

치조성 양악 전돌 환자에서 컴퓨터를 이용한 치료 결과 예측의 정확성

이 리 나¹⁾ · 임 용 규²⁾ · 이 동 렬³⁾

치조성 양악 전돌 증례에서 컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 연조직 측모의 치료 결과 예측의 객관적 정확성을 상, 하악 제 1소구치 발거를 통해 교정치료를 받은 21명의 성인 여성을 대상으로 Quick Ceph Image ProTM & Quick Ceph 2000TM 을 이용하여 조사, 평가하였다. 치료 전 측모 두부방사선 규격사진 투사도에서 경조직 이동량을 측정하고 Quick Ceph system 상에서 경조직을 동일한 양 이동시켜 컴퓨터 시뮬레이션을 위한 기준으로 삼았다. 이후 프로그램을 통해 연조직 변화를 시뮬레이션하고, 이 자료와 실제 치료 결과로 얻어진 연조직 계측값을 측정하여 비교해 봄으로써 치료 결과 예측에 대한 정확도를 확인하고 임상예의 적용시 고려할 사항을 알아보았다.

시뮬레이션 결과 계측 항목의 수평 성분은 실제 치료 결과보다 작게, 수직 성분은 치료 결과보다 크게 예측하는 것으로 나타났으며 치료시의 후방 전인은 실제보다 확대되어 나타나는 경향을 보였다. 상악에서는 항목간 예측 오차의 방향이 일정하여 예측치가 실제보다 더 후방 이동되어 나타났으나, 하악에서는 증례간 차이가 컸다. Upper Lip Length는 짧게, Upper Vermilion Length는 길게 예측하여 시뮬레이션시 상순이 말려 보이는(rolling) 효과를 확인할 수 있었으며 하순에서도 유사한 성향이 나타났으나 상순에 비해서 약하게 나타났다.

(주요 단어 : 소구치 발거, Quick Ceph, 컴퓨터 시뮬레이션, 연조직 측모)

1. 서 론

정확한 치료 결과를 예측한다는 것은 중요하며 매우 어려운 일이다. 심미성은 교정치료의 주요한 동기가 되어 가는 추세이며 이에 따라 교정 진단시 연조직 변화의 예측은 점차 그 중요성이 증가하고 있다. Angle¹⁾, Case²⁾, Subtenly³⁾는 교정 치료시 연조직의 중요성에 대하여 언급하였고, 교정치료 후의 연조직

변화에 관한 다수의 연구⁴⁻¹²⁾가 이루어졌으며, 경조직과 연조직의 상호관계 연구¹³⁻¹⁶⁾ 또한 이에 한발 접근하기 위한 노력이라 할 수 있다. Ricketts의 VTO (visual treatment objective)¹⁷⁾ 법 또한 좋은 지침서가 될 수 있을 것이다. 그러나 이러한 수작업 방법은 숙달되기까지 시간이 요구되며 모든 증례에서 사용하기에는 불편함이 있을 수 있다.

근래에는 컴퓨터 기술의 발달로 두부방사선 규격사진의 투사도 작성을 위한 시간이 절약되고¹⁸⁾, 치료 결과에 대한 예측이 간편해졌다¹⁹⁾. 이는 몇 개의 계측점 입력을 통해 단시간에 이루어지므로 술자의 시간과 노력을 감소시켜 편의성이 증가될 수 있고, 환자와 대화를 성공적으로 이끌 수 있는 장점이 있어 임상예 매우 유익하게 활용될 수 있다¹⁹⁻²³⁾. 이러한 컴퓨터의 이용은 초기에는 단순히 두부 방사선 규격 사진을 분

¹⁾ 고려대학교 임상치의학 대학원 교정과, 대학원생.

²⁾ 고려대학교 임상치의학 대학원 교정과, 임상교수.

³⁾ 고려대학교 임상치의학 대학원 교정과, 교수.

교신저자 : 임용규

서울특별시 성북구 안암동

고려대학교 임상치의학 대학원 교정과 / 02-920-5597

yklim@kumc.co.kr

석하는 수준에서 시작되었으나 치료에 따른 결과의 예측이 가능하게 되면서 진단과 치료 계획수립을 위한 보조 도구로서 자리 잡게 되었고 현재는 특히 악교정 수술시 유용하게 사용되고 있다.

Sinclair¹⁹⁾, Hing²⁴⁾, Cangialosi 등²⁵⁾, McNeill 등²⁶⁾이 컴퓨터 프로그램을 이용한 두부방사선 계측의 정확도에 대한 연구를 시작하여 이후 Sarver^{20,21)}, Turpin²⁷⁾ 등에 의해 진단 및 치료계획 수립시의 컴퓨터 이용에 관한 연구가 시행되었다. 프로그램의 발전에 따라 VTO와의 오차 감소가 확인되었고^{19,28)}, 이를 환자와의 소통의 수단으로 이용하려는 임상가들의 시도가 이어지면서 연구와 수술-교정에 도입하게 되었다^{18,24,29)}. 환자들의 의식 수준이 향상됨에 따라 수술을 동반하지 않는 일반적인 교정치료에도 비디오 이미지 이용의 필요성이 증가되고 있다. 이에 본 연구는 수술과 연관되지 않고 비교적 치료에 의한 연조직 변화가 크다고 생각되는 치조성 양악 전돌 증례에서 제 1소구치를 발거한 후 교정치료에 의해 야기되는 변화를 컴퓨터를 이용한 치료 결과 예측 시스템의 하나인 Quick Ceph Image ProTM & Quick Ceph 2000TM을 통해 확인해 보고, 이를 이용한 연조직 치료 결과 예측이 실제 치료 결과와 어떠한 차이를 보이는가에 대한 후향적 연구를 통해 그 사용 범위와 한계를 조사하기 위해 시행되었다.

II. 재료 및 방법

1. 연구 대상

치조성 양악 전돌을 주소로 내원한 환자 중 총생의 양이 5.0 mm 이하이고 4개의 상, 하악 제 1소구치를 발거하여 전치부 후방 견인을 시도한 만18세 이상의 성인 여자 환자 21명을 연구대상으로 하였다.

2. 연구방법

환자들의 치료 전,후 측모 두부방사선 규격사진을 상, 하순의 긴장을 제거하고 natural head position을 유도시켜 통법대로 촬영한 후 .003 inch acetate tracing paper와 0.35 mm auto pencil을 사용하여 투사도를 작성하고, Quick Ceph Image ProTM & Quick Ceph 2000TM(이하 Quick Ceph)에 입력하였다. SN line을 따라 S 점에서 치료 전 후의 투사도를 중첩하여, 그 차이를 0.1°, 0.1 mm까지 계측하였다. 계측점

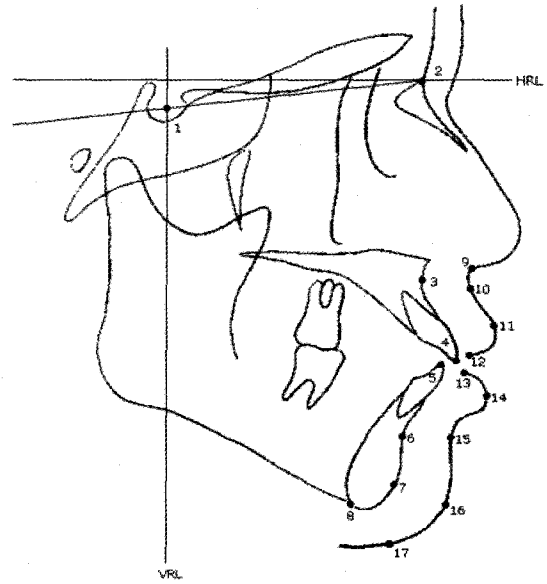


Fig. 1. Reference Points & Lines

은 기본적으로 변화가 큰 상, 하악 전방부의 경조직과 연조직을 위주로 선정하였으며, 수평기준선(HRL)은 SN line에서 Na을 기준으로 후상방 7° 올린 선을 사용하였고 수직기준선(VRL)은 S에서 수평기준선에 내린 수선으로 하였다(Fig 1). 계측 항목은 해부학적인 위치를 기준으로 선 계측 항목과 각도 계측 항목으로 나누고, 다시 선 계측 항목을 수직, 수평 요소로 세분하여 선정하였다. 계측점과 계측 항목들은 다음과 같다.

(1) 계측점 및 기준선 (Fig 1)

1) 경조직계측점

- 1. S (Sella)
- 2. N (Nasion)
- 3. A (A point)
- 4. UIT (Upper incisor tip)
- 5. LIT (Lower incisor tip)
- 6. B (B point)
- 7. Pog (Pogonion)
- 8. Me (Menton)

2) 연조직 계측점

- 9. Sn (Subnasale)
- 10. A'(Superior labial sulcus)

- 11. Ls (Labrale superius) : 상순의 mucocutaneous border
- 12. Stm-s (Stomion superius) : 상순의 최하점
- 13. Stm-i (Stomion inferius) : 하순의 최상점
- 14. Li (Labrale inferius) : 하순의 mucocutaneous border
- 15. B'(Inferior Labial Sulcus)
- 16. Pog' (Soft tissue Pogonion)
- 17. Me' (Soft tissue Menton)

(2) 계측 항목

1) 경조직 계측 항목

- ① 수평 계측 항목 (mm)
 - 수직기준선(VRL)을 기점으로 각 계측점까지의 수평거리를 계측하였으며 좌표 상에서 x로 표시. 그 외에 U1-NA, L1-APog, Overjet.
- ② 수직 계측 항목 (mm)
 - 수평기준선(HRL)을 기점으로 각 계측점까지의 수직거리를 계측하였으며 좌표 상에서 y로 표시. 그 외에 Overbite.
- ③ 각도 계측 항목 (°)
 - U1-NA, L1-APog, IIA (U1-L1), SN-GoGn

2) 연조직 계측 항목

- ① 수평 계측 항목 (mm)
 - 수직기준선(VRL)을 기점으로 각 계측점까지의 수평거리를 계측하였으며 좌표 상에서 x로 표시.
 - ULT (Upper lip thickness) : 수직기준선(VRL)에서 A'에 그은 수선 상에 위치한 연조직점과 경조직점 간의 거리 차
 - UVLT (Upper vermillion lip thickness) : 수직기준선(VRL)에서 Ls에 그은 수선 상에 위치한 연조직점과 경조직점 간의 거리 차
 - LLT (Lower lip thickness) : 수직기준선(VRL)에서 B'에 그은 수선 상에 위치한 연조직점과 경조직점 간의 거리 차
 - LVLT (Lower vermillion lip thickness) : 수직기준선(VRL)에서 Li에 그은 수선 상에 위치한 연조직점과 경조직점 간의 거리 차
 - UL to E-line, LL to E-line
- ② 수직 계측 항목 (mm)
 - 수평기준선(HRL)을 기점으로 각 계측점까지의 수직거리를 계측하였으며 좌표 상에서 y로 표시

- ULL (Upper lip length) : 수평기준선(HRL)에서 Sn과 Stm-s까지의 수직 거리의 차
- UVL (Upper vermillion lip length) : 수평기준선(HRL)에서 Ls과 Stm-s까지의 수직 거리의 차
- LLL (Lower lip length) : 수평기준선(HRL)에서 Me'과 Stm-i까지의 수직 거리의 차
- LVL (Lower vermillion lip length) : 수평기준선(HRL)에서 Li와 Stm-i까지의 수직 거리의 차
- IG (Interlabial gap) : Stmi-Stms

③ 각도 계측 항목 (°)

- NLA(Nasolabial angle) : Sn과 코의 하연의 접점을 이은 선과 Sn과 Ls를 이은 선이 이루는 각
- LMA(Labiomental angle) : Li와 Sm(Supramentale)을 이은 선과 Sm과 Pog'를 이은 선이 이루는 각

치료 전 측모 두부방사선 규격사진 투사도에서 경조직 이동량을 계측하고 Quick Ceph 상에서 경조직을 동일한 양 이동시켜 컴퓨터 시뮬레이션을 위한 기준으로 삼았다. 프로그램을 통해 연조직 변화를 시뮬레이션하고, 이 자료와 실제 치료 결과로 얻어진 연조직 계측값을 비교해 봄으로써 계측 항목별 유의차를 검증해 보았다. 통계 프로그램인 S-plus 2000을 이용하여 각 계측 항목의 평균치와 변화량의 평균치 및 표준편차를 구하고 paired t-test를 시행하여 유의성을 검증하고 통계처리 하였다

III. 결 과

1. 치료 전후의 변화

1) 경조직의 변화 (Table 1)

상악 전치는 평균 6.0 mm 후방전인 되었고 U1-NA는 각도와 거리 모두 유의성 있게 감소하였다 (p<0.001). 하악 전치는 5.2 mm 후방전인 되었고, L1-APog은 각도와 거리 모두 유의성 있게 감소되었으며, IIA은 25.5° 증가되었다(p< 0.001). 상, 하악골에 관련된 계측항목에서는 임상적으로 중요한 변화는 없었다.

2) 연조직의 변화 (Table 2)

상악 전치가 후하방으로 이동됨에 따라 연관성을 지닌 대부분의 연조직 계측 항목도 유의성 있게 변화되었다. 이러한 변화는 주로 수평 성분에서 두드러졌

Table 1. Treatment changes of hard tissue

	Pre-treatment (Mean ± SD)	Post-treatment (Mean ± SD)	Treatment change (Mean ± SD)	p value
A point (x)	66.3 ± 4.8	66.3 ± 4.8	-0.1 ± 0.3	
A point (y)	63.4 ± 4.3	62.8 ± 4.2	-0.6 ± 1.3	*
UIT (x)	74.9 ± 5.4	68.9 ± 5.3	-6.0 ± 1.5	***
UIT (y)	87.4 ± 5.3	87.9 ± 5.1	0.5 ± 1.2	
U1-NA (°)	3 2.3 ± 4.2	18.1 ± 6.0	-14.1 ± 5.8	***
U1-NA (mm)	8.9 ± 1.9	3.1 ± 1.9	-5.8 ± 1.5	***
LIT (x)	71.1 ± 5.8	65.9 ± 5.2	-5.2 ± 1.6	***
LIT (y)	85.6 ± 5.4	85.2 ± 5.4	-0.4 ± 1.5	
L1-APog (°)	31.3 ± 3.5	20.1 ± 4.3	-11.2 ± 5.1	***
L1-APog (mm)	8.3 ± 2.4	2.9 ± 2.0	-5.4 ± 1.4	***
B point (x)	59.8 ± 6.0	59.1 ± 5.9	-0.8 ± 1.0	**
B point (y)	104.0 ± 5.5	104.3 ± 6.5	0.3 ± 1.7	
Pogonion (x)	57.1 ± 6.7	57.1 ± 6.8	0.0 ± 1.2	
Pogonion (y)	121.8 ± 6.8	122.0 ± 7.3	0.2 ± 1.6	
Overbite (mm)	1.3 ± 1.6	2.2 ± 1.1	0.9 ± 1.8	*
Overjet (mm)	3.8 ± 1.5	3.5 ± 0.8	0.4 ± 1.7	
IIA (°)	108.1 ± 6.5	133.6 ± 7.6	25.5 ± 8.0	***
SN-GoGn (°)	38.6 ± 6.3	38.6 ± 7.2	-0.1 ± 5.0	

*P<0.05 **P<0.01 ***P<0.001

으며 상,하악 모두 통계적으로는 수직 성분에서는 유의할 만한 변화가 없는 것으로 나타났다.

A'(x), Ls(x), Stm-s(x), ULT, UL to E-line, NLA 은 p<0.001 수준에서 유의성 있게 변화하였고, Sn(y), Ls(y), UVLT은 p<0.01, Sn(x), A'(y), Stm-s(y) 은 p<0.05 수준에서 유의성 있게 변화하였다. 상악 치아가 6.0 mm 후방 이동됨에 따라 상순은 2.1 mm 후방 이동되어 35%의 이동 비율을 보였다.

하악 전치가 후상방 이동됨에 따라 하순과 하악의 연조직 계측 항목 또한 유의성있게 변화되었다. Stm-i(x), Li(x), B'(x), LLT, LL to E-line은 p<0.001 수준에서 유의성 있게 변화하였고, Stm-i(y)

는 p<0.05 수준에서 유의성을 보였다. LMA에서는 통계적으로 P<0.05에 근접하여 상관성을 암시하였다. 하악 전치는 평균 5.2mm 후방 이동되었고, 치아 이동에 따른 하순의 변화량은 69%로 나타났다.

2. video image의 예측 오차 (Table 3)

치료 후 실제로 변화된 연조직 계측치와 이때의 경조직 변화량을 기준으로 컴퓨터 시뮬레이션하여 얻어진 비디오 이미지의 값을 27개 수직, 수평 선 계측치와 2개의 각도 계측치를 기준으로 비교하였을 때 10개 항목에서 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈

Table 2. Actual treatment changes of soft tissue

	Pre-treatment (Mean ± SD)	Post-treatment (Mean ± SD)	Treatment change (Mean ± SD)	p value
Subnasale (x)	79.7 ± 4.6	79.3 ± 4.5	-0.4 ± 0.9	*
Subnasale (y)	60.8 ± 4.2	61.2 ± 4.3	0.4 ± 0.6	**
soft tissue A point (x)	80.0 ± 5.2	79.0 ± 4.9	-1.0 ± 0.8	***
soft tissue A point (y)	66.7 ± 4.4	67.6 ± 5.0	1.0 ± 1.9	*
Labrale superius (x)	85.2 ± 5.4	83.1 ± 5.0	-2.1 ± 1.3	***
Labrale superius (y)	78.5 ± 5.4	79.8 ± 5.3	1.3 ± 1.8	**
Stomion superius (x)	78.6 ± 5.7	74.8 ± 5.8	-3.8 ± 2.0	***
Stomion superius (y)	84.8 ± 5.2	85.6 ± 5.3	0.7 ± 1.3	*
Stomion inferius (x)	78.2 ± 5.5	74.5 ± 5.8	-3.8 ± 1.9	***
Stomion inferius (y)	85.9 ± 4.8	86.7 ± 5.0	0.8 ± 1.5	*
Labrale inferius (x)	83.4 ± 5.5	79.8 ± 5.1	-3.6 ± 1.5	***
Labrale inferius (y)	93.8 ± 5.6	94.7 ± 5.9	0.8 ± 2.5	
soft tissue B point (x)	74.5 ± 5.9	72.2 ± 5.5	-2.3 ± 1.9	***
soft tissue B point (y)	102.5 ± 6.3	103.0 ± 6.4	0.5 ± 2.4	
soft tissue Pogonion (x)	70.6 ± 6.6	70.3 ± 6.4	-0.3 ± 1.7	
soft tissue Pogonion (y)	118.9 ± 5.8	119.7 ± 6.8	0.8 ± 2.6	
upper lip thickness	12.5 ± 1.1	11.7 ± 1.3	0.8 ± 0.7	***
Upper vermilion lip thickness	11.1 ± 1.7	12.5 ± 2.1	-1.3 ± 1.7	**
Upper lip length	24.0 ± 1.7	24.4 ± 1.7	0.4 ± 1.3	
Upper vermilion length	6.3 ± 1.6	5.8 ± 1.2	-0.5 ± 1.3	
Interlabial gap	1.1 ± 1.8	1.2 ± 1.3	0.1 ± 1.8	
Lower lip thickness	13.8 ± 1.9	12.3 ± 1.7	1.4 ± 1.1	***
Lower vermilion lip thickness	15.2 ± 2.0	15.6 ± 1.7	-0.4 ± 1.8	
Lower lip length	47.6 ± 3.0	47.4 ± 3.0	-0.2 ± 1.6	
Lower vermilion length	8.0 ± 1.9	7.9 ± 1.6	-0.1 ± 2.0	
UL to E-line	1.4 ± 2.1	-0.4 ± 1.8	-1.7 ± 1.2	***
LL to E-line	4.3 ± 2.9	1.1 ± 2.0	-3.2 ± 1.5	***
Nasolabial angle (°)	92.7 ± 7.4	98.1 ± 7.1	5.4 ± 4.8	***
Labiomental angle (°)	147.3 ± 13.4	143.9 ± 11.1	-3.4 ± 8.6	

*P<0.05 **P<0.01 ***P<0.001

다. 실제 치료 결과와 비교하였을 때 Ls(x)에서는 29%, UL to E-line에서는 33% 더 후방이동 될 것으로 예

측하였다. Ls(y)는 43%, A'(y)는 48%에서 2mm 이상 하방이동 될 것으로 예측하였고, ULL의 경우 14%에서 2mm 이상 더 짧아질 것으로 예측하였으나

Table 3. Prediction error of video image

	Treatment outcome (Mean ± SD)	Computer simulation (Mean ± SD)	difference (± 오차범위)	p value
Subnasale (x)	79.3 ± 4.5	79.9 ± 4.8	-0.6 ± 1.0	*
Subnasale (y)	61.2 ± 4.3	60.8 ± 4.1	0.4 ± 0.6	**
soft tissue A point (x)	79.0 ± 4.9	78.6 ± 5.0	0.3 ± 0.9	
soft tissue A point (y)	67.6 ± 5.0	66.3 ± 4.5	1.3 ± 2.1	**
Labrale superius (x)	83.1 ± 5.0	81.4 ± 5.4	1.7 ± 1.7	***
Labrale superius (y)	79.8 ± 5.3	78.5 ± 5.4	1.3 ± 1.8	**
Stomion superius (x)	74.8 ± 5.8	74.8 ± 5.7	0.0 ± 1.8	
Stomion superius (y)	85.6 ± 5.3	84.8 ± 5.2	0.7 ± 1.3	*
Stomion inferius (x)	74.5 ± 5.8	74.4 ± 5.5	0.1 ± 1.5	
Stomion inferius (y)	86.7 ± 5.0	86.2 ± 5.0	0.5 ± 1.4	
Labrale Inferius (x)	79.8 ± 5.1	79.5 ± 5.5	-0.3 ± 1.5	
Labrale Inferius (y)	94.7 ± 5.9	94.2 ± 5.8	0.5 ± 2.5	
soft tissue B point (x)	72.2 ± 5.5	72.5 ± 5.9	-0.3 ± 1.5	
soft tissue B point (y)	103.0 ± 6.4	102.8 ± 6.5	0.2 ± 2.1	
soft tissue Pogonion(x)	70.3 ± 6.4	70.3 ± 6.8	0.0 ± 1.6	
soft tissue Pogonion(y)	119.7 ± 6.8	119.1 ± 6.1	0.6 ± 2.7	
upper lip thickness	11.7 ± 1.3	11.7 ± 1.2	0.0 ± 1.2	
upper vermilion lip thickness	12.5 ± 2.1	11.2 ± 1.8	1.3 ± 1.8	**
upper lip length	24.4 ± 1.7	24.0 ± 1.6	0.4 ± 1.2	
upper vermilion length	5.8 ± 1.2	6.3 ± 1.6	-0.5 ± 1.3	
interlabial gap	1.2 ± 1.3	1.4 ± 2.0	-0.2 ± 1.7	
lower lip thickness	12.3 ± 1.7	12.3 ± 1.6	0.0 ± 1.3	
lower vermilion lip thickness	15.6 ± 1.7	15.2 ± 1.8	0.4 ± 1.4	
lower lip length	47.4 ± 3.0	47.4 ± 2.9	0.0 ± 1.6	
lower vermilion length	7.9 ± 1.6	8.0 ± 1.9	-0.1 ± 2.1	
UL to E-line	-0.4 ± 1.8	-2.2 ± 2.0	1.8 ± 1.4	***
LL to E-plane	1.1 ± 2.0	0.9 ± 2.7	0.2 ± 1.3	
Nasolabial angle (°)	98.1 ± 7.1	105.8 ± 8.4	-7.8 ± 6.7	***
Labiomental angle (°)	143.9 ± 11.1	147.8 ± 13.8	-3.9 ± 7.8	*

*P<0.05 **P<0.01 ***P<0.001

UVL는 19%에서 2 mm 이상 길게 예측하는 결과를 나타냈다.

하안면부의 12개 측정 항목 중에서는 LMA 만이 3.9°의 차이로 유의성을 나타냈다.

IV. 총괄 및 고찰

컴퓨터 프로그램이 발달하고 교정 진단 영역에 도입됨에 따라 이를 이용한 많은 연구가 있어 왔다. 많

은 학자들이 컴퓨터 비디오 이미지를 이용한 두부방사선 규격사진의 투사도 작성 및 수술 후의 결과 예측에 대한 여러 연구를 제시하였으며^{18,19,20-23} 이는 진단과 치료 계획 수립의 전반에 걸친 사용을 가속화시키는데 기여하였다.

컴퓨터 예측 프로그램의 하나인 Quick Ceph은 치료 전 두부방사선 계측사진을 스캐닝하여 컴퓨터에 입력하고 몇 개의 계측점과 선들을 마우스를 이용하여 입력하면 투사도의 작성 및 계측이 간단히 이루어진다. 이후 치료의 형태와 정도에 따라 골격 성분들을 이동시키면 형상화(morphing) 과정을 통해 치료 후의 결과를 예측해 볼 수 있으며, 임상 사진을 입력하면 변화된 연조직 측모를 더욱 가시화하여 확인할 수 있다.

본 연구에서는 치료 후 실제로 변화된 연조직 계측치와 컴퓨터에서 얻은 경조직 변화량을 기준으로 컴퓨터 시뮬레이션하여 얻어진 비디오 이미지의 값을 29개 계측치를 기준으로 비교하였으며 이 중 10개 항목에서 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈다. 29개의 항목 중 7개의 항목에서 큰 유의차 ($P < 0.01$)를 보였고, 3개 항목에서도 유의차 ($P < 0.5$)를 나타냈는데 이는 계측 항목만으로 파악한다면 약 34.5%의 오진율을 가질 수 있음을 의미한다. 그러나 실제적으로 많은 경우에서 이는 임상적으로 유의하지 않은 수준으로 나타났다. Hing²⁴은 Quick Ceph의 오차 연구에 관한 논문에서 수평 계측치에서는 크게, 수직 계측치에서는 작게 예측한다고 보고하였다. 본 연구에서는 수평 계측치에서 오히려 작게 예측하여 치료시의 후방견인을 실제보다 확대하여 보이는 경향을 보였으나, 수직 계측치에서는 작게 예측하여 Hing²⁴의 연구와 동일한 결과를 보였다. 또한 상악에서는 항목간 예측 오차의 방향이 일정하게 나타났으나, 하악에서는 증례 간 차이가 크게 나타났다.

전통적으로 상악의 연조직 변화와 관련하여 Eales 등²⁹은 평균 예측오차가 대부분 1 mm 이하라고 보고하였으며 Lew³⁰는 상순의 위치가 특히 정확히 예견된다고 하였고, Le 등³¹ 또한 이와 유사한 결과를 보고하였다. 본 연구에서도 유사하게 상악의 15개 선 계측 항목 중 10개에서 1.0 mm 이하의 오차를 나타냈고 이 외의 5개 계측항목에서는 1.3-1.8 mm의 오차를 나타냈다. 연조직 측모에서의 수직, 수평 계측치의 오차가 모두 2 mm 이하로 나타냈는데 Romani³²는 이러한 2 mm 이하의 차이는 육안으로 감지하기 어렵다고 하였다. 그러나 치료 후 유의하게 감소하는 $Ls(x)$,

UL to E line 에서는 비디오 이미지가 더 작게 예측하였고, 치료 후 유의하게 증가되는 NLA에서는 현저하게 예측하는 성향이 나타났으며 이는 이러한 항목에서 실제 결과보다 비디오 이미지가 치료 결과를 극대화시킨다는 것을 의미한다.

ULL에서는 0.4 mm 짧게, UVL에서는 0.5 mm 길게 예측하였고 이는 시뮬레이션시 상순이 말려 보이는(rolling) 효과가 나타남을 의미한다.

Waldman¹²은 상악 전치의 이동에 대해 상,하순 모두 높은 상관관계를 가지나, 하순이 상순보다 더 높은 상관관계를 갖고 이동한다고 하였다. 치아이동에 따른 구순의 이동 비율을 보면 실제 결과에서 상악 전치가 6.0 mm 후방 이동됨에 따라 상순은 2.1 mm 후방 이동되어 35%의 이동 비율을 나타냈고, Quick Ceph 상에서는 상순이 2.5 mm 이동되어 41.6%의 이동비율을 나타냈다. 이러한 결과는 상순의 이동비율에 대해 40-60%을 언급한^{11,31,33} 연구와 비교할 때 약간 작게 나타난 것이나, 28%³⁴나 35%³⁵, 21.3%³⁶라고 보고한 국내의 다른 논문과 비교하면 큰 값이다.

상악 전치의 이동에 대한 하순의 이동 비율은 실측값에서 69%였고 Quick Ceph 상에서 75%로 나타났다. 이러한 결과는 72-120%라고 보고한 연구와^{11,13,33} 비교할 때는 비교적 작은 값이나, 69%³⁵, 50%³⁶를 주장한 논문과 비교하면 비슷하거나 큰 값으로 나타났다.

Gerbo 등¹⁸의 연구에서 각도 계측 항목의 오차가 최대 3.1° 이었던 것에 비하여 본 연구에서는 NLA의 경우 7.8°로 큰 오차 값을 나타냈다.

하순에서의 예측은 상순에 비해 정확도가 떨어지는 것으로 보고되고 있다³¹. 이러한 견해는 Upton 등²¹과 Hing²⁴의 연구와 일치한다. 본 연구에서는 수평 계측치가 수직 계측치보다 오차가 크다는 연구결과와는 일치하였으나 세부 항목을 비교해 보면 일치하지 않는 계측항목이 있었고, 하안면부의 12개 계측 항목 중 LMA를 제외하고는 모두 1.0 mm 이내의 오차를 보여 오히려 중안면부보다 통계적으로 유의성이 적은 것으로 보였다. 그러나 이는 증례에 따른 차이가 크며 일정한 양상을 나타내지 않음에 유의하여야 한다.

상순에서 입술이 말려 보이는 효과를 ULL, UVL의 예측값과 실측값의 비교를 통해 예측할 수 있던 반면 하순에서는 통계적으로는 LLL의 차이가 없었고 입술이 말려 보이는 효과도 상순에 비해서 약하게 나타났다.

이러한 하순 위치 예측의 부정확성은 상악 절치가 하순의 위치에 미치는 영향과 연관되어 언급되어 왔다.^{29,31,33)} 치료 전 상악 절치의 영향을 받아 회전(over-ersion)된 입술은 발치 치료 후 정상적 overjet을 회복하고 inferior labial sulcus가 후상방 이동되면서 자연스런 하순의 위치를 회복하게 된다. 그러나 치료 후의 하순 변화량에 대한 자료의 부족으로 이러한 현상을 보상할 수 있는 컴퓨터 체계가 부족하며 경조직 이동량에 따른 하순의 연조직 이동 비율에 대한 자료 또한 부족하여 더 복잡해진다고 해석되었다.³¹⁾

Le 등³¹⁾이 지적한대로 본 연구에서 또한 연조직 변화량보다 평균 오차(SD)가 큰 항목이 많았으며(Table 2), 이는 각 증례에서 연조직의 두께와 장력이 다른 것에 기인한 것으로 사료된다. Table 3에서도 일부 항목에서 오차보다 평균 오차(SD)가 큰 것으로 나타났으며 이는 두부 규격 방사선사진 촬영과 투사도 작성, 컴퓨터 작업 및 simulation 과정시의 피할 수 없는 오차가 복합적으로 반영된 결과라고 사료된다. 또한 본 연구는 입술 두께 및 치아 이동량의 차이에 따른 연조직 변화량을 구분하여 비교하고 있지 않으므로 이에 따른 오차를 포함하고 있다고 사료되므로 이를 보완한 연구가 후행되어야 할 것으로 생각된다.

V. 결 론

치조성 양악 전돌 증례에서 컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 진단의 정확성을 평가하기 위해 21명의 성인 여성을 대상으로 Quick Ceph Image Pro™ & Quick Ceph 2000™ 을 이용하여 조사하였다. 치료 후의 실제 결과와 컴퓨터 시뮬레이션의 연조직 변화의 일치 여부를 알아보기 위해 계측항목을 선 요소와 각 요소, 수직, 수평요소의 29개로 세분하여 비교하여 다음의 결과를 얻었다.

1. Video image를 이용한 연조직 예측과 실제 결과의 비교에서 29개의 계측 항목 중 10개 항목에서 유의한 차이를 보였으며, 그 중 Ls(x), UL to E-line, NLA에서 뚜렷한 차이를 보였다. Ls(x), UL to E-line는 작게, NLA은 크게 예측하는 경향이 있었다.
2. 시뮬레이션시 계측 항목의 수평 성분에서 실제 치료 결과보다 작게, 수직 성분에서는 크게 예측하는 것으로 나타났으며 상악에서는 대부분 예측치가 실제에 비하여 더 많이 후방이동 되게 나타났으나,

하악에서는 증례 간 차이가 컸다.

3. ULL에서는 짧게, UVL에서는 길게 예측하여 시뮬레이션시 나타나는 상순이 말려 보이는(rolling) 효과를 확인할 수 있었다. 하순에서도 유사한 성향이 나타났으나 상순에 비해서 약하게 나타났다.

비디오 이미지를 이용한 진단은 꾸준히 발전되어 오고 있으며 이러한 예측오차에도 불구하고 임상에서 큰 도움을 줄 수 있을 것이다. 다만 본 연구와 같은 시도가 지속되어 오류를 시정하기 위한 노력이 필요하며, 이러한 예측오차들은 환자들이 비디오 이미지를 실제 치료 결과로 기대했을 때 발생할 수 있는 의료분쟁에 대한 가능성을 시사하므로 환자와의 의사소통 시 신중을 기해야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. Angle EH. Malocclusion of the teeth. Philadelphia : SS White Dental Mfg. Co. 1907.
2. Case CS. A Practical treatment on the techniques and principles of dental orthopedics. 2nd ed. Chicago : 1921.
3. Subtelny JD. The soft tissue profile, Growth and Treatment changes Angle Orthod 1961 : 31 : 105-22.
4. Bloom LA. Perioral profile changes in orthodontic treatment. Am J Orthod 1961 : 47 : 371-9.
5. Rudee DA. Proportional profile changes concurrent with orthodontic therapy. Am J Orthod 1964 : 50 : 421-34.
6. Anderson JP, Joondeph PR, Turpin DL. A cephalometric study of profile changes in Orthodontically treated cases for 10 years. Angle Orthod 1973 : 43 : 324-36.
7. Roos N. Soft tissue profile change in Class II treatment. Am J Orthod 1977 : 72 : 165-75.
8. Oliver BM. The influence of lip thickness and strain on upper lip response to incisor retraction. Am J Orthod 1982 : 82 : 141-9.
9. Rains MD, Nanda R. Soft-tissue changes associated with maxillary incisor retraction. Am J Orthod 1982 : 81 : 481-8.
10. Garner LD. Soft tissue changes concurrent with orthodontic tooth movement. Am J Orthod 1974 : 66 : 367-77.
11. Talass MF, Talass L, Baker RC. Soft-tissue profile changes resulting from retraction of maxillary incisors. Am J Orthod Dentofac Orthop 1987 : 91 : 385-94.
12. Waldman BH. Change in lip contour with maxillary incisor retraction. Angle Orthod 1982 : 52 : 129-34.
13. Riedel RA. Esthetics and its relation to orthodontic therapy. Angle Orthod 1950 : 20 : 168-78.
14. Burstone CJ. Lip posture and its significance in treatment planning. Am J Orthod 1967 : 53 : 262-84.
15. Hershey HG. Incisor tooth retraction and subsequent profile changes in post adolescent female patients. Am J Orthod 1972 : 61 : 45-54.
16. Wisth PJ. Soft tissue response to upper incisor retraction in boys. Br J Orthod 1974 : 1 : 199-204.
17. Ricketts RM, Bench RW. Visual treatment objectives or V.T.O. Bioprogressive Therapy. 1979 : part 3.
18. Gerbo LR, Poulton DR, Covell DA, Russell CA. Comparison of a

- computer-based orthognathic surgery prediction system to postsurgical results. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1997 : 12 : 55-63.
19. Sinclair PM, Kilpelainen P, Phillips C. et. al. The accuracy of video imaging in orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Ortho*. 1995 : 107 : 177-85.
 20. Sarver DM. Videoimaging: The pros and cons. *Angle Orthod* 1993 : 63 : 167-70.
 21. Upton PM, Sadowsky PL, Sarver DM, Heaven TJ. Evaluation of video imaging prediction in combined maxillary and mandibular orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1997 : 112 : 656-65.
 22. Carter AC, Larson BE, Guenther TA. Accuracy of video imaging in mandibular surgery. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1996 : 11 : 289-300.
 23. Jacobsen A. Planning for orthognathic surgery-art or science? *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1990 : 5 : 217-24.
 24. Hing NR. The accuracy of computer generated prediction tracings. *Int. J Oral Maxillofac Surg* 1989 : 18 : 148-51.
 25. Cangialosi TJ, Chung JM, Elliott DF, Meistrell ME Jr. Reliability of computer-generated prediction tracing. *Angle Orthod* 1995 : 65 : 277-84.
 26. McNeill RW, Proffit WR, White RP. Cephalometric Prediction for Orthodontic surgery. *Angle Orthod* 1972 : 42 : 154-64.
 27. Turpin DL. Computers coming on-line for diagnosis and treatment planning. *Angle Orthod* 1990 : 60 : 163.
 28. Ackerman JH, Proffit WR. Communication in orthodontic treatment planning : bioethical and informal consent issues. *Angle orthod* 1995 : 65 : 253-61.
 29. Eales EA, Newton C, Jones ML, Sugar A. The accuracy of computerized prediction of the soft tissue profile : A study of 25 patients treated by means of the Le Fort I osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1994 : 9 : 141-52.
 30. Lew K. The reliability of computerized cephalometric soft tissue prediction following bimaxillary anterior subapical osteotomy. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 1992 : 7 : 97-101.
 31. Le TN, Sameshima GT, Grubb JE, Sinclair PM. The role of computerized video imaging in predicting adult extraction treatment outcomes. *Angle Orthod* 1998 : 68 : 391-400.
 32. 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.
 33. Jensen AC, Sinclair PM, Wolford LM. Soft tissue changes associated with double jaw surgery. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1992 : 101 : 266-75.
 34. 이상빈, 김정호, 강종연 : 성인에서 제 1 소구치 발거를 통한 교정 치료 후 측모의 변화. *대치협회지* 2000 : 38 : 369-77.
 35. 김형돈, 박영철 : 제 1 소구치 발치를 동반한 제 1 급 치조성 양악 전돌 환자의 치료 전,후 비교에 관한 연구. *대치 교정지* 1994 : 24 : 149-59.
 36. 김태경, 유영규 : 양악 전돌증 환자에서 소구치 발치를 통한 교정 치료 시 입술 주위 연조직 변화에 관한 연구. *대치 교정지* 1994 : 24 : 135-47.

- ABSTRACT -

Comparison of computer-based treatment prediction with true results in bimaxillary protrusion cases

Rhi-na Lee, Yong-Kyu Lim, Dong-Yul Lee

Dept. of Orthodontics, Graduate School of Clinical Dentistry, Korea University

This study was performed to assess the accuracy of computer-based treatment prediction for soft tissue profile using Quick Ceph Image Pro™ & Quick Ceph 2000™ in bimaxillary protrusion cases. The pre- and post-treatment lateral cephalograms of 21 female adults treated by four first premolar extraction were imaged and 9 landmarks and 27 specific soft tissue measurements were digitized for comparing actual treatment results with computer simulations. The results of this study showed that Quick Ceph Image Pro™ & Quick Ceph 2000™ tends to overestimate horizontal changes and underestimate vertical changes. In the computer simulation, upper lip showed rolling tendency. The upper lip measurements were disposed to be regular direction but lower lip measurements were varied case by case even if it was statistically insignificant.

KOREA. J. ORTHOD. 2002 : 32(2) : 155-63

※ **Key words** : Premolar extraction, Quick Ceph, Computer simulation, Soft tissue profile