

# Part I. 총론

## 제 3 장

### 악교정 수술 환자의 3차원 진단

(Three-dimensional Diagnosis of the Surgico-orthodontic Patients)

성상진 교수

(울산의대 서울아산병원 교정과)



악교정 수술은 형태와 기능의 개선을 목표로 연조직과 골 조직 재건을 시도한다. 2D CT 이미지의 3차원 렌더링은 두개 안면 영역의 정확한 분석을 가능하게 하였고, 디자인, 엔지니어링, 그리고 설계 공학 등은 3D 개체의 조작과 프린팅을 용이하게 하였다.<sup>1</sup> 3차원 분석을 이용한 진단과 치료계획의 수립은 효율성과 정확성을 증가시키지만, 이러한 기술적 장점에도 불구하고 의사의 임상적 판단과 수술 기법 없이는 이상적이거나 완벽한 치료 결과를 보장할 수는 없다.

3차원 분석과 치료계획은 분석 - 계획 - virtual surgery - 3D printing - 치료 계획과 치료 결과, 이렇게 5가지 요소로 구성된다.<sup>2</sup>

본 장에서는 악교정 수술 환자 분석 시 참고해야 할 내용과 방법을 설명하고자 한다.

## 1 입술에 대한 평가 시 고려 사항

### 1) 입술 자세(Lip posture)

악교정 수술 환자에서 상악골 수술 여부와 상악골 이동 형태는 상악 중절치의 위치와 상순에 대한 상악 중절치 노출도에 대한 정확한 평가를 통해 정해져야 한다. Burstone<sup>3</sup>은 치료계획 수립 시 입술 자세와 그 중요성에 대하여 강조하고, 이완된 입술 자세(relaxed lip position)를 가이드하기 위한 방법을 다음과 같이 제시하였다.

- ① 중심교합을 맞출 때처럼, 가볍게 하악의 개구와 폐구를 반복한다. 이 과정 중에 환자는 하악에 힘을 빼도록 하고, 전적으로 술자에 의해 악골 운동이 이루어져야 한다. 하악을 계속적으로 폐구시키는 동안 치아가 가볍게 접촉할 때 상순과 하순 사이의 공간이 얼마나 되는지 주의 깊게 관찰한다. 하악의 긴장을 풀어주는 과정에서 환자는 입술의 긴장도 함께 풀어주어야 한다. 하악을 개구하고 폐구하는 조작은 입술의 폐쇄(lip seal)가 발생하려는 반사들을 차단한다.
- ② 상순과 하순, 특히 하순을 손가락으로 가볍게 두드리 준

다. 많은 경우 계속 두드리면 입술이 이완되고 상순과 하순 사이에 공간이 발생한다.

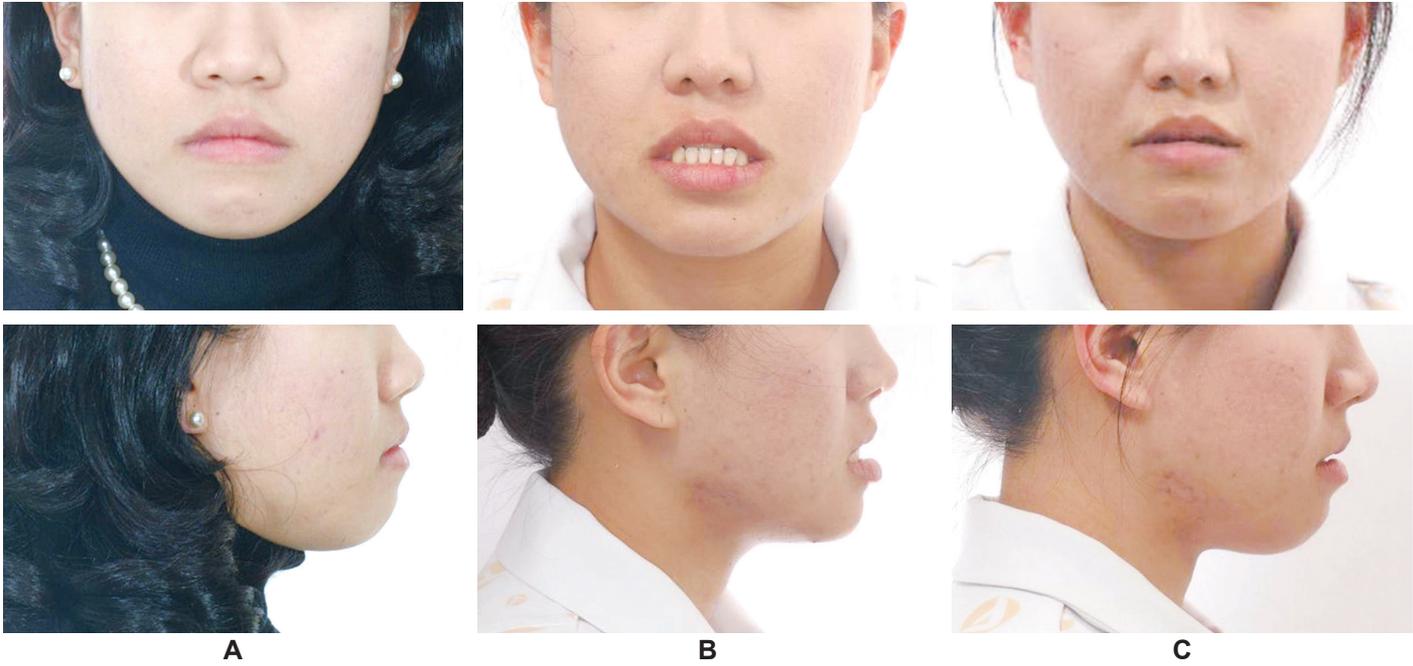
- ③ 환자에게 입술을 이완하라고 지시만 하는 것은 이완된 입술 자세를 유도하는 데 가장 부적절한 방법이다. 환자에게 스스로 입술을 이완하도록 지시할 경우, 환자는 흔히 입술을 치아에 닿지 않게 외측으로 말아(curl) 비정상적인 입술 자세를 만든다. 따라서 말로 지시하는 것이 도움이 될 수 있겠지만 단독으로 사용해서는 안 된다(그림 3-1).

### 2) 짧은 상순

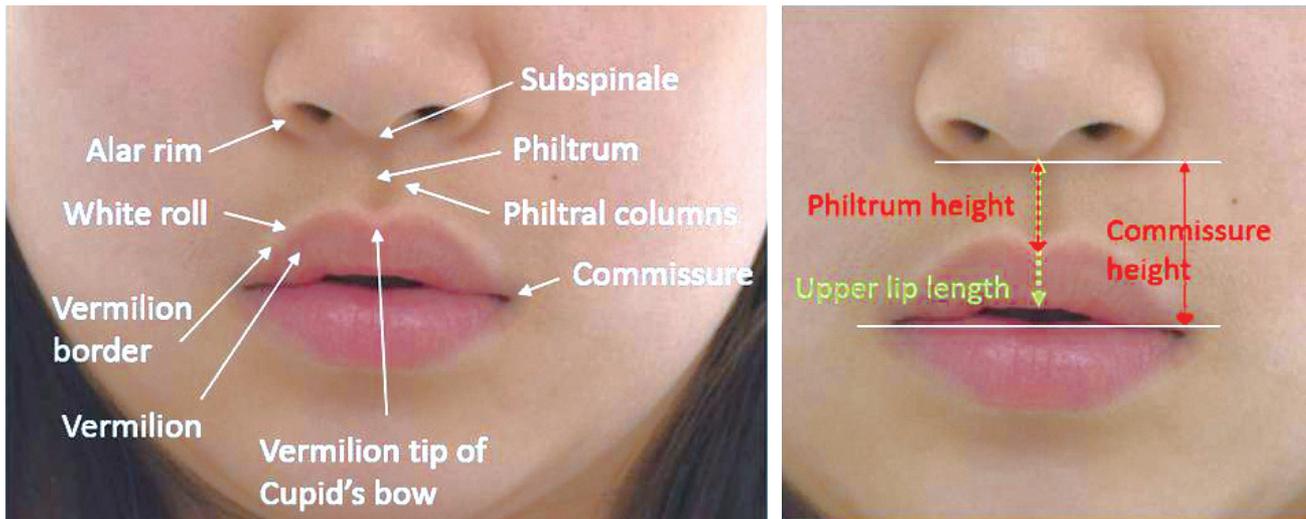
상순의 형태와 길이를 평가하기 위한 연조직 측정점들이 그림 3-2에 표시되어 있다. Philtrum height는 코의 정중 기저부(subspinale)에서 Cupid's bow의 vermilion tip까지 길이이며, commissure height는 alar base와 subspinale를 지나는 선에 대하여 commissure까지의 수직거리이다(그림 3-2). Sarver<sup>4</sup>는 청소년기에 philtrum height는 commissure height보다 몇 mm 짧지만, 성인에서는 그 차이가 2~3 mm 이내여야 한다고 한다. 하지만 한국인에게 그대로 적용하기는 어려울 것으로 보인다.

상순이 짧은 경우 상악 전치의 노출도가 증가하여 상악 전치가 돌출되어 보이고, 하안모는 화가 난(frown) 인상을 주게 된다. 상순 돌출감을 주소로 내원한 I급 부정교합 환자에서 상순의 길이가 짧고 상악 전치의 노출도가 증가되어 있음을 알 수 있다. 소구치 발치를 통한 전치부 후방 견인과 상순의 후방이동 시 부가적인 상순 길이 증가를 얻고자 하였으나, 결과는 만족스럽지 못하였다(그림 3-3).

상순이 짧은 환자에서 Le Fort I 수술로 후상방이동을 한 경우, philtrum height와 commissure height의 부조화 및 상악 전치 노출도가 개선됨을 알 수 있다(그림 3-4, 3-5). Sarver<sup>4</sup>는 Le Fort I 수술로 상순의 vermilion의 양과 philtrum 길이가 감소될 수 있으므로 rhinoplasty와 V-Y cheiloplasty를 같이 시행할 것을 추천하였다.



**그림 3-1.** 초진 시 환자의 입술은 긴장되어 있으며 상하순이 자연스러운 간격 없이 다물려 있다(A). 5년 뒤 교정치료 재상담을 위하여 촬영한 얼굴 사진으로 정모 사진에서 안면 연조직의 노화 시 발생하는 하악 전치부의 노출이 관찰되었다(B). 하순이 외측으로 말려, 입술 자세가 부자연스럽게 촬영된 것으로 판단하였다. 1개월 뒤 자연스러운 입술 자세를 다시 유도하여 얼굴 사진을 촬영하였고, 입술에 대한 치아 노출도를 정확히 평가할 수 있었다(C).



**그림 3-2.** 연조직 계측점. Cupid's bow는 white roll 가운데 부분의 만곡으로서, 좌우 philtral column의 하단부 융기 사이에 존재한다. Commissure는 상하순의 양 끝이 서로 만나는 부분이다.



**그림 3-3.** 짧은 상순과 치아 노출도 증가로 인한 상순 돌출감을 줄이기 위하여 소구치 발치 후 상악 전치의 후방 견인을 시도한 증례(A). 상순의 길이 증가와 상악 전치 노출도 개선 효과는 크지 않았다(B, 초록색, 치료 전 STMs의 위치와 상악 전치 치축; 빨간색, 치료 후 STMs의 위치와 상악 전치 치축).



**그림 3-4.** Le Fort I 후상방 이동 시 정면 입술 형태와 상악 전치 노출도 개선. 상악 전치 절단은 4.5 mm 압하, 6.5 mm 후방이동되었다. STMs에 대한 상악 전치의 노출도는 수술 전 8 mm에서 수술 후 4 mm로 개선되었다. A, 치료 전 얼굴 사진. B, 치료 전 측모두부방사선사진 및 수술 예측. C, 치료 후 얼굴 사진.



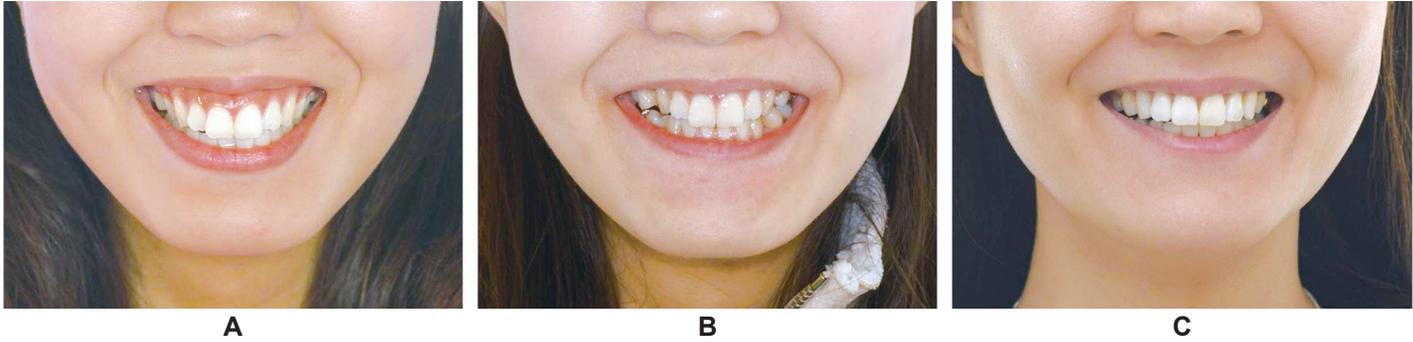


그림 3-5. 정면 스마일 비교. 초진 시(A) 심한 gummy smile이 Le Fort I 수술 후(B) 개선되었다. 10년 후 (C).

### 3) 입술 정중선과 상악 전치 정중선 평가

치열 정중선과 안모 정중선의 평가는 구강 검진이나 교정치료를 위하여 입술을 당기기 전에 시행하는 것이 추천된다. 따라서 초진 시 환자를 직립시킨 상태에서 바로 마주보고 interpupillary line의 중앙 수선 또는 미간과 nasal bridge, philtrum, Cupid's bow 등을 조합하여 평가하는 것이 좋다. 약교정 수술 시 안면 비대칭 환자의 안면 정중선에 대한 상악 치열 중심은 환자의 턱끝을 안면 정중선에 일치되도록 반대 방향으로 재위치시킨 후 평가해야 한다(그림 3-6). 하악골 우측 편위와 상악골 canting을 동반한 환자에서 하악을 좌측으로 재위치시켜 평가하면, Cupid's bow에 대한 상악 치열 정중선의 편위가 달라진다. 상악 정중선 편위에 대한 정확한 평가는 발치와 비발치 결정 또는 발치 시 고정원 조절, 그리고 상악 수술 시 교합면 경사 조절과 악골의 측방 이동 여부와 관련되므로 환자 내원 시마다 정확하게 반복적으로 시행하는 것이 바람직하다.

## 2 자연스러운 머리 자세

### 1) 머리 위치 정의

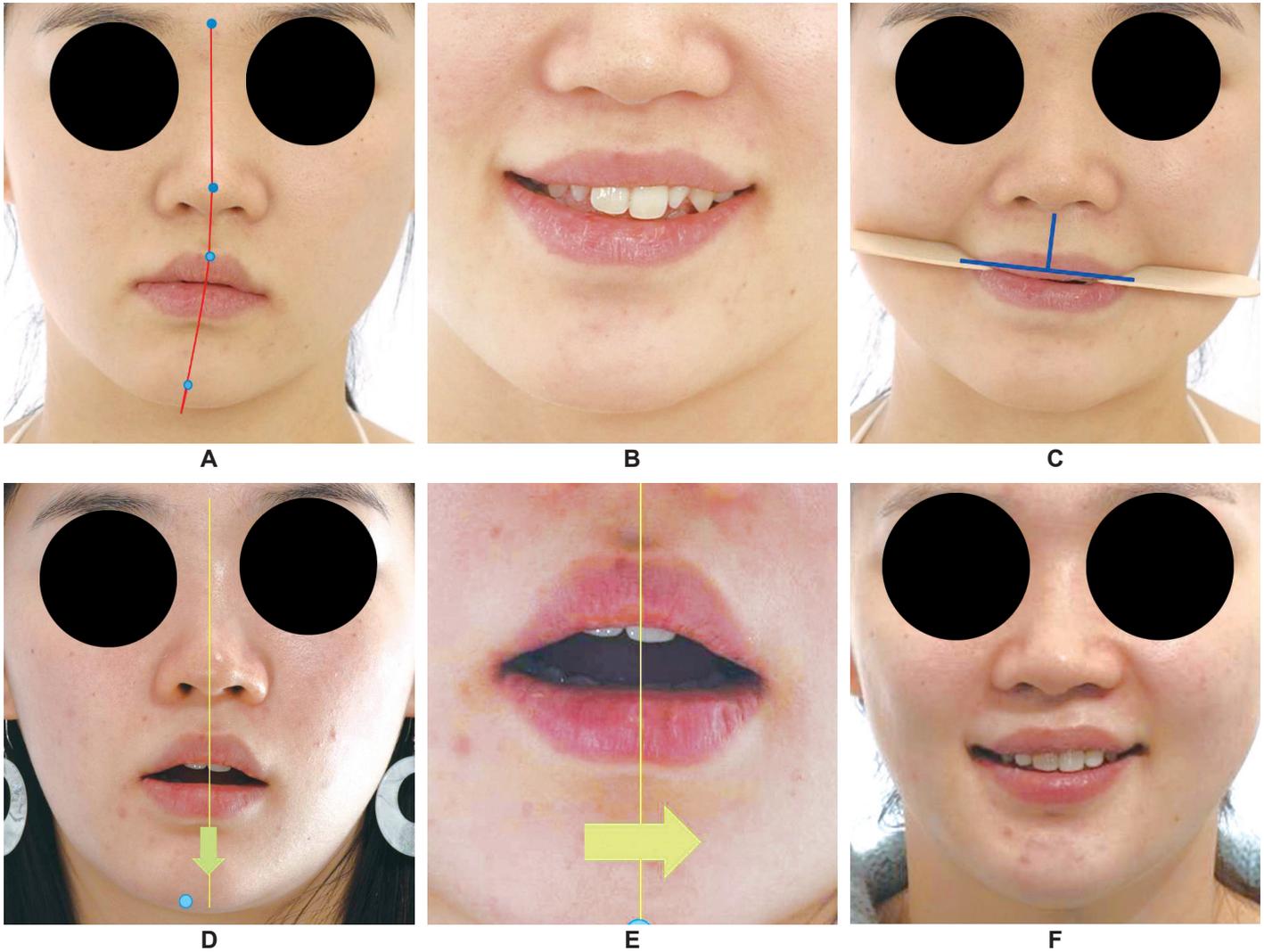
자연스러운 머리 자세(natural head position; NHP)는 1950년대 후반에 교정학에 소개되었고, 두경부, 그리고 두개 안면 형태 분석 시 자세의 근거로 사용되었으며, 두개 약안면 변형의 외과적 치료계획에 활용되었다.<sup>5,6</sup> 최근 2D에서 3D로, 아날로그에서 디지털로 교정학이 발전되면서, 연속적인 자료

를 얻을 때 정확하고 신뢰할 만한 두부 자세를 얻기 위하여 다양한 방법을 찾는 것이 중요해졌다.

머리 위치는 다음 3가지로 정의할 수 있다.

- ① 자연스러운 머리 자세(natural head position; NHP): 환자가 시선 높이로 먼 곳을 바라보고 visual axis가 지면과 평행할 때의 머리 자세. 모든 환자에게 일괄 적용 가능하다.<sup>7</sup>
- ② 자연스러운 머리 위치(natural head posture): 앉거나 선 자세에서 환자가 자신의 머리 자세가 균형 있게 유지된다고 느낄 때의 머리 자세이다.<sup>8</sup>
- ③ Natural head orientation (estimated natural head position): 환자가 시선 높이로 먼 곳을 바라보는 자세에서 술자가 환자의 머리 자세를 보정하는 경우, 골격성 부정교합이 심한 경우 환자가 머리 자세를 변형하여 감추는 경우가 있으므로, 임상 경험이 많은 술자가 조절하는 것이 바람직하다.<sup>9</sup>

진료실 내 사진 촬영실에서는 환자는 직립된 자세로 회전 의자에 앉아, 본인의 좌측에 있는 거울 쪽으로 의자를 돌리고, 거울 속에 비친 본인의 눈을 정면으로 바라보며 자연스러운 머리 자세를 취한다. 술자는 환자로 하여금 머리 자세와 시선의 높이를 유지한 채 의자를 회전하여, 정면(술자가 카메라를 들고 있는 방향)을 보게 한다. 환자는 자연스러운 머리 자세에서 의자만 회전시켰지만 술자가 보기에 머리가 들려



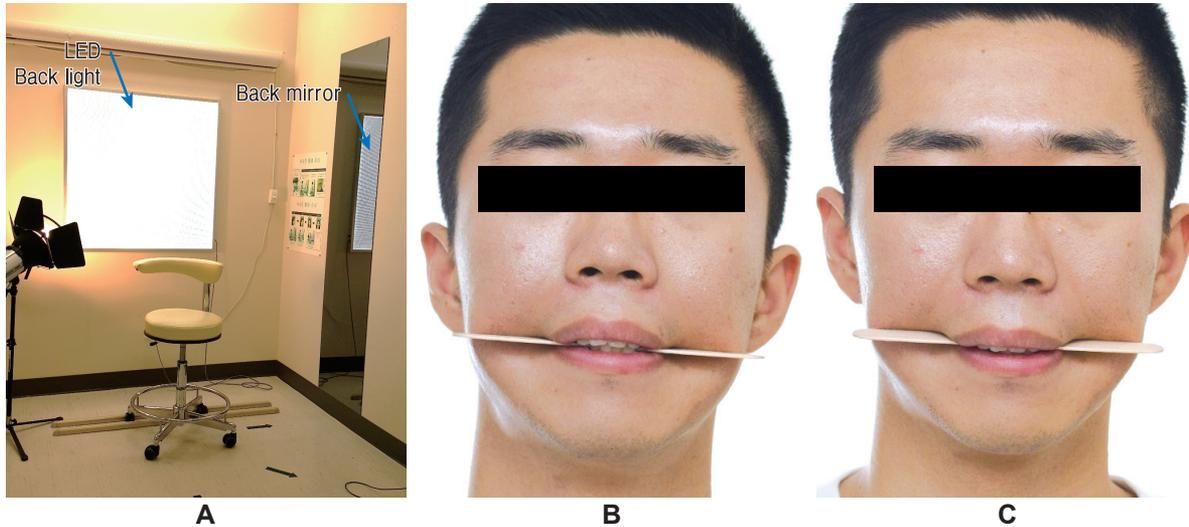
**그림 3-6.** 미간, nose tip, philtrum, 그리고 Cupid's bow를 연결한 가상의 안면 정중선이 philtrum 부위부터 하악골 우측 편위와 함께 우측으로 휘어져 있다. 상악 교합면의 경사는 설압자를 구치부로 가볍게 물게 하고, 정면에서 평가할 수 있다(A-C). 하악을 약간 개구시키고 상악 전치를 노출하여 확인한 경우에 비하여, 수술 방향을 고려하여 하악을 좌측으로 재위치시키는 경우, Cupid's bow에 대한 상악 중절치 정중선의 편위가 1 mm 정도 더 증가하는 것으로 관찰되었다(D, E). 수술 후 안모 정중선이 개선되었고 상악 중절치 정중선도 안모 정중선과 일치되었다(F).

보일 경우, 고개를 약간 숙이게 하여 보정된 머리 자세에서 안모 촬영을 한다(그림 3-7).

Madsen 등<sup>10</sup>은 개체 간 두개 안면 기준 평면의 다양성이 개체 내 NHP 재현성보다 크게 나타남을 보고하였으며, 이는 NHP로부터 얻어지는 진성 수평 또는 진성 수직 기준 평면을 사용하는 것이 선호됨을 의미한다.

## 2) NHP의 유도

환자가 중심 교합 상태에서 머리를 앞뒤로 크게 끄덕이다가 움직이는 범위를 점점 줄이며 스스로 머리의 균형을 잡는 방식(self-balance)과 외부 기준을 이용하여 시각적 단서를 제공하는 방식[환자가 자기 앞에 놓인 거울 속의 자기 눈을 바라보며 머리 위치를 잡거나(mirror position) 자기 눈 앞에 멀리 떨어진 물체를 수평으로 바라보는 것이 있다.<sup>11</sup> 상기 두 가지 방식을 조합할 경우 self-balance 후에 mirror position



**그림 3-7.** 술자가 환자의 머리 자세를 보정하는 경우, 사진촬영실의 벽면에 부착된 검은 유리는 백라이트 플래쉬에 의한 얼굴의 반사광을 감소시키고, 환자가 본인의 눈에 시선을 맞추게 도와 준다(A). 거울을 이용하며 NHP를 유도하여 측모를 촬영하고, 의자를 카메라 방향으로 돌려 정모 촬영(B). 환자의 머리자세가 상방으로 들려보여, 술자가 머리를 약간 숙이게 한다(C).

을 적용해야 하고,<sup>12</sup> 성인에서 mirror position 시 self-balance보다 3° 정도 높아진다.

### 3) NHP에서 측모두부방사선사진 촬영

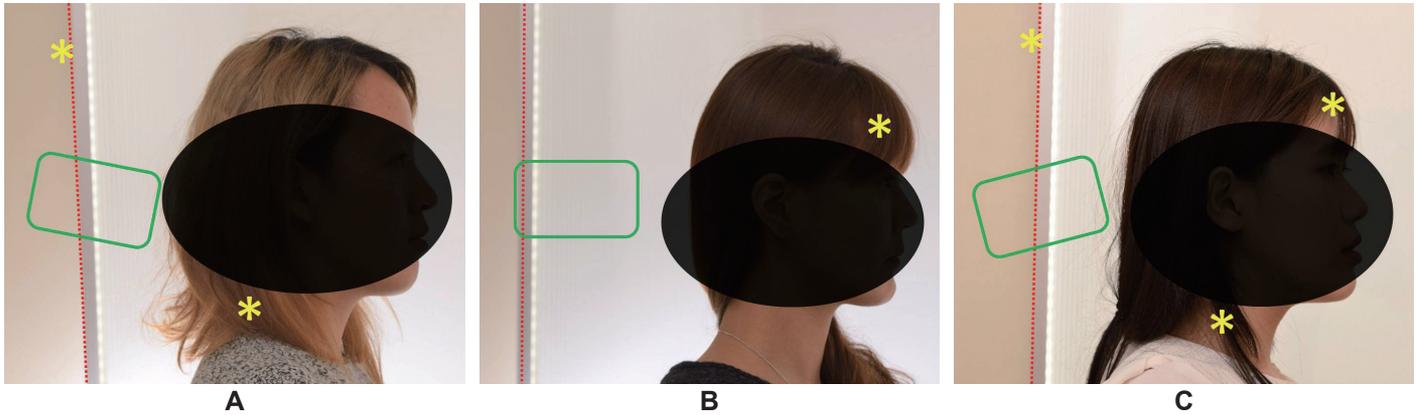
환자를 NHP로 유도하고, 환자 머리에 위치한 수평기 등을 이용하여 NHP를 기록한 뒤, 수평기를 참고하여 cephalostat에 NHP로 위치시켜 촬영을 한다.<sup>11</sup> 일반적으로 환자의 시상면과 transmeatal axis가 직각을 이룬다는 가정에서 좌우 두개의 ear rod를 사용하지만, 좌우 외이공의 위치가 상하 또는 전후방으로 차이가 날 경우는 ear rod를 삽입하면서 머리의 상하 좌우 회전을 유발하므로 잘못된 영상을 분석하게 된다. Cephalostat에 NHP로 위치시켜 촬영하는 방식은 가능한 cephalostat 도움 없이 촬영을 해야 하고,<sup>12</sup> 머리 자세의 pitch, roll, yawing 조절도 해야 하는 어려움이 있을 수 있다.<sup>13</sup>

다른 방법으로는 환자를 NHP로 유도하고 얼굴에 와이어 그림자나 red 레이저로 진성 수직선을 비추고 진성 수직선을 따라 금속구를 테이프로 고정한 뒤 얼굴 사진 촬영을 하거

나, 통법에 따라 두부방사선사진을 촬영한 뒤 방사선사진을 얼굴 사진의 진성 수직선에 맞추어 reorientation하는 photographic superimposition 방법이 있다.<sup>14-16</sup> 진수선이 포함되지 않은 측모 사진에서 환자의 머리 자세를 평가할 때 그림 3-8과 같은 오류에 주의해야 한다. 역으로 진수선은 측모 사진 촬영 시 촬영자의 카메라가 바닥 수평면과 평행하게 유지되었는지를 판단하는 데 이용될 수도 있다.

### 4) 3차원에서 NHP의 기록과 재현

레이저 라인을 이용하여 환자의 얼굴에 표식을 위치시키거나,<sup>17</sup> 환자가 오리엔테이션 센서가 달린 bite jig와 face bow를 치아로 물어 사용하거나,<sup>18</sup> 안면을 3차원 레이저 스캔하여 NHP를 기록하고 통법에 따라 CBCT를 촬영한 뒤 3차원으로 기록된 NHP 자료를 이용하여 CBCT 이미지를 reorientation하는 것으로<sup>19</sup> 3차원에서 NHP를 기록하고 재현할 수 있다. 하지만 환자의 얼굴에 표식을 위치시키는 경우 재현성의 문제와 표식을 위치시키는 데 시간이 소요되는 단점이 있다.<sup>11</sup> 또한 레이저 스캔의 경우 정확도는 높지만 일상적으로 사용하



**그림 3-8.** 사진 촬영 시 정면 플래시 발광으로 인한 환자의 그림자를 상쇄하기 위하여, LED 패널을 사용하였으며, 패널의 프레임의 진수선과 일치하도록 벽에 고정하였다. 패널의 프레임을 표시하는 붉은 점선이 A와 C에서 각각 다른 방향으로 기울어져 있는데, 이는 측모 촬영 시 각각의 이미지 좌측 하단에 표시한 녹색 등근 직사각형(카메라)이 수평 수직을 유지하지 못하기 때문이다. 사진을 촬영할 때는 머리띠와 고무줄을 적절히 활용하여(B) 이마와 목이 충분히 노출되도록 한다. \*는 잘못 촬영된 부위.

기에 장비가 크고 비싸며,<sup>18</sup> 오리엔테이션 센서는 레이저 스케너에 비하여 저렴하지만 환자 맞춤 bite jig를 제작해야 하고, CT 촬영 중에도 사용해야 하므로 상순과 하순을 심하게 변형시킨다는 단점이 있다.<sup>11</sup>

### 3 경조직 분석

#### 1) 2차원 분석

일반적으로 NHP가 개인의 실생활의 안모(true life appearance)를 보다 정확히 반영하지만, 특히 골격성 부정교합 환자에서는 악교정 수술 전후에 머리 자세의 위치가 변한다는 연구 결과가 보고되고 있다. 그러므로 수술 계획 수립이나 수술 전후의 변화량을 평가할 때 이용되는 수평기준선의 설정 시 NHP를 일률적으로 사용하는 것은 무리가 있다.<sup>20</sup>

악교정 수술 환자는 수술 계획 시 수평기준선의 종류 및 선정 방법, SN/FH 각도에 따라서 술후 악골의 전후방 위치(특히 nasion에서 수평기준선에 수직선을 그은 nasion perpendicular line에 대한 상·하악골의 위치)에 많은 차이가 발생할 수 있다. Burstone 등<sup>21</sup>은 악교정 수술을 위한 진단법(Cogs 분석)에서 SN 평면에 7°가 되게 nasion에서 상방으로 선을 그어 이를 수평기준선으로 설정한 후 대부분의 계

측점을 이 선에 평행 또는 수직이 되게 투사하여 계측하였다. 이 분석에서 사용된 수평기준선은 SN 평면이 정상이라는 가정하에서 서양인의 SN/FH 각도가 평균 7°를 이룬다는 통계치에 근거하여 설정되었다. Proffit과 White<sup>22</sup>는 SN 평면에 6°가 되게 nasion에 선을 그어 이를 수평기준선으로 사용할 것을 제안하였다. 그는 또한 개개인의 진성 수평기준선(true horizontal line)에 대한 SN 평면의 경사는 다양하기 때문에 만일 이 경사가 비정상일 경우에는 진성 수평기준선(FH 평면, 더 좋은 방법은 자연스러운 머리 위치에서 설정된 진성 수평기준선)을 사용하는 것이 바람직하다고 하였다. 악교정 수술 환자의 2차원 분석을 위한 한국인 성인에서의 SN/FH 각도 측정값(표 3-1)<sup>20,23,24</sup>과 Cogs 분석의 정상치는 그림 3-9, 표 3-2, 3-3에 제시되었다.<sup>20</sup> Cogs 분석에서는 상악골의 후퇴 여부를 평가하는 항목으로 N-O-A 각 계측을 포함하고 있다.

#### 2) 3차원 분석

경조직의 3차원 진단은 치과 Cone beam CT (CBCT)의 도입으로 더 정밀해지게 되었다. 하지만 양질의 방사선 영상을 획득하기 위하여 X-ray를 추가로 조사해야 하므로, 두경부

표 3-1. 한국인의 SN/FH 각도 측정값 비교

연구자	Kim 등 <sup>20*</sup>	KAO 백서 <sup>27</sup>	Lee와 Sohn <sup>23</sup>	Sung 등 <sup>24</sup>
남자	7.47° ± 2.40°	7.5°	8.2° ± 2.3°	8.4° ± 3.17°
여자	8.93° ± 2.72°	9.1°	10.3° ± 2.4°	10.18° ± 2.50°

\*부정교합에 따른 차이는 없음.

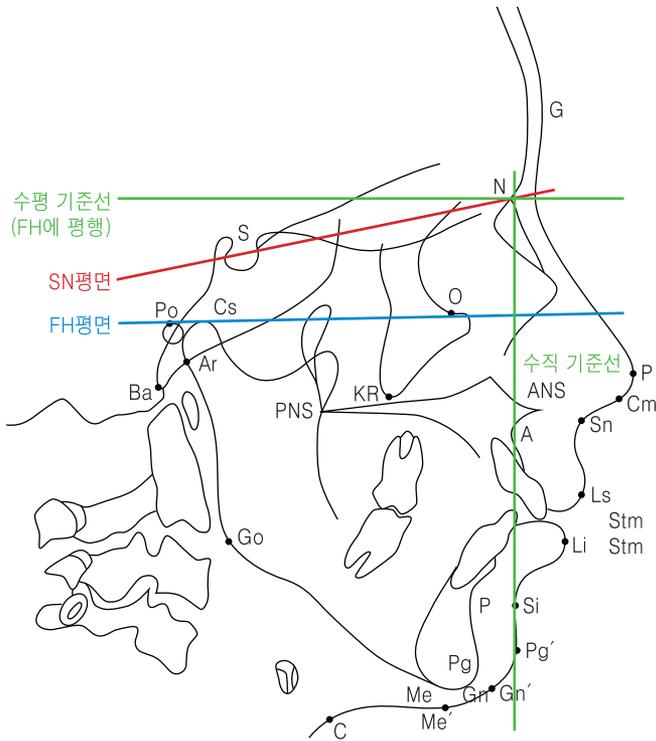


그림 3-9. 한국 성인의 Cogs 분석연구 계측점 및 기준 수평면, FH 평면과 평행하게 nasion에서 SN 평면 상방으로 선을 그어 이를 수평기준선으로 설정한다(Burstone 분석에서는 SN 평면에 7°가 되게 nasion에서 상방으로 선을 그어 이를 수평기준선으로 사용).

에 흡수되는 방사선 선량에 대한 고려도 필요하다. 서로 다른 방사선 검사의 피폭선량을 비교하는 방법으로 International Commission on Radiological Protection (ICRP)에서는 유효선량(effective dose, Sv)을 이용하도록 권하고 있다. 이는 소량의 전리 방사선의 확률적 영향이 전신 건강에 유해할 가능성을 나타내는 수치로서, 각 조직에 흡수된 방사선량에 조직가중계수를 곱하여 얻는다( $E = \sum wT \times HT$ ). 대부분의 논문에서는 phantom 십여 군데의 주요 장기 부

분에 thermoluminescent dosimeter (TLD)를 부착하고, 방사선을 조사한 후 ICRP에서 제시한 조직가중계수를 이용하여 유효선량을 구하고 있다. 조직가중계수는 크게 1990년과 2007년 발표된 값이 널리 이용되는데, 이 둘의 가장 큰 차이는 타액선의 포함 유무로, 치과 방사선 검사의 비교를 위해서는 2007년 발표된 수치를 이용하거나 혹은 1990년 발표된 수치에 따로 타액선에의 영향을 더한다. Medical (multi-slice) CT와 CBCT로 두개골 전체 촬영 시 유효선량을 비교해 보면 Siemens Sensation 64의 경우 0.93 mSv(97일의 자연방사선량에 해당)이고, 최근 국내에 보급된 Carestream CS9300의 경우 17 × 13.5 cm의 FOV로 촬영할 경우 0.2 mSv (200 μSv)로 안내되어 있다. 치과 파노라마 촬영의 경우 0.01 mSv에서 0.05 mSv 정도로 보고되고 있다.<sup>25</sup> CBCT는 촬영 시 방사선 조사량은 적지만, 이미지의 선명도는 Medical CT가 더 우수하다. 임상적으로 CBCT는 3차원 골격 분석이 필수적인 악교정 환자의 진단 및 치료용으로 사용하기에 충분하다.

3차원 가상 입체로 재현된 두개골의 정확한 수직, 수평 계측과 대칭 분석을 위해서는 CBCT 촬영 시 환자의 머리를 촬영 기기의 머리 지지대에 잘 고정하는 것이 중요하다. 기기의 수직 레이저 가이드라인이 얼굴의 중심선에 일치하고(비대칭 환자의 경우, 코나 인중 등이 편위측으로 같이 편위된 경우도 있으므로 촬영자에게 얼굴의 중심선에 대한 기준을 정확히 전달해야 한다), 수평 가이드라인은 측면에서 볼 때 연조직 외이공과 안와 하연(필요시 손으로 촉진)과 일치시킨다. 촬영 후 CBCT로 재구성된 가상 두개골을 3차원 공간상에서 재위치시킬 경우에는 다음의 순서에 따른다.<sup>25</sup>