



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

악안면 비대칭 평가시  
CT 영상을 이용한 정중시상 평면의  
3차원적 설정방법 비교

연세대학교 대학원

치 의 학 과

안 상 인

악안면 비대칭 평가시  
CT 영상을 이용한 정중시상 평면의  
3차원적 설정방법 비교

지도교수 김 경 호

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2016년 6월 일

연세대학교 대학원

치 의 학 과

안 상 인

## 안상인의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 김 경 호 

심사위원 이 지 연 

심사위원 정 주 령 

연세대학교 대학원

2016년 6월 일

## 감사의 글

이 논문의 처음부터 완성까지 학문적 지도와 함께 많은 열정과 관심으로 가야할 길을 알려주신 김경호 교수님께 진심으로 감사 드립니다. 또한 바쁘신 와중에도 부족한 논문을 세심하게 살펴주시고 아낌없는 충고를 해주신 이지연 교수님과 정주령 교수님께 깊이 감사 드립니다.

부족한 저에게 교정학에 입문할 수 있는 기회를 주시고, 논문 지도를 비롯한 학문적 가르침 뿐만 아니라 교정과 수련 기간 내내 진심 어린 마음으로 항상 살펴주시고 일깨워 주시는 이지연 교수님과 김정훈 교수님께 고개 숙여 감사의 인사를 드립니다. 연세대학교 대학원에서 배움의 기회를 주신 박영철 교수님, 백형선 교수님, 황충주 교수님, 유형석 교수님, 이기준 교수님, 차정열 교수님, 최윤정 교수님께 감사한 마음을 전합니다. 그리고 바쁘신 와중에도 통계 부분에 대하여 많은 자문을 해주신 국민건강보험 일산병원 의학연구소 임현선 선생님께 감사드립니다.

의국 생활 동안 항상 아껴주시고 많은 것을 가르쳐 주신 김진석, 김경원, 안재찬 선배님께 감사 드리며, 언제나 더 챙겨주지 못해 미안한 황동민, 이은환, 김찬승 선생에게 미안한 마음과 함께 고맙다는 말을 전합니다. 그리고 수련기간 동안 함께 하며 일상을 공유한 모든 일산병원 의국원들에게도 고맙다는 말을 전하고 싶습니다.

마지막으로 현재의 제가 있기까지 변함없는 사랑으로 낳아주고 길러주신 부모님과 가장 소중한 두 동생들에게 진심으로 감사하고 사랑한다는 말을 전하고 싶습니다.

2016년 6월

저자 씬

## 차 례

그림차례 .....	iii
표 차례 .....	iv
국문 요약 .....	v
<b>I. 서론</b> .....	<b>1</b>
<b>II. 연구 대상 및 방법</b> .....	<b>5</b>
1. 연구 대상 .....	5
2. 연구 방법 .....	6
가. 3 차원 CT 영상 재구성 .....	6
나. 기준점, 기준선 및 기준평면 설정 .....	6
다. 계측 대상의 설정 .....	10
라. 기준 평면의 선택 .....	13
마. 통계 분석 .....	17
<b>III. 연구 결과</b> .....	<b>18</b>
1. 조사자내 오차 검정 .....	18
2. Ideal Midsagittal plane 의 빈도 측정 .....	18
3. Menton deviation 의 오차 평가 .....	20
4. ANS deviation 의 오차 평가 .....	24
5. A-P line deviation 의 오차 평가 .....	28

IV. 고찰.....	32
V. 결 론.....	37
참고 문헌.....	39
영문 요약.....	42

## 그림 차례

Figure 1. Establishment of craniofacial reference points.....	7
Figure 2. Reference line and Midsagittal planes. ....	9
Figure 3. Measurement of distances between Midsagittal plane and points. ....	11
Figure 4. Measurement of angle between Midsagittal plane and A-P line. ....	11
Figure 5. Example of menton deviation measured by Candidate MSP or Ideal MSP. .....	15
Figure 6. Comparison of absolute value of errors in Menton deviation measurement.....	21
Figure 7. Comparison of value of errors in Menton deviation measurement. ....	23
Figure 8. Comparison of absolute value of errors in ANS deviation measurement. .....	25
Figure 9. Comparison of value of errors in ANS deviation measurement. ....	27
Figure 10. Comparison of absolute value of errors in A-P line deviation measurement.....	29
Figure 11. Comparison of value of errors in A-P line deviation measurement. ...	31
Figure 12. Inconsistent asymmetry evaluation result caused by two different MSP (MSP 1 and MSP 6).....	33

## 표 차 례

Table 1. Descriptive statistics for skeletal characteristics, age and sex distribution of the patients .....	5
Table 2. Menton, ANS, A-P line deviation measurement of 30 subjects .....	12
Table 3. Finding Value and Absolute value of errors in Menton deviation measurement .....	16
Table 4. Numbers of Ideal Midsagittal plane choosed by 6 Judges .....	19
Table 5. Absolute value of errors in Menton deviation measurement .....	20
Table 6. Value of errors in Menton deviation measurement .....	22
Table 7. Absolute value of errors in ANS deviation measurement .....	24
Table 8. Value of errors in ANS deviation measurement .....	26
Table 9. Absolute value of errors in A-P line measurement .....	28
Table 10. Value of errors in A-P line deviation measurement .....	30

## 국문 요약

# 악안면 비대칭 평가시 CT 영상을 이용한 정중시상 평면의 3차원적 설정방법 비교

<지도교수 : 김 경 호>

연세대학교 대학원 치의학과

## 안 상 인

3차원 두부계측 분석을 통한 비대칭 환자의 악교정 수술 계획 수립시 정중시상 평면은 매우 중요한 기준 평면이다. 하지만 사람을 비롯한 모든 생물체의 구조는 완전한 대칭성을 가지기 어려우며 대칭적인 구조물을 이용하여 정중시상 평면을 결정하는 것은 한계를 가진다. 이에 본 연구는 악안면 비대칭의 평가시 사용되고 있는 중간 구조물을 이용한 8개의 정중시상 평면 설정방법을 비교하기 위하여, 악안면 비대칭 환자의 3차원 CT 영상을 이용하여 각각의 정중시상 평면에 의한 계측값과 전문가가 선호하는 정중시상 평면에 의한

계측값이 나타내는 차이를 분석하여, 3차원 두부계측 분석시 가장 적절하게 사용될 수 있는 정중시상 평면을 제시하고자 하였다. 2008년부터 2014년까지 악안면 비대칭을 주소로 국민건강보험 일산병원을 내원하여 CT를 촬영한 총 30명의 환자 (남성 18명, 여성 12명)를 대상으로 하였으며, 평균 연령은  $25.7 \pm 6.03$ 세 (19세~43세)였다. 정중시상 평면은 Frankfort-Horizontal plane (FH plane)에 수직하면서 중간 구조물 두 점을 지나는 평면 4개와 중간구조물 세 점을 지나는 평면 4개를 각각 설정하였다. FH plane 에 수직하며, 전방부 중간 구조물인 Nasion (Na) 또는 Crista galli (Cg) 중에서 한 점, 후방부 중간 구조물인 Basion (Ba) 혹은 Sella (S) 중에서 한 점을 선택하여 Midsagittal plane (MSP) 1, 2, 3, 4 를 설정하였고, 전방부 중간 구조물에 해당하는 Na 혹은 Cg 중에서 한 점, 후방부 중간 구조물로는 Ba을 고정하고, 나머지 한 점으로 S 혹은 Anterior Nasal Spine (ANS)을 선택하여 MSP 5, 6, 7, 8 을 설정하였다. 8개 평면의 정의는 다음과 같다.

- ① MSP 1 (FH-Na-Ba) – FH plane에 수직하고 Na, Ba 의 두 점을 지나는 평면
- ② MSP 2 (FH-Na-S) – FH plane에 수직하고 Na, S 의 두 점을 지나는 평면
- ③ MSP 3 (FH-Cg-Ba) – FH plane에 수직하고 Cg, Ba 의 두 점을 지나는 평면

- ④ MSP 4 (FH-Cg-S) – FH plane에 수직하고 Cg, S 의 두 점을 지나는 평면
- ⑤ MSP 5 (Ba-Na-S) – Ba, Na, S 의 세 점을 지나는 평면
- ⑥ MSP 6 (Ba-Cg-S) – Ba, Cg, S 의 세 점을 지나는 평면
- ⑦ MSP 7 (Ba-Na-ANS) – Ba, Na, ANS 의 세 점을 지나는 평면
- ⑧ MSP 8 (Ba-Cg-ANS) – Ba, Cg, ANS 의 세 점을 지나는 평면

이를 기준으로 측정한 Menton, ANS 까지의 수직 거리 및 A-P line 이 이루는 각도를 평가하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 전문가들이 가장 많이 선택한 평면은 FH plane에 수직하고 Na과 Ba 두 점을 지나는 평면으로, 총 180회 시행중 66회 선택되었다 ( $P < 0.05$ ).
2. Menton 변위의 평가시 FH plane에 수직하는 정중시상 평면을 사용하는 것이 세 점으로 구성되는 정중시상 평면보다 더 오차가 적었다. FH plane에 수직하는 정중시상 평면은 전방부 Na를 지나는 평면이 Cg를 지나는 평면에 비하여 적은 오차를 보이나 통계적 유의차를 보이지 않았으며, 후방부는 Ba 혹은 S 중 어느 점을 선택하여도 차이가 없었다 ( $P > 0.05$ ).
3. ANS 변위의 평가시 두개저에 위치하는 세 점 (Ba와 S, 그리고 Na 또는 Cg)

를 지나는 정중시상 평면을 사용하는 것이 FH plane에 수직하는 정중시상 평면이나 ANS를 포함한 세 점으로 구성되는 정중시상 평면보다 오차가 크게 나타났다 ( $P < 0.05$ ).

4. A-P line 변위의 평가시 FH plane에 수직하고 Cg와 S를 지나는 정중시상 평면과 두개저에 위치하는 세 점을 지나는 정중시상 평면을 사용할 경우 더 큰 오차를 보였다 ( $P < 0.05$ ).

5. 두개저에 위치하는 세 점을 지나는 정중시상 평면을 사용할 경우 Menton, ANS, A-P line의 비대칭을 과소평가 할 수 있다.

악안면 비대칭 평가시 FH plane에 수직하며, 전방부에서는 Nasion, 후방부에서는 Basion이나 Sella를 지나는 정중시상 평면을 사용하는 것이 임상적으로 비대칭 평가에 대한 오차를 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

---

핵심 되는 말: 정중시상평면, 악안면 비대칭, 3차원 분석

# 악안면 비대칭 평가시 CT 영상을 이용한 정중시상 평면의 3차원적 설정방법 비교

<지도교수 : 김 경 호>

연세대학교 대학원 치의학과

안 상 인

## I. 서론

악안면 비대칭을 진단하기 위한 기존의 방법은 환자의 정모 임상 사진 및 두부 계측 방사선 사진을 이용하는 것으로, 2차원 두부 계측 방사선 사진 분석법은 전산화 단층 촬영이 가능하기 전까지 두개 안면 기형 및 부정교합 환자를 진단하는데 매우 중요한 역할을 하였으나 (Broadbent,

1931), 2차원 영상의 한계로 인해 상의 왜곡이나 확대 등의 한계점을 가지고 있었다 (Ahlqvist et al., 1983; Gravely and Benzie, 1974; Houston, 1983). 최근 도입된 3차원 전산화 단층촬영을 통한 분석은 기존 2차원 분석에서 보였던 이러한 한계점들을 극복하는데 큰 역할을 하였다 (Jens Kragsskov et al., 1997; Matteson et al., 1989). 또한 3차원 분석은 비대칭 구조물을 보다 더 정확하게 분석할 수 있게 하였고, 3차원 가상 모의 수술을 통한 수술 계획 수립, 및 술후 안모의 예측도 가능하게 하였다 (Chen and Chen, 1999; Girod et al., 1995; Troulis et al., 2002).

3차원 두부계측 분석을 통한 비대칭 환자의 악교정 수술 계획 수립시 정중시상 평면의 설정이 매우 중요한데, 이를 위해 두개안면부의 중간 구조물이나 대칭적인 구조물을 사용하였다. 특히 두개저는 두개 안면 영역의 성장시 외력에 가장 적은 영향을 받으며 대칭적이며, 안정적인 성장을 하기 때문에 (Moss and Salentijn, 1971), 두개저의 중간 구조물이나 대칭적인 구조물을 이용한 방법이 많이 연구되었으나, 사람을 비롯한 모든 생물체의 구조는 완전한 대칭성을 가지기 어려우며 어느 정도의 비대칭은 존재하기 때문에 대칭적인 구조물을 이용하여 정중시상 평면을 결정하는 것은 한계를 가진다 (Gawlikowska et al., 2007; Klingenberg et al., 2002). 최근 두개저의 중간 구조물인 foramen cecum, crista calli, sella, basion, opisthion과 대칭적인 구조물인 optic canal, foramen rotundum, foramen ovale, foramen spinosum, internal acoustic meatus의 중점에서 세 점을 선택하여 설정한

51개의 정중시상 평면을 비교 분석한 연구에 따르면, 전방부에서 Nasion 혹은 Foramen Cecum, 중앙부에서 Sella, 후방부에서 Basion 혹은 Opisthion 등 중간 구조물로 구성된 평면이 다른 평면들에 비하여 두개저의 중간 구조물 혹은 대칭적인 구조물의 중점과의 거리가 적어, 악안면 비대칭 평가시 적절한 정중시상 평면으로 제시된 바 있다 (Kim et al., 2014).

하지만 두개 영역의 비대칭과 안면 비대칭이 같은 양상으로 나타나는가에 대한 연구는 부족한 실정이며 (Baek et al., 2007), 실제로 안면의 정중시상 평면과 두개의 정중시상 평면은 일치하지 않는다고 보고되었다 (Kim et al., 2011). 따라서 두개저의 중간 구조물로 구성된 정중시상 평면은 두개영역의 비대칭을 평가하기에는 적절할 수 있으나, 안면 비대칭을 평가하기에는 부적절할 수 있다. 이에 안면 비대칭을 보다 적절하게 평가하기 위하여 상악골의 Anterior Nasal Spine을 지나는 평면이 선호되기도 하나 (Grummons and Kappeyne van de Coppello, 1987; Tuncer et al., 2009), Anterior Nasal Spine은 두개골의 비대칭이 존재할 시 영향을 받을 수 있다 (Pirttiniemi et al., 1996; Trpkova et al., 2003). 이에 Ras 등은 외안각으로 이루어진 수평 기준평면의 수직이등분 평면을 새로운 정중시상 평면으로 추천하였고 (Ras et al., 1995), 안와 주변의 구조물은 9세경 성장이 완료되므로 (Vig and Hewitt, 1975) 안면 비대칭 환자의 진단시 좀더 정확한 기준이 될 수 있다.

최근에는 형태학적 계측법을 통한 좀더 이상적이고 정확한 정중시상 평면의 설정방법이 연구되기도 하였다 (De Momi et al., 2006; Hartmann et al., 2007).

하지만 이러한 형태학적 계측법을 통한 정중시상 평면의 설정은 추가적인 훈련, software, 비용 등의 문제로 아직까지 임상에의 적용에 한계가 있다 (Kwon et al., 2006; Tuncer et al., 2009).

이에 본 연구는 악안면 비대칭 환자의 3차원 CT 영상을 이용하여 악안면 비대칭의 평가시 사용되고 있는 중간 구조물을 이용하거나 수평기준 평면에 수직하는 8개의 정중시상 평면을 설정한 후 각각의 정중시상 평면에 의한 계측값과 3차원 영상을 통하여 악안면 비대칭을 동반한 악교정 수술 진단에 능숙한 교정과 및 구강 악안면 외과 의사 (전문가)가 선호하는 정중시상 평면에 의한 계측값이 나타내는 차이를 분석하여, 3차원 두부계측 분석시 가장 적절하게 사용될 수 있는 정중시상 평면을 제시하고자 하였다.

## II. 연구 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

2008년부터 2014년까지 악안면 비대칭을 주소로 국민건강보험 일산병원을 내원하여 CT를 촬영한 환자 112명 중에서 1) 만 19세 이상의 성인환자, 2) 전신질환이 없는 환자, 3) 구순구개열 등을 포함한 선천성 기형을 가지지 않은 환자, 4) 측두 하악 관절 장애가 없는 환자, 5) 안면부 외상 및 골절 병력이 없는 환자를 대상으로 선정하였다. 총 30명의 환자(남성 18명, 여성 12명)를 대상으로 하였으며, 평균 연령은  $25.7 \pm 6.03$ 세(19세~43세)였다 (Table 1).

**Table 1. Descriptive statistics for skeletal characteristics, age and sex distribution of the patients**

Group	n	Males	Females	Age (years)		ANB (°)	
				Mean	SD	Mean	SD
Facial asymmetry	30	18	12	25.7	6.03	-2.2	3.4

n, number; SD, standard deviation; ANB, A point-Nasion-B point angle.

## 2. 연구 방법

### 가. 3차원 CT 영상 재구성

모든 환자는 supine position 하에서 CT (SOMATOM Sensation 64-slice, Siemens, Malvern, PA, USA) 촬영하였다. 영상 정보를 3차원 입체 의료영상 진단 프로그램인 Simplant pro 2011 Service pack (Materialise Dental co., Leuven, Belgium, Version 14.0.1.2)을 사용하여 재구성하였다. 골격 및 치아 등 경조직의 재구성을 위해 threshold를 650에서 3071 (최대값)까지 지정하였다.

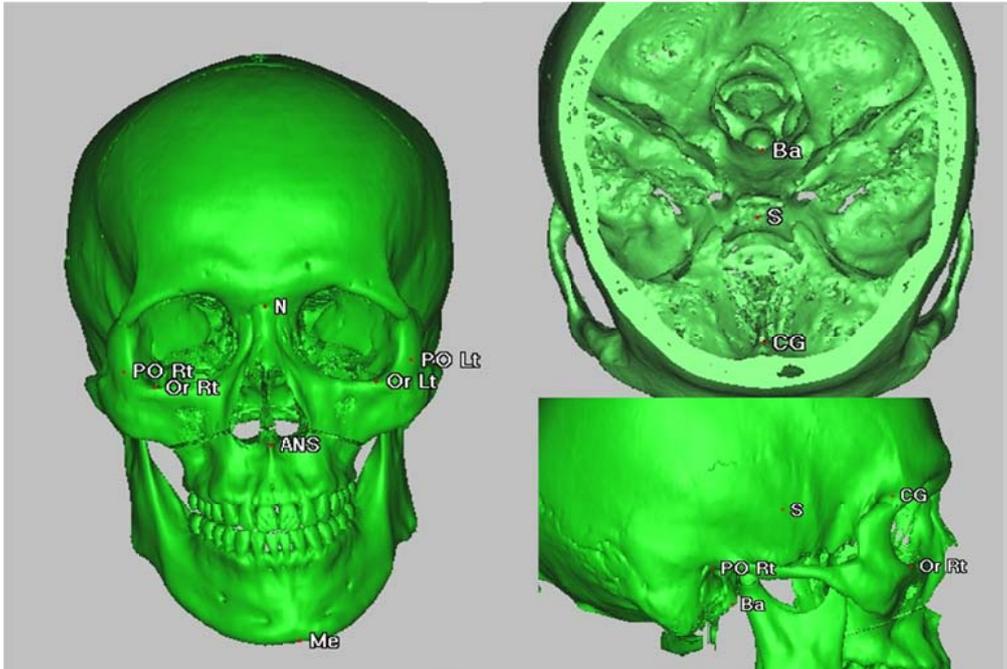
### 나. 기준점, 기준선 및 기준평면 설정

#### (1) 기준점 설정

입력된 기준점은 총 11개로 각각의 표기 및 정의는 다음과 같다 (Figure 1).

- ① Nasion (N) – 비골 곡면의 최후방에서 전비봉합의 접점
- ② Crista galli (CG) – 사골의 사상관으로부터 돌출된 능선의 중점
- ③ Sella (S) – 뇌하수체 오목의 중점
- ④ Basion (Ba) – 대후두공 전연의 최전방점
- ⑤ Orbitalae Right (Or Rt) – 우측 안와 하연의 하방점
- ⑥ Orbitalae Left (Or Lt) – 좌측 안와 하연의 하방점
- ⑦ Porion Right (Po Rt) – 우측 외이도 상연의 최상방점
- ⑧ Porion Left (Po Lt) – 좌측 외이도 상연의 최상방점
- ⑨ Anterior nasal spine (ANS) – 상악골의 최전방점

- ⑩ Posterior nasal spine (PNS) – 상악골의 최후방점
- ⑪ Menton (Me) – 하악 정중부의 최하방점



**Figure 1. Establishment of craniofacial reference points.**

(2) 수평 기준 평면 및 기준선의 설정

좌우 Orbitalae 및 좌우측 Porion의 중점을 지나는 Frankfort-Horizontal plane (FH plane)을 수평 기준평면으로 설정하였으며, ANS, PNS 의 두점을 지나는 선인 A-P Line 을 상악골 Yaw 를 평가하기 위한 기준선으로 설정하였다 (Figure 2).

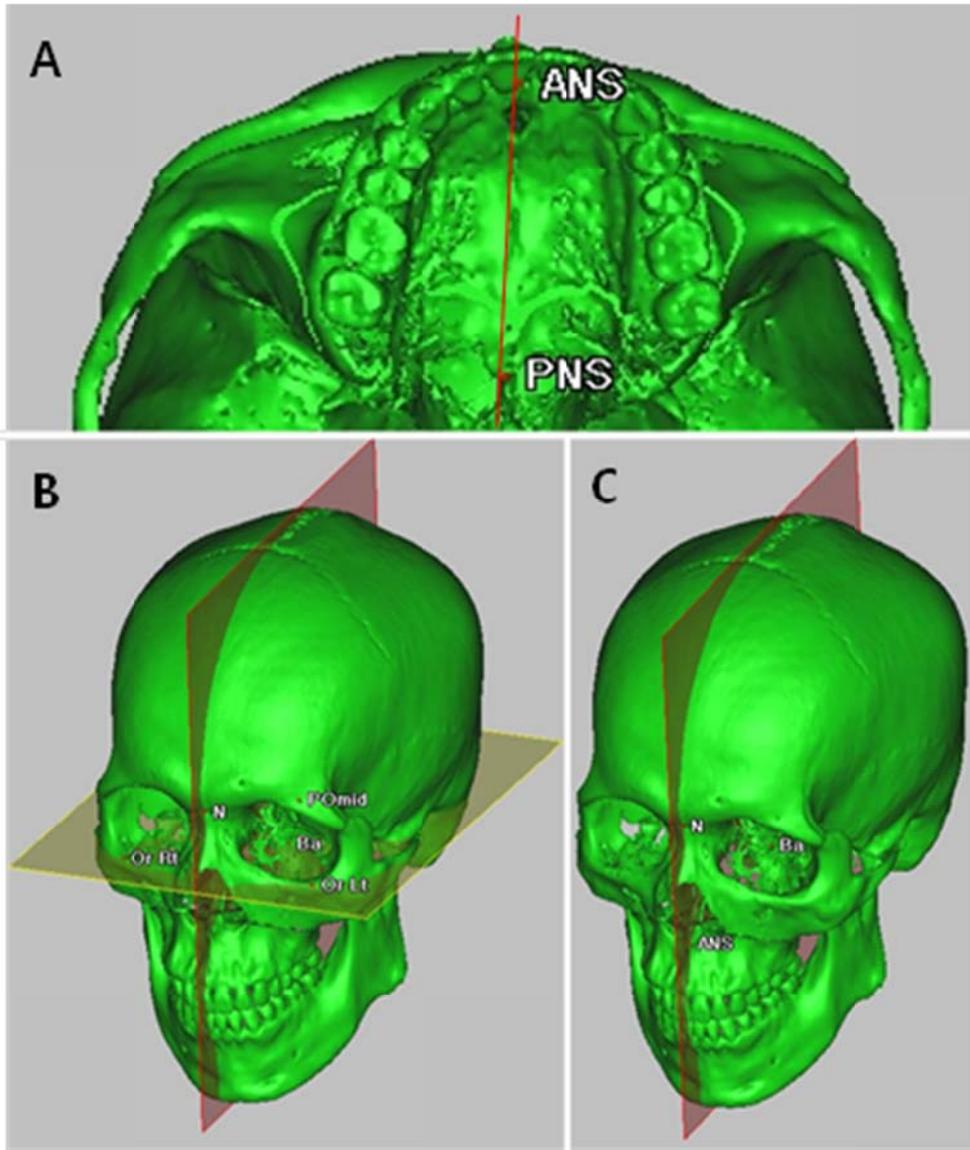
### (3) 정중 시상 평면의 설정

정중시상 평면은 FH plane에 수직하면서 중간 구조물 두 점을 지나는 평면 4개와 중간 구조물 세 점을 지나는 평면 4개를 각각 설정하였다. FH plane에 수직하며, 전방부 중간 구조물인 Nasion (Na) 또는 Crista galli (Cg) 중에서 한 점, 후방부 중간 구조물인 Basion (Ba) 혹은 Sella (S) 중에서 한 점을 선택하여 Midsagittal plane (MSP) 1, 2, 3, 4 를 설정하였고, 전방부 중간 구조물에 해당하는 Na 혹은 Cg 중에서 한 점, 후방부 중간 구조물로는 Ba 을 고정하고, 나머지 한 점으로 S 혹은 Anterior Nasal Spine (ANS)을 선택하여 MSP 5, 6, 7, 8 을 설정하였다. 8개 평면의 정의는 다음과 같다 (Figure 2).

- ① MSP 1 (FH-Na-Ba) - FH plane에 수직하고 Na, Ba 의 두 점을 지나는 평면
- ② MSP 2 (FH-Na-S) - FH plane에 수직하고 Na, S 의 두 점을 지나는 평면
- ③ MSP 3 (FH-Cg-Ba) - FH plane에 수직하고 Cg, Ba 의 두 점을 지나는 평면
- ④ MSP 4 (FH-Cg-S) - FH plane에 수직하고 Cg, S 의 두 점을 지나는 평면
- ⑤ MSP 5 (Ba-Na-S) - Ba, Na, S 의 세 점을 지나는 평면
- ⑥ MSP 6 (Ba-Cg-S) - Ba, Cg, S 의 세 점을 지나는 평면

⑦ MSP 7 (Ba-Na-ANS) - Ba, Na, ANS 의 세 점을 지나는 평면

⑧ MSP 8 (Ba-Cg-ANS) - Ba, Cg, ANS 의 세 점을 지나는 평면



**Figure 2. Reference line and Midsagittal planes. (A) A-P line. (B) MSP 1 passing through two median structures while perpendicular to FH plane. (C) MSP 7 passing through three median structures.**

#### 다. 계측 대상의 설정

8개의 MSP로 부터 Menton, ANS 까지의 수직 거리 (Menton, ANS deviation)를 각각 측정하였다 (Figure 3). 또한 8개의 MSP와 A-P line이 이루는 각도 (A-P line deviation) 를 측정하였다 (Figure 4). 각 MSP로부터 비대칭의 이환측 방향을 (+), 비이환측 방향을 (-)의 값으로 구분하였으며, 계측값에 대한 평균치는 Table 2 와 같다.

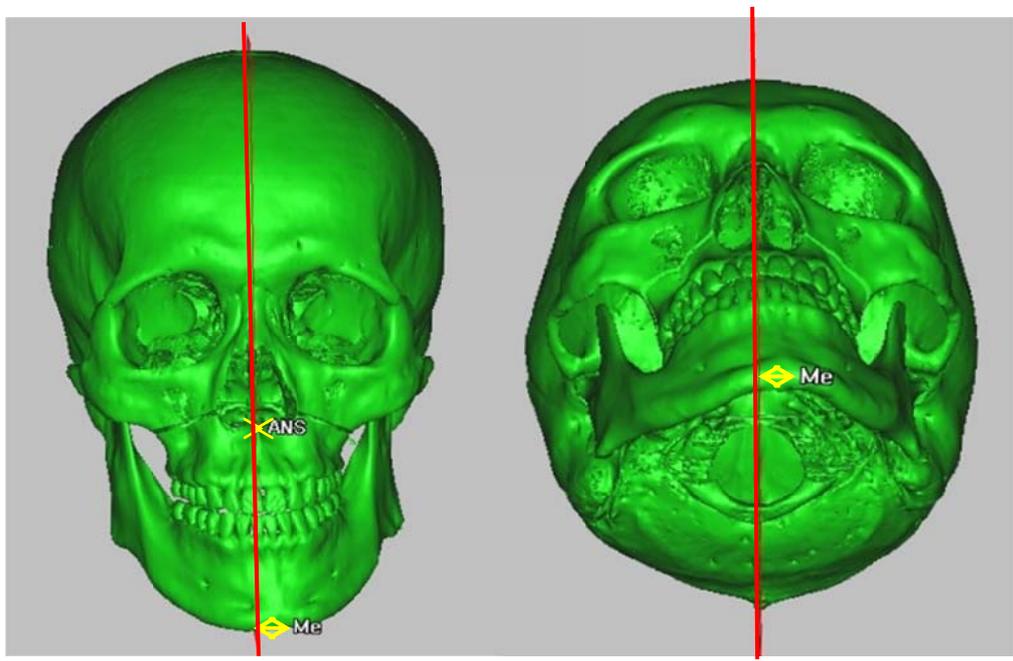


Figure 3. Measurement of distances between Midsagittal plane and points.

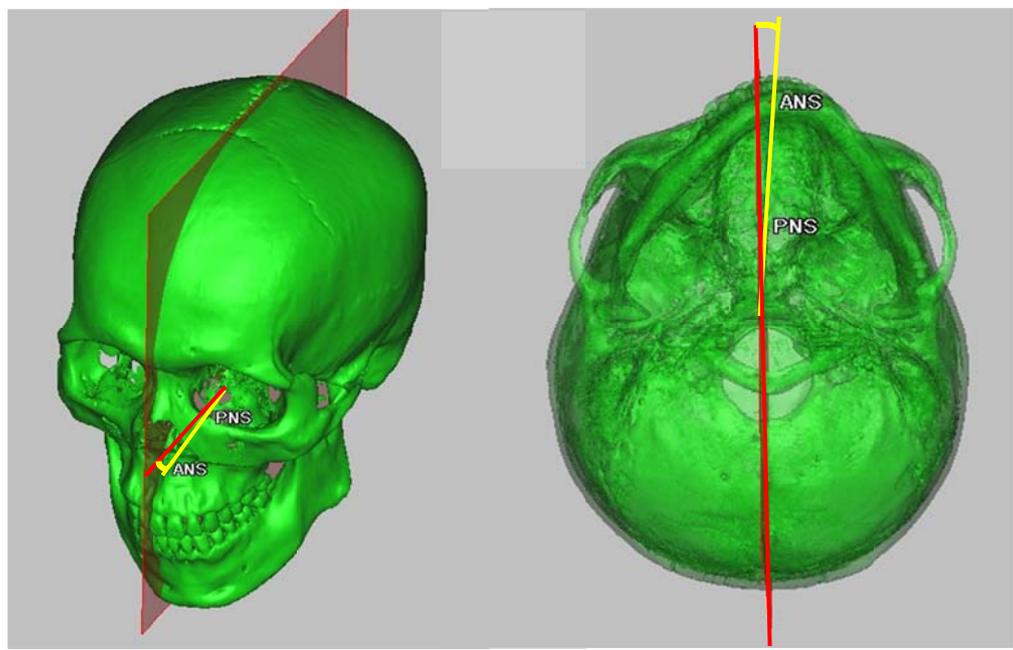


Figure 4. Measurement of angle between Midsagittal plane and A-P line.

**Table 2. Menton, ANS, A-P line deviation measurement of 30 subjects**

MSP	Menton deviation		ANS deviation		A-P line deviation	
	(mm)		(mm)		(Deg.)	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
MSP 1	5.76	3.23	0.35	1.31	0.23	1.91
MSP 2	5.82	3.22	0.38	1.31	-0.23	2.07
MSP 3	5.72	3.75	0.28	1.89	0.35	2.10
MSP 4	5.56	3.85	0.02	2.08	-0.35	2.45
MSP 5	3.15	4.85	-0.92	2.33	-0.50	1.71
MSP 6	2.71	5.84	-1.68	3.47	-0.69	2.31
MSP 7	4.93	3.73	0.00	0.00	-0.07	1.84
MSP 8	5.07	3.60	0.00	0.00	0.02	1.85
<b><i>P</i>†</b>	0.076		0.275		0.105	

MSP 1, FH-Na-Ba; MSP 2, FH-Na-S; MSP 3, FH-Cg-Ba; MSP 4, FH-Cg-S; MSP 5, Ba-Na-S; MSP 6, Ba-Cg-S; MSP 7, Ba-Na-ANS; MSP 8, Ba-Cg-ANS; Deg., degree; SD, standard deviation; †RM-ANOVA(Repeated Measure ANOVA)

## 라. 기준 평면의 선택

3차원 영상을 통하여 악안면 비대칭을 동반한 악교정 수술 진단을 100회 이상 시행한 교정과 및 구강악안면외과 의사(전문가) 6명에게 연구대상 30명의 3차원 영상에서 보여지는 8개의 MSP (Candidate MSP)중 가장 이상적인 plane (Ideal MSP)을 각각 선택하게 하였으며, 이로부터 180개의 Ideal MSP가 선택되었다. Plane 의 선택시, 연구대상의 두개 악안면 구조 및 연구자가 설정한 8개의 평면만이 3차원 영상으로 제시되었으며, 각 평면의 정의는 제시되지 않았다. 180개의 표본에서 Ideal MSP와 나머지 7개 MSP로부터 Menton, ANS 까지의 수직 거리 및 A-P line 이 이루는 각도를 각각 측정하였다. Ideal MSP와 나머지 7개의 MSP을 기준으로 측정한 계측값의 차이를 (Figure 5) 절대값을 취하여 평균한 값과, 절대값을 취하지 않고 평균한 값을 Table 3과 같은 과정을 통하여 구하였으며 다음과 같이 정의하였다.

① Absolute value of errors in Menton deviation measurement (AVEMe)

$$\sum | \text{Menton deviation measured by Candidate MSP} - \text{Menton deviation measured by Ideal MSP} | / 180$$

② Value of errors in Menton deviation measurement (VEMe)

$$\sum (\text{Menton deviation measured by Candidate MSP} - \text{Menton deviation measured by Ideal MSP}) / 180$$

③ Absolute value of errors in ANS deviation measurement (AVEANS)

$$\sum | \text{ANS deviation measured by Candidate MSP} - \text{ANS deviation measured by Ideal MSP} | / 180$$

④ Value of errors in ANS deviation measurement (VEANS)

$\Sigma$  (ANS deviation measured by Candidate MSP – ANS deviation measured by Ideal MSP) / 180

⑤ Absolute value of errors in A-P line deviation measurement (AVEAP)

$\Sigma$  |A-P deviation measured by Candidate MSP – A-P deviation measured by Ideal MSP| / 180

⑥ Value of errors in A-P line deviation measurement (VEAP)

$\Sigma$  (A-P deviation measured by Candidate MSP – A-P deviation measured by Ideal MSP) / 180

절대값을 취한 ① Absolute value of errors in Menton deviation measurement (AVEMe), ③ Absolute value of errors in ANS deviation measurement (AVEANS) 및 ⑤ Absolute value of errors in A-P line deviation measurement (AVEAP)에 대하여, 이 값이 0에 가까운 평면일수록, 비대칭 진단시에 술자가 판단한 Ideal MSP 과 유사한 계측값을 얻을 수 있다. 절대값을 취하지 않은 ② Value of errors in Menton deviation measurement (VEMe), ④ Value of errors in ANS deviation measurement (VEANS) 및 ⑥ Value of errors in A-P line deviation measurement (VEAP)에 대하여, 각 환자에서 비대칭의 이환측 방향을 양의 값으로 설정하여 거리 및 각도 계측값의 +/- 를 구분하였기 때문에, 이 값이 클수록 술자가 판단한 Ideal MSP에 비하여 비대칭을 과대 평가하는 경향이 있을 수 있으며, 이 값이 작을수록 비대칭을 과소평가하는 경향이 있을 수 있다.

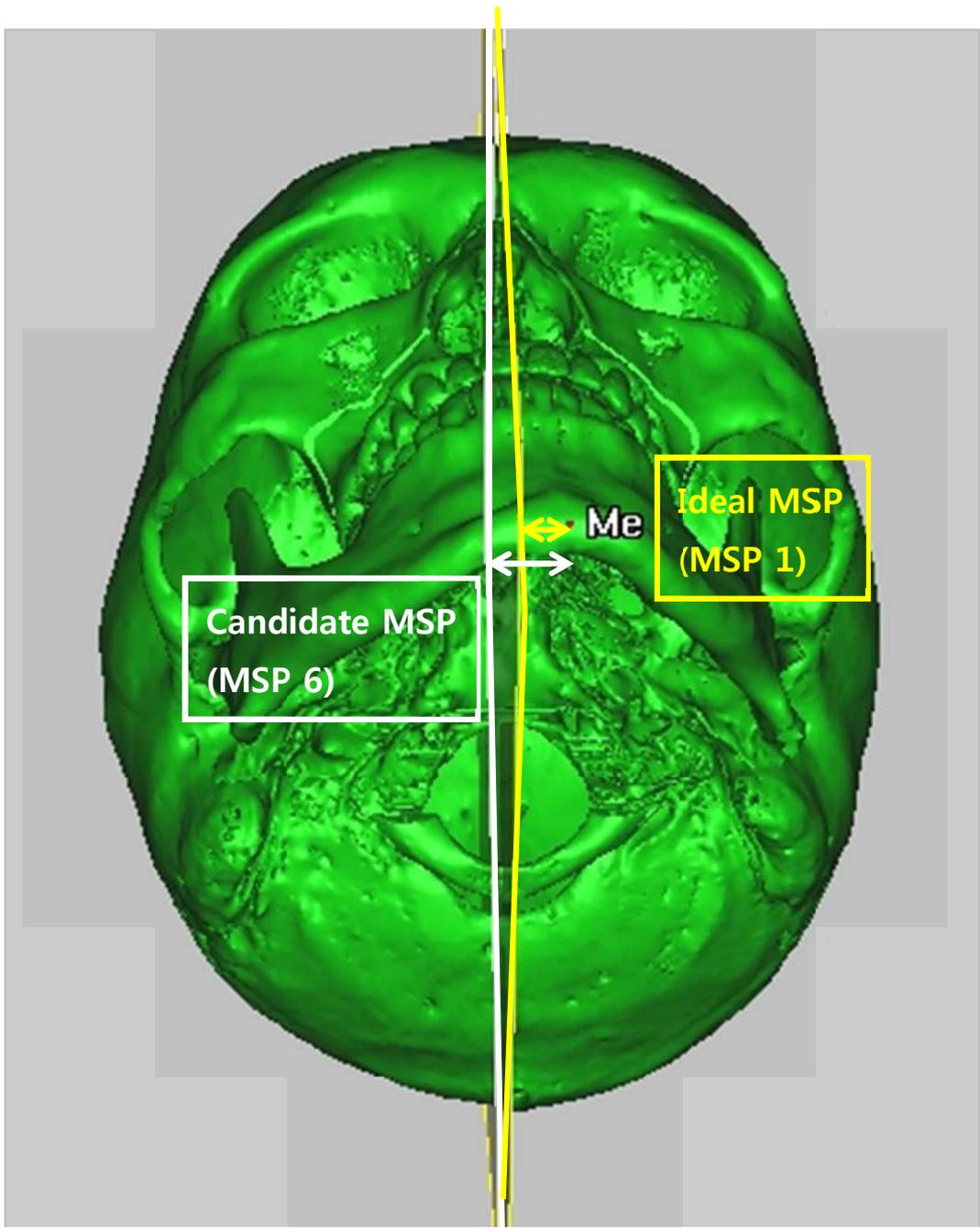


Figure 5. Example of menton deviation measured by Candidate MSP or Ideal MSP.

**Table 3. Finding value and absolute value of errors in Menton deviation measurement**

		Judge 1				Judge 2				...	Judge 6				N=180	
		Patient 1	Patient 2	...	Patient 30	Patient 1	Patient 2	...	Patient 30	Patient 1	Patient 2	...	Patient 30	Mean	SD	
Menton deviation	MSP 1	14.07	7.95		9.06	14.07	7.95		9.06	14.07	7.95		9.06	5.76	3.23	
	MSP 2	14.06	7.94		9.05	14.06	7.94		9.05	14.06	7.94		9.05	5.82	3.22	
	MSP 3	15.41	8		9.44	15.41	8		9.44	15.41	8		9.44	5.72	3.75	
	...															
	MSP 8	11.65	3.55		5.24	11.65	3.55		5.24	11.65	3.55		5.24	5.07	3.6	
Selected Plane (Ideal MSP)		<i>MSP 1</i>	<i>MSP 3</i>		<i>MSP 1</i>	<i>MSP 3</i>	<i>MSP 2</i>		<i>MSP 1</i>	<i>MSP 2</i>	<i>MSP 6</i>		<i>MSP 1</i>			
VEMe	MSP 1	<b>0</b>	-0.05		<b>0</b>	-1.34	0.01		<b>0</b>	0.01	1.25		<b>0</b>	<b>0.08</b>	1.56	
	MSP 2	-0.01	-0.06		-0.01	-1.35	<b>0</b>		-0.01	<b>0</b>	1.24		-0.01	<b>0.14</b>	1.54	
	MSP 3	1.34	<b>0</b>		0.38	<b>0</b>	0.06		0.38	1.35	1.3		0.38	<b>0.04</b>	1.94	
	...															
	MSP 8	-2.42	-4.45		-3.82	-3.76	-4.39		-3.82	-2.41	-3.15		-3.82	<b>-0.61</b>	2.65	
AVMe	MSP 1	<b>0</b>	0.05		<b>0</b>	1.34	0.01		<b>0</b>	0.01	1.25		<b>0</b>	<b>0.81</b>	1.33	
	MSP 2	0.01	0.06		0.01	1.35	<b>0</b>		0.01	<b>0</b>	1.24		0.01	<b>0.81</b>	1.31	
	MSP 3	1.34	<b>0</b>		0.38	<b>0</b>	0.06		0.38	1.35	1.3		0.38	<b>1.37</b>	1.37	
	...															
	MSP 8	2.42	4.45		3.82	3.76	4.39		3.82	2.41	3.15		3.82	<b>2.17</b>	1.63	

MSP 1, FH-Na-Ba; MSP 2, FH-Na-S; MSP 3, FH-Cg-Ba; MSP 4, FH-Cg-S; MSP 5, Ba-Na-S; MSP 6, Ba-Cg-S; MSP 7, Ba-Na-ANS; MSP 8, Ba-Cg-ANS; VEMe, value of errors in Menton deviation measurement; AVMe, absolute value of errors in Menton deviation measurement.

## 마. 통계 분석

실험의 신뢰성과 재현성을 평가하기 위해, 3차원 영상에서 Coronal Reference Plane, Horizontal Reference Plane, Sagittal Reference Plane을 설정하여 계측점들로부터 수직 거리를 측정하였다. 모든 계측점들은 한명의 연구자가 한 표본당 2회, 1개월 간격으로 측정 후, intraclass correlation coefficient (ICC)을 시행하였다. 전문가가 가장 선호하는 평면을 알아보기 위하여 전문가 6명이 연구대상 30명을 대상으로 선택한 Ideal MSP의 빈도를 Generalized Linear Mixed Model 로 분석하였다. 또한 Ideal MSP를 기준으로 측정한 계측값인 Ideal measurement와 Ideal MSP를 제외한 7개 후보군 평면을 기준으로 측정한 계측 값의 차이를 분석하여 각각의 후보군 평면이 비대칭을 평가할 때 갖는 오차를 측정하고 각 평면의 오차값 및 그 절대값의 평균을 Linear Mixed Model 로 분석하였으며, 이를 사후 검정하기 위해 Bonferroni test 로 다중 비교 분석하였다. 모든 통계 분석은 IBM SPSS Statistics version 22 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하였고,  $P$ -value가 0.05 이하일 경우 통계적으로 유의한 차이를 보인다고 판정하였다.

### III. 연구 결과

#### 1. 조사자내 오차 검정

측정의 신뢰성을 판단하기 위한 Intraclass correlation coefficient를 조사한 결과 그 범위는  $r=0.91$  에서 0.95 사이로 모든 계측점의 측정값은 높은 신뢰도를 보였다 ( $P < 0.001$ ).

#### 2. Ideal Midsagittal plane의 빈도 측정

Ideal MSP로 가장 많이 선택된 평면은 FH plane에 수직하고 Nasion, Basion의 두 점을 지나는 평면 (MSP 1) 이었다. MSP 1은 180번의 시행중 66회 선택되어 36.67%의 빈도를 보였으며, 다른 7개의 기준평면과 비교하여 통계적으로 유의할만한 차이를 보였다 ( $P < 0.05$ ) (Table 4).

**Table 4. Numbers of Ideal Midsagittal plane chosen by 6 Judges**

<b>Judge</b> <b>MSP</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>Total</b>	<b>Percentage (%)</b>	<b>Multiple comparison</b>
MSP 1	9	9	12	11	14	11	66	36.67	A
MSP 2	7	8	2	3	3	10	33	18.33	B
MSP 3	5	1	5	2	6	1	20	11.11	B, C
MSP 4	2	2	0	1	1	0	6	3.33	C
MSP 5	0	1	3	2	0	0	6	3.33	C
MSP 6	0	0	1	1	1	1	4	2.22	C
MSP 7	6	8	3	8	5	6	36	20	B
MSP 8	1	1	4	2	0	1	9	5	C
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>180</b>	<b>100</b>	

MSP 1, FH-Na-Ba; MSP 2, FH-Na-S; MSP 3, FH-Cg-Ba; MSP 4, FH-Cg-S; MSP 5, Ba-Na-S; MSP 6, Ba-Cg-S; MSP 7, Ba-Na-ANS; MSP 8, Ba-Cg-ANS. Data analyzed by Generalized Linear Mixed Model and multiple comparison with Bonferroni test at significance level of  $P < 0.05$ .

### 3. Menton deviation의 오차 평가

#### 1) Absolute value of errors in Menton deviation measurement (AVEMe)

AVEMe는 FH plane에 수직하며 Na과 다른 한 점 (Ba 또는 S)을 지나는 MSP 1, 2 에서 각각 0.81mm로, 세 점을 지나는 MSP 5, 6, 7, 8에 비해 통계적으로 유의할 만한 작은 값을 보였다 ( $P < 0.05$ ). 반면 MSP 5, 6 (Ba-Na-S, Ba-Cg-S) 에서는 각각 5.30mm, 5.96mm로 다른 평면에 비해 통계적으로 유의할 만한 가장 큰 값을 보였다 ( $P < 0.05$ ) (Table 5, Figure 6)

**Table 5. Absolute value of errors in Menton deviation measurement (mm) (n=180)**

MSP	Mean	SD	Minimum	Maximum	Multiple comparison
MSP 1	0.81	1.33	0.00	6.09	A
MSP 2	0.81	1.31	0.00	6.16	A
MSP 3	1.37	1.37	0.00	6.26	A, B
MSP 4	1.43	1.46	0.00	6.09	A, B
MSP 5	5.30	5.41	0.00	27.57	C
MSP 6	5.96	6.42	0.00	32.59	C
MSP 7	1.85	1.64	0.00	6.82	B
MSP 8	2.17	1.63	0.00	6.16	B

MSP 1, FH-Na-Ba; MSP 2, FH-Na-S; MSP 3, FH-Cg-Ba; MSP 4, FH-Cg-S; MSP 5, Ba-Na-S; MSP 6, Ba-Cg-S; MSP 7, Ba-Na-ANS; MSP 8, Ba-Cg-ANS; n, number; SD, standard deviation. Data analyzed by Linear Mixed Model and multiple comparison with Bonferroni test at significance level of  $P < 0.05$ .

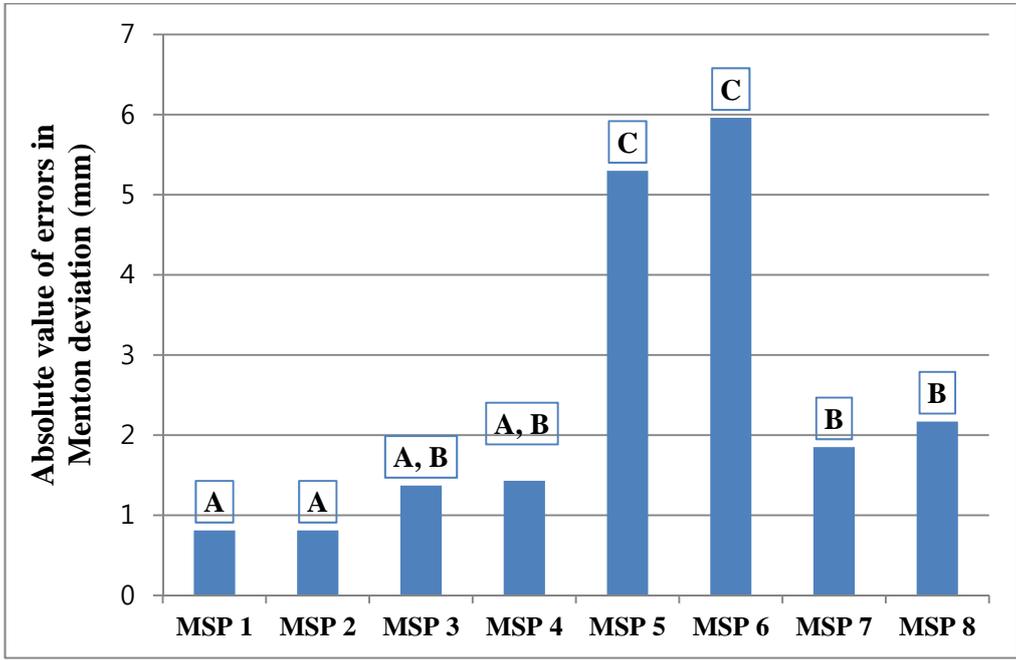


Figure 6. Comparison of absolute value of errors in Menton deviation measurement.

2) Value of errors in Menton deviation measurement (VEMe)

VEMe는 MSP 5, 6 (Ba-Na-S, Ba-Cg-S) 에서 다른 평면에 비해 통계적으로 유의할 만한 큰 음의 값을 보였다 ( $P < 0.05$ ) (Table 6, Figure 7).

**Table 6. Value of errors in Menton deviation measurement (mm) (n=180)**

MSP	Mean	SD	Minimum	Maximum	Multiple comparison
MSP 1	0.08	1.56	-3.87	6.09	A
MSP 2	0.14	1.54	-3.87	6.16	A
MSP 3	0.04	1.94	-4.20	6.26	A
MSP 4	-0.12	2.04	-4.80	6.09	A
MSP 5	-2.53	7.15	-27.57	7.63	B
MSP 6	-2.97	8.25	-32.59	10.90	B
MSP 7	-0.76	2.36	-6.82	4.20	A
MSP 8	-0.61	2.65	-6.16	5.24	A

MSP 1, FH-Na-Ba; MSP 2, FH-Na-S; MSP 3, FH-Cg-Ba; MSP 4, FH-Cg-S; MSP 5, Ba-Na-S; MSP 6, Ba-Cg-S; MSP 7, Ba-Na-ANS; MSP 8, Ba-Cg-ANS; n, number; SD, standard deviation. Data analyzed by Linear Mixed Model and multiple comparison with Bonferroni test at significance level of  $P < 0.05$ .

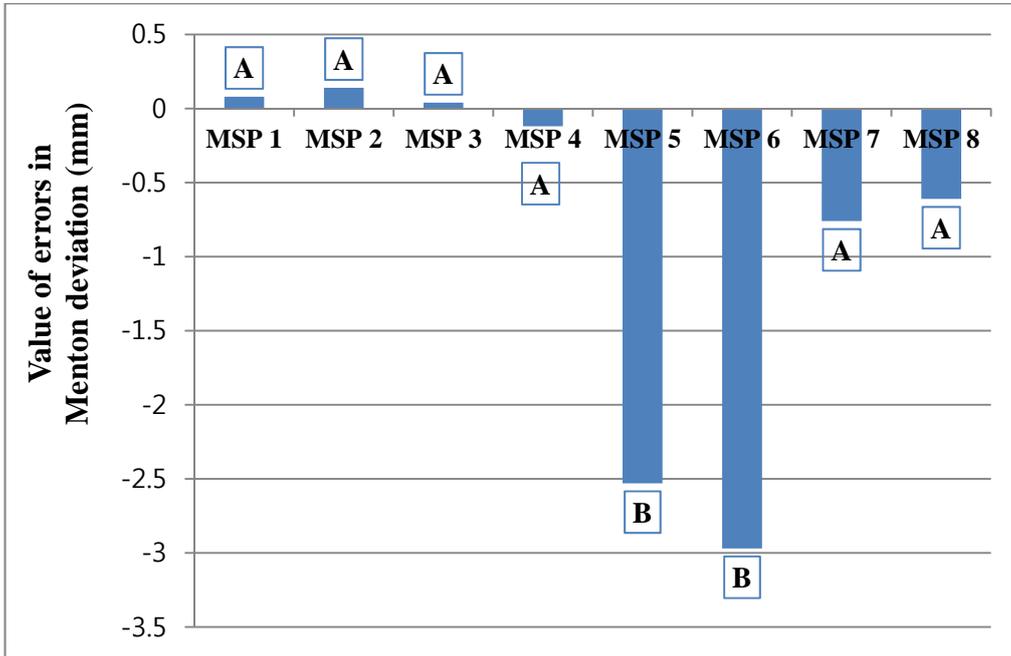


Figure 7. Comparison of value of errors in Menton deviation measurement.

#### 4. ANS deviation 의 오차 평가

##### 1) Absolute value of errors in ANS deviation measurement (AVEANS)

AVEANS는 MSP 6 (Ba-Cg-S)에서 유의할 만한 가장 큰 값을 보였으며 ( $P < 0.05$ ), MSP 5 (Ba-Na-S)도 나머지 6개 MSP보다 큰 값을 보였다 (Table 7, Figure 8).

**Table 7. Absolute value of errors in ANS deviation measurement (mm) (n=180)**

MSP	Mean	SD	Minimum	Maximum	Multiple comparison
MSP 1	0.44	0.66	0.00	3.19	A
MSP 2	0.44	0.66	0.00	3.20	A
MSP 3	1.04	0.96	0.00	4.92	A
MSP 4	1.13	1.13	0.00	5.90	A
MSP 5	2.45	2.52	0.00	13.17	B
MSP 6	3.11	3.47	0.00	16.85	C
MSP 7	0.82	0.79	0.00	3.47	A
MSP 8	0.82	0.78	0.00	3.41	A

MSP 1, FH-Na-Ba; MSP 2, FH-Na-S; MSP 3, FH-Cg-Ba; MSP 4, FH-Cg-S; MSP 5, Ba-Na-S; MSP 6, Ba-Cg-S; MSP 7, Ba-Na-ANS; MSP 8, Ba-Cg-ANS; n, number; SD, standard deviation. Data analyzed by Linear Mixed Model and multiple comparison with Bonferroni test at significance level of  $P < 0.05$ .

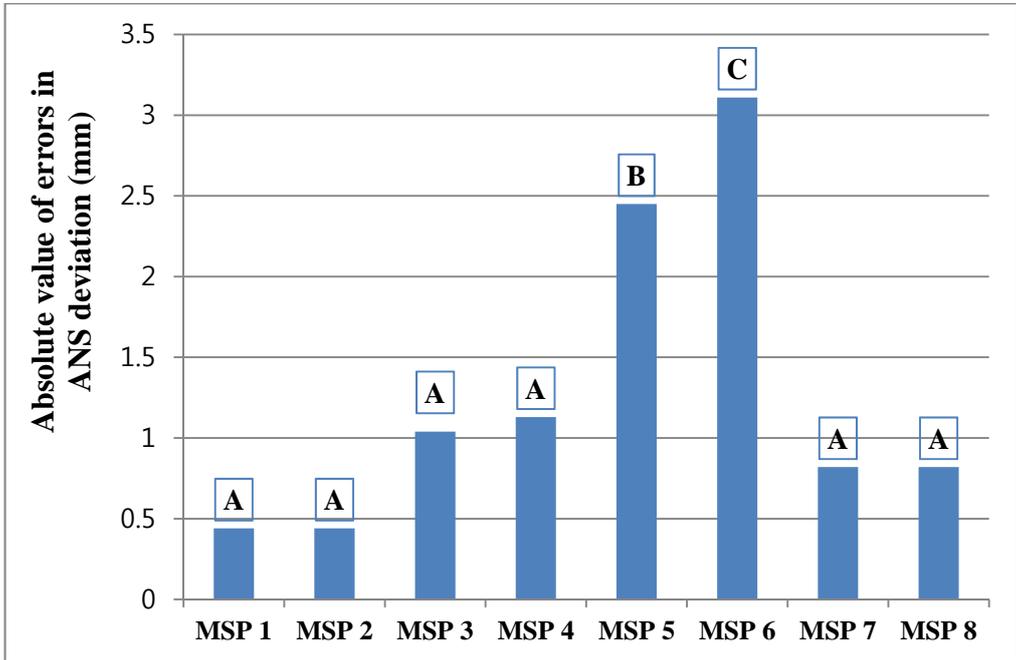


Figure 8. Comparison of absolute value of errors in ANS deviation measurement.

2) Value of errors in ANS deviation measurement (VEANS)

VEANS는 MSP 6 (Ba-Cg-S) 에서 가장 큰 음의 값을 보였으며 ( $P < 0.05$ ), MSP 5 (Ba-Na-S)가 다음으로 큰 음의 값을 보였다 ( $P < 0.05$ ). 나머지 6개 MSP는 유의한 차이를 보이지 않았다 ( $P > 0.05$ ) (Table 8, Figure 9).

**Table 8. Value of errors in ANS deviation measurement (mm) (n=180)**

MSP	Mean	SD	Minimum	Maximum	Multiple comparison
MSP 1	0.05	0.79	-1.74	3.19	A
MSP 2	0.08	0.79	-1.74	3.20	A
MSP 3	-0.02	1.41	-4.92	3.38	A
MSP 4	-0.28	1.57	-5.90	3.11	A
MSP 5	-1.10	3.34	-12.20	13.17	B
MSP 6	-1.81	4.30	-15.78	16.85	C
MSP 7	-0.32	1.09	-3.47	2.09	A
MSP 8	-0.31	1.09	-3.41	2.09	A

MSP 1, FH-Na-Ba; MSP 2, FH-Na-S; MSP 3, FH-Cg-Ba; MSP 4, FH-Cg-S; MSP 5, Ba-Na-S; MSP 6, Ba-Cg-S; MSP 7, Ba-Na-ANS; MSP 8, Ba-Cg-ANS; n, number; SD, standard deviation. Data analyzed by Linear Mixed Model and multiple comparison with Bonferroni test at significance level of  $P < 0.05$ .

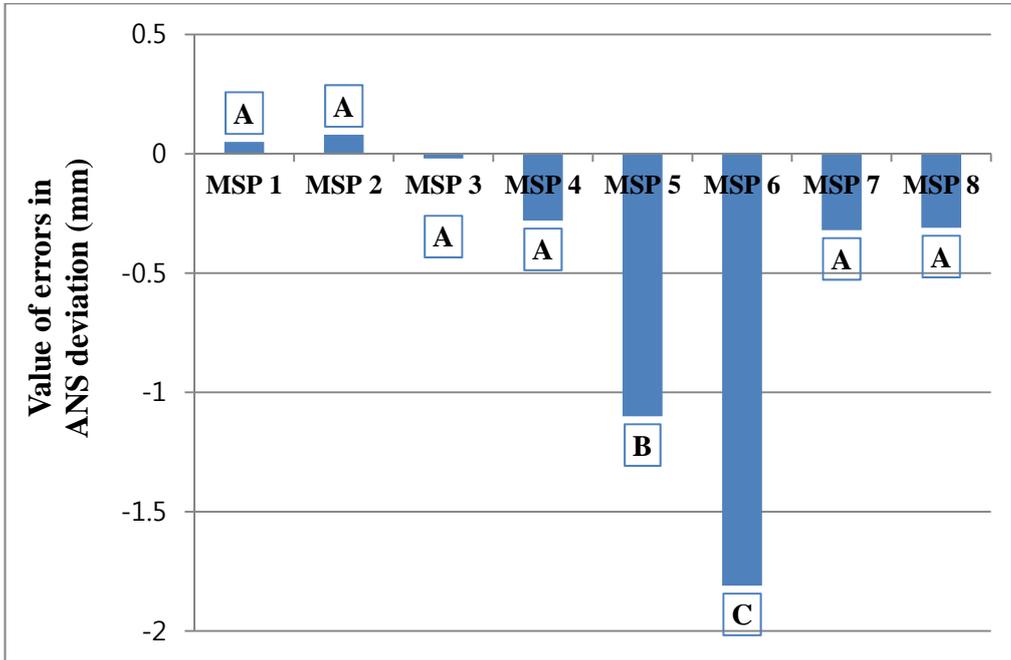


Figure 9. Comparison of value of errors in ANS deviation measurement.

## 5. A-P line deviation 의 오차 평가

### 1) Absolute value of errors in A-P line deviation measurement (AVEAP)

AVEAP는 MSP 4, 5, 6 (FH-Cg-S, Ba-Na-S, Ba-Cg-S) 에서 다른 평면에 비해 통계적으로 유의할 만한 큰 값을 보였다 ( $P < 0.05$ ) (Table 9, Figure 10).

**Table 9. Absolute value of errors in A-P line measurement (Deg.) (n=180)**

MSP	Mean	SD	Minimum	Maximum	Multiple comparison
MSP 1	0.43	0.59	0.00	3.04	A
MSP 2	0.82	1.05	0.00	5.44	A
MSP 3	0.77	0.71	0.00	4.92	A
MSP 4	1.22	1.32	0.00	6.75	B
MSP 5	1.53	1.91	0.00	13.17	B
MSP 6	1.95	2.52	0.00	16.85	B
MSP 7	0.67	0.67	0.00	3.47	A
MSP 8	0.70	0.66	0.00	3.41	A

MSP 1, FH-Na-Ba; MSP 2, FH-Na-S; MSP 3, FH-Cg-Ba; MSP 4, FH-Cg-S; MSP 5, Ba-Na-S; MSP 6, Ba-Cg-S; MSP 7, Ba-Na-ANS; MSP 8, Ba-Cg-ANS; n, number; SD, standard deviation; Deg., degree; Data analyzed by Linear Mixed Model and multiple comparison with Bonferroni test at significance level of  $P < 0.05$ .

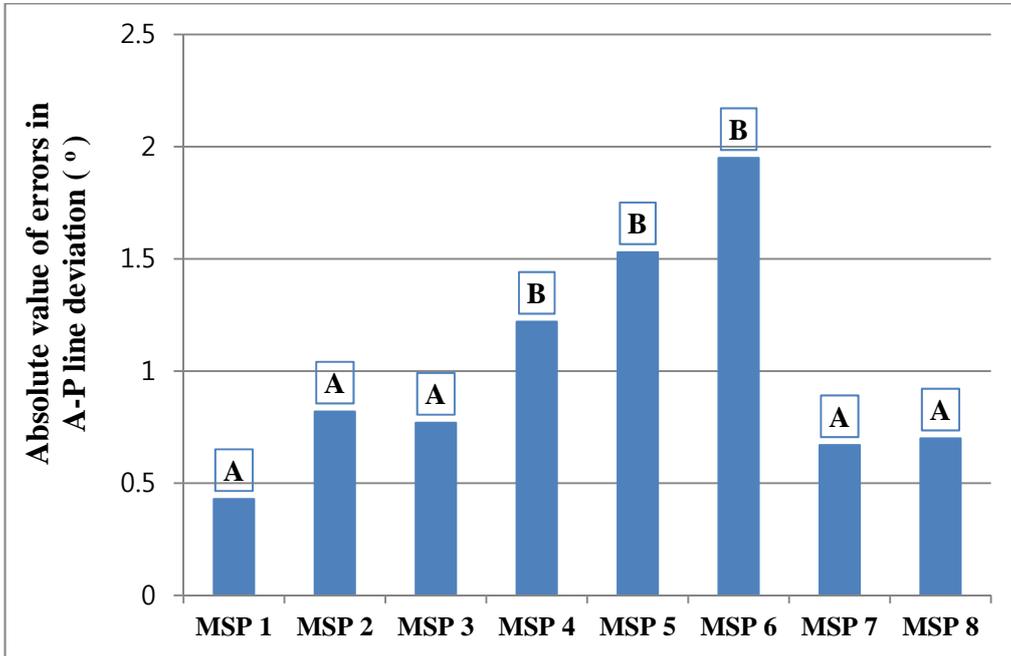


Figure 10. Comparison of absolute value of errors in A-P line deviation measurement.

2) Value of errors in A-P line deviation measurement (VEAP)

VEAP는 MSP 6 (Ba-Cg-S) 에서 MSP 1, 2, 3, 7, 8 에 비해 통계적으로 유의할 만한 큰 음의 값을 보였다 ( $P < 0.05$ ) (Table 10, Figure 11).

**Table 10. Value of errors in A-P line deviation measurement (Deg.) (n=180)**

MSP	Mean	SD	Minimum	Maximum	Multiple comparison
MSP 1	0.10	0.72	-1.57	3.04	A, B
MSP 2	-0.28	1.30	-5.44	2.40	B
MSP 3	0.19	1.03	-4.92	2.71	A, B
MSP 4	-0.44	1.74	-6.75	2.88	B, C
MSP 5	-0.59	2.37	-8.38	13.17	B, C
MSP 6	-0.84	3.08	-10.85	16.85	C
MSP 7	-0.23	0.92	-3.47	2.44	B
MSP 8	-0.15	0.95	-3.41	2.45	B

MSP 1, FH-Na-Ba; MSP 2, FH-Na-S; MSP 3, FH-Cg-Ba; MSP 4, FH-Cg-S; MSP 5, Ba-Na-S; MSP 6, Ba-Cg-S; MSP 7, Ba-Na-ANS; MSP 8, Ba-Cg-ANS; n, number; SD, standard deviation; Deg., degree; Data analyzed by Linear Mixed Model and multiple comparison with Bonferroni test at significance level of  $P < 0.05$ .

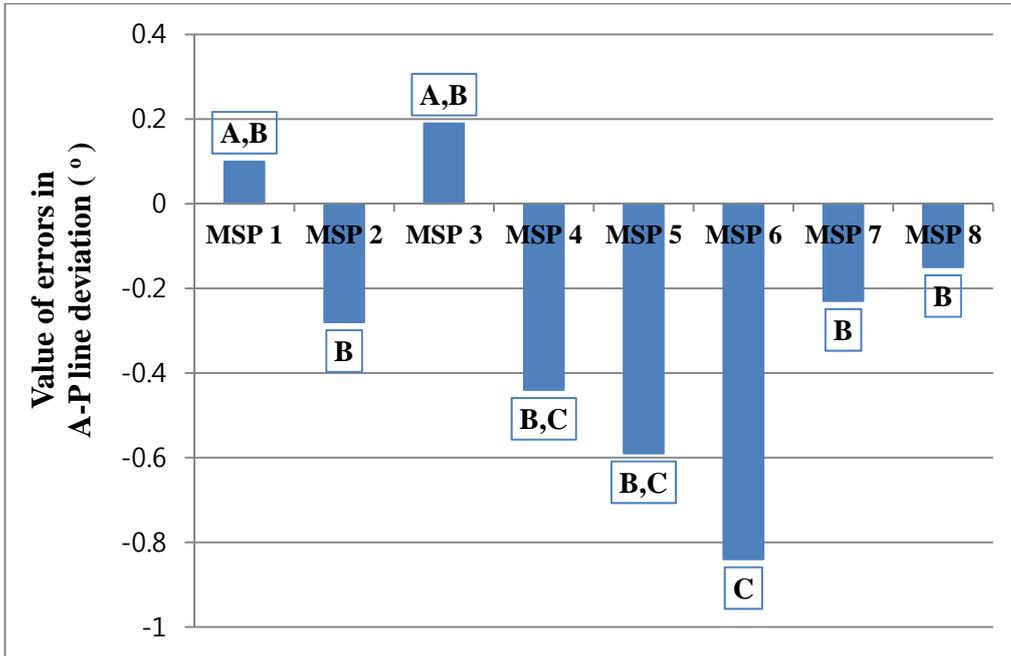
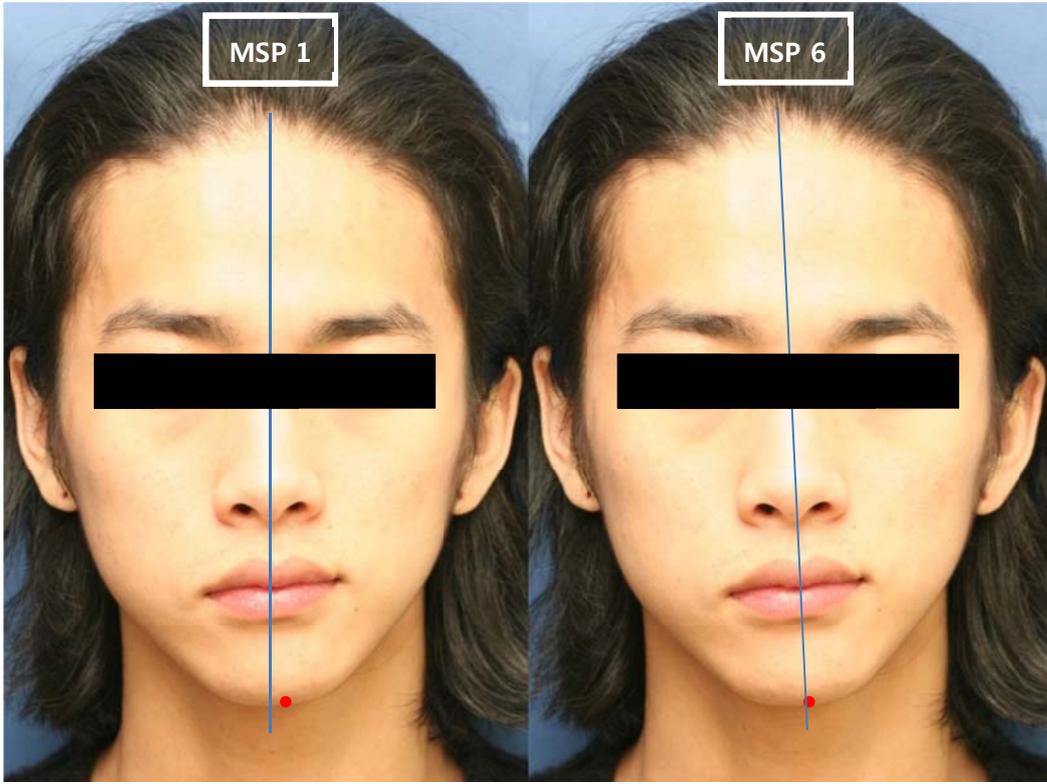


Figure 11. Comparison of value of errors in A-P line deviation measurement.

## IV. 고찰

본 연구는 악안면 비대칭 환자에서 정중시상 평면을 설정하는 방법을 비교하기 위한 것으로 정중시상 평면의 설정은 악안면 비대칭 환자의 진단시 매우 중요한 과정이며, 설정 방법에 따라 악안면 비대칭 환자의 비대칭 정도를 과장하거나 축소시킬 수 있다 (Figure 12).

전문가들이 악안면 비대칭 환자의 Ideal MSP로 가장 많이 선택한 평면은 FH plane에 수직하고 Nasion, Basion 의 두 점을 지나는 평면 (MSP 1) 이었으며, 그 결과 MSP 1은 가장 작은 AVEMe, AVEANS 및 AVEAP를 보였다. FH plane에 수직하는 다른 평면인 MSP 2, 3, 4 또한 비교적 작은 AVEMe, AVEANS 및 AVEAP를 보여, 안면부 비대칭 평가에 적절하게 사용될 수 있음을 보였다. 특히 Crista galli와 Sella를 지나는 MSP 4의 경우 Ideal MSP로 180번 중 6번 밖에 선택되지 않았으나, MSP 1의 AVEMe 및 AVEANS와 통계적으로 유의차 없는 값을 보였다. 이는 FH plane에 수직하는 MSP 1, 2, 3, 4 평면이 모두 안면부에서 유사하게 형성됨을 의미하며, 본 연구에서도 4개의 MSP 사이에서 가장 큰 차이가 나타난 경우가 Menton에서는 0.26mm, ANS에서는 0.36mm, A-P line 에서는 0.70° 였다 (Table 2). 다만 AVEAP에서는 MSP 4와 MSP 1, 2, 3 이 유의한 차이를 보였으며, 이는 Crista galli와 Sella의 전후방적 거리차가 상대적으로 좁아 두 기준점의 좌우 변이량이 평면의 Yaw 정도에 높은 영향을 미치기 때문으로 생각된다. 반면



**Figure 12. Inconsistent asymmetry evaluation result caused by two different MSP (MSP 1 and MSP 6).**

두개저의 기준점 3개로 구성된 MSP 5, 6은 AVEMe, AVEANS 및 AVEAP의 평가에서 다른 평면에 비해 통계적으로 유의할 만한 큰 값을 보였다. Kim 등은 두개저의 중간 구조물 및 양측성 구조물의 중점을 기준으로 한 51개의 MSP 평면을 비교하여 전방부의 Nasion 혹은 Foramen Cecum, 중앙부의 Sella, 후방부의 Basion 혹은 Opisthion을 포함하는 두개저의 중간구조물로 구성된 평면을 악안면 비대칭 평가시 적절한 MSP로 제시한 바 있으나 (Kim et al., 2014), 본 연구 결과에 의하면 이와 같이 두개저의 기준점만으로 구성된 MSP는 악안면 비대칭을 평가하기에는 부적절 하였다. 이는 두개저 기준점들 간의 수직적 높이 차가 안면 기준점들에 비하여 크지 않기 때문

에 기준점 위치가 좌우로 조금만 달라져도 안면 비대칭을 왜곡하는 정도가 증가하기 때문으로 생각된다. 두개저 기준점 2개와 ANS를 지나는 MSP 7, 8은 AVEANS 및 AVEAP에서 MSP 1,2와 통계적으로 유의차 없는 작은 값을 보였으나, AVEMe에서 통계적으로 유의차 있는 큰 값을 보였다. Jeon 등은 비대칭이 없는 환자군을 대상으로 한 정중시상 평면의 설정방법 비교연구에서 FH plane에 수직하고 Crista Galli를 지나는 평면에 비하여 ANS와 Crista Galli를 지나는 평면이 좀더 안면을 대칭적으로 양분한다고 하였다 (Jeon et al., 2007). 하지만 본 연구에서처럼 비대칭 환자군을 평가할 시에는, ANS가 비대칭 양상에 따라 변위될 가능성이 있으므로 안면 비대칭을 평가하기에 적절하지 않을 수 있으며, 또한 ANS가 악교정 수술 시 변할 수 있다는 점에서 한계점을 가진다 (Trpkova et al., 2003).

VEMe은 두개저 기준점만을 지나는 MSP 5, 6에서 다른 평면들에 비해 통계적으로 유의할 만한 가장 큰 음의 값을 보였다. 따라서 MSP 5, 6을 기준으로 할 시 비대칭 환자의 Menton 변위를 과소평가 할 수 있다. 실제로 Menton 변위량은 다른 6개 MSP에 비하여 적게는 1.78mm에서 많게는 3.11mm까지 적은 것으로 나타났다 (Table 2). VEANS에서도 MSP 5, 6을 기준으로 할 시 통계적으로 유의할 만한 큰 음의 값을 보여 비대칭을 과소평가하는 경향을 보이며, ANS 변위량은 다른 6개 MSP에 비하여 적게는 0.92mm에서 많게는 2.06mm까지 적은것으로 나타났다 (Table 2). 또한 두개저 전방부 점 중 Crista galli를 지나는 MSP 6에서 Nasion을 지나는 MSP 5에

비하여 좀더 큰 음의 값을 가지며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다. Kim 등은 비대칭 유무를 구분하지 않은 환자를 대상으로 한 연구에서, ANS 같은 안면부의 기준점을 포함한 정중시상평면에 비하여, Crista galli, Foramen ovale, Foramen spinosum 등의 두개저의 기준점만을 이용한 MSP는 상하악의 비대칭을 더욱 과장할 수 있음을 보인 바 있다 (Kim et al., 2011). 하지만 비대칭이 존재하는 환자를 대상으로 한 본 연구에서 두개저의 기준점만을 이용한 MSP는 안면의 비대칭을 과소평가하는 경향을 보였다.

본 연구 결과를 통하여 악안면 비대칭 환자의 Menton 및 ANS 변위의 평가시에는 FH plane에 수직하는 평면이 세 점을 지나는 평면보다 유리함을 알 수 있었다. Menton 변위의 평가시에는 전방부에서 Nasion 지나는 평면이 유리하며 후방부는 Basion 혹은 Sella 어느 점을 선택하여도 차이가 없었는데, 이는 Menton이 안면의 전방에 위치한 계측점이기 때문에, MSP를 설정함에 있어서 후방의 기준점으로 어떠한 점을 선택하든 안면부 비대칭 평가에 있어 영향을 거의 받지 않았음을 의미한다. 반면 전방부 기준점은 Menton의 평가시 중요한 역할을 하며, Jeon 등은 정중시상 평면의 설정방법 비교연구에서 전방부 기준점으로 Crista Galli를 제시한 바 있으며, Crista Galli의 뾰족한 형태로 인해 좌우 중앙의 지정이 용이함을 보였으나 (Jeon et al., 2007) 본 연구에 따르면 전방부 기준점으로 Crista galli 보다는 더 전방 구조물인 Nasion을 사용하는 것이 오차가 적음을 알 수 있었다.

반면 A-P line 변위의 평가시에는, 전방부 구조물뿐만 아니라 후방부 구

조물의 설정도 중요하며, 본 연구에서는 전방부에서 Nasion을 지나고, 후방부에서 Basion을 지나는 평면이 유리함을 알 수 있었다. 이는 계측점이 전후방적으로 넓게 위치할수록 계측점의 변이에 대한 오차를 감소시킬 수 있음을 의미하며, 향후 대후두공의 최후방점인 Opisthion이나 다른 후방부 계측점을 포함하는 MSP를 비교 평가하는 연구가 더 필요할 것이다.

악안면 비대칭은 경조직에 대한 평가뿐만 아니라 연조직의 평가도 같이 이루어져야 한다. 본 연구는 경조직에 대한 정중시상 평면의 설정방법을 비교하였지만, 추후 연조직에 대한 평가가 같이 이루어진 정중시상 평면의 설정에 대한 비교 연구가 이루어 진다면 악안면 비대칭 환자의 진단 및 치료 계획시 더욱 도움이 될 수 있을 것이라 사료된다.

## V. 결론

본 연구에서는 악안면 비대칭의 평가시 사용되고 있는 8개의 정중시상 평면 설정방법을 비교하기 위하여, 악안면 비대칭 환자의 3차원 CT 영상을 이용하여 각각의 정중시상 평면에 의한 계측값과 전문가가 선호하는 정중시상평면에 의한 계측값이 나타내는 차이를 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 전문가들이 가장 많이 선택한 평면은 FH plane에 수직하고 Na과 Ba 두 점을 지나는 평면으로, 총 180회 시행중 66회 선택되었다 ( $P < 0.05$ ).
2. Menton 변위의 평가시 FH plane에 수직하는 정중시상 평면을 사용하는 것이 세 점으로 구성되는 정중시상 평면보다 더 오차가 적었다. FH plane에 수직하는 정중시상 평면은 전방부 Na를 지나는 평면이 Cg를 지나는 평면에 비하여 적은 오차를 보이나 통계적 유의차를 보이지 않았으며, 후방부는 Ba 혹은 S 중 어느 점을 선택하여도 차이가 없었다 ( $P > 0.05$ ).
3. ANS 변위의 평가시 두개저에 위치하는 세 점 (Ba와 S, 그리고 Na 또는 Cg)를 지나는 정중시상 평면을 사용하는 것이 FH plane에 수직하는 정중시상 평면이나 ANS를 포함한 세 점으로 구성되는 정중시상 평면보다 오차가 크게 나타났다 ( $P < 0.05$ ).

4. A-P line 변위의 평가시 FH plane에 수직하고 Cg와 S를 지나는 정중 시상 평면과 두개저에 위치하는 세 점을 지나는 정중시상 평면을 사용할 경우 더 큰 오차를 보였다 ( $P < 0.05$ ).

5. 두개저에 위치하는 세 점을 지나는 정중시상 평면을 사용할 경우 Menton, ANS, A-P line의 비대칭을 과소평가 할 수 있다.

악안면 비대칭 평가시 FH plane에 수직하며, 전방부에서는 Nasion, 후방부에서는 Basion이나 Sella를 지나는 정중시상 평면을 사용하는 것이 임상적으로 비대칭 평가에 대한 오차를 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- Ahlqvist J, Eliasson S, Welander U: The cephalometric projection. Part II. Principles of image distortion in cephalography. *Dentomaxillofac Radiol* 12: 101-108, 1983.
- Baek SH, Cho IS, Chang YI, Kim MJ: Skeletodental factors affecting chin point deviation in female patients with class III malocclusion and facial asymmetry: a three-dimensional analysis using computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 104: 628-639, 2007.
- Broadbent BH: A NEW X-RAY TECHNIQUE and ITS APPLICATION TO ORTHODONTIA. *The Angle Orthodontist* 1: 45-66, 1931.
- Chen LH, Chen WH: Three-dimensional computer-assisted simulation combining facial skeleton with facial morphology for orthognathic surgery. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 14: 140-145, 1999.
- De Momi E, Chapuis J, Pappas I, Ferrigno G, Hallermann W, Schramm A, et al.: Automatic extraction of the mid-facial plane for cranio-maxillofacial surgery planning. *Int J Oral Maxillofac Surg* 35: 636-642, 2006.
- Gawlikowska A, Szczurowski J, Czerwinski F, Miklaszewska D, Adamiec E, Dzieciolowska E: The fluctuating asymmetry of medieval and modern human skulls. *Homo* 58: 159-172, 2007.
- Girod S, Keeve E, Girod B: Advances in interactive craniofacial surgery planning by 3D simulation and visualization. *Int J Oral Maxillofac Surg* 24: 120-125, 1995.
- Gravelly JF, Benzies PM: The clinical significance of tracing error in cephalometry. *Br J Orthod* 1: 95-101, 1974.
- Grummons DC, Kappeyne van de Coppello MA: A frontal asymmetry analysis. *J Clin Orthod* 21: 448-465, 1987.
- Hartmann J, Meyer-Marcotty P, Benz M, Hausler G, Stellzig-Eisenhauer A: Reliability of a Method for Computing Facial Symmetry Plane and Degree of Asymmetry Based on 3D-data. *J Orofac Orthop* 68: 477-490, 2007.

- Houston WJ: The analysis of errors in orthodontic measurements. *Am J Orthod* 83: 382-390, 1983.
- Jens Kragtkov, Carles Bosch, Carsten Gyldensted, Steen Sindet-Pedersen: Comparison of the Reliability of Craniofacial Anatomic Landmarks Based on Cephalometric Radiographs and Three-Dimensional CT Scans. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal* 34: 111-116, 1997.
- Jeon YN, Lee KH, Hwang HS: Validity of midsagittal reference planes constructed in 3D CT images. *Korean J Orthod* 37: 182-191, 2007.
- Kim HJ, Kim BC, Kim JG, Zhengguo P, Kang SH, Lee SH: Construction and validation of the midsagittal reference plane based on the skull base symmetry for three-dimensional cephalometric craniofacial analysis. *J Craniofac Surg* 25: 338-342, 2014.
- Kim TY, Baik JS, Park JY, Chae HS, Huh KH, Choi SC: Determination of midsagittal plane for evaluation of facial asymmetry using three-dimensional computed tomography. *Imaging Sci Dent* 41: 79-84, 2011.
- Klingenberg CP, Barluenga M, Meyer A: Shape analysis of symmetric structures: quantifying variation among individuals and asymmetry. *Evolution* 56: 1909-1920, 2002.
- Kwon TG, Park HS, Ryoo HM, Lee SH: A comparison of craniofacial morphology in patients with and without facial asymmetry--a three-dimensional analysis with computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Surg* 35: 43-48, 2006.
- Matteson SR, Bechtold W, Phillips C, Staab EV: A method for three-dimensional image reformation for quantitative cephalometric analysis. *J Oral Maxillofac Surg* 47: 1053-1061, 1989.
- Moss ML, Salentijn L: Differences between the functional matrices in anterior open-bite and in deep overbite. *Am J Orthod* 60: 264-280, 1971.
- Pirttiniemi P, Miettinen J, Kantomaa T: Combined effects of errors in frontal-view asymmetry diagnosis. *Eur J Orthod* 18: 629-636, 1996.
- Ras F, Habets LL, van Ginkel FC, Prahl-Andersen B: Method for quantifying facial asymmetry in three dimensions using stereophotogrammetry. *Angle Orthod* 65: 233-239, 1995.

- Troulis MJ, Everett P, Seldin EB, Kikinis R, Kaban LB: Development of a three-dimensional treatment planning system based on computed tomographic data. *Int J Oral Maxillofac Surg* 31: 349-357, 2002.
- Trpkova B, Prasad NG, Lam EW, Raboud D, Glover KE, Major PW: Assessment of facial asymmetries from posteroanterior cephalograms: validity of reference lines. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 123: 512-520, 2003.
- Tuncer BB, Atac MS, Yuksel S: A case report comparing 3-D evaluation in the diagnosis and treatment planning of hemimandibular hyperplasia with conventional radiography. *J Craniomaxillofac Surg* 37: 312-319, 2009.
- Vig PS, Hewitt AB: Asymmetry of the human facial skeleton. *Angle Orthod* 45: 125-129, 1975.

## ABSTRACT

### **Comparison of different midsagittal plane configurations in evaluating craniofacial asymmetry with CT images**

SANGIN AN, D. D. S.

Department of Dental Science

Graduate School of Yonsei University

(Directed by Prof. Kyung-Ho Kim, D.D.S., M.S.D., Ph. D.)

Constructing midsagittal plane is important for planning orthognathic surgery for craniofacial asymmetry patients through 3-dimensional cephalometric analysis. However, the structure of all living things including human is difficult to have complete symmetry. So it has a limitation to conduct midsagittal plane by using bilateral symmetric structures.

The aim of this study was to compare 8 different midsagittal planes constructed by median structures and suggest most appropriate midsagittal plane in evaluating craniofacial asymmetry. For that, the differences between measurements by candidate midsagittal planes and measurements by the midsagittal planes chosen by experts were analysed in 3-dimensional CT images of craniofacial asymmetry patients.

A total of 30 patients (18 males, 12 females) in age of  $25.7 \pm 6.03$  were selected who visited National Health Insurance Service Ilsan Hospital for craniofacial asymmetry and took CT images from 2008 to 2014.

4 midsagittal plane were constructed by passing through two median structures while perpendicular to the Frankfort-Horizontal plane (FH plane). Other 4 midsagittal plane were constructed by passing through three median structures. Midsagittal plane (MSP) 1, 2, 3, 4 were constructed by passing through Nasion (Na) or Crista galli (Cg) in anterior median structures and Basion (Ba) or Sella (S) in posterior median structures while perpendicular to the FH plane. Midsagittal plane (MSP) 5, 6, 7, 8 were constructed by passing through Na or Cg in anterior median structures and Ba which was fixed in posterior median structures and S or Anterior Nasal Spine (ANS). Definitions of 8 midsagittal planes are as followings,

- ① MSP 1 (FH-Na-Ba) – passing through Na, Ba while perpendicular to the FH plane
- ② MSP 2 (FH-Na-S) – passing through Na, S while perpendicular to the FH plane
- ③ MSP 3 (FH-Cg-Ba) – passing through Cg, Ba while perpendicular to the FH plane
- ④ MSP 4 (FH-Cg-S) – passing through Cg, S while perpendicular to the FH plane
- ⑤ MSP 5 (Ba-Na-S) – passing through Ba, Na, S
- ⑥ MSP 6 (Ba-Cg-S) – passing through Ba, Cg, S
- ⑦ MSP 7 (Ba-Na-ANS) – passing through Ba, Na, ANS
- ⑧ MSP 8 (Ba-Cg-ANS) – passing through Ba, Cg, ANS

Menton, ANS and A-P line deviations were evaluated with these midsagittal planes. And the results are as followings,

1. The most frequently chosen plane by experts was passing through Na and Ba while perpendicular to the FH plane. It was chosen in 66 times from a total of 180 times of implementation ( $P < 0.05$ ).

2. In evaluation of Menton deviation, using midsagittal plane perpendicular to the FH plane had less errors than using midsagittal plane passing through three median structures. Among the midsagittal planes perpendicular to the FH plane, plane passing through Na had less errors than plane passing through Cg in anterior median structures, but there was no statically significant difference. In posterior median structures, there was no difference between plane passing through Ba and plane passing through S ( $P > 0.05$ ).

3. In evaluation of ANS deviation, using midsagittal plane passing through three median structures in cranial base (Ba and S, and Na or Cg) had more errors than using midsagittal plane perpendicular to the FH plane or passing through three median structures including ANS ( $P < 0.05$ ).

4. In evaluation of A-P line deviation, using midsagittal plane passing through Cg and S while perpendicular to the FH plane or passing through three median structures in cranial base had more errors than other midsagittal planes ( $P < 0.05$ ).

5. Using midsagittal planes passing through three median structures in cranial base can underestimate the asymmetry of Menton, ANS, A-P line.

In evaluating craniofacial asymmetry, it is thought to be able to reduce the errors in clinical practice to use midsagittal plane passing through Na in anterior median structures and Ba or S in posterior median structures while perpendicular to the FH plane.

---

Key words: Midsagittal plane, Craniofacial asymmetry, 3-dimensional analysis