

## 안면비대칭자의 하악골 악교정수술 후 정면 연조직 변화 예측을 위한 연구

황현식<sup>a</sup> · Jessica J. Lee<sup>b</sup> · 황정현<sup>c</sup> · 최학희<sup>d</sup> · 임회정<sup>e</sup>

본 연구는 안면비대칭 환자의 악교정수술 시 경조직 이동에 따른 연조직 변화를 정면에서 평가함으로써 정면 얼굴 이미지 시뮬레이션 프로그램 개발에 도움이 되고자 시행되었다. 안면비대칭이 동반된 하악골 수술 예정 환자 45명을 대상으로 정모 두부방사선규격사진과 얼굴사진(photo)을 술전 및 술후에 각각 같은 각도로 촬영한 후, 술전 및 술후의 방사선사진을 이용하여 경조직 계측점의 변화를, 얼굴사진을 이용하여 연조직 계측점의 변화를 수평 및 수직으로 구분하여 각각 측정 후 경조직 변화에 따른 연조직 변화를 비교 분석하였다. 연조직 변화와 경조직 변화의 상관성을 살펴본 결과 수평 방향, 수직 방향 모두에서 전반적으로 낮은 상관성을 보였으며, 1 : 1 mean ratio 산출을 위하여 서로 상관성이 가장 높은 경조직 계측점을 연조직 계측점으로 선택한 결과 직하방에 있는 경조직보다는 다소 멀리 떨어져 있는 경조직 계측점이 선택되는 경우가 많이 나타났다. 경조직 변화를 이용하여 연조직 변화를 예측할 수 있는 회귀방정식을 연조직 계측점별로 산출한 결과 연조직 수평변화 예측에 경조직 수직변화도 사용되고 연조직 수직 변화 예측에 경조직 수평변화도 사용되었으며, 수평과 수직변화 모두에서 가장 설명력이 높은 방정식은 연조직 menton에서 나타났다. 이상의 연구결과 하부 경조직 계측점과 상부 연조직 계측점의 비율을 이용하는 1 : 1 mean ratio 방법은 불가능한 것으로 나타난 반면 회귀분석을 이용한 연조직 변화 예측은 임상에 도움이 될 수 있는 것으로 나타나 정면 이미지의 경우 컴퓨터를 이용한 시뮬레이션 프로그램이 반드시 필요함을 시사하였다. (대치교정지 2008; 38(4):252-264)

**주요 단어:** 연조직 변화 예측, 정모 두부방사선사진, 정면 얼굴사진, 안면비대칭, 이미지 시뮬레이션

### 서론

악교정수술 환자의 치료계획 수립 시 경조직을 기준으로 수술의 양과 방향을 결정하는 반면 수술결과에 대한 만족도는 연조직 변화에 의해 좌우된다. 이러한 이유로 경조직 이동에 대한 연조직 반응에

관한 많은 연구가 있어 왔으며<sup>1-8</sup> 또한 이를 예측하는 것에 대한 시도가 있어왔다.<sup>9-14</sup>

McNeill 등<sup>9</sup>은 아세테이트 투사지를 잘라 붙이는 방법을 이용하여 수술에 의한 경조직 이동에 따른 연조직 축도의 변화를 예측하고자 하였고, Kinnebrew 등<sup>10</sup>은 슬라이드를 투사하여 경조직과 연조직을 합성하고 연조직 변화를 포함한 치료계획 수립 방법을 제안하였다. 이후 컴퓨터 테크놀로지의 발달과 함께 Bhatia와 Sowray,<sup>11</sup> Harradine과 Birmie,<sup>12</sup> Sarver 등<sup>13</sup>, Sarver와 Johnston<sup>14</sup>은 환자의 두부방사선사진과 얼굴사진(photo)을 컴퓨터로 합성하고 수술 후 얼굴사진의 변화를 컴퓨터 프로그램으로 예측하는 방법을 보고하였으며 실제로 이를 임상에서 적용할 수 있는 프로그램이 다수 개발되어 현재 활발하게 사용되고 있다.

컴퓨터를 이용한 연조직 변화 예측 그리고 이를 얼굴사진의 변화로 나타내는 영상 시뮬레이션 방법

<sup>a</sup>교수, 전남대학교 치의학연구소, 2단계 BK21 연구사업단, 치과대학 교정학교실.

<sup>b</sup>조교수, 워싱턴대학교 구강악안면외과학교실.

<sup>c</sup>연구원, 한국성인교합연구소.

<sup>d</sup>대학원생, <sup>e</sup>조교수, 전남대학교 치과대학 교정학교실.

교신저자: 황현식.

광주시 동구 학동 8번지 전남대학교 치과대학 교정학교실.

062-220-5486; e-mail, hhwang@chonnam.ac.kr.

원고접수일: 2007년 5월 4일 / 원고최종수정일: 2007년 11월 2일 /

원고채택일: 2007년 11월 5일.

\*본 논문은 전남대학교병원 학술연구비(CUHRICM-U-200652)에 의하여 연구되었음.

의 개발로 이는 교정과 의사와 외과의사 등 전문가 간 의사소통은 말할 것은 없고 술자와 환자 간의 견교환 및 치료계획 수립 및 결정에 큰 도움이 되고 있다. 그러나 현재까지의 모든 연구는 측면 이미지에 제한되었으며 정면 이미지를 대상으로 시행한 연구는 전무한 실정이다.

최근 사회 경제적 여건의 향상과 함께 심미에 대한 관심이 증가하면서 약간의 비대칭도 민감하게 반응하는 현실을 고려할 때 정면에서의 연조직 변화 및 이를 예측하는 이미지 시뮬레이션에 대한 연구가 필요한 반면 이에 대한 연구는 부진한 상태였다. 경조직 변화에 대한 연조직 변화의 연구를 위해서는 두부방사선사진과 얼굴사진의 합성이 선결되어야 하는데 측면 이미지의 경우 이의 합성이 큰 문제가 없는 반면, 정면 이미지의 경우 이의 합성에 애로가 있었다. 각각의 영상 촬영 시 두부의 측방회전은 ear rod에 의해 고정되는 반면 수직회전은 자유로이 허용되는 두부방사선사진 특성상 정면 방사선사진과 정면 얼굴사진의 합성은 불가능한 것으로 받아들여져 왔다.

그러나 최근 Hwang 등<sup>15</sup>은 일정한 두부 자세에서 방사선사진을 촬영할 수 있는 두부자세재현기<sup>16</sup>를 고안하고 이를 적용하는 방법을 발표하여 일정한 두부자세에서 측모 및 정모 두부방사선사진 그리고 측면 및 정면 얼굴사진을 찍을 수 있는 가능성을 제시하였다.

본 연구는 수술 전 및 수술 후에 각각 두부자세재현기를 이용하여 같은 두부자세에서 정모 두부방사선사진과 정면 얼굴사진을 채득한 후 방사선사진상의 경조직 변화와 얼굴사진상의 연조직 변화의 상관성을 살펴보는 한편 다중회귀분석으로 연조직 변화를 예측하는 방정식을 구함으로써 컴퓨터를 이용한 정면 얼굴 이미지 시뮬레이션에 도움이 되고자 시행되었다.

## 연구방법

### 연구대상

안면비대칭을 동반한 악교정수술 예정 환자 45명을 나이, 성별에 관계없이 본 연구의 대상으로 선정하였다. 본 연구에서는 시상 골절단술에 의한 하악골 수술 환자로 제한하였으며 하악골 후퇴증으로 인한 수술 환자는 제외하였다 (Table 1).

## 연구방법

### 정모 두부방사선규격사진 및 정면 얼굴사진 촬영

술전 교정이 종료된 상태에서 그리고 악교정수술 후 1개월째 정모 두부방사선규격사진 및 정면 얼굴사진을 촬영하였는데 동공의 위치가 정모 두부방사선사진에 나타날 수 있도록 Kim 등<sup>17</sup>의 방법에 따라 동공위치 지시기(Pupil Position Marker)를, 그리고 정모 두부방사선사진과 정면 얼굴사진 촬영 시 같은 두부 자세에서 영상을 채득할 수 있도록 Kim과 Hwang<sup>16</sup>의 방법에 따라 두부자세재현기(Head Posture Aligner)를 사용하였다. 먼저 물방울 수평계(Precision Torpedo Level, Johnson Level & Tool Manufacturing Co, USA)가 부착된 두부자세재현기를 연구대상자의 얼굴 좌측면에 부착한 후 거울 앞 1.5 m 지점에서 거울 속의 눈동자를 보도록 지시한 후 물방울 수평계를 0으로 조정하여 두부자세를 입력하였다. 두부방사선규격사진 촬영기(PM2002 CC Proline, Planmeca, Finland)의 두부고정대에 대상자를 위치시키고 좌우측 외이도에 ear rod를 위치시켜 두부의 수평회전을 고정하는 한편 두부자세재현기 내의 물방울수평계가 0이 되도록 두부의 수직회전 정도를 조정하였다. 아울러 동공위치지시기 내의 좌우 동공표시점을 대상자의 동공과 맞도록 조정 후 방사선원과 ear rod 측간 거리 150 cm, ear rod 측과 필름간 거리 15 cm, 10 mA, 75 - 85 KVp, 노출 시간은 1.6초의 조건으로 정모 두부방사선규격사진을 촬영하였다. 한편 차후 방사선사진에 나온 불투과상을 이용하여 기준선 작성에 사용하기 위하여 Hwang 등<sup>18</sup>의 방법에 따라 대상자의 귀에 삽입되는 좌우 ear rod의 끝에 metal ball marker를 부착한 후 촬영하였다.

정모 두부방사선규격사진을 촬영한 후에는, 방사선사진 조사부를 제거하고 100 mm macrolens와 함께 치과전용 카메라(Dental Eye III, Yashica, Japan)를 장착한 두부방사선규격사진 촬영장치의 두부 고정대에 연구대상자를 위치시키고, 방사선사진 촬영 시와 마찬가지로 좌우측 외이도에 ear rod를 위치시켜 두부의 수평회전을 고정하는 한편 두부자세재현기 내의 물방울수평계가 0이 되도록 대상자의 두부의 수직회전 정도를 조정 후 정면 얼굴사진을 촬영하였다. 방사선사진과 얼굴사진 촬영 시 모두에서, 두부의 수직회전 정도는 두부자세재현기에 의해 얻어진 자세를 택하는 반면, 차이는 중심조합위

**Table 1.** Description of the subjects used in this study and summary of orthognathic surgery performed

Subject	Sex	Age		Surgery*	Chin deviation <sup>†</sup>	
		Year	Month		Before	After
KSM	F	21	0	Mn, 8.0 setback; Genio, Vt 3.0 reduction; Zygoma, Rt 4.0 Lt 3.0 augmentation	Rt 2.0	Rt 1.5
KSG	F	22	4	Mn, Rt 8.0 Lt 3.0 setback; Both angle reduction Lt angle corticotomy	Lt 5.0	0
KIH	F	21	1	Mn, 10.0 setback; Genio, AP 3.0 reduction	Lt 5.0	Lt 4.0
KYS	M	23	6	Mn, Rt 6.0 Lt 2.0 setback; Both angle contouring	Lt 4.0	Lt 1.0
KWS	M	25	9	Mn, Rt 6.5 Lt 5.0 setback	Lt 5.0	Lt 3.5
KKY	F	21	10	Mn, Rt 9.0 Lt 6.0 setback; Genio, Vt 3.0 reduction AP 3.0 reduction	Lt 2.0	0
KDH	M	27	0	Mn, Rt 11.5 Lt 8.5 setback; Paranasal augmentation	Lt 3.0	Lt 1.5
KMK	F	21	10	Mn, Rt 6.5 Lt 7.5 setback	Rt 2.0	Rt 0.5
KMJ	F	20	10	Mn, Rt 6.5 Lt 10.5 setback; Genio, Vt 3.0 reduction	Rt 7.0	0
KBJ	M	25	10	Mn, Rt 8.0 Lt 12.0 setback; Genio, AP 3.0 advancement; Both angle contouring	Rt 2.0	Rt 1.0
KBW	M	27	3	Mn, Rt 13.0 Lt 17.0 setback; Genio, Vt 4.0 reduction	Rt 5.0	0
KYS	F	18	8	Mn, Rt 7.0 Lt 6.0 setback; Genio, Vt 3.0 reduction	Rt 1.5	0
KYL	F	22	6	Mn, Rt 15.5 Lt 13.5 setback; Genio, Vt 3.0 reduction	Lt 3.5	0
KJH	M	34	0	Mn, Rt 2.0 Lt 13.0 setback	Rt 11.0	0
KCW	M	23	5	Mn, 14.5 setback; Genio, Vt 6.0 reduction	Lt 0.5	Lt 0.5
KPM	M	25	3	Mn, Rt 5.0 Lt 12.0 setback	Rt 6.0	Rt 1.0
KHC	M	35	1	Mn, Rt 15.5 Lt 4.5 setback; Genio, AP 3.0 reduction	Lt 6.0	Rt 1.0
NHG	M	26	4	Mn, Rt 4.0 setback	Lt 5.0	0
PSA	F	26	6	Mn, Rt 9.0 Lt 6.0 setback; Genio, Vt 3.0 reduction; Both angle contouring	Lt 2.0	0
PJS	M	26	3	Mn, Rt 7.5 Lt 5.5 setback	Lt 1.0	Rt 2.0
SHN	F	24	7	Mn, Rt 4.0 Lt 9.5 setback; Both angle contouring	Rt 6.0	Rt 1.5
SHS	M	29	8	Mn, Rt 11.5 Lt 10.5 setback; Genio, Vt 5.0 AP 5.0 reduction	Lt 1.0	0
SJS	M	24	6	Mn, Rt 9.5 Lt 13.5 setback; Lt angle corticotomy	Rt 1.5	0
YBH	F	27	8	Mn, Rt 2.5 Lt 7.0 setback	Lt 5.0	Lt 2.0
SKC	M	24	9	Mn, Rt 10.5 Lt 8.0 setback; Genio, Vt 4.0 reduction	Lt 2.0	0
YHJ	F	19	4	Mn, Rt 7.0 Lt 10.0 setback	Rt 3.5	0
LGH	M	24	3	Mn, Rt 1.0 Lt 6.0 setback; Lt angle augmentation	Rt 8.0	Rt 3.0
LGH	M	26	11	Mn, Rt 6.5 Lt 7.5 setback; Genio, Vt 6.0 AP 4.0 advancement	Lt 2.0	Lt 2.0
LNR	F	18	5	Mn, Rt 11.5 Lt 11.0 setback; Genio, Vt 3.0 reduction	Rt 1.5	Rt 1.5

Table 1. Continued

Subject	Sex	Age		Surgery*	Chin deviation <sup>†</sup>	
		Year	Month		Before	After
LSN	F	18	10	Mn, Rt 4.5 Lt 12.5 setback	Rt 6.0	Lt 1.0
LYH	M	33	4	Mn, Rt 1.0 Lt 6.0 setback	Rt 3.0	Lt 0.5
LJH	F	28	10	Mn, Rt 8.5 Lt 8.0 setback; Genio, Vt 5.0 reduction	Lt 0.5	Lt 0.5
LHJ	M	24	1	Mn, Rt 5.0 Lt 12.0 setback; Genio, Vt 3.0 reduction	Rt 4.0	Rt 1.5
JWS	M	22	9	Mn, Rt 14.5 Lt 5.5 setback; Genio, Vt 5.0 reduction AP 5.0 advancement	Lt 10.0	Lt 4.0
JGT	M	23	6	Mn, Rt 8.5 Lt 5.5 setback; Both angle 5.0 reduction	Lt 4.0	Lt 2.0
JMS	M	28	0	Mn, Rt 6.0 Lt 7.0 setback	Rt 2.0	Rt 1.0
JMY	F	24	11	Mn, Rt 6.0 Lt 8.0 setback; Genio, AP 4.0 advancement; Both malar reduction	Lt 1.0	Rt 2.0
JSK	M	25	10	Mn, Rt 7.0 Lt 4.0 setback; Genio, Vt 3.0 reduction	Lt 8.0	Lt 1.0
JSM	F	28	0	Mn, Rt 10.0 Lt 5.0 setback	Lt 3.5	Lt 0.5
JHJ	F	21	10	Mn, Rt 7.5 Lt 3.0 setback	Lt 7.0	Lt 2.0
CYR	F	19	4	Mn, Rt 7.0 Lt 5.0 setback; Genio, Vt 3.0 reduction	Lt 3.5	Lt 1.0
CCJ	M	30	6	Mn, Rt 11.5 Lt 5.0 setback; Genio, Vt 5.0 reduction AP 3.0 advancement	Lt 6.0	Lt 2.0
HYK	F	26	6	Mn, Rt 7.0 Lt 3.0 setback; Genio, AP 4.0 reduction	Lt 2.5	0
HSW	M	25	6	Mn, Rt 8.0 Lt 2.0 setback; Genio, Vt 3.0 reduction	Lt 8.0	Lt 1.0
HEA	F	19	3	Mn, Rt 9.5 Lt 8.0 setback; Genio, Vt 5.0 reduction AP 3.0 advancement	Rt 1.0	Rt 3.0

\*The number in the surgery column indicates the amount of operation (unit: mm); <sup>†</sup>The degree of chin deviation before and after surgery is expressed as the angle formed by Cg-ANS and ANS-Me lines (unit: °). Mn, mandible; Genio, genioplasty; Vt, vertical; AP, anteroposterior; Rt, right; Lt, left.

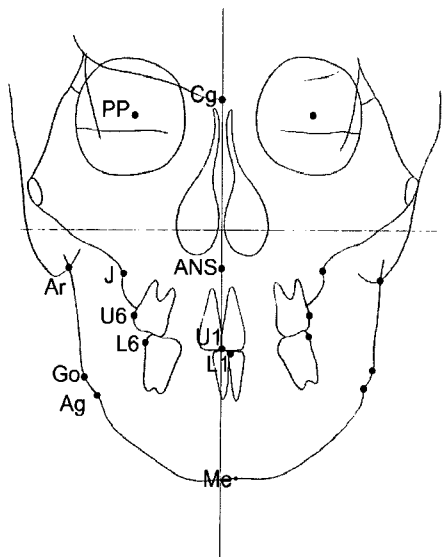
로 교환된 상태로 그리고 입술은 이완된 상태에서 자료를 채득하였다.

투사도 작성 및 계측점의 변화량 측정

술전 및 수술 후에 촬영된 정모 두부방사선사진 위에 아세테이트지를 부착하고 Fig 1, Table 2와 같은 계측점을 이용하여 투사도를 작성하였다. 방사선사진에 투영된 좌우 ear rod ball marker를 이용하여 수평기준선을 작도하고 이에 직각이면서 Cg를 지나는 수선을 수직기준선으로 작도하였다. 얼굴사진의 경우 현상된 슬라이드를 스캐너를 이용하여 JPEG 파일로 저장한 후 이를 Image Analyzer (Image Pro Plus, Media Cybernetics, USA)에 입력하였다. 방사선사진상에 나타난 좌우 동공점간 거리와 얼굴사진상의 동공점 위치를 이용하여 각각의 확대율을 고려한 얼굴사진의 calibration을 시행한 후 Fig 2,

Table 3과 같은 계측점을 설정하고 좌우 동공점을 연결한 선을 수평기준선으로 그리고 이의 수직 이등분선을 수직기준선으로 작도하였다.

술전 및 수술 후 방사선사진 투사도 그리고 술전 및 수술 후 얼굴사진에서 각각 수평기준선을 X축으로 하고 수직기준선을 Y축으로 하여 각 계측점들의 술전 위치에서 술후 위치로의 수평 및 수직 변화량을 방향과 함께 표시하였다. 수평변화량은  $\Delta h$ , 수직변화량은  $\Delta v$ 로 표시하였으며, 수평변화량의 경우 술후 계측점이 술전에 비해 비대칭이 개선되는 방향으로 이동한 경우를 (+)로, 수직변화량의 경우에는 하방으로 이동한 경우를 (+)로, 그 반대방향인 경우를 각각 (-)로 표시하였다.



**Fig 1.** Cephalometric landmarks to represent hard tissue change. Detailed description of landmarks is in Table 2.

통계처리

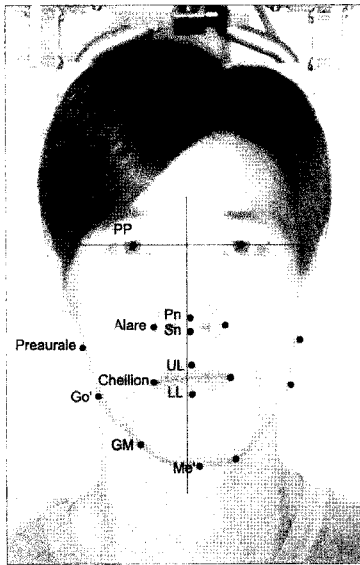
술전 및 술후 투사도에서 각 경조직 계측점의 경조직 수평변화량( $\Delta h$ ), 수직변화량( $\Delta v$ )을, 술전 및 술후 얼굴사진에서 연조직 계측점의 수평변화량( $\Delta h$ ), 수직변화량( $\Delta v$ )을 각각 산출한 후 경조직 계측점 변화량과 연조직 계측점 변화량 간의 상관관계를 알아보기 위하여 수평변화량과 수직변화량을 구분하여 *Pearson* 상관분석을 시행하였다.

연조직 변화에 가장 영향을 미치는 경조직을 연조직 계측점별로 찾고 이들간의 1 : 1 평균변화율 (mean ratio)을 알아보기 위하여 각 연조직 계측점에서 가장 상관성이 높은 경조직 계측점을 선택한 후 경조직 계측점의 변화량에 대한 연조직 계측점의 변화량 비율을 수평과 수직을 구분하여 산출하였다.

모든 경조직점의 변화를 이용하여 연조직 변화를

**Table 2.** Description of frontal cephalometric landmarks used in this study

Landmark	Name	Definition
Cg	Crista galli	Mid point of crista galli
ANS	Anterior nasal spine	Tip of anterior nasal spine
J <sub>dev</sub>	Jugal process (dev)	Intersection of jugal process with maxillary tuberosity (deviated side)
J <sub>ctl</sub>	Jugal process (ctl)	Intersection of jugal process with maxillary tuberosity (contralateral side)
U6 <sub>dev</sub>	Upper first molar (dev)	Most buccal point on the crown of upper first molar (deviated side)
U6 <sub>ctl</sub>	Upper first molar (ctl)	Most buccal point on the crown of upper first molar (contralateral side)
L6 <sub>dev</sub>	Lower first molar (dev)	Most buccal point on the crown of lower first molar (deviated side)
L6 <sub>ctl</sub>	Lower first molar (ctl)	Most buccal point on the crown of lower first molar (contralateral side)
U1	Upper incisors	Mid point between upper central incisors at the level of incisor edges
L1	Lower incisors	Mid point between lower central incisors at the level of incisor edges
Ar <sub>dev</sub>	Articulare (dev)	Intersection of ascending ramus with the contour of mastoid process (deviated side)
Ar <sub>ctl</sub>	Articulare (ctl)	Intersection of ascending ramus with the contour of mastoid process (contralateral side)
Go <sub>dev</sub>	Gonion (dev)	The most lateral and inferior point at the angle of the mandible (deviated side)
Go <sub>ctl</sub>	Gonion (ctl)	The most lateral and inferior point at the angle of the mandible (contralateral side)
Ag <sub>dev</sub>	Antegonion (dev)	The deepest point in the antegonial notch (deviated side)
Ag <sub>ctl</sub>	Antegonion (ctl)	The deepest point in the antegonial notch (contralateral side)
Me	Menton	Point on inferior border of symphysis directly inferior to mental protuberance



**Fig 2.** Photometric landmarks to represent soft tissue change. Detailed description of landmarks is in Table 3.

예측하기 위하여 각 연조직 계측점의 변화량을 종속변수로 하고 수평과 수직변화량 관계없이 모든 경조직 계측점 변화량을 독립변수로 한 단계적 다중회귀분석(stepwise multiple regression analysis)을 시행하고 이를 이용하여 연조직 계측점별로 수평방향과 수직방향의 회귀방정식을 구하였다.

**연구성적**

술전, 술후 경조직 변화량과 연조직 변화량의 상관관계를 수평변화량과 수직변화량을 구분하여 산출한 결과 Table 4와 5의 결과를 얻었다. 수평변화량의 경우 연조직 변화량과 가장 많은 경우에서 유의한 상관성을 보인 경조직 계측점은 L6<sub>dev</sub>, Me, 그리고 L1으로 각각 5개의 연조직 계측항목과 유의성을 보여 이들 계측점의 변화가 연조직 수평변화량 예측에 유용하게 이용될 수 있음을 시사하였다. 한편 Ar<sub>ctl</sub>, Ar<sub>dev</sub>, Go<sub>ctl</sub>, Go<sub>dev</sub>, Ag<sub>ctl</sub>, Ag<sub>dev</sub>은 소수의 연조직 계측항목과 유의한 상관성을 보였으며, L6<sub>ctl</sub>은 어느 항목과도 유의한 상관성을 보이지 않아 수평

**Table 3.** Description of photometric landmarks used in this study

Landmark	Name	Definition
P <sub>dev</sub>	Preaurale (dev)	Intersection of cheek contour with ear lobe on the deviated side
P <sub>ctl</sub>	Preaurale (ctl)	Intersection of cheek contour with ear lobe on the contralateral side
Pn	Pronasale	The most prominent point on the nose
Al <sub>dev</sub>	Alare (dev)	The most lateral point of the contour of nose (deviated side)
Al <sub>ctl</sub>	Alare (ctl)	The most lateral point of the contour of nose (contralateral side)
Sn	Subnasale	The most inferior point on the outline of the middle area of nose
UL	Upper lip	The superior point of the vermilion border of the middle area of upper lip
LL	Lower lip	The inferior point of the vermilion border of the middle area of lower lip
Ch <sub>dev</sub>	Cheilion (dev)	The most lateral point of the vermilion border of the lip on the deviated side
Ch <sub>ctl</sub>	Cheilion (ctl)	The most lateral point of the vermilion border of the lip on the contralateral side
Go' <sub>dev</sub>	Soft tissue gonion (dev)	The most lateral and inferior point of the outline of the deviated cheek
Go' <sub>ctl</sub>	Soft tissue gonion (ctl)	The most lateral and inferior point of the outline of the contralateral cheek
GM <sub>dev</sub>	GM (dev)	The bulkiest point of lower mandibular outline between gonion and menton of the deviated side
GM <sub>ctl</sub>	GM (ctl)	The bulkiest point of lower mandibular outline between gonion and menton of the contralateral side
Me'	Soft tissue menton	The most inferior point of the prominence of the chin in middle area

**Table 4.** Correlation coefficient between hard tissue change and soft tissue change in the horizontal direction

	$\Delta h P_{dev}$	$\Delta h P_{ctl}$	$\Delta h UL$	$\Delta h LL$	$\Delta h Ch_{dev}$	$\Delta h Ch_{ctl}$	$\Delta h Go'_{dev}$	$\Delta h Go'_{ctl}$	$\Delta h GM_{dev}$	$\Delta h GM_{ctl}$	$\Delta h Me'$
$\Delta h L6_{dev}$	0.199	0.155	0.145	0.641 <sup>†</sup>	0.293	0.253	0.368*	0.131	0.491 <sup>†</sup>	0.468 <sup>†</sup>	0.658 <sup>†</sup>
$\Delta h L6_{ctl}$	0.113	0.043	0.214	0.193	0.269	0.145	0.090	0.064	0.112	0.279	0.278
$\Delta h LI$	0.272	0.118	0.003	0.776 <sup>†</sup>	0.337*	0.271	0.299	0.183	0.466 <sup>†</sup>	0.491 <sup>†</sup>	0.809 <sup>†</sup>
$\Delta h Ar_{dev}$	0.002	0.360*	-0.104	0.173	0.072	0.038	0.309*	0.289	0.412 <sup>†</sup>	0.065	0.121
$\Delta h Ar_{ctl}$	-0.268	0.429 <sup>†</sup>	0.103	0.183	0.029	0.154	-0.003	0.364*	0.250	-0.073	0.080
$\Delta h Go_{dev}$	-0.073	0.111	0.445 <sup>†</sup>	-0.015	-0.094	-0.173	0.103	0.178	0.098	-0.066	-0.229
$\Delta h Go_{ctl}$	-0.037	0.024	0.375*	0.035	0.020	0.128	-0.069	0.209	0.060	0.227	0.050
$\Delta h Ag_{dev}$	0.040	0.144	0.358*	0.008	-0.152	0.009	0.154	0.114	0.025	-0.008	-0.186
$\Delta h Ag_{ctl}$	-0.164	0.175	0.311*	0.082	0.026	0.198	-0.077	0.356*	0.011	0.226	0.031
$\Delta h Me$	0.209	0.107	0.100	0.696 <sup>†</sup>	0.407 <sup>†</sup>	0.206	0.231	0.190	0.414 <sup>†</sup>	0.483 <sup>†</sup>	0.782 <sup>†</sup>

\* $p < 0.05$ ; <sup>†</sup> $p < 0.01$ .

**Table 5.** Correlation coefficient between hard tissue change and soft tissue change in the vertical direction

	$\Delta v P_{dev}$	$\Delta v P_{ctl}$	$\Delta v UL$	$\Delta v LL$	$\Delta v Ch_{dev}$	$\Delta v Ch_{ctl}$	$\Delta v Go'_{dev}$	$\Delta v Go'_{ctl}$	$\Delta v GM_{dev}$	$\Delta v GM_{ctl}$	$\Delta v Me'$
$\Delta v L6_{dev}$	0.241	0.258	0.093	0.142	0.152	-0.006	0.262	0.243	0.545 <sup>†</sup>	0.475 <sup>†</sup>	0.583 <sup>†</sup>
$\Delta v L6_{ctl}$	0.410 <sup>†</sup>	0.358*	0.108	0.221	0.161	0.005	0.367*	0.426 <sup>†</sup>	0.536 <sup>†</sup>	0.550 <sup>†</sup>	0.580 <sup>†</sup>
$\Delta v LI$	0.302*	0.248	0.148	0.328*	0.158	0.010	0.281	0.293	0.597 <sup>†</sup>	0.497 <sup>†</sup>	0.594 <sup>†</sup>
$\Delta v Ar_{dev}$	0.037	-0.050	0.010	-0.062	0.171	0.095	0.036	0.019	-0.074	-0.070	-0.085
$\Delta v Ar_{ctl}$	0.024	-0.007	-0.127	-0.120	0.021	0.022	-0.095	-0.011	-0.233	-0.142	-0.179
$\Delta v Go_{dev}$	-0.143	-0.129	0.019	0.208	0.196	0.062	0.123	0.027	0.188	0.102	0.103
$\Delta v Go_{ctl}$	0.251	0.160	0.056	0.288	0.355*	0.133	0.342*	0.382*	0.317*	0.363*	0.283
$\Delta v Ag_{dev}$	0.179	0.140	0.152	0.231	0.292	0.081	0.241	0.206	0.412 <sup>†</sup>	0.345*	0.243
$\Delta v Ag_{ctl}$	0.460 <sup>†</sup>	0.456 <sup>†</sup>	0.037	0.131	0.211	0.039	0.467 <sup>†</sup>	0.510 <sup>†</sup>	0.407 <sup>†</sup>	0.543 <sup>†</sup>	0.289
$\Delta v Me$	0.125	0.038	0.108	0.237	0.011	-0.008	0.248	0.212	0.648 <sup>†</sup>	0.580 <sup>†</sup>	0.729 <sup>†</sup>

\* $p < 0.05$ ; <sup>†</sup> $p < 0.01$ .

방향의 연조직 변화 예측에 도움이 되지 않는 계측점임을 나타내었다 (Table 4).

수직변화량의 경우 경조직 계측점 중 L6<sub>ctl</sub>, L1, Go<sub>ctl</sub>, Ag<sub>ctl</sub>이 5 - 7개의 연조직 계측항목과 그리고 Me와 L6<sub>dev</sub>이 3개의 연조직 계측항목과 각각 유의한 상관성을 보여 연조직 수직변화량 예측에 유용하게 사용될 수 있음을 시사하였으며 Ar<sub>ctl</sub>, Ar<sub>dev</sub>, Go<sub>dev</sub>은 어느 항목과도 유의한 상관성을 보이지 않아 수직방향의 연조직 변화 예측에 도움이 되지 않

는 계측점임을 나타내었다. 서로 인접하여 위치하고 있는 Go과 Ag을 비교한 결과 Go보다 Ag이 편위측과 반대측 모두에서 보다 많은 연조직 계측항목과 유의한 상관성을 보이는 것으로 나타났다. L6의 경우 편위측과 반대측이 서로 다른 양상을 나타내었는데 수평변화의 경우에는 편위측인 L6<sub>dev</sub>이 많은 연조직 계측점과 상관성을 보인 반면, 수직변화에서는 반대측인 L6<sub>ctl</sub>이 편위측 L6<sub>dev</sub>보다 많은 연조직 계측항목과 유의한 상관성을 보였다. 전반적으

로 수평변화에서는 편위측 경조직 계측점이 반대측 계측점과 같거나 약간 더 많은 상관성을 보인 반면 수직변화에서는 반대측 계측점이 편위측보다 보다 많은 상관성을 보여 수평변화와 수직변화는 서로 다른 양상을 나타내었다 (Table 5).

연조직 계측점별로 가장 상관성이 높은 경조직 계측점을 선택하여 1 : 1 mean ratio를 산출한 결과 Table 6과 7의 결과를 얻었다. 수평변화에서 가장

상관성이 높은 경조직 계측점을 연조직 계측점별로 각각 선택한 결과 LL 한 항목에서만 바로 하방에 있는 경조직이 선택된 반면 나머지 연조직은 다른 부위의 경조직 변화와 짝을 이루어 1 : 1 mean ratio 산출 의미가 희석되는 양상을 보였다. 한편 L1은 5 개의 연조직 계측 항목과 짝을 이루어 수평방향의 연조직 변화 예측에 가장 유용하게 사용될 수 있는 경조직 계측점임을 보여주었다. 바로 하방의 경조

**Table 6.** Mean ratio between soft tissue and hard tissue change in the horizontal direction

	Mean change (mm)	Mean ratio	Correlation
$\Delta h P_{dev} / \Delta h L1$	0.405 / 3.221	0.126	0.272
$\Delta h P_{ctl} / \Delta h Ar_{ctl}$	0.191 / 0.093	2.054	0.429 <sup>†</sup>
$\Delta h UL / \Delta h Go_{dev}$	0.422 / 1.802	0.234	0.445 <sup>†</sup>
$\Delta h LL / \Delta h L1$	1.869 / 3.221	0.580	0.776 <sup>†</sup>
$\Delta h Ch_{dev} / \Delta h Me$	0.767 / 4.023	0.191	0.407 <sup>†</sup>
$\Delta h Ch_{ctl} / \Delta h L1$	1.586 / 3.221	0.492	0.271
$\Delta h Go'_{dev} / \Delta h L6_{dev}$	1.077 / 2.209	0.488	0.368*
$\Delta h Go'_{ctl} / \Delta h Ar_{ctl}$	1.519 / 0.093	16.333	0.364*
$\Delta h GM_{dev} / \Delta h L6_{dev}$	2.871 / 2.209	1.300	0.491 <sup>†</sup>
$\Delta h GM_{ctl} / \Delta h L1$	3.282 / 3.221	1.019	0.491 <sup>†</sup>
$\Delta h Me' / \Delta h L1$	4.561 / 3.221	1.416	0.809 <sup>†</sup>

\* $p < 0.05$ ; <sup>†</sup> $p < 0.01$ .

**Table 7.** Mean ratio between soft tissue and hard tissue change in the vertical direction

	Mean change (mm)	Mean ratio	Correlation
$\Delta v P_{dev} / \Delta v Ag_{ctl}$	1.578 / 0.744	2.121	0.460 <sup>†</sup>
$\Delta v P_{ctl} / \Delta v Ag_{ctl}$	1.115 / 0.744	1.499	0.456 <sup>†</sup>
$\Delta v UL / \Delta v Ag_{dev}$	0.021 / 0.826	0.025	0.152
$\Delta v LL / \Delta v L1$	0.232 / -2.477	-0.094	0.328*
$\Delta v Ch_{dev} / \Delta v Go_{ctl}$	0.659 / 0.081	8.136	0.355*
$\Delta v Ch_{ctl} / \Delta v Go_{ctl}$	-0.013 / 0.081	-0.160	0.133
$\Delta v Go'_{dev} / \Delta v Ag_{ctl}$	0.009 / 0.744	0.012	0.467 <sup>†</sup>
$\Delta v Go'_{ctl} / \Delta v Ag_{ctl}$	-0.196 / 0.744	-0.263	0.510 <sup>†</sup>
$\Delta v GM_{dev} / \Delta v Me$	-1.380 / -3.279	0.421	0.648 <sup>†</sup>
$\Delta v GM_{ctl} / \Delta v Me$	-2.406 / -3.279	0.734	0.580 <sup>†</sup>
$\Delta v Me' / \Delta v Me$	-2.106 / -3.279	0.642	0.729 <sup>†</sup>

\* $p < 0.05$ ; <sup>†</sup> $p < 0.01$ .



직인 L1과 짝을 이룬 LL의 경우 mean ratio는 0.580으로 나타나 경조직의 수평변화에 대하여 하순 부위 연조직은 58% 정도만 따라가는 양상을 보여주었다 (Table 6).

수직적 변화의 경우에도 LL과 Me' 두 항목만 바로 하방의 경조직 계측점과 짝을 이루고 나머지는 직하방이 아닌 다른 부위의 경조직 계측점과 짝을 이루어 1 : 1 mean ratio의 사용이 유용하지 않음을

시사하였다. 수직변화의 경우 Me이 GM<sub>ctl</sub>, GM<sub>dev</sub>, Me' 등 3개의 연조직 계측항목과 짝을 이루는데 사용되어 연조직 수직변화 예측에 유용하게 사용될 수 있는 계측점임을 보여주었다. Me'의 경우 하부 경조직 계측점의 이동량에 따른 상부 연조직 계측점의 변화를 나타내는 mean ratio값이 0.642를 보여 경조직의 수직적 변화에 대하여 연조직은 64% 정도만 따라가는 양상을 보여주었다 (Table 7).

**Table 8.** Results of stepwise multiple regression analysis for the horizontal change of soft tissue points

	Equation	R <sup>2</sup>
$\Delta h P_{dev}$	-	-
$\Delta h P_{ctl}$	$0.71 \cdot \Delta h Ar_{ctl} + 0.13$	0.184
$\Delta h UL$	$0.16 \cdot \Delta h Go_{dev} + 0.12 \cdot \Delta h Go_{ctl} + 0.11 \cdot \Delta v Ar_{ctl} - 0.03$	0.437
$\Delta h LL$	$0.65 \cdot \Delta h L1 - 0.22$	0.602
$\Delta h Ch_{dev}$	$0.23 \cdot \Delta h Me - 0.16$	0.166
$\Delta h Ch_{ctl}$	-	-
$\Delta h Go'_{dev}$	$0.54 \cdot \Delta h Ar_{dev} + 1.03$	0.096
$\Delta h Go'_{ctl}$	$0.82 \cdot \Delta h Ar_{ctl} + 1.44$	0.133
$\Delta h GM_{dev}$	$0.99 \cdot \Delta h L1 + 1.26 \cdot \Delta h Ar_{dev} - 0.35 \cdot \Delta v Ar_{dev} + 0.09$	0.483
$\Delta h GM_{ctl}$	$1.07 \cdot \Delta h L1 - 0.15$	0.241
$\Delta h Me'$	$0.89 \cdot \Delta h L1 - 0.37 \cdot \Delta h Ag_{dev} - 0.45 \cdot \Delta v L6_{ctl} + 0.32 \cdot \Delta v Ag_{ctl} - 0.16 \cdot \Delta v Ar_{dev} + 0.34 \cdot \Delta h Me + 0.76$	0.819

**Table 9.** Results of stepwise multiple regression analysis for the vertical change of soft tissue points

	Equation	R <sup>2</sup>
$\Delta v P_{dev}$	$0.90 \cdot \Delta v Ag_{ctl} - 0.18 \cdot \Delta v Go_{dev} + 1.26$	0.335
$\Delta v P_{ctl}$	$0.78 \cdot \Delta v Ag_{ctl} - 0.16 \cdot \Delta v Go_{dev} + 0.83$	0.321
$\Delta v UL$	-	-
$\Delta v LL$	$0.19 \cdot \Delta v L1 + 0.72$	0.107
$\Delta v Ch_{dev}$	$0.27 \cdot \Delta v Go_{ctl} + 0.64$	0.126
$\Delta v Ch_{ctl}$	-	-
$\Delta v Go'_{dev}$	$0.41 \cdot \Delta v Ag_{ctl} + 0.29 \cdot \Delta h Go_{dev} + 0.39 \cdot \Delta h L6_{ctl} - 1.40$	0.402
$\Delta v Go'_{ctl}$	$0.76 \cdot \Delta v Ag_{ctl} + 0.62 \cdot \Delta h L6_{ctl} - 1.67$	0.349
$\Delta v GM_{dev}$	$0.43 \cdot \Delta v Me + 0.50 \cdot \Delta v Ag_{dev} + 0.25 \cdot \Delta h Go_{dev} - 0.84$	0.586
$\Delta v GM_{ctl}$	$0.35 \cdot \Delta v Me + 0.49 \cdot \Delta v Ag_{ctl} - 0.27 \cdot \Delta h Me - 0.53$	0.542
$\Delta v Me'$	$0.47 \cdot \Delta v Me + 0.36 \cdot \Delta v L6_{dev} - 0.35$	0.582

모든 경조직 계측점의 변화를 이용하여 연조직 변화를 예측할 수 있는 회귀방정식을 산출하기 위하여 다중회귀분석을 시행한 결과 Table 8과 9의 결과를 얻었다.  $R^2$ 값이 가장 크게 나타난 계측점은 수평변화의 경우 Me', 수직변화의 경우 GM<sub>dev</sub>와 Me'으로 나타나 Me'이 수술 후 반응을 가장 정확히 예측할 수 있는 연조직 부위임을 알 수 있었다. 선택된 경조직변화 변수를 연조직 계측점별로 살펴본 결과 연조직의 수평방향 변화 예측에 경조직의 수직변화가 사용되고, 연조직의 수직방향 변화 예측에 경조직의 수평변화도 사용됨을 알 수 있었다. 아울러 상관성을 보이지 않아 예측이 불가능한 경우도 있는 등 전반적으로  $R^2$ 값이 낮은 양상을 나타내었다 (Tables 8 and 9).

## 고찰

술전, 술후 경조직 변화량과 연조직 변화량의 상관관계를 살펴본 결과 수평변화량의 경우 연조직 변화량과 가장 많은 경우에서 유의한 상관성을 보인 경조직 계측점은 L6<sub>dev</sub>, Me 그리고 L1으로 각각 5개의 연조직 계측항목과 유의성을 보였다. 따라서 이들 계측점의 변화를 통하여 연조직의 수평변화량 예측이 상당부분 가능하므로 임상에서 model surgery나 paper surgery를 통하여 L6<sub>dev</sub>, Me 그리고 L1의 이동만 잘 계획하면 비교적 많은 부분의 연조직 수평변화를 예측할 수 있음을 보여주었다. 그러나 편위측이든 반대측이든 Ar, Go, Ag은 소수의 연조직 계측항목과 유의한 상관성을 보였으며, L6<sub>cut</sub>는 어느 항목과도 유의한 상관성을 보이지 않아 수평방향의 연조직 변화 예측에 도움이 되지 않는 계측점임을 나타내었다. 수평방향의 연조직변화 예측에는 L6<sub>dev</sub>, Me, L1이 큰 방향을 미치므로 경조직 수술 계획 수립 시 보다 정확한 연조직 반응 예측을 위해서는 하악전치, 이부, 그리고 편위측 하악 제1대구치의 수평이동에 보다 세심한 주의가 필요함을 알 수 있었다.

수직변화량의 경우 L6<sub>cut</sub>, L1, Go<sub>cut</sub>, Ag<sub>cut</sub>이 5 - 7개의 연조직 계측항목과, 그리고 Me과 L6<sub>dev</sub>이 3개의 연조직 계측항목과 각각 유의한 상관성을 보여 이들 계측점이 연조직 수직변화량 예측에 유용하게 사용될 수 있음을 보여주었다. 서로 인접하여 위치하고 있는 Go과 Ag을 살펴본 결과 Go보다 Ag이 편위측과 반대측 모두에서 보다 많은 연조직 계측항목과 유의한 상관성을 보이는 것으로 나타났는데,

이는 경조직 계측점 설정 시 Go보다 Ag에서 수직방향의 설정오차가 적기 때문인 것으로 추정된다. Go은 측모 두부방사선사진 상에서 하악골의 하연과 하악 상행지의 측면에 의해 형성되는 각을 이등분하는 선이 하악골의 윤곽과 만나는 점으로 정의되는데 이러한 정의는 정모 두부방사선사진에 그대로 적용될 수 없으므로 정모 두부방사선사진에서는 Go이 하악 우각부에서 상행지 윤곽의 최하측방점으로 바뀌어 사용되어왔으며 이러한 정의의 모호함으로 인해 조사자간 또는 조사자내 재현도가 낮은 것으로 생각된다. 실제로 Major 등<sup>19</sup>은 정모 두부방사선사진상 계측점 설정 오차에 관한 연구에서 Go의 오차가 매우 큼을 보고한 바 있으며, Legrell 등<sup>20</sup>은 이러한 오차로 Go은 정모 두부방사선사진에서 사용될 수 없음을 주장하기도 하였다. 특히 Go은 수직방향의 오차가 매우 클 것으로 우려되는 반면 Ag의 경우 Antegonial notch의 최상방점이라는 정의를 고려 시 수직방향의 계측점 선정오차가 Go보다 적으므로 이러한 차이가 보다 많은 상관성에 기여한 것으로 생각되었다.

연조직 계측점별로 가장 상관성이 높은 경조직 계측점을 선택한 결과 바로 하방의 계측점이 선택된 경우는 수평방향의 경우 11개 연조직 계측점 중 LL 한 항목에서만 나타났으며 나머지 항목은 멀리 떨어진 부위의 경조직 계측항목과 짝을 이루어 정면 연조직 변화 예측 시에는 1 : 1 mean ratio 산출 의미가 희석되는 양상을 보였다. 임상에서 수술계획을 수립 시 경조직 이동을 paper surgery로 시행하고 이에 따른 연조직 변화는 직하방 경조직과의 1 : 1 mean ratio 데이터를 이용하여 술후 예상되는 연조직 윤곽을 완성하는 반면 정면 이미지에서는 이러한 방법이 불가함을 보여주었다.

한편 가장 높은 상관성을 보이는 경조직 계측점을 연조직 계측점별로 선택한 결과 수평변화의 경우 하악 전치(L1)가 수직변화의 경우 경조직 menton이 각각 가장 많이 선택된 것으로 나타나 수술 계획 수립 시 보다 정확한 연조직 변화 예측을 위해서는 하악 전치의 수평이동 그리고 menton의 수직이동에 세심한 주의가 필요함을 알 수 있었다. 바로 하방에 있는 경조직 계측점과 짝을 이룬 수평방향의 하악 전치와 수직방향의 연조직 menton의 1 : 1 mean ratio를 살펴보면 각각 0.580, 0.642로 나타나 경조직 이동에 대해 연조직은 수평방향이든 수직방향이든 60% 내외로 이동함을, 즉 100% 따라가지 않음을 알 수 있었다.

모든 경조직 계측점의 변화를 이용하여 연조직 변화를 예측할 수 있는 회귀방정식을 산출하기 위하여 다중회귀분석을 시행한 결과  $R^2$ 값이 가장 크게 나타난 계측점은 수평변화와 수직변화 모두에서 Me'으로 나타났다. 실제 비대칭 인지도에 가장 큰 영향을 미치는 부위가 이부인 것을 고려 시 Me'의 설명력이 가장 크게 나타난 것은 매우 고무적인 결과로 생각된다. 한편 UL, LL의 경우 수평변화 예측은 어느 정도 가능한 반면 수직변화 예측에서는 cheilion을 포함하여 매우 작은 값을 보이거나 회귀방정식 산출이 불가능한 것으로 나타났는데 이는 하악전돌자의 경우 상하순의 위치가 전치부 반대교합에 의해 불규칙하게 영향을 받기 때문인 것으로 그리고 수술로 인한 상하순의 수직변화량이 0.02 또는 0.23 mm로 미미하기 때문에 나타난 결과로 생각된다. 아울러, 비록 설명력은 낮게 나왔으나 변화량 자체가 미미하므로 수술 후 연조직 변화 예측에 큰 장애가 되지는 않을 것으로 생각되었다.

한편 악교정수술 후 경조직 변화에 따른 연조직 변화를 살펴본 본 연구에서 술전 자료는 수술 직전에 채득하면 되는 반면 술후 자료 채득시기 결정을 위해서는 많은 고려가 있었다. 수술로 인한 종창이 완전히 가라앉지 않은 경우 이로 인해 정확한 연조직 변화를 파악할 수 없으므로 연조직 변화가 없는 시점을 술후 자료 채득시기로 할 것을 검토하였었다. 그러나 실제 임상에서 일반적으로 수술 후 한 달째 석고모형을 포함한 술후 자료를 채득하여 그 시점에서 수술 결과를 평가하고 차후 교정치료계획을 수립하는 것을 고려 시 이 시기 자료로 연구를 시행하는 것이 임상에 직접적으로 도움이 될 것으로 판단하여 술후 자료 채득시기를 술후 한 달째로 결정하였다. 아울러 단순히 수술이 아닌 2차 감염 등 기타 이유에 의해 종창이 있는 경우는 연구대상에서 제외하기로 하고 연구를 시행하였으나 본 연구에서는 한 증례도 해당되지 않았다.

한편 다중회귀분석을 통하여 얻은 방정식은 연조직 예측 가능성을 높여주는 장점이 있는 반면 이를 일일이 계산하는 것은 매우 번거로운 일인 바 소위 컴퓨터를 이용한 이미지 시뮬레이션 프로그램 개발 필요성이 제기되었다. 그러나 수술로 경조직 이동 시 술후 연조직 반응을 미리 예측해보는 이미지 시뮬레이션 프로그램이 개발되어 임상에 사용되고 있는 반면 모두 측면이미지 뿐이어서 안면비대칭 등 정면 이미지 시뮬레이션이 필요한 환자에서는 애로가 있어 왔다. 주요 연조직 계측점별로 수평 및 수

직변화량을 예측할 수 있는 방정식을 산출한 본 연구결과는 정면 이미지 시뮬레이션 프로그램 개발에 유용하게 사용될 수 있을 것으로, 그리고 임상에서 안면비대칭 환자의 진단 및 치료계획 수립에 크게 도움이 될 것으로 기대된다.

## 결론

하악골 악교정수술 환자를 대상으로 술전 및 술후에 정모 두부방사선규격사진과 얼굴사진을 각각 촬영한 후, 술전 및 술후의 방사선사진을 이용하여 경조직 계측점의 변화를, 얼굴사진을 이용하여 연조직 계측점의 변화를 수평 및 수직으로 구분하여 각각 측정 후 연조직 변화와 경조직 변화의 상관성을 분석하고 이를 이용하여 경조직 계측점 변화에 대한 연조직 계측점 변화량인 1 : 1 mean ratio를 구하는 한편, 모든 경조직 변화를 이용하여 연조직 반응을 예측할 수 있는 다중회귀분석을 시행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 연조직 변화와 경조직 변화의 상관성을 살펴본 결과 수평 방향, 수직 방향 모두에서 상관성이 전반적으로 낮게 나타났다.
2. 1 : 1 mean ratio 산출을 위하여 서로 상관성이 가장 높은 경조직 계측점을 연조직 계측점별로 선택한 결과 직하방에 있는 경조직보다는 다소 멀리 떨어져 있는 경조직 계측점이 선택되는 경우가 많이 나타났다.
3. 가장 높은 상관성을 보이는 경조직 계측점을 연조직 계측점별로 선택한 결과 수평변화의 경우 하악전치가, 수직변화의 경우 경조직 menton이 각각 많이 선택되었다.
4. 경조직 변화를 이용하여 연조직 변화를 예측할 수 있는 회귀방정식을 연조직 계측점별로 산출한 결과 연조직 수평변화 예측에 경조직 수직변화도 사용되고 연조직 수직변화 예측에 경조직 수평변화도 사용되었다.
5. 연조직 변화 예측을 위한 회귀방정식 산출결과 수평과 수직변화 모두에서 가장 설명력이 높은 방정식은 연조직 menton에서 나타났다.

경조직 변화를 이용하여 정면 사진에서 연조직 반응을 예측하기 위한 본 연구결과 하부 경조직 계측점과 상부 연조직 계측점의 비율을 이용하는 1 : 1 mean ratio 방법은 불가능한 것으로 나타난 반면

회귀분석을 이용한 연조직 변화 예측은 임상에 도움이 될 수 있는 것으로 나타나 정면 이미지의 경우 컴퓨터를 이용한 시뮬레이션 프로그램이 반드시 필요함을 시사하였으며, 본 연구 결과 산출된 회귀방정식이 큰 도움이 될 것으로 기대된다.

#### 참고문헌

1. Robinson SW, Speidel TM, Isaacson RJ, Worms FW. Soft tissue profile change produced by reduction of mandibular prognathism. *Angle Orthod* 1972;42:227-35.
2. Hershey HG, Smith LH. Soft-tissue profile change associated with surgical correction of the prognathic mandible. *Am J Orthod* 1974;65:483-502.
3. Lines PA, Steinhauer EW. Soft tissue changes in relationship to movement of hard structures in orthognathic surgery: a preliminary report. *J Oral Surg* 1974;32:891-6.
4. Mansour S, Burstone C, Legan H. An evaluation of soft tissue changes resulting from Le Fort I maxillary surgery. *Am J Orthod* 1983;84:37-47.
5. Jensen AC, Sinclair PM, Wolford LM. Soft tissue changes associated with double jaw surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;101:266-75.
6. Lin SS, Kerr WJ. Soft and hard tissue changes in Class III patients treated by bimaxillary surgery. *Eur J Orthod* 1998;20:25-33.
7. Enacar A, Taner T, Toroğlu S. Analysis of soft tissue profile changes associated with mandibular setback and double-jaw surgeries. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1999;14:27-35.
8. Chew MT. Soft and hard tissue changes after bimaxillary surgery in Chinese Class III patients. *Angle Orthod* 2005;75:959-63.
9. McNeill RW, Proffit WR, White RP. Cephalometric prediction for orthodontic surgery. *Angle Orthod* 1972;42:154-64.
10. 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.
11. Bhatia SN, Sowray JH. A computer-aided design for orthognathic surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1984;22:237-53.
12. Harradine NW, Birnie DJ. Computerized prediction of the results of orthognathic surgery. *J Maxillofac Surg* 1985;13:245-9.
13. Sarver DM, Johnston MW, Matukas VI. Video imaging for planning and counseling in orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 1988;46:939-45.
14. 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.
15. Hwang HS, Lee KH, Park JY, Kang BC, Park JW, Lee JS. Development of posteror anterior cephalometric analysis for the diagnosis of facial asymmetry. *J Korean Dent Assoc* 2004;42:219-31.
16. Kim EH, Hwang HS. The validity of head posture aligner in posteror anterior cephalometry. *Korean J Orthod* 2000;30:543-52.
17. Kim KM, Lee KH, Kim WS, Hwang HS. A comparative study on the construction of the reference line in posteror anterior cephalometry. *J Korean Dent Assoc* 2001;39:676-83.
18. Hwang HS, Eun CS, Hwang CH, Lim HJ. Three-dimensional CT image study on the correction of gonial angle width enlarged on frontal cephalogram. *Korean J Orthod* 2005;35:251-61.
19. Major PW, Johnson DE, Hesse KL, Glover KE. Landmark identification error in posterior anterior cephalometrics. *Angle Orthod* 1994;64:447-54.
20. Legrell PE, Nyquist H, Isberg A. Validity of identification of gonion and antegonion in frontal cephalograms. *Angle Orthod* 2000;70:157-64.

## Prediction of frontal soft tissue changes after mandibular surgery in facial asymmetry individuals

Hyeon-Shik Hwang, DDS, MSD, PhD,<sup>a</sup> Jessica J. Lee, DDS,<sup>b</sup> Chung Hyon Hwang, DMD, MPH,<sup>c</sup>  
Hak-Hee Choi, DDS, MSD,<sup>d</sup> Hoi-Jeong Lim, MS, PhD<sup>e</sup>

**Objective:** To aid the development of a frontal image simulating program, we evaluated the soft tissue frontal changes in relationship to movement of hard tissue with orthognathic surgery of facial asymmetry patients. **Methods:** Preoperative and postoperative frontal cephalograms and frontal view photographs of 45 mandibular surgery patients with facial asymmetry were obtained in a standardized manner. Vertical and horizontal changes of hard tissue and soft tissue were measured from cephalograms and photographs, respectively. Soft tissue change in result to hard tissue change was then analyzed. **Results:** Both vertical and horizontal correlation analysis showed a weak relationship between the changes. Hard tissue points that were picked for 1 : 1 mean ratio with soft tissue points did not show any significant relevance. For each soft tissue change, regressive equation was formulated by stepwise multiple regression analysis, and the equation for soft tissue Menton was most reliable in predicting changes. Both vertical and horizontal hard tissue changes were used together in prediction of vertical or horizontal soft tissue change. **Conclusions:** The results suggest that computerized image simulation using regression analysis may be of help for prediction of soft tissue change, while 1 : 1 mean ratio method is not useful. (*Korean J Orthod* 2008;38(4):252-264)

**Key words:** Prediction of soft tissue change, Frontal cephalogram, Frontal photo, Facial asymmetry, Image simulation

<sup>a</sup>Professor, Department of Orthodontics, 2nd Stage of Brain Korea 21, School of Dentistry, Dental Science Research Institute, Chonnam National University.

<sup>b</sup>Assistant Professor, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, University of Washington.

<sup>c</sup>Research Scientist, Korean Adult Occlusion Study Center.

<sup>d</sup>Graduate Student, <sup>e</sup>Professor of Biostatistics, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Chonnam National University.

*Corresponding author: Hyeon-Shik Hwang.*

*Department of Orthodontics, School of Dentistry, Chonnam National University, 8, Hak-dong, Dong-gu, Gwangju 501-757, Korea.*

*+82 62 220 5486; e-mail, hhwang@chonnam.ac.kr.*

*Received May 4, 2007; Last Revision November 2, 2007; Accepted November 5, 2007.*