

삼차원 전산화 단층촬영술을 이용한 안모 비대칭환자의 골격 분석

최정구 · 민승기 · 오승환 · 권경환 · 최문기 · 이준 · 오세리 · 유대현

원광대학교 치과대학 구강악안면외과학교실

Abstract (J. Kor. Oral Maxillofac. Surg. 2008;34:622-627)

SKELETAL PATTERN ANALYSIS OF FACIAL ASYMMETRY PATIENT USING THREE DIMENSIONAL COMPUTED TOMOGRAPHY

Jung-goo Choi, Seung-ki Min, Seung-Hwan Oh, Kyung-Hwan Kwon, Moon-Ki Choi, June Lee, Se-Ri Oh, Dae-hyun Yu

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Wonkwang University

In orthognathic surgery, precise analysis and diagnosis are essential for successful results. In facial asymmetric patient, traditional 2D image analysis has been used by lateral and P-A Cephalometric view, Skull PA, Panorama, Submentoververtex view etc. But clinicians sometimes misdiagnose because they cannot find exact landmark due to superimposition, moreover image can be magnified and distorted by projection technique or patient's skull position, when using these analysis and method.

For overcome these defects, analysis by using of 3D CT has been introduced. In this way we can analysis precisely by getting the exact image free of artifact and finding exact landmark with no interruption of superimposition.

So we want to review of relationship between various skeletal landmarks of mandible or cranial base and facial asymmetry by predictable analysis using 3D CT.

We select the cases of the patients who visited our department for correction of facial asymmetry during 2003-2007 and who were taken image of 3D CT for diagnosis. 3D CT images were reconstructed to 3D image by using V-Work program (Cybermed Inc., Seoul, Korea). And we analysis the relationship between facial asymmetry and various affecting factor of skeletal pattern.

The mandibular ramus high difference between right and left was most affecting factor that express facial asymmetry. And in this research, there was no relationship between cranial base and facial asymmetry. The angulation between facial midline and mandibular ramus divergency has significant relationship with facial asymmetry

Key words: Orthognathic surgery, Facial asymmetry, 3D CT, analysis

1. 서 론

악안면 골격의 비정상적인 성장이나 기형을 수술적으로 치료하는 악교정 수술은 정확한 진단을 통한 알맞은 치료계획의 수립이 무엇보다 중요하며, 이중 안면 비대칭은 그 종류와 형태가 매우 다양하고 복잡하여 이상적인 치료계획 수립이 매우 어려운 것으로 평가된다. 또한 하악 전돌이나 후퇴를 주소로 갖는 환자들 중 약 21-67%에 이르는 환자들이 안면 비대칭을 갖고 있어¹⁻⁴⁾ 항상 진단에 어려움을 주곤 한다. 전통적으로는 안면 비대칭 환자들의 수술을 계획할 때, 안면 비대칭의 요소들을 2차원적인 방사선 사진 즉 후 전방 두부 방사선 사진이나, 파노라마, 이하두정 방사선 사진, 두부 규격 방사선 사진들을

통해서 계측 했고, 그 변위량을 계산 하였다.^{5,9)} 하지만, 이러한 방법들은 3차원적인 환자의 두개나, 안모가 이차원적인 평면으로 옮겨져 표현되는 순간 필연적으로 발생하는 왜곡을 전제로 하는 방법들이었다. 예를 들어 방사선 사진을 찍는 동안 발생하는 관구의 위치에 따른 왜곡이나, 촬영과정중의 인공허상 (artifact), 환자의 두개 위치에 따른 상의 위치변화나, 재연 불가능성, 또는 상의 중첩에 때문에 사진 분석 시 발생하는 기준점 (Land mark)의 부정확성 등 수많은 요소의 간섭을 받게 된다.¹⁰⁻¹³⁾

이러한 이유에서 2차원 사진에 의한 분석 결과는 치료계획의 수립에 결정적인 도움을 주지 못하고 임상적 판단에 보조적인 자료로서 밖에는 활용되지 못하고 있다.

최근 들어 이러한 단점을 보완 하고자 3차원 전산화단층촬영법(이하 3D CT) 이용한 골격의 분석이 소개 되었다. CT에 의한 분석은 일반적으로 촬영시 생기는 상의 왜곡이 거의 없어 정확한 실제의 길이와 크기를 측정할 수 있을 뿐 아니라, 상의 중첩으로 인하여 생기는 기준점 결정의 어려움을 배제할 수 있다. 게다가 이를 3차원 상으로 재구성 하게 되면, 환자의 골격적인 형태를 가시화 할 수 있고, 두부 위치의 변화에 의해 생기는 상의 왜곡을 없앨 수 있다.¹⁴⁻¹⁹⁾

오 승 환

570-711 전라북도 익산시 신용동
원광대학교 치과병원 구강악안면외과학교실

Seung-Hwan Oh

Dept. of OMFS, School of Dentistry, Wonkwang University,
Sinyong-dong, Iksan-si, Jeonbuk, Korea
Tel. 82-63-859-2921 Fax. 82-63-847-4002
E-mail: omsosh@wonkwang.ac.kr

하지만 안면비대칭 환자의 분석에 있어서 여러 가지 장점을 가진 3D CT 분석법은 임상적 적용에 있어서 아직 시작 단계이며, 또한 3D CT 분석시 사용되는 기준점 및 분석법에 대한 검증이 완전히 이루어 지지 않은 상태이다. 따라서 안면 비대칭에 영향을 주는 결정적인 요소에 대한 객관화가 필요한 실정이다.²⁰⁻²⁵⁾

이에 본 연구에서는 CT를 이용한 3차원 영상분석을 사용하여, 안면비대칭에 영향을 주는 인자라 생각되는 요소에 대하여 3차원 상에서 실측해 보고, 그중 안면 비대칭과 가장 유의할 만한 상관관계가 있는 요소가 무엇인지 알아보려고 한다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

원광대학교 치과병원 구강악안면외과에서 안면기형으로 악교정 수술을 받은 환자 가운데 안면 정중선과 하악 이부사이의 편위가 2mm 이상인 환자중 술전 CT 검사가 이루어진 환자들을 대상으로 해부학적 표지점(landmark)이 CT상 온전히 표현된 환자들을 추출하였으며, 남자 11명 여자 18명으로 총 29명이었다.

연구 대상의 평균 나이는 20.7세였으며, 이중 남자의 평균 나이는 22.3세(18-30세), 여자는 19.7세(13-28세)이다.

2. 연구방법

1) 3차원 영상의 재구성

환자의 수술전 진단을 위하여 노출시간 17s, 관전압 80Kvp으로 촬영된 (Alphard, ASAHI ROENTGEN IND. CO., LTD., Japan) 0.6 또는 1.0mm 간격의 전산화 단층 영상을 DICOM 3.0 file로 전환하였으며, V-Work 4.0 프로그램 (Cybermed Inc., Seoul, Korea)을 통해 3차원 영상으로 재구성 하였다. 3차원 영상 재구성시 이미지를 다면 재구성 (Multiplanar reformation: MPR)하였으며, 입체영상 계측을 위하여 이를 다시 grayscale의 CT bone thresholding 기능을 사용하여 medium quality로 SSD (Shaded surface display) 형태로 최종 3차원 이미지를 구성 하였다. 또한 최종 이미

지에서는 두개의 골격구조만 남겨두고 연조직은 모두 제거 하였다.

2) 3차원 입체 영상에서의 계측

재구성된 삼차원 영상에서 Tab. 1에 정의된 계측점을 이용하여 계측 기준점으로 설정 하였으며 (Fig. 1), 이중 Opisthion, Nasion, ANS를 잇는 면을 안면정중면으로 설정하였다. (Fig. 2)

안면비대칭에 영향을 주는 요소를 하악골과 두개에서의 요소로 나누고, 각각에서 다음과 같은 계측 항목을 정하여 측정 하였다. 하악골 비대칭요소를 알아보기 위해 계측항목으로 Ramal의 좌우 길이, Condyle의 좌우길이, 그리고 Mandible Body의 좌우 길이를 측정하였다. 또한, 두개골 비대칭 요소를 알아보기 위해 Condylion의 위치를 하악와 (Mandibular fossa)의 최상방점으로 간주하여, 안면 정중선과 좌우측 Condylion이 이루는 거리와 각도를 측정하였고, 안모정중면과 수직을 이루며, Opisthion을 지나는 선을 기준선으로 하여 condylion까지의 거리를 측정했다. (Fig. 3)

또한, 이부의 편위와 하악체의 3차원적인 변위사이의 관계를 알아보기 위하여, 정중시상면과 Condylion-Antegonion notch가 이루는 각을 측정하였다. (Fig. 4)

이들 사이의 좌우측 차이를 계산하여 Tab. 2와 같이 정의 하였다.

3) 자료 분석 및 통계 처리

측정된 자료값은 SPSS Ver.12.0 프로그램을 통해 분석 및 통계처리 하였으며, 이변량 상관관계 분석을 통하여 하악과두의 좌우측 길이 차이, 하악지의 좌우측 길이 차이, 하악체의 좌우측 길이 차이, 하악와의 전후방 위치의 차이, 하악와의 측방위치의 차이, 하악와가 정중선과 이루는 각의 차이 각각에 대하여 이부의 편위에 미치는 관계를 하악체의 길이나, 하악와의 전후방적 길이의 경우 Spearman의 방법에 따라, 나머지의 경우 Pearson의 방법에 따라 분석하였다.

Table 1. Land marks that and description

Land marks	Description
Mentum	The most inferior point on the symphyseal outline.
Antegonion notch	The most inferiorpoint of the anterior border of the angle of mandible.
Sigmoid notch	The most inferior point of sigmoid notch.
Condylion	The most superior and posterior point of the condyle head.
Opisthion	The middle point on the rear margin of foramen magnum
Nasion	The point on the skull corresponding to the middle of the nasofrontal suture. Also called nasal point
Anterior nasal spine	The tip of the bony anterior nasal spine.

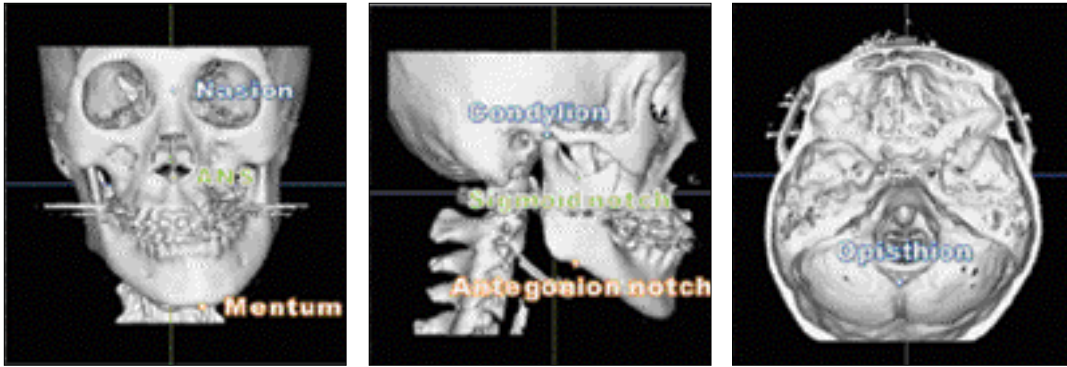


Fig. 1. Land marks on the 3D images.

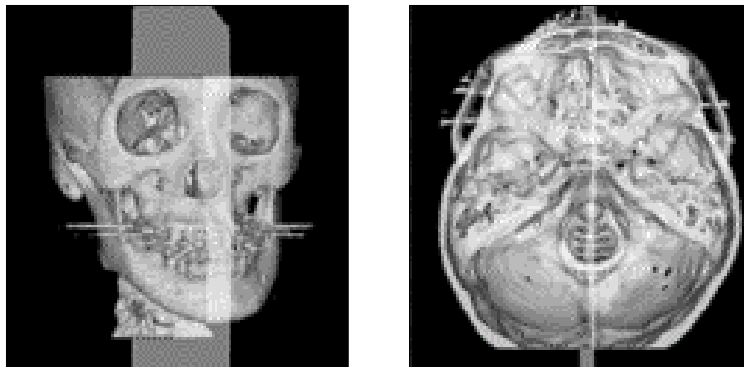


Fig. 2. The plane containing ANS, Nasion, Opisthion is defined as Facial mid-plane.

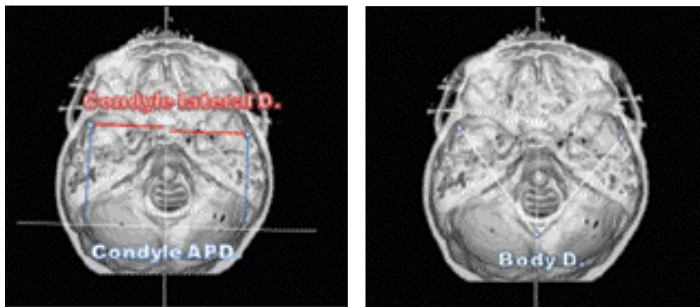


Fig. 3. The relationship between facial mid-plane and condylar fossa.

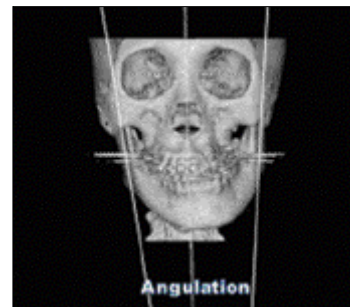


Fig. 4. The angulation between facial mid-plane and ramus.

Table 2. Various factors that seem to have relationship with mental deviation and it's description.

Variables	Description
CondylD	The difference between right and left length of condylion to sigmoid notch
BodyD	The difference between right and left length of Antegonion notch to Mentum
RamusD	The difference between right and left length of Sigmoid notch to Antegonion notch
BaseD	The angle between facial mid-plane and Condylion on Opisthion
CondylAPD	The difference between right and left shortest length of
CondylLD	The difference between right and left shortest length of facial mid-plane to Condylion
Angulation	The difference between right and left angle of facial mid-plane and the line that goes through Condylion and Antegonion notch

Ⅲ. 연구 결과

1) 하악 과두 길이의 차이와 안면 비대칭의 상관성

안면 비대칭환자에 있어서 하악과두 길이의 좌우측 차이는 하악이부의 변위와 뚜렷한 음의 상관관계가 있는 것으로 분석되었고, 이는 비변위측 과두의 길이가 길수록 하악 이부가 변위측으로 더욱 변위됨을 시사한다.

2) 하악체 길이의 차이와 안면 비대칭의 상관성

하악체 길이 역시 양측 차이는 하악 이부의 변위와 뚜렷한 음의 상관관계가 있는 것으로 분석되었고, 이는 비변위측 하악체의 길이가 길수록 이부의 편위가 변위측으로 심한것을 말한다.

3) 하악지 길이의 차이와 안면 비대칭의 상관성

양측 하악지의 길이와 하악 이부의 변위는 뚜렷한 음의 상관관계를 갖고 있으며, 이부의 변위에 영향을 주는 요소중 가장 유의성 있는 것으로 분석되었다. 하악지의 길이 역시 비변위측 하악지의 길이가 길때, 이부는 변위측으로 더욱 변위된다.

4) 하악와 이개량과 안면 비대칭의 상관성

Opithion에서 안모정중선을 이루는 평면과 하악와가 이루는 각의 좌우측 차이와 이부의 편위량과는 거의 상관관계가 없는 것으로 분석되었다.

5) 하악와의 측방 및 전후방적 위치와 안면비대칭의 상관성

두개저에서 하악과두의 측방 및 전후방적 위치는 이부의 편이량과 유의할만한 상관 관계가 없는 것으로 분석되었다.

6) 하악지와 정중시상면이 이루는 각도와 안면비대칭의 상관성

정중시상면과 양측 하악지가 이루는 각도를 측정해 보았을 때 평균 4.33도 편위측으로 더욱 기울어 졌으며, 이부의 편위량과 매우 강한 양의 상관관계를 갖고 있다. 즉 하악지가 정중시상면에 대하여 더욱 기울어지면, 이부의 변위가 더욱 커진다거나 반대로 이부의 편위량이 클수록 하악지의 기울기가 더욱 기울어져 전체적으로 비대칭적인 안모를 형성한다는 것을 알 수 있다. (Tab. 3)

Ⅳ. 총괄 및 고찰

대칭은 정중선 또는 점에 대하여 마주하고 있는 구조물의 크기 또는 형태 등이 일치하는 경우를 말하며, 비대칭은 그렇지 않는 경우를 말한다.²⁶⁾ 하지만 안모에 있어서는 정상인도 어느 정도의 비대칭이 존재한다고 이해되고 있고, 이를 normal asymmetry 라고 칭하고 있다.²⁷⁾

안면비대칭환자는 전술한 바와 같이 악교정수술을 원하는 환자 중 많게는 반수 이상을 차지하고 있다. 이러한 안면비대칭은 여러 가지 방법으로 규정 지어질수 있으나 환자 자신의 안면비대칭에 대한 주관적인 인지도에 관한 연구에서 하악이 불편위가 안면비대칭에 가장 큰 영향을 주는 것으로 보고되고 있으며, 안면 정중선에 대하여 하악 턱끝점(Chin point, Me)이 2mm이상 변위를 보이는 경우에 해당한다.²⁸⁻²⁹⁾

이러한 안면 비대칭은 여러 사람들에 의해 분류 되어 왔다. 이중 Masahito Maeda³⁰⁾ 등에 의한 분류에 따르면, 사람들은 안면 비대칭이 없는 그룹(Group I), 하악의 하악체 부위만 비대칭이 있는 그룹(Group IIA), 부가적으로 하악지 부위의 비대칭이 있는 그룹(Group IIB), 상악에만 비대칭이 있는 그룹(Group IIIA), 상악·하악지·하악체 세부위 모두에 비대칭이 있는 그룹(Group IIIB)으로 분류 될 수 있으며, 이는 안면 비대칭이 상악골 자체, 또는 하악지나 하악체 부위에서 생기는 좌우측 부조화에 의해 야기될 수 있음을 말해 준다.

또한 Bruneteau & Mulliken 그리고, Captier 등³¹⁻³²⁾에 의하면 두개저의 비대칭이 하악의 변위와 함께 나타날 수 있으며, 이를 plagiocephaly로 분류 하고 있다. 두개저의 비대칭은 악관절 부위를 통하여 하악의 변위로 표현 되므로, 관절와 위치의 좌우측 부조화에 의하여서도 안면 비대칭이 발생 할 수 있음을 알 수 있다.

정리해 보면 안면 비대칭에 영향을 주는 요소로 생각되어 지는 것은 상악골 자체의 길이의 차이, 하악체 길이의 차이, 하악지 길이의 차이, 하악과두의 길이의 차이, 두개저의 형태의 차이 등이며, 이는 하악 자체의 길이의 부조화로 인해 안면 비대칭이 생기는 경우와 상악골 및 두개저의 비대칭이 안면 비대칭으로 표현되는 경우로 크게 나눌 수 있다.

임상적으로 이러한 요소들은 환자의 성장 방향이나, 성장량에 영향을 주게 되며, 복합적으로 3차원적인 부조화를 야기하여 이부의 편위 및 안면 비대칭으로 표현된다.³³⁻³⁵⁾ 이러한 안모

Table 3. Valuables and it's correlation with Mentum deviation.

Valuable	Mean	SD	Min.	Max.	Pearson correlation with Mentum deviation	P
CondylD	0.09±0.69	3.71	-8.8	8.6	-0.61	<0.01
BodyD	-0.18±0.9	4.8	-8.9	10.63	-0.55*	<0.01
RamusD	0.85±0.60	3.26	-10.6	6.1	-0.66	<0.01
BaseD	0.87±0.47	2.52	-4.78	6.39	-0.11	<0.01
CondylLD	0.14±0.59	3.18	-5.54	6.92	-0.17	<0.01
CondylAPD	1.73±1.14	6.13	-9.13	20.62	-0.01*	<0.01
Angulation	2.17±1.42	7.66	-18.89	13.58	-0.76	<0.01

* Spearman correlation with Mentum deviation

의 비대칭은 악골과 연관된 현상일때 더욱 현저하게 나타나고, 이들은 주로 하악골과 연관되며, 일부 상악골과 연관되어 나타난다.³⁶⁾

안면 비대칭 환자들이 교정치료나, 수술을 원하는 경우에 있어서 치료를 받고 싶어 하는 가장 큰 원인은 심미적인 변화에 있다고 보고되었다.³⁷⁾ 또한, 외모에 대한 관심이 증대됨에 따라, 미미한 안면 비대칭 또는 Normal asymmetry 범주에 속하는 환자들이 안면 비대칭을 교정하여 심미적 변화를 도모하는 사례들이 점점 늘고 있다. 이와 같은 상황에서 더욱 자세한 술전 계획이 선행되어야 하며, 이를 위한 분석 또한 정확히 이루어져야 한다.

정확한 술전 계획을 세우기 위한 안면 비대칭 요소의 평가에 대한 본 연구 및 분석에 있어서, 하악 자체와 관계된 세가지 요소 즉, 하악 과두의 길이, 하악지의 길이 하악체의 길이가 안면 비대칭을 발현하는 가장 중요한 요소로 작용하고 있음을 알 수 있고, 이들 가운데 하악지의 길이가 가장 영향을 주는 요소라 할 수 있다. 이제까지 뒤늦어진 머리 모양을 가지고 있는 환자(plagiocephaly)는 측두하악 관절의 위치와 하악의 모양 역시 변위를 보인다고 보고되어졌고,³³⁻³⁵⁾ 이에 따라 일반적으로 두개안면 비대칭이 영유아기나 청소년기에 환경적인 요인뿐만 아니라, 유전적인 요인에 의해서도 일어날 수 있다고 알려져 왔다.³⁸⁾ Kreiborg 등³⁹⁾은 어린아이에 있어서 plagiocephaly와 하악 비대칭이 두개저의 비대칭에 대한 이차적인 보상작용으로 나타날 수 있다고 보고 하였다. 하지만 이러한 연구들은 성장기 이전의 환자에 대한 연구 결과이며 성장기 이후의 두개저 비대칭과 안면 비대칭과의 관계에 대한 직접적인 상관관계는 나타나지 못하고 있다. 또한 Sgouros 등은 두개저의 성장은 5세 이전에 이루어지며, 두개 기형이 안면 비대칭에 영향을 미치는 것은 이른 유아기에 불과하다는 것을 지적했다.⁴⁰⁾

이번 연구에서는 두개저의 위치 이상이 안면 비대칭에 끼치는 영향은 거의 없어 하악와 및 하악과두의 전후방적 또는 측방적 위치는 안면비대칭에 영향을 주지 않는다는 것이 밝혀졌다. 이러한 결과는 두개저의 형태가 안면 비대칭을 발현하는 결정적인 요소는 아니라는 것을 말해주며, 두개저의 위치에 비대칭이 있는 환자의 경우라도 하악이 성장을 하면서, 하악과두, 하악체, 하악지 등의 요소가 보상성으로 성장하여 이부의 편위에 영향을 미치지 않게 되는 것으로 해석될 수 있다.⁴¹⁻⁴²⁾

정모에서 하악지의 정중시상면에 대한 기울기를 측정해본 결과 하악지는 이부 편위측으로 평균 약 4.33도 더 기울어져 있는 것을 알 수 있으며, 이는 하악요소의 좌우측 길이의 부조화에 의한 것으로 생각된다. 또한, 이부의 편위와 함께 삼차원적인 안면 비대칭을 발현 하는 유의할만한 상관관계가 있는 요소로 분석되었다.

V. 결 론

원광대학교 구강악안면외과에서 2003년 이후로 악교정 수술을 받은 환자들 가운데, 이부의 편위를 2mm 이상 보이는 환자들 중 해부학적 표지점(Land mark)이 CT상 모두 표현된 29명의 환자들을 대상으로 한 이부의 편위에 가장 영향을 주는 요인에 대한 분석 결과 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

1. 이부의 편위에 가장 영향을 주는 요소는 좌우 하악지 길이의 차이이며, 하악과두와 하악체 역시 이부의 편위에 영향을 주는 요소로 확인 되었다. 이러한 요소들의 차이가 클수록 이부는 반대편으로 변위되었다.
2. 안면비대칭환자에 있어서 정중시상면과 하악지가 이루는 각은 비변위 측에서 더욱 컸으며, (본 연구에서 평균 4.33도) 이부의 편위와 유의할 만한 상관관계를 갖고 3차원적으로 안면 비대칭을 발현하는 요소로 작용하였다.
3. 두개저에서 하악과두의 위치는 측방이나 전후방 모두 이부의 편위 또는 안면의 비대칭에 영향을 주지 않았다.

안면비대칭 분석은 현재까지 선이나 길이 및 각도에 의하여 측정 되었지만, 실질적으로는 3차원 상에서 부피의 개념으로 측정 되어야 한다. 이에 본 연구 결과 이제까지의 2차원적인 분석이 3차원 적인것과 크게 다르지 않은 것으로 판명 되었지만, 향후 안면 비대칭은 체적의 형태로 분석할 수 있는 분석체계의 개발이 더욱 진행되어야 할 것으로 사료 된다.

또한 두개저의 형태이상과 안모 비대칭의 상관관계 및 이에 대한 보상성 성장이 미치는 영향에 대해 규명하기 위하여 통시적인 관찰 및 분석이 필요하다.

참고문헌

1. Fukushima K, Yasui K, Oatuka Y, Matsui S, Hirase N, Takayanagi J, et al. : Morphological characteristics of patients with jaw deformity Frontal cepharometric evaluation of facial symmetry. J Meikai Univ Dent 2003;32:118-23.
2. Tani M, Iketani M, Watanabe M, Suda S, Fujimura N, Miyazawa M, et al.: Posterior-anterior cephalometric analysis in patients with dentofacial deformities. J Jpn Stomatol Soc. 1989;35:1749.
3. Severt TR, Proffit WR. : The prevalence of facial asymmetry in the dentofacial deformities population at the University of North Carolina. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg. 1997;12:171-6.
4. Samman N, Tong AC, Cheung DL, Tideman H. : Analysis of 300 dentofacial deformities in Hong Kong. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg. 1992;7:181-5.
5. Sassouni V.: Diagnosis and treatment planning via roentgenographic cephalometry. Am J. Orthodontics. 1958;44:433-63.
6. Ricketts RM.: Cephalometric synthesis. Am J. Orthodontics. 1960;46:647-73.
7. Mulick JF.: Clinical use of the frontal headfilm. Angle Orthod. 1965;35:299-304.
8. Graber TM.: New horizons in case analysis-clinical cephalometrics. Am J. Orthodont. 1952 : 38:603-24.

9. Graber TM. : A critical review of clinical cephalometric radiography. *Am J Orthodont.* 1954 : 40:1-26.
10. 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.* 2003;123:512-20.
11. Fuhrmann RA, Schnappauf A, Diedrich PR. : Three-dimensional imaging of cranio-maxillofacial structures with a standard personal computer. *Dentomaxillofac Radiol* 1995;24:260-3.
12. Vannier MW, Hildebolt CF, Conover G, Knapp RH, Yokoyama Crothers N, Wang G. : Three-dimensional dental imaging by spiral CT. A progress report. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997;84:561-70.
13. Cavalcanti MGP, Haller JW, Vannier MW. : Three-dimensional computed tomography landmark measurement in craniofacial surgical planning: experimental validation in vitro. *J Oral Maxillofac Surg* 1999;57:690-4.
14. Cavalcanti MGP, Vannier MW. : Quantitative analysis of spiral computed tomography for craniofacial clinical applications. *Dentomaxillofac Radiol* 1998;27:344-50.
15. Nawaratne S, Fabiny R, Brien JE, Zalberg J, Cosolo W, Whan A, et al. : Accuracy of volume measurement using helical CT. *J Comput Assist Tomogr* 1997;21:481-6.
16. Xia J, Ip HH, Samman N, Wang D, Kot CS, Yeung RW, et al. : Computer-assisted three-dimensional surgical planning and simulation: 3D virtual osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2000;29:11-7.
17. Katsumata A, Fujishita M, Maeda M, Arijji Y, Arijji E, Langlais RP. : 3D-CT evaluation of facial asymmetry. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005;99:212-20.
18. Kawamata A, Arijji Y, Langlais RP. : Three-dimensional computed tomography imaging in dentistry. *Dent Clin North Am* 2000;44:395-410.
19. Kawamata A, Arijji Y, Langlais RP. : Three-dimensional imaging for orthognathic surgery and orthodontic treatment. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2001;13:713-25.
20. Matteson SR, Bechtold W, Phillips C. : A method for threedimensional image reformation for quantitative cephalometric analysis. *J Oral Maxillofac Surg* 1989; 47:1053-61.
21. Hildebolt CF, Vannier MW, Knapp RH. : Validation study of skull three-dimensional computerized tomography measurements. *Am J Phys Anthropol* 1990; 82:283-94.
22. Cavalcanti MGP, Haller JW, Vannier MW. : Three-dimensional computed tomography landmark measurement in craniofacial surgical planning: experimental validation in vitro. *J Oral Maxillofac Surg* 1999;57:690-4.
23. Cavalcanti MGP, Vannier MW. : Quantitative analysis of spiral computed tomography for craniofacial clinical applications. *Dentomaxillofac Radiol* 1998;27:344-50.
24. Nawaratne S, Fabiny R, Brien JE, Zalberg J, Cosolo W, Whan A, et al. : Accuracy of volume measurement using helical CT. *J Comput Assist Tomogr* 1997;21:481-6.
25. Xia J, Ip HH, Samman N, Wang D, Kot CS, Yeung RW, et al. : Computer-assisted three-dimensional surgical planning and simulation: 3D virtual osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2000;29:11-7.
26. Peck H, Peck S. A concept of facial esthetics, *Angle Orthod* 40 : 284-318, 1970.
27. Bishara SE, Burkey PS, Kharouf JG. : Dental and facial asymmetries, *Angle Orthod* 1994;64 : 89-98.
28. 안정순, 황현식 : 안면비대칭에 대한 주관적 인지도와 정모두부 방사선사진 분석치의 연관성. *대치교정지* 2001;31:489-98.
29. Haraguchi S, Takada K, Yasuda Y. : Facial asymmetry in subjects with skeletal Class III deformity. *Angle Orthod* 2002;72:28-35.
30. Masahito Maeda, DDS,a Akitoshi Katsumata, DDS, PhD,b Yoshiko Arijji, DDS, PhD,c Atsushi Muramatsu, DDS,d Kenji Yoshida, DDS, PhD,e Shigemi Goto, DDS, PhD,f Kenichi Kurita, DDS, PhD,g Eiichiro Arijji, DDS, PhD,h Nagoya and Gifu. : Japan 3D-CT evaluation of facial asymmetry in patients with maxillofacial deformities *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;02:382-90.
31. Bruneteau RJ, Mulliken JB. : Frontal plagiocephaly: synostotic, compensational, or deformational. *Plast Reconstr Surg* 1992;89:21-31.
32. Captier G, Leboucq N, Bigorre M, Canovas F, Bonnel F, Bonnafe A, Montoya P. : Plagiocephaly: morphometry of skull base asymmetry. *Surg Radiol Anat* 2003;25: 226-233.
33. Kane AA, Lo LJ, Vannier MW, Marsh JL. : Mandibular dysmorphology in unicoronal synostosis and plagiocephaly without synostosis. *Cleft Palate Craniofac J* 1996;33: 418-423.
34. Sakurai A, Hirabayashi S, Sugawara Y, Harii K. : Skeletal analysis of craniofacial asymmetries in plagiocephaly (unilateral coronal synostosis). *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 1998;32: 81-89.
35. St John D, Mulliken JB, Kaban LB, Padwa BL. : Anthropometric analysis of mandibular asymmetry in infants with deformational posterior plagiocephaly. *J Oral Maxillofac Surg* 2002;60:873-877.
36. 이충국. 이용환 : 비대칭안모 대한악안면성형외과학회지 1986;8:33-40.
37. Kiyak HA, Hohl T, Sherrick P. et al. : Sex differences in motives for and out-comes of orthognathic surgery, *J Oral Surg* 1981;39:757-64.
38. Pirttiniemi PM : Associations of mandibular and facial asymmetries-a review, *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994;106 :191-200.
39. Kreiborg S, Moller E, Bjork A. : Skeletal and functional craniofacial adaptations in plagiocephaly. *J Craniofac Genet Dev Biol Suppl* 1985;1:199-210.
40. Sgouros S, Natarajan K, Hockely AD, Goldin JH, Wake M. : Skull base growth in childhood. *Pediatr Neurosurg* 1993;31:259-68.41. T.-G. Kwon, H.-S. Park, H.-M. Ryoo, S.-H. Lee. : A comparison of craniofacial morphology in patients with and without facial asymmetry-a three-dimensional analysis with computed tomography. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2006;35:43-48.
42. Seung-Hak Baek, Il-Sik Cho et al. : 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* 2007;104:628-39.