

하악전돌증 환자의 실물 측모사진을 이용한 악교정 수술후 연조직변화 예측에 관한 연구

전북대학교 치과대학 교정학교실

진근호 · 홍성준

목 차

- I. 서 론
- II. 연구대상 및 방법
- III. 연구성적
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록

I. 서 론

교정치료의 목표는 기능교합의 형성과 안면 심미적 개선에 있다. 특히 안모 기형을 동반한 교정환자에 있어서 심미적 향상은 환자의 주된 관심사가 된다. 따라서 악교정 수술전에 환자의 경·연조직 변화를 예측하는 것은 치료계획 수립시 중요한 절차이다. 일반적으로 두개악안면 형태에 있어서 심한 변이를 가진 환자에 대해 치료계획을 수립할 때 가장 중요한 것은 체계적인 진단방법을 동원하여 경·연조직의 deformity의 위치와 정도를 파악하는 것이다¹⁾. 선학들은 이를 위하여 교정영역에 있어서 연조직 평가를 세부류로 나누어 연구하였는데 첫째 분류는 연조직 profile에 대하여 성장 발육과 교정치료가 미치는 영향을 파악하는 것이었고²⁻⁷⁾ 다음 부류는 안모형태의 심미성에

관한 연구였으며⁸⁻¹⁰⁾ 셋째로 외과적 수술에 따른 변화를 치료전에 예측하고자 하는 연구자들이었다¹¹⁻¹⁶⁾. 연조직 profile의 심미성과 관련하여 Riedel⁸⁾은 아름다운 안모를 가지고 있는 피검자의 50%는 상순, 하순, 턱이 직선을 이룬다 하였으며 Peck과 Peck⁹⁾은 일반인들이 선호하는 안모는 두부방사선학적 표준치보다는 돌출된 악안면 형태라고 하였다.

또한 Merrifield¹⁷⁾는 균형잡힌 얼굴은 상순이 profile line에 일치하며 하순은 이 기준선에 일치하거나 약간 후방에 위치한다 하였고 Ricketts¹⁸⁾ 역시 E line을 설정하여 이와 비슷한 결과를 발표하였는데 Holdaway의 H line과 함께 이들 연구는 현재 악교정 영역에서 측모안모평가에 중요한 척도가 되었다.

뿐만 아니라, Ricketts는 두부방사선 사진을 통하여 성장을 예측하고 치료계획에 적용함으로써 균형과 조화를 이룬 심미적인 치료결과를 얻을 수 있다 하였으며, Bench등¹⁹⁾은 이를 응용하여 치료 결과를 예측할 수 있는 Visual Treatment Objective(VTO)로 발전시켰다. 이후 많은 교정의들²⁻⁷⁾은 정상인의 성장에 따른 연조직 변화 양상 뿐만 아니라 부정교합자의 교정치료에 따른 연조직 변화를 연구하므로써 정확한 진단과 치료 예후 결정에 도움을 주었다.

한편, 악교정 수술영역에서 경조직 변화에

따른 연조직 변화 예측은 악교정 수술이 시행된 환자의 경·연조직간의 변화 비율에 관한 연구가 어느정도 보고된 후에야 가능하게 되었는데, 그 필요성은 1970년대가 되어서야 비로소 인식하게 되었다.

먼저 골조직에 대한 연조직 변화연구는 Fromm과 Lundberg¹¹⁾에 의해 하악전돌증 수술후 측모 연조직 변화를 연구한 이래에 Bell과 Dann¹²⁾에 의해 연구되었으며 Hershey와 Smith¹³⁾는 이러한 비율을 연조직 변화를 예견하기 위한 predictive values로 삼았으며 1972년 McNeill등²⁰⁾은 최초로 surgical cephalometric tracing을 기술하였다. 그러므로 presurgical prediction은 원래 임상적인 견해에서 비롯되었지만 수많은 수술 결과보고와 세련된 개념과 장비의 발달로 만족할만한 예측이 가능하게 되었다.

따라서 본 연구는 하악전돌증 환자의 악교정 수술 준비과정에서 수술 직전에 natural head position 상태의 실물크기 측모사진을 얻어 model surgery에서 계측된 골격이동양을 측정하고 이를 표준화된 계측점에 맞게 선학들의 연구에 근거한 연조직 prediction비율에 적용시켜 수술의 연조직 profile을 예측하는 방법을 소개하고 이 방법을 통해 예측한 연조직 profile 계측치와 수술 계측치를 비교한 결과 하악전돌증 안모기형환자의 악교정 수술시 1:1 photraits를 이용하는 경우 몇가지 잇점과 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 연구대상 및 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 심한 골격성 III급 부정교합을 지닌 안모기형 환자로서 initial surgical treatment objective에 따른 수술 교정치료 완료후 final surgical treatment objective(Cephalometric prediction, model surgery, photosurgery)결과 하악골의 후방이동술만 시행하여도 만족스러운 성과를 얻을 수 있다고 판단되어 1990년 12월부터 1992년 2월까지 전

북대학교 치과대학 병원에서 악교정 수술을 받고 수술 6개월이 경과된 남자 11명 여자 16명 총 27명을 대상으로 하였다.

피검자의 나이는 평균 21.4세(16-24세)였으며 수술방법은 하악골 시상골 절단술만 시행한 경우 23증례, 하악골 시상골 절단술과 하악 이부 수평절단골(Genioplasty)을 시행한 2증례와 구강내 하악지 수직 절단골을 시행한 2증례이었고 수술시 고정은 Rigid fixation이 20증례, circumferential wire fixation이 7증례였으며 하악골의 후방이동은 7-16 mm로 다양하였다.

2. 연구방법

1) 촬영방법

실물크기 사진 촬영은 수술직전과 수술후 6개월이 경과된 때로 2번 하였으며 촬영방법은 35 mm 카메라에 105 mm Micro 렌즈를 부착하고 환자를 그림 1에서 보는 바와 같이 Bengel²¹⁾, Claman등²²⁾, Viazis²³⁾와 같은 방법으로 Natural head position 상태로 위치시킨 다음 밝은 조명하에서 촛점거리 0.6 m, 노출 1/8초로 촬영하였으며 촬영한 필름은 통법으로 현상한 후 1:1 portraits는 피검자에서 계측된 코의 크기에 일치하도록 확대 인화하였다.

2) 1:1 사진을 통한 예측방법(photo-graphic prediction)

이 방법은 원칙적으로 Sassoumi²⁴⁾(1974), Henderson^{25,26)}(1974), Cohn et al²⁷⁾(1986)에 의해 소개된 "cut-up-paste-back"술식을 응용한 것으로 그 방법은 다음과 같다(그림 2).

(a) 실물사진 촬영시 귀바퀴 후방에 위치한 True Vertical을 기준선으로 하여 이 선에 수직하는 수평선이 연조직 계측점 N을 통과하도록 그다음 N점에서 True Vertical에 평행하는 profile root vertical을 긋는다.

(b) profile root vertical을 reference line으로 하여 하악골 이동에 따라 변화가 예상되는 곳을 상순부, 하순부, 이부로 나눈 다음 이에 상응하는 계측점인 연조직 subnasale, stomion, supramentale, menton으로부터

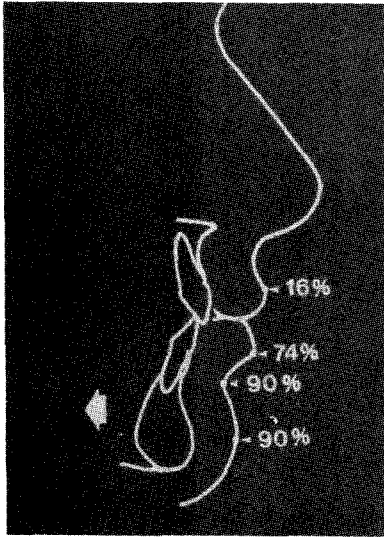
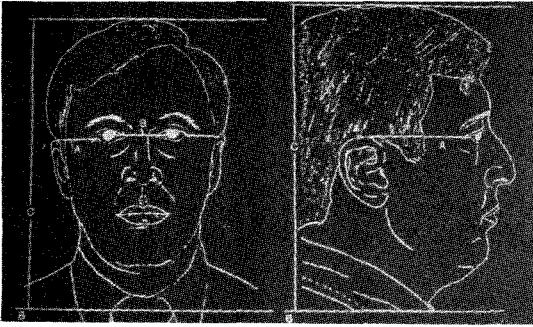


Fig. 3. Average soft-tissue changes expressed as percentage of dentoosseous movement after mandibular setback osteotomy.

profile root vertical에 수직이되는 수평선을 긋는다.

(c) 각환자 model surgery 상에서 3차원적인 수술 교합과 안정성을 평가하고 가장 적절한 하악 후방이동양 및 하악 이부 수평 절단골여부를 계획한다.

(d) 사진을 profile root vertical을 기준으로 하여 상순부, 하순부, 이부를 각각 잘라낸 후(c)에서 얻은 하악골 이동양에 따른 연조직 변화량을 부여하여 하안면 연조직을 재구성한다. 이때 하악골 이동에 따른 예상되는 연조직 변화량은 어느 기준치를 적용하여도 무방하겠으나 국내의 하악골 후방이동후 연조직과 경조

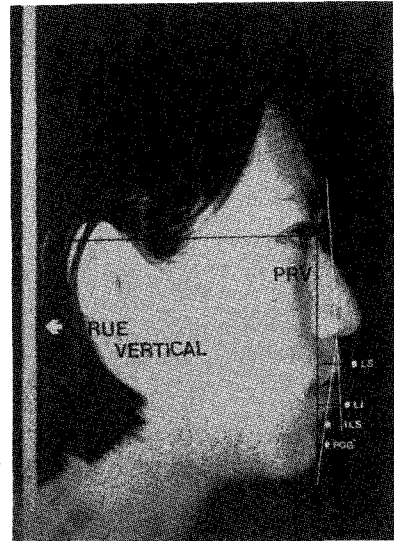


Fig. 2. Reference lines of "Cut-Up-Paste-Back" procedure

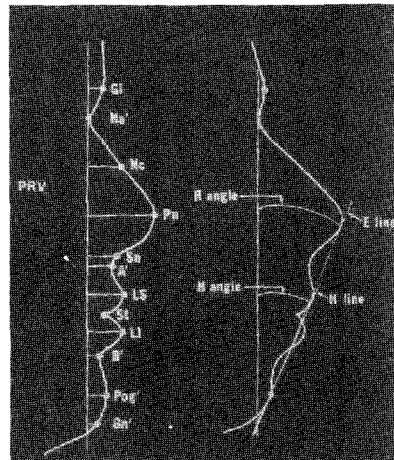


Fig. 4. Soft-tissue landmarks and linear measurements.

직간의 변화 분석에 대한 보고가 아직 미비한 상태이므로 저자는 그동안 발표된 선학들의 보고 중 피검자수가 비교적 많고 동일한 측정점을 기준으로 분석한 Hershey와 Simth¹³⁾(1974), Willmot et al²⁷⁾(1981), Wolford et al²⁸⁾(1985)의 결과를 평균하여 이용하였다(그림 3).

또한 하악 이부의 수평절단골의 필요한 경우에는 실제 수술시 이동양 및 방향에 동일하게 예측하였으며, 연조직 재구성은 예상비율에 따라 상순에 있어서는 subnasale를 중심으로

Table 1. Difference between "photographic prediction" and the postoperative results in male.

| Measurement | $ \bar{d} $ | S d | d min | d max | t |
|-------------------------|-------------|-------|---------|---------|----|
| PRV-LS† | 0.90 | 0.89 | 0.50 | 2.40 | * |
| PRV-LI† | 1.50 | 1.00 | 0.40 | 3.20 | * |
| PRV-ILS† | 0.90 | 0.89 | 0.60 | 2.10 | NS |
| PRV-Pog† | 1.00 | 0.79 | 0.50 | 2.50 | NS |
| Esthetic line† | 1.30 | 0.76 | 0.50 | 2.50 | NS |
| R angle‡ | 1.10 | 0.74 | 1.00 | 2.20 | NS |
| H angle‡ | 1.60 | 0.42 | 1.50 | 2.30 | NS |
| Nasolabial angle‡ | 5.20 | 2.39 | 3.50 | 6.10 | * |
| Facial convexity angle‡ | 1.30 | 0.67 | 0.50 | 3.30 | NS |

† : Linear measurement in millimeters

‡ : Angular measurement in degrees

NS : Nonsignificant

* : $p < 0.05$

labrale superius가 골격 후방이동양의 16%를 후방으로 이동되게 하고 하순은 supamentale를 중심으로 74%가, 그리고 supamentale와 soft tissue pogonion 및 menton은 골격 이동양의 90%가 후방이동되도록 하였다. 그러나 필요한 경우 하악이동은 하순 하방을 전체적으로 후방이동시켜도 무방하나 하순부위의 변화량에 유의하였다.

3) 계측 및 분석

술전 photographic prediction 계측과 술후 photograph 계측은 그림 과 같이 Chaconas와 Bartroff²⁹⁾(1975)의 방법을 변화시켜 이용하였으며 연조직 계측 항목은 다음과 같다.

a. Linear measurements

- ① PRV-LS
- ② PRV-LI
- ③ PRV-ILS
- ④ PRV-Pog'

⑤ Esthetic line to LI

b. Angular measurements

① R angle : The angle between the PRV and a line tangent to the most anterior points on the tip of the nose and the tip of the soft tissue chin. A measurement of total face convexity in relation to a soft tissue reference line.

② H angle : The angle between the PRV and a line tangent to the most anterior points on the soft tissue chin and the upper lip. A measurement of lip convexity in relation to a soft tissue reference line.

③ Nasolabial angle

④ Facial convexity angle

계측은 수술직전 사진상에서 얻은 연조직 계측치와 술후 6개월이 경과된 후 동일 조건에서 얻은 사진상에서 각각 실시하였으며 남녀 및 전체피검자에 대한 계측치를 이용하여 술전 예상치와 술후 계측치간의 유의성을 검정하기 위하여 t-test를 시행하였다.

III. 연구성적

I. 남자 피검자의 술전 예상계측치와 술후 결과간의 비교

Table 1에서 보는 바와 같이 상순 하순 및 Nasolabial angle에 있어서는 유의차를 나타냈으며 ($p < 0.05$), 그의 Pogonion에 준한 연조직 계측항목에 있어서는 유의차가 나타나지 않았으므로 ($p > 0.05$) Photosurgery의 유용성을 시사했다.

Table 2. Difference between “photographic prediction” and the postoperative results in female.

| Measurement | $ \bar{d} $ | S d | d min | d max | t |
|-------------------------|-------------|-------|---------|---------|----|
| PRV-LS† | 1.75 | 0.69 | 1.30 | 2.50 | * |
| PRV-LI† | 1.17 | 0.68 | 1.60 | 2.70 | * |
| PRV-ILS† | 0.67 | 0.75 | 0.30 | 2.00 | NS |
| PRV-Pog† | 0.25 | 0.42 | 0.60 | 2.00 | NS |
| Esthetic line† | 1.17 | 0.52 | 0.50 | 2.00 | NS |
| R angle‡ | 1.00 | 0.63 | 1.00 | 3.00 | NS |
| H angle‡ | 2.00 | 0.89 | 1.00 | 3.00 | NS |
| Nasolabial angle‡ | 6.75 | 2.09 | 4.20 | 9.50 | * |
| Facial convexity angle‡ | 1.83 | 2.58 | 1.20 | 7.20 | * |

† : Linear measurement in millimeters

‡ : Angular measurement in degrees

NS : Nonsignificant

* : $p < 0.05$

Table 3. Difference between “photographic prediction” and the postoperative results in Total Subjects

| Measurement | $ \bar{d} $ | S d | d min | d max | t |
|-------------------------|-------------|-------|---------|---------|----|
| PRV-LS† | 0.90 | 0.89 | 0.50 | 2.40 | * |
| PRV-LI† | 1.50 | 1.00 | 0.40 | 3.20 | * |
| PRV-ILS† | 0.90 | 0.89 | 0.60 | 2.10 | NS |
| PRV-Pog† | 1.00 | 0.79 | 0.50 | 2.50 | NS |
| Esthetic line† | 1.30 | 0.76 | 0.50 | 2.50 | NS |
| R angle‡ | 1.10 | 0.74 | 1.00 | 2.20 | NS |
| H angle‡ | 1.60 | 0.42 | 1.50 | 2.30 | NS |
| Nasolabial angle‡ | 5.20 | 2.39 | 3.50 | 6.10 | * |
| Facial convexity angle‡ | 1.30 | 0.67 | 0.50 | 3.30 | NS |

† : Linear measurement in millimeters

‡ : Angular measurement in degrees

NS : Nonsignificant

* : $p < 0.05$

2. 여자 피검자의 술전 예상계측치와 술후 결과간의 비교

Table 2에서와 같이 상순, 하순, Nasolabial angle, facial convexity angle에서 유의한 차를 나타냄으로써($p < 0.05$) 남자 피검자보다 예측가능성이 상대적으로 낮았다. 그러나 Pogonion에 준한 연조직 계측항목은 유의차가 나타나지 않으므로써($p > 0.05$) 임상적 적용가능성을 보였다.

3. 전체 피검자의 술전 예상계측치와 술후 결과간의 비교(Table 3)

상순과 하순의 위치와 관련있는 계측점과 Nasolabial Angle에서 유의차가 인정되었다($p < 0.05$). 그러나 그의 계측점에서는 표준화된 술후 Photosurgery가 술후 안모를 임상적으로 신빙성있게 추정할 수 있는 재현성이 나타났다($p > 0.05$).

IV. 총괄 및 고안

오늘날 악안면 기형환자의 치료목표는 단순히 교합, 발음, 저작능력 향상 뿐만아니라 심리학적이거나 심미적 요소도 중요한 고려사항이다. 아울러 이들 환자의 수술적 교정치료 계획시 치아나 골조직 변화에 따른 연조직 변화를 예측하는 것은 수술전에 술후의 안모를 객관적으로 평가할 수 있게 한다.

현재 악교정 수술 분야에서 술전 prediction 방법에는 환자의 진단 모형과 두부방사선 사진을 이용한 cephalometric prediction과 model surgery, Jacobson²⁹⁾에 의한 Template method, 그리고 Hohl과 Wolford²⁸⁾에 의한 photocephalometry가 있으며 최근에는 video image와 컴퓨터의 기능을 결합시킨 영상 추적 장치가 있다. 이중 cephalometric prediction은 McNeil, Proffit, White²⁰⁾에 의해 1972년에 최초로 악교정 수술영역에 소개된 후 Worms^{32,33)}은 countour protractor를 사용한 prediction을 발표하였고 Fish, Epker³⁴⁾(1980), Moshiri¹⁾(1982)등은 VTO 개념에 입각한 cephalometric 방법을 설명하였다. 더우기 최근에 Wolford²⁶⁾(1985)등은 체계적인 STO 개발하여 기술하였고, Proffitt, White³⁵⁾(1991)는 이전의 방법을 그들 나름대로 수술을 통하여 얻은 결과와 함께 Tracing overlay method와 Template method로 구분지어 장·단점을 들어 발표하였다. 이외에도 cephalometric prediction 방법에는 mesh diagram method와 cephalometric prediction시 안모 변화를 보다 시각적으로 평가하기 위해 Henderson²⁵⁾(1974)에 의해 발표되고 Hohl³¹⁾등과 Kinnebrew³⁶⁾(1983)등에 의해 발전된 photocephalometry가 있다.

또한 model surgery는 수술에 따른 골격 이동양과 방향결정 osteotomies의 크기와 모양결정 surgical wafer제작 및 술후 교합상태 예측을 위하여 교합기상에서 실시하며 computer prediction은 골격이동과 함께 안모변화를 구체적으로 평가하고자 했던 연구자들^{37,38,39)}에 의해서 가장 최근에 소개된 방법으로써 facial

profile video image와 측모 두부 방사선 사진을 입력시키고 이를 컴퓨터 모니터상에 중첩시킴으로써 치료에 따른 연조직 변화에 관련시켜 치아와 골격의 치료목표를 평가하는 것이다. 이 방법은 악교정 수술 영역에 도입후 prediction을 보다 빠르고 편리하게 할 수 있을 뿐만 아니라 예측의 일관성과 함께 석고모형, 두부방사선 사진, 안모 영상을 결합시켜 술후 변화를 추적할 수 있는 방법이라 하겠다.

이러한 분석방법을 총괄하여 Wolford²⁸⁾등은 surgical treatment objective라 하였으며 현재는 악교정수술의 진단, 치료계획설정 및 치료후의 결과 예측과 예후 평가에 필수적으로 이용하고 있다.

이와같은 prediction방법의 발전은 여러 선학들의 꾸준한 시행착오를 거치면서 오늘에 이르게 되었는데 획기적인 발전이라면 첫째 prediction 시에 model surgery와 cephalometric prediction을 결합시켜 수술함으로써 골격과 연조직간의 관계에 미치는 효과를 알 수 있었으며^{1,26,38)} 악구강계의 중심기능인 교합상태를 예측할 수 있었다는 점이며 둘째는 악교정 수술이 증가하면서 수술에 의한 골격 이동양에 따른 술후의 연조직 변화량에 대한 연구가 꾸준히 발표됨으로써 다양한 악교정 수술에 따른 연조직 변화율로 수술후의 결과를 구체적으로 예측 가능하게 되었다는 점이다³⁵⁾.

원래 surgical prediction의 목적은 수술에 필요한 일련의 교정치료와 수술의 순서를 결정하며, 술전 교정치료의 유형과 필요한 고정원을 결정할 뿐만 아니라, 악교정 수술과 동시에 시행할 수 있는 부수적인 절차(Genioplasty, Rhinoplasty 등)를 평가하므로써 치료후의 안정성과 심미적 향상을 도모시키는데 있다^{28,34,35)}.

따라서 하악전돌증 환자의 술전예측도 이와 마찬가지로 적절한 안면 심미를 향상시키기 위해 후방으로 얼마만큼 이동시키고 얼마나 훌륭한 치열의 교합을 얻을 수 있을 것인가를 결정하는 것이다. 이러한 악교정 수술환자의 술전 prediction시 정모 및 측모 portraits는 진단 및 치료계획에 중요한 정보를 제공한다. 실제

로 측모 두부방사선 사진은 단지 연조직의 profile평가만 가능하며 supraorbital rim, globe, zygoma, infraorbital rim, nasolabial fold, alar base 평가에는 맹점이 있다.

특히 본 연구에서 이용한 실물크기 사진의 평가 유용성은 여러 선학들^{25,31,36,40}에 의해 언급되었으며, 환자의 자연스러운 연조직의 색깔, 질감, 두께, 기능 및 형태 이상의 위치와 정도등을 평가할 수 있을 뿐만 아니라, 표준화된 실물사진을 이용하는 경우 임상검사 및 치료 계획시 안면 비율, 형태, 표정, animation을 평가할 수 있으며 성장과 치료동안의 변화와 esthetic preference, consultation에 유익하다 하겠다.

특히 악교정 수술시 photo surgery를 하면 표준화된 술후 얼굴모습을 재현할 수 있으며 이는 술자나 환자가 술후의 개개인의 얼굴특징을 한눈에 알아볼 수 있는 장점이 있다.

악교정수술에 photo surgery를 응용한 예는 전술한 바와 같이 문헌을 통해 살펴볼 수 있는바, Otto(1974)는 최초로 "photo montage"라는 제하의 논문에서 하악 전돌증 환자의 술전 사진을 잘라 맞추어 술후 결과를 예측하는데 이용하였다. 또한 Henderson등^{25,26}은 1974년과 1985년에 술전 두부방사선사진과 표준화된 안모측모사진을 합성하여 골격변화에 의해 야기되는 연조직 변화량을 결정하여 술후 안모형태를 예견하였다.

이 후에도 Hohl³¹(1978), Paulus⁴¹(1979), Kinnebrew³⁶(1983), Cohn⁴²(1986)에 의해 보고되었으며 이들은 Sassouni의 "Cut-up-paste-back"술식을 통한 Mock surgery 또는 환동기를 사용하여 두부방사선 사진과 중첩하여 수술 전·후의 연조직 변화 정도를 예측하므로써 심미적 평가에 도움을 얻었다.

그러나 이 방법은 sectioned photograph의 경우 photographic outline의 step defects 때문에 적용된 수술적 변화를 시뮬레이션하는데 어려움이 있으며 손으로 그리는 경우 술자의 그려내는 능력에 따라 정확한 예측 가능성이 좌우된다 하였다^{35,39,40}. 그럼에도 불구하고, 몇몇 연구자들^{26,36,41,42}과 본 연구결과를 볼때

표준화된 실물사진을 얻고 이를 reference line에 맞게 section하는 경우 defect를 최소화 할 수 있으며 일정한 예측비율을 적용하는 경우 보다 정확한 예측이 가능하며 동양인에서 하악 전돌증이 많으므로 편악에 적용된 수술증례, 특히 하악 전돌증 환자에서 표준화된 photograph를 이용하는 경우 의미있는 결과를 추정할 수 있을 것으로 사료되었다.

특히 본 연구는 규격화된 두부방사선 사진이 cephalometric prediction에서 임상적인 의미를 부여한다는 점에 착안하여 화상의 왜곡을 최소화시키고 일정화시킨 표준화된 1:1 측모 사진에 profile root vertical을 기준선으로 설정하여 model surgery에서 얻은 골격 이동양과 결합시켜 재현성있는 결과를 얻을 수 있었다.

하지만 실제로 본 연구에서 단일 경연조직간의 비율에 의한 예측이 여러 항목에서 의미있는 방법임을 시사했다하더라도 선학들이 언급한 것처럼 상순과 하순의 악교정 수술에 따른 변화는 특히 예견하기 어려운 것으로 나타났다^{13,14,43,44}. 이는 도표 5와 6에서 보듯이 하악 골을 후방 또는 전방이동시킬 때 연조직변화율이 다양하게 조사된 것으로도 뒷받침이 되며 골조직 이동에 따른 연조직 변화는 단지 악교정 수술환자의 후향적인 연구보고의 비율에 의존하지 않는다는 사실이다.

왜냐하면 골조직을 덮고 있는 연조직의 다양한 변수 때문에 골조직 이동에 따른 연조직의 변화를 예측하기 어려우며 전통적인 치열분석이나 두부방사선학적 분석만으로는 이러한 변수를 설정하기 어렵기 때문이다.

뿐만 아니라 최근의 연구자들^{13,14,27,28,33,34,43,44}의 보고에 의하면 악교정 수술시 경조직 이동에 따른 연조직변화에 영향을 미치는 요소로는 골격이동양, 이동방향, 절단된 부위, 연조직의 두께, 연조직의 장력, 근육의 부착위치와 같은 내적인 인자와 연구 방법 및 계측, 분석 피검자수와 같은 외적인 인자에 의해서 영향을 받는다고 하였으며 궁극적으로 안모형태와 같은 수술후의 결과에 영향을 주는 요소는 수술방법, 수술시 골격이동양, 교정치료 형태에 의해

Table 4. Soft-tissue changes after hard tissue movement in the total mandibular advancement

| Landmark | Lines, Steinhauser (1974) | Talbot (1975) | Quast (1983) | Wolford (1985) | Mommaerts, Marxer (1987) | Hernandez -Orsini (1989) |
|------------------|---------------------------------|------------------|-----------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | | | 18 pts. | | 35 pts. | 31 pts. |
| 1. Pog-Pog' | 1 : 1 | 1 : 1.04 | 1 : 0.97 | 1 : 1 | 1 : 1.03 | 1 : 1 |
| 2. B-ILS | | 1 : 1.01 | 1 : 0.97 | 1 : 1 | 1 : 1.06 | 1 : 1 |
| 3. \bar{I} -LI | 1 : 0.67 | 1 : 0.19 | 1 : 0.38 | 1 : 0.67 | 1 : 0.55 | 1 : 0.96 |
| 4. Me-Me' | | | 1 : 0.87 | ~0.85 | 1 : 0.93 | 1 : 1 |
| 5. Gn-Gn' | | | 1 : 0.93 | | 1 : 1 | 1 : 1 |

Table 5. Soft-tissue changes after hard tissue movement in the total mandibular set back

| Landmark | Hershey, Smith (1974) | Suckiel, Kohn (1978) | Line, Steinhauser (1974) | Willmot et al. (1981) | Wolford et al. (1985) |
|------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | 24 pts. | 50 pts. | Steinhauser (1980) | 41 pts. | |
| 1. Pog-Pog' | 1 : 0.9 | 1 : 0.96 | | 1 : 0.92 | 1 : 0.9 |
| 2. Pog-LI | 1 : 0.6 | 1 : 0.67 | 1 : 0.72 | 1 : 0.80 | 1 : 0.9 |
| 3. Pog-LS | 1 : 0.2 | | 1 : 0.11~0.2 | 1 : 0.10 | 1 : 0.2 |
| 4. B-ILS | | 1 : 0.95 | | 1 : 0.87 | 1 : 0.9 |
| 5. \bar{I} -LI | | 1 : 0.83 | | | |

결정된다 하였다. 따라서 악교정 수술환자에 있어서 적절한 기능과 심미적인 안모를 얻기 위해서는 가능한한 안모기형을 정상적으로 회복시킬 수 있는 수술방법과 함께 수술방법에 적합한 prediction analysis를 함으로써 수술에 따른 변화에 신빙성있게 예견하는 것이 중요하다고 판단된다.

한편 본 연구에서 prediction할때 이용한 연조직의 변화율은 전술한 바와 같이 이전 연구자들^{13,28,35,36,44}에 의하면 수술에 의해 골조직을 재위치 시킴에 따라 골격 이동량과 하안면의 연조직 변화간에는 밀접한 관련이 있다는데서 비롯된 것으로써 안모기형 환자에서 악교정 수술후 경조직 변화에 따른 연조직의 변화비율은 수술후 주어진 골격 이동에 대한 하안면 연조직의 변화를 알아볼 수 있으며 악교정 수술의 진단 및 치료계획 수립과 향후 안면측모 형태를 예견하는 데 중요하다.

악교정 수술후 연조직 변화에 관하여, 선학

들은 다양하게 보고하고 있으며 특히 하악골을 전체 전방이동하거나 후방이동 시킬때 일어나는 하안면 연조직의 변화를 도표 4와 도표 5로 요약하였는데 먼저 하악골을 전방이동시킬 때 연조직 변화는 연구자마다 그 정도는 다르나 다음과 같은 변화가 일어난다 하였다^{45,46,47}.

1. 경조직 이동량에 대하여 연조직 계측점 B, pogonion, gnathion, menton은 1:1로 전방으로 이동한다.

2. 하악 절치점 이동에 따른 하순의 수평변화는 예측 재현성이 낮다.

3. 하악골 전방이동에 따른 상순과 비첨부위의 전후방적 변화는 없다.

또한 하악골을 후방이동시키는 경우에 예상되는 연조직의 변화는 다음과 같다^{13,27,28,33,34}.

1. Inferior labial sulcus는 깊어진다.

2. 상순은 길어지며 후방으로 이동하므로써 보다 평편해진다.

3. 하순의 돌출도는 증가하므로써 보다

verted appearance를 나타낸다.

국내에서는 이와 비슷한 연구가 김⁴⁸⁾(1982), 기와이⁴⁹⁾(1984), 김⁵⁰⁾(1987), 이와 박⁵¹⁾(1987)에 의하여 보고되었는데 기준선이 다양하고 피검자 수가 한정적이며 소환기간 상의 차이가 인정되었지만 연조직 변화율은 상순, 하순, 턱점등에 있어서 이전 연구자들과 비슷하였다.

한편 본 연구에서 photoprediction시 Hershey와 Smith¹³⁾(1974), Willmot²⁷⁾(1981)등, Wolford²⁸⁾(1985)등의 연구를 기준으로 삼았는데 그 이유는 이들 계측방법이 본 연구의 Profile root vertical을 기준으로 재구성한 술후 연조직의 변화 계측과 상응할 수 있으며 비교적 피검자수가 많으므로 이 예상비율을 이용하면 적절한 예상을 할 수 있으리라 사료되었기 때문이었다.

실제 본 연구의 1:1 실물사진을 이용한 연조직의 변화 예측 가능성을 각 계측 항목별로 살펴보면 다음과 같다. 먼저 Facial convexity angle은 남자에서는 유의차가 없었으나 여자에서는 예측치와 술후 결과간의 유의한 차가 있었다(도표 1, 도표 2). 이는 여자 피검자의 다양성과 이부의 수평골 절단술을 병행한 경우가 있었기 때문이며 Pogonion의 수술에 따른 수직적 이동양이 Facial convexity angle에 미칠 영향을 고려하지 않았기 때문이라 사료된다.

한편 Burstone⁵²⁾은 서양인에서 이상적인 안모측모형태는 $-11.3^{\circ} \pm 4.1^{\circ}$ 라 하였고 Bachmann과 Wisth⁴³⁾도 수술적 교정치료시 이 목표에 기준을 두어야 한다고 했다. 그러나 이들의 경우에서도 수술적 교정시 하악전돌증 환자들에서 이 목표에 맞게 예측하는 경우 치료후 결과는 연조직 Pogonion이 너무 후방에 위치하게 되었다하여 연조직 예측할때 기준을 환자에 따라서 $-9^{\circ} \sim -11^{\circ}$ 하는 것이 실질적이다 하였다. 그러므로 앞으로 안모측모를 예측할 때는 본 연구방법처럼 일률적인 수술전후의 경연조직 변화율을 고려하기 보다는 한국인 정상인의 Facial convexity angle도 함께 고려하는 것이 타당하다고 생각된다.

두번째로 수술적 교정치료시 술후 측모 심미성에 중요한 영향을 미치는 조화로운 입술관계

를 나타내는 상순과 하순의 예측가능성에 있어서는 통계적인 평균치인 16%나 17%를 모든 피검자에 동일한 상하순의 후방이동양으로 예측한 결과 통계적으로 유의차를 나타냈다. 왜냐하면 하악골 후방이동할 때 상순은 Lines와 Steinhauser¹⁴⁾에 의하면 11%~20%가 후방이동한다 하였고 Willmot²⁷⁾은 10%가 후방이동한다 하므로써 연구자마다 경연조직간의 비율이 상이한 것으로 설명가능하며 본 연구와 비슷한 Bachmann과 Wisth⁴³⁾ 연구에서도 상하순의 관계는 개개인마다 연조직 두께 차이와 근육긴장도 차이로 인해 예측하기 힘들다고 하였다. 그러나 본 연구에서 임상적인 의미를 나타내는 범위에 있어서는 술전 예상치가 술후 결과와 매우 흡사하게 나타난 경우도 많아서 예측작업시 상하순 관계를 신중하게 처리하는 경우 유용한 결과를 얻을 수 있을 것으로 판단되었다.

그러므로 상하순의 술후 결과 예측은 입술자체의 경연조직 변화율 적용외에도 개개인의 입술 주위 근육특성과 함께 정상인의 Ricketts' Esthetic line이나 다른 평가결과를 고려하여 입술 위치를 결정하는 것이 타당하리라 사료되었다.

한편 본 연구의 다른 계측 항목에 있어서는 재현성있는 예측결과를 나타냈다. 즉 하악이부와 관련된 연조직 계측점인 Submentale, Pogonion, H angle, R angle에 있어서는 통계학적인 술전예상치와 술후결과간에 유의한 차를 나타내지 않았다. 이런 결과는 최근 여러 문헌^{37,38,39)}에서 볼 수 있는 Computer prediction 결과와도 유사한 것으로써 상기 계측점들은 상하순의 계측점보다 하악골에 밀접히 부착되어 있으므로 골격이동양에 따라 연조직 계측점이 예상 비율에 맞게 변화된 것으로 사료된다.

따라서 총괄적으로 볼때, 본 연구 방법은 원래 Henderson^{25,26)}, Hohl³¹⁾, Phillips⁴⁰⁾, Kinnebrew³⁶⁾의 photocephalometric technique과 free hand tracing 방법에서 착안된 것으로 이들 방법을 그대로 이용하는 경우 Photograph와 Cephalogram간의 magnifica-

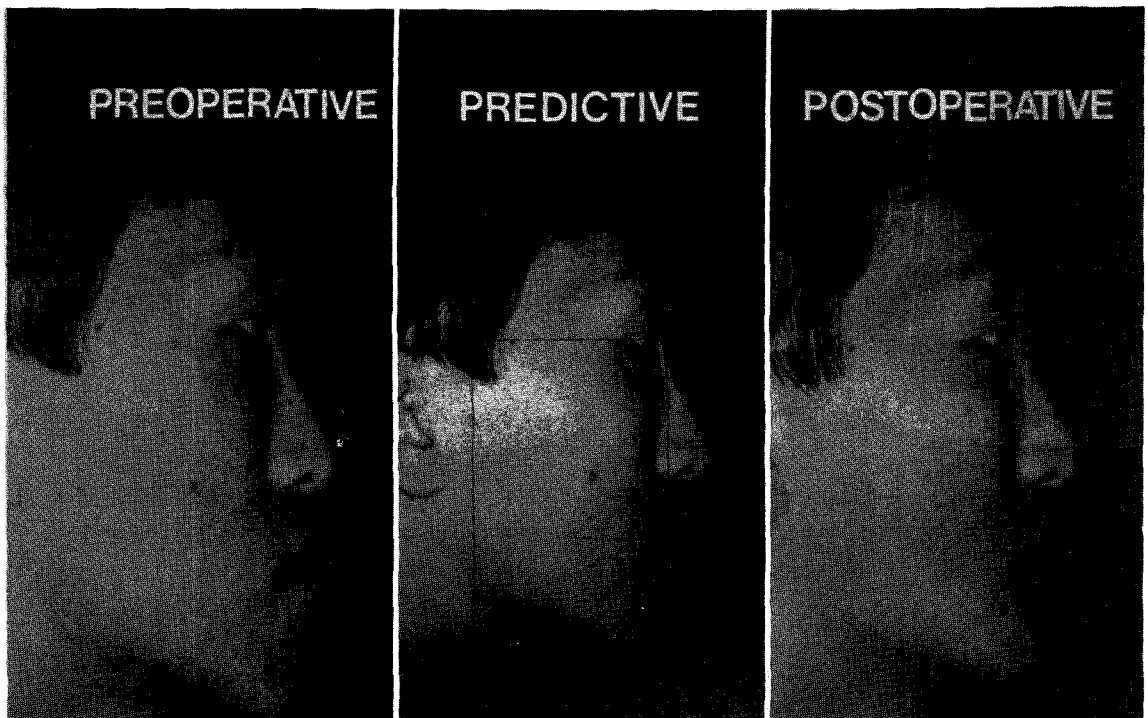


Fig. 5. The composite photo prediction profile (middle) is compared with the presurgical view(left) and the postsurgical view(right).

tion error, distortion error가 발생하여 술자의 그려내는 능력에 따라 예측결과에 영향을 미칠 것으로 판단했다. 그러므로 본 연구는 Photograph와 Cephalogram간의 image합성과정을 생략하고 동일 확대율에 따른 1:1 Photograph만을 사용하여 정량적인 분석을 시행했던 것이다. 그러나 본 연구 방법에 있어서도 술전과 술후의 각각 Photograph를 인지해내는 과정에서 이러한 오차의 원인은 완전히 배제시키기에는 무리임을 알았으며 이로 인해 일부 계측항목에서 예상치와 술후결과간에 유의차를 나타낸 것으로 보인다.

따라서 앞으로도 이와 유사나 연구나 Computer prediction을 할 때에는 Phillips 등⁴⁰⁾, Proffit와 White³⁵⁾가 지적한 바와 같이 카메라로 안모를 담아낼 때 항상 확대, 왜곡 오차 뿐 아니라 Location error, 사진 렌즈의 Optical error 까지도 고려해야 할 것이다.

결론적으로 1:1실물 축소사진을 이용한 술후 연조직 변화 예측 방법은 주로 하악골만이

동시켜 수술적 교정치료를 시행하는 경우 임상적으로 진단 및 치료 계획시 응용 가능한 방법이며 그림 5와 같이 술전 술후 및 예상치간의 비교 분석을 가능케 한다.

뿐만 아니라 치료계획시 환자가 원하는 안모의 선호도를 알 수 있고 술자와 환자간의 의사 전달이 확실하며 술식자체가 간단하고 치료계획시 상당한 객관성을 부여하며 술후 결과를 미리 일별할 수 있는 장점이 있다. 아울러 이 방법이 보다 실질적인 이용에 도움이 되기 위해서는 아직도 하악전돌증 환자의 수술적 교정치료시 예견하기 어려운 수직적 비율을 어떻게 적용하는가와 동양인에서 많은 이들 환자들의 술전후 경연조각비율을 확보하여 과학적이고 객관성있는 예상 비율의 체계를 수립해야 한다.

V. 결 론

본 연구는 심한 골격성 III급 부정교합자중

수술적 교정치료를 위해 술전 교정치료 완료후 Final surgical treatment objective 결과 하악 골 후방이동술만 시행하여도 만족스러운 안모를 얻을 수 있다고 판단된 27명(남자 11명, 여자 16명)을 술전에 얻은 1:1 Facial photograph으로 model surgery에서 계측된 골격이동양에 대해 일정한 경연조직 변화율을 응용하여 Photosurgery를 시행하고 치료후 동일한 1:1 Facial photograph 계측치를 비교한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 남녀 및 전체 피검자군에서 가장 예측 가능한 계측점은 Pogonion, Submentale, H angle, R angle이었다.
2. 남녀 및 전체 피검자군에서 술전에 술후의 상하순의 관계, 비순각은 예측하기가 가장 어려웠다.
3. Facial convexity angle은 여자에서는 유의차가 있었으나 남자와 전체 피검자군에서는 예측 가능성을 시사했다.
4. 본 연구 방법은 술식자체가 간단하며 하악 전돌증환자의 수술적 교정치료시 진단 및 치료계획시 상당한 객관성을 부여한다.

REFERENCES

1. Moshiri, F., Jung, S.T., Sclaroff, A., Marsh, J.L., Gay, W.D.: Orthognathic and craniofacial diagnosis and treatment planning, J. Clin. Orthod., 16:37-59, 1982.
2. Subtelny, J.D.: A longitudinal study of soft tissue facial structures and their profile characteristics, defined in relation to underlying skeletal structures, Am. J. Orthod. 45:481-507, 1959.
3. Rudee, D.A.: Proportional profile changes concurrent with orthodontic therapy, Am. J. Orthod., 50 421-433, 1964.
4. Branoff, R.S.: A roentgenographic cephalometric study of changes in soft tissue profile related to orthodontic treatment, Am. J. Orthod., 60:305-306, 1971.
5. Hershey, H.G.: Incisor tooth retraction and subsequent profile change in postadolescent female patients, Am. J. Orthod., 61 45-54, 1972.
6. Jacobs, J.E.: Vertical tip changes from maxillary incisor retraction, Am. J. Orthod., 74: 396-404, 1978.
7. Vig, P.S., Cohen, A.M.: Vertical growth of the lips a serial cephalometric study, Am. J. Orthod., 75:405-415, 1979.
8. Reidel, R.A.: An analysis of dentofacial relationships, Am. J. Orthod., 43:103-119, 1957.
9. Peck, H., Peck, S.: A concept of facial esthetics, Angle Orthod., 40:284-317, 1970.
10. Epker, B.N., Stella, J.P.: Systematic aesthetic evaluation of the neck for cosmetic surgery, oral and maxillofac. Surg. Clinics of North America, 2:217-231, 1990.
11. Fromm, B., Lundberg, M.: The soft-tissue profile before and after surgical correction of mandibular protrusion. Acta Odontol. Scand., 28:157-177, 1970.
12. Bell, W.H., Dann, J.J.: Correction of dentofacial deformities by surgery in the anterior part of the jaws a study of stability and soft-tissue changes, Am. J. Orthod., 64: 162-187, 1973.
13. Hershey, H.G., Smith, L.H.: Soft-tissue profile change associated with surgical correction of the prognathic mandible. Am. J. Orthod., 65:483-502, 1974.
14. Lines, R.A., Steinhauer, E.W.: Soft tissue changes in relationship to movement of hard structures in orthognathic surgery; a preliminary report. J. Oral Surg., 32:891-896, 1974.
15. Dann, J.J., Fonseca, R.J., Bell, W.H.: Soft-

- tissue changes associated with total maxillary advancement—a preliminary study. *J. Oral Surg.*, 34:19-23, 1976.
16. Schendel, S., Eisenfeld, J., Bell, W.H., Epker, B.N.: Superior repositioning of the maxilla stability and soft tissue osseous relations. *Am. J. Orthod.*, 70:663-674, 1976.
 17. Merrifield, L.L.: The profile line as an aid in critically evaluating facial esthetics. *Am. J. Orthod.*, 52:804-826, 1966.
 18. Ricketts, R.M.: Planning treatment on the basis of the facial pattern and an estimate of its growth. *Angle Orthod.*, 27:14-37, 1957.
 19. Bench, R.W., Gugino, C.F., and Hilgers, J.J.: Bioprogressive Therapy Part 3 — Visual Treatment Objective. *J. Clin. Orthod.*, 11: 744, 1977.
 20. McNeill, R.W., Proffit, W.R., and White, R.P.: Cephalometric prediction for orthodontic surgery, *Angle Orthod.*, 42:154, 1971.
 21. Bengel, W.: Standardization in dental photography, *Int. Dent. J.*, 162:307-316, 1987.
 22. Claman, L., Patton, D., and Rashid, R.: Standardized portrait photography for dental patients, *Am. J. Orthod.*, 98:197-205, 1990.
 23. Viazis, A.D.: A new measurement of profile esthetics, *J. Clin. Orthod.* 25:15-20, 1991.
 24. Sassouni, V., Sotereanos, G.C.: Diagnoses and treatment of dentofacial abnormalities. Springfield, Ill., 1974. Charles C Thomas Publishers.
 25. Henderson, D.: The assessment and management of bony deformities of middle and lower face. *Brit. J. Plast. Surg.*, 27:287-296, 1974.
 26. Henderson, D. and Poswillo, D.: Orthognathic surgery, 1st ed. Wolfe Medical Publications Ltd., London 1985, pp. 37-69.
 27. Wilmot, D.R.: Soft tissue profile changes following correction of class III malocclusion by mandibular surgery. *Br. J. Orthod.*, 8:175-181, 1981.
 28. Wolford, L.M., Hilliard, F.W., Dugan, D.J.: Surgical treatment objective, St. Louis CV Mosby, 1985.
 29. Saxby, P., Freer, T.J.: Dentoskeletal determinants of soft tissue morphology, *Angle Orthod.*, 55:147-154, 1985.
 30. Jacobson, A.: Orthognathic diagnosis using the proportionate template, *J. Oral Surg.*, 38:820-833, 1980.
 31. Hohl, T.H., et al.: Craniofacial osteotomies A photocephalometric technique for the prediction and evaluation of tissue changes, *Angle Orthod.*, 48:114-125, 1978.
 32. Worms, F.W., Isaacson, R.J. and Speidel, T.M.: Surgical orthodontic treatment planning profile analysis and mandibular surgery. *Angle Orthodont.*, 46:1-25, 1976.
 33. Worms, F.W., Speidel, T.M. and Bevis, R.R., Waite, D.E.: Posttreatment stability and esthetics of orthognathic surgery, *Angle Orthod.*, 50:251-273, 1980.
 34. Fish, L.C., Epker, B.N.: Surgical orthodontic cephalometric prediction tracing, *J. Clin. Orthod.*, 14:36-52, 1980.
 35. Proffit, W.R., White, R.P.: Surgical orthodontic treatment, St. Louis CV Mosby 1991, pp. 96-191.
 36. Kinnebrew, M.C., et al.: Projecting the soft tissue outcome of surgical and orthodontic manipulation of the maxillofacial skeleton, *Am. J. Orthod.*, 84:508-519, 1983.
 37. Laney, T.J., Kuhn, B.S.: Computer imaging in orthognathic and facial cosmetic surgery, *oral and maxillofac. Surg. Clin. of North America* , 2:659-668, 1990.

38. Grubb, J.E.: Computer assisted orthognathic surgical treatment planning; a case report. *Angle Orthod.*, 62:227-234, 1992.
39. Yoshida, K. et al.: Prediction of facial profile after surgical correction of mandibular prognathism by multivariable analysis. *The Asian Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 3:57-68, 1991.
40. Phillips, C. et al.: Photocephalometry Errors of projection and landmark location. *Am. J. Orthod.*, 86:233-243, 1984.
41. Paulus, P.: Photographic templates. *Am. J. Orthod.*, 76:67-79, 1979.
42. Cohn, E.R. et al.: A simple procedure to access esthetic preference for dentofacial treatment. *Am. J. Orthod.*, 89:223-227, 1986.
43. Bachmann, J., Wisth, P.J.: Comparison of two methods of profile prediction in surgical treatment of mandibular prognathism. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 4:17-23, 1983.
44. Gjorup, H., Athanasios, E., Athanasiou: Soft tissue and dentoskeletal profile changes associated with mandibular setback osteotomy. *Am. J. Orthod.*, 100:312-323, 1991.
45. Quast, D.C., Biggerstaff, R.H., Haley, J.V.: The short-term and long-term soft-tissue profile changes accompanying mandibular advancement surgery. *Am. J. Orthod.*, 84: 29-36, 1983.
46. Mommaerts, M.Y., Marxer, H.: A cephalometric analysis of the long-term, soft tissue profile changes which accompany the advancement of the mandible by sagittal split ramus osteotomies. *J. Craniomaxillofac Surg.*, 15:127-131, 1987.
47. Hernandez-Orsini, R. et al.: Short-term and long-term soft tissue profile changes after mandibular advancements using rigid fixation techniques. *Int. Journal of Adult Orthod. and Orthogn. Surg.*, 4:209-218, 1989.
48. 김종원 : 악교정수술후 안면 연조직 변화에 관한 연구. *대한구강외과학회지*, 8 : 1 : 67-73, 1982.
49. 기화영, 이충국 : 하악전돌증의 악교정 수술후 안면 연조직 변화에 관한 연구. *대한구강악안면외과학회지*, 10 : 2 : 229-239, 1984.
50. 김여갑 : 악교정수술시 경조직 변화에 따른 연조직 변화에 관한 연구. *대한치과의사협회지*, 25 : 1 : 81-91, 1987.
51. 이형식, 박영철 : 하악전돌증 환자의 악교정 수술후 안면 측모 변화에 관한 두부방사선 계측학적 연구. *대한치교정학회지*, 17 : 299-340, 1987.
52. Burstone C.: The integumental profile. *Am J Orthod* 44:1, 1958.

— ABSTRACT —

**THE PREDICTION OF POSTSURGICAL SOFT-TISSUE PROFILE
CHANGES ASSOCIATED WITH SURGICAL CORRECTION OF
THE PROGNATHIC MANDIBLE BY STANDARDIZED FACIAL
PHOTOSURGERY**

Keun Ho, Jin, Sung-Joon Hong,

Department of Orthodontics, College of Dentistry, Chonbuk National University

This study was designed to test the possibility of using a standardized lateral facial photographs as a clinical tool which produce the prediction of postsurgical soft-tissue profile changes associated with surgical correction in skeletal CIII patients. The number of the patients involved in this study were 27 in total, including 11 male patients and 16 female patients. A practical method to the utilization of presurgical photo prediction for mandibular prognathic patients has been presented. To predict postoperative facial appearance, montage photographs were superimposed on standard facial reference photos taken preoperatively.

Within the limitations of its technology, postoperative predictions generated by this method were of sufficient accuracy, especially mandible and chin area, for clinical use. In addition, they provide valuable communication and diagnostic information which may be used in formulating treatment plan in cases requiring corrective orthognathic surgery.

But, the lip changes were somewhat exaggerated by photo prediction. Consequently, the photo prediction seems suitable for planning profile changes in orthognathic surgery that include mobilization of one main mandibular fragment.

Futher investigations are needed to determine whether changes of soft-tissues and hard-tissues are sufficiently reproducible so that more meaningful predictive values can be established.