에 관련된 연조직 예측의 오차가 컸다 ( $p < 0.05$ ). V-Ceph의 경우 하순과 턱의 연조직 두께가 두꺼울수록 턱의 연조직 예측의 오차가 컸다 ( $p < 0.05$ ).

본 연구에서 계측된 모든 예측오차값은 3 mm 이내였으며, Quick Ceph Image Pro<sup>TM</sup>, ver 3.0과 V-Ceph<sup>TM</sup>, ver 3.5의 예측된 오차는 임상적으로 수용할 수 있는 수준이라 생각된다. 본 연구에서는 골격성 III급 부정교합자에서 body osteotomy 또는 하악지시상분할절단술에 의해 하악골을 후방이동시킨 증례만을 대상으로 각 프로그램의 연조직 예측 오차를 평가하였으나, 수술의 방법과 수술에 의한 악골의 이동양 및 이부성형술의 유무와 연조직의 두께 및 긴장도 등에 대한 다각적 연구가 필요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. McNeill RW, Proffit WR, White RP. Cephalometric prediction for orthodontic surgery. *Angle Orthod* 1972;42:154-64.
2. Bell WH, Jacobs JD, Quejada JG. Simultaneous repositioning of the maxilla, mandible, and chin. Treatment planning and analysis of soft tissues. *Am J Orthod* 1986;89:28-50.
3. 전국 치과대학 교정학 교수협의회. 치과교정학. 서울: 지성출판사 1998; 508-24.
4. Kinnebrew MC, Hoffman DR, Carlton DM. Projecting the soft-tissue outcome of surgical and orthodontic manipulation of the maxillofacial skeleton. *Am J Orthod* 1983;84:508-19.
5. Harradine NW, Birnie DJ. Computerized prediction of the results of orthognathic surgery. *J Maxillofac Surg* 1985;13:245-9.
6. Sarver DM, Johnston MW. Video imaging: techniques for superimposition of cephalometric radiography and profile images. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1990;5:241-8.
7. Sinclair PM, Kilpelainen P, Phillips C, White RP Jr, Rogers L, Sarver DM. The accuracy of video imaging in orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;107:177-85.
8. Moss JP, Grindrod SR, Linney AD, Arridge SR, James D. A computer system for the interactive planning and prediction of maxillofacial surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;94:469-75.
9. Popisil OA. Reliability and feasibility of prediction tracing in orthognathic surgery. *J Craniomaxillofac Surg* 1987;15:79-83.
10. Hing NR. The accuracy of computer generated prediction tracings. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1989;18:148-51.
11. Konstantos KA, O'Reilly MT, Close J. The validity of the prediction of Soft Tissue profile changes after LeFort I osteotomy using the dentofacial planner (computer software). *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994;105:241-9.
12. Burstone CJ, James RB, Legan H, Murphy GA, Norton LA. Cephalometrics for orthognathic surgery. *J Oral Surg* 1978;36:269-77.
13. Blaseio G. Quick Ceph Image Pro™ (ver 3.0) 1998 User guide. San Diego: Orthodontic Processing, Think Technologies, 1998:17-21.
14. CyberMed Inc. V-Ceph™ (ver. 3.5) User guide. Seoul: CyberMed Inc, 2002:34-62.
15. Wolford LM, Hilliard FW, Dugan DJ. Surgical Treatment Objectives: A systematic approach to the prediction tracing. St Louis: CV Mosby, 1985:54-72.
16. 권미정, 백형선, 이원유. 골격성 III급 부정교합을 가진 양악 수술 환자의 술후 측모 예측을 위한 Video imaging (Power Ceph® Ver 3.3) 의 정확도에 관한 연구. *대치교정지* 1999;29:285-301.
17. Riedel RA. Esthetics and its relation to orthodontic therapy. *Angle Orthod* 1950;20:168-78.
18. Sarver DM. Esthetic orthodontics and orthognathic surgery. St Louis: CV Mosby, 1998:60-130.
19. Kiyak HA, McNeill RW, West RA. The emotional impact of orthognathic surgery and conventional orthodontics. *Am J Orthod* 1985;88:224-34.
20. Sarver DM, Johnston MW, Matukas VJ. Video imaging for planning and counseling in orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 1988; 46:939-45.
21. Suckiel JM, Kohn MW. Soft-tissue changes related to the surgical management of mandibular prognathism. *Am J Orthod* 1978;73:676-80.
22. Hershey HG, Smith LH. Soft-tissue profile change associated with surgical correction of the prognathic mandible. *Am J Orthod* 1974;65: 483-502.
23. Ewing M, Ross RB. Soft tissue response to mandibular advancement and genioplasty. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;101:550-5.
24. Eales EA, Jones ML, Newton C, Sugar AW. A study of the accuracy of predicted soft tissue changes produced by a computer software package (COG 3.4) in a series of patients treated by the Le Fort I osteotomy. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1995;33:362-9.
25. Aharon PA, Eisig S, Cisneros GJ. Surgical prediction reliability: a comparison of two computer software systems. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1997;12:65-78.
26. Upton PM, Sadowsky PL, Sarver DM, Heaven TJ. Evaluation of video imaging prediction in combined maxillary and mandibular orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;112:656-65.
27. Romani KL, Agahi F, Nanda R, Zernik JH. Evaluation of horizontal and vertical differences in facial profiles by orthodontists and lay people. *Angle Orthod* 1993;63:175-82.

- ORIGINAL ARTICLE -

## Accuracy of soft tissue profile change prediction in mandibular set-back surgery patients: a comparison of Quick Ceph Image Pro<sup>TM</sup> (ver 3.0) and V-Ceph<sup>TM</sup> (ver 3.5)

Myoung-Kyun Kim, DDS, MSD,<sup>a</sup> Yong-Sung Choi, DDS, MSD,<sup>a</sup> Song-Woo Chung, DDS, MSD,<sup>a</sup>  
Young-Mi Jeon, DDS, MSD, PhD,<sup>b</sup> Jong-Ghee Kim, DDS, MSD, PhD<sup>c</sup>

The purpose of this study was to test and compare the accuracy and reliability of soft tissue profile predictions generated from two computer software programs (Quick Ceph Image Pro<sup>TM</sup> (ver 3.0) and V-Ceph<sup>TM</sup> (ver 3.5)) for mandibular set-back surgery. The presurgical and postsurgical lateral cephalograms of 40 patients (20 males and 20 females) were traced on the same acetate paper with the reference taken as the cranial base outline. The presurgical skeletal outlines were digitized onto each computer program and the mandible was moved to mimic the expected surgical procedure with reference to the mandibular anterior border and lower incisor position of the actual postsurgical skeletal outline. The soft tissue profile was generated and the amount and direction of skeletal movement was calculated with each software. The predicted soft tissue profile was compared to the actual postsurgical soft tissue profile. There were differences between the actual and the predicted surgical soft tissue profile changes in the magnitude and direction, especially the upper lip, lower lip and the soft tissue chin ( $p < 0.05$ ). Quick Ceph had more horizontal measurement errors and thickness errors for the upper lip and lower lip, but V-Ceph had more vertical measurement errors of the lower lip ( $p < 0.05$ ). There was a positive correlation between the prediction errors and the amount of mandibular movements in the vertical position of Sn, the horizontal position of Ls and the upper lip thickness for V-Ceph, and there was a negative correlation in the horizontal position and the thickness of the lower lip for Quick Ceph ( $p < 0.05$ ). However, all of the prediction errors of both imaging softwares were ranged within 3 mm, and this was considered to be allowable clinically.

Korean J Orthod 2005;35(3):216-26

※ **Key words:** Soft tissue prediction, Mandibular set-back surgery

<sup>a</sup> Graduate Student, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Chonbuk National University

<sup>b</sup> Assistant Professor, <sup>c</sup> Professor, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Institute of Oral Bioscience, Chonbuk National University

Reprint requests: **Jong-Ghee Kim**

Department of Orthodontics, School of Dentistry, Chonbuk National University, 664-14, Jeonju, Jeonbuk, 560-756, Korea

+82 63 250 2124

cbuortho@chonbuk.ac.kr

Received August 18, 2004; Last Revision December 2, 2004; Accepted December 4, 2004