

# 임플란트전산화단층촬영시 CENTRAL PANORAMIC CURVE의 변화가 하악골의 영상 재구성에 미치는 영향

서울대학교 치과대학 구강악안면방사선학 교실 및 치학연구소

박래정 · 이삼선 · 최순철 · 박태원 · 유동수

## 목 차

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

## I. 서 론

임플란트를 매식하고자 할 때는 임플란트를 매식할 부위의 골의 양과 질을 평가해야 하며 임플란트 매식을 제한할 수 있는 인접 해부학적 구조물은 물론 매식하고자 하는 부위에 비정상적인 소견이 있는지를 평가해야 한다. 장기적인 임플란트의 성공을 위해서는 인접 해부학적 구조물을 침범하지 않는 범위에서 악골의 최대한의 수직고경과 폭경을 이용해야 하며 이에 대한 정보를 얻기 위한 방법으로는 점막의 두께 측정이나 진단 모형 분석 등이 있으나 가장 많은 정

보를 제공해 주는 것은 방사선사진이다.

임플란트 시술시 진단 및 치료계획의 수립을 위해서 사용되는 방사선사진에는 치근단방사선 사진, 교합방사선사진, 파노라마방사선사진, 두 부규격방사선사진, 일반단층사진, 전산화단층 사진, 디지털방사선사진 등이 있으며 이러한 방사선사진을 이용하여 임플란트의 매식 위치, 수, 적절한 크기를 결정한다<sup>1-5)</sup>. 이 밖에 자기공명영상을 이용하고자 하는 노력도 계속되어 오고 있다<sup>6, 7)</sup>. 치근단방사선사진을 임플란트 시술에 이용할 때는 평행촬영법을 사용해야 하며 그리드 등을 이용하여 확대율을 계산하여 길이를 측정할 수도 있다. 교합방사선사진은 악골의 최대 협설 폭경을 추정하는데 이용할 수 있으나 각 부위에서의 악골의 폭경을 추정하는 것이 불가능하고 악골의 수직고경의 평가가 불가능한 단점이 있다. 파노라마방사선사진은 악골의 전반적 평가에는 유용하나 임플란트 매식 부위의 확대 정도가 일정하지 않으며 악골의 고경과 질을 삼차원적으로 평가하는 것이 불가능한 한계가 있다<sup>8)</sup>. 두부규격방사선사진은 확대율이 고정되어 있어서 절치부의 수직고경과 폭경의 측정이 가능하나 구치부의 측정은 불가능한 단점이 있다. 또한 상기한 방사선사진은 모두 악골의 절단면상(cross-sectional image)을 제공해 줄 수 없

\*이 논문은 1997년도 서울대학교병원 임상연구비(01-97-66) 지원에 의해 이루어진 것임.  
접수일:1998년 1월 13일  
채택일:1998년 1월 26일

## II. 연구재료 및 방법

### 1. 연구재료

성견 4마리의 하악골을 두개골에서 분리했으며 이 과정에서 하악골에 부착된 치은과 골막은 남겨두고 나머지 연조직은 모두 제거하였다. 그 후 연조직의 효과를 재현하기 위해서 분리된 하악골을 레진에 포매하였다.

### 2. 연구방법

#### 1) 전산화단층사진촬영

성견 4마리의 하악골을 레진에 포매하여 블록을 만든 후 하악골의 위치를 동일한 조건으로 하기 위하여 5 mm 두께의 아크릴판으로 레진블록을 고정할 수 있는 틀을 제작하여 고정틀 내에 레진블록을 위치시켰다. I. Q. 전산화단층촬영장치(Picker, USA)를 이용하였으며 촬영조건은 관전압 130kVp, 관전류 5 mA, sharp-ness 알고리즘, 단면 두께 2 mm, 단면 사이의 간격 2 mm였고 갠트리(gantry)의 경사도는 0°인 상태에서 교합평면이 지면에 수직되도록 하악골의 위치를 설정하였다. 상기 조건하에서 촬영범위를 성견 하악골의 교합평면에서 하악골 하연까지로 설정하여 색조준위(window level) 300, 색조폭(window width) 2000으로 하여 횡단면상을 얻었으며 하악 제1소구치의 치근단을 지나는 횡단면상을 참고횡단면상으로 선정하였다. 선정된 횡단면상에서 제1대구치의 근심면에서 제1소구치의 근심면까지를 대상으로 central panoramic curve를 3가지 방법으로 선정하였다. 제1대구치와 세 개의 소구치의 치근 중심을 연결하는 선을 central panoramic curve로 선정한 군을 A군으로, 제1소구치의 근심측 설측 피질골판과 제1대구치의 근심측 협측 피질골판을 연결한 선을 central panoramic curve로 선정한 군을 B군으로, 제1소구치의 근심측 협측 피질골판과 제1대구치의 근심측 설측 피질골판을 연결한 선을 central panoramic curve로 선정한 군을 C군으로 하였다(Fig. 1 참조). 절단면상은 각 군의 central panoramic curve에 직각되게 2 mm 간격으로 얻었으며 레

다는 결정적인 단점이 있다. 절단면상은 임플란트 매식 부위의 협설폭경을 측정할 수 있게 함으로써 악골 내에서 하악관 등의 해부학적 구조물을 3차원적으로 평가할 수 있도록 하고 임플란트의 크기나 각도를 결정하는 데 필수적인 영상으로 이러한 절단면상을 얻을 수 있는 방사선 사진으로는 일반단층사진, 전산화단층사진 등이 있다. 일반단층사진은 확대율이 고정되어 있으나 고유의 흐림 현상과 하악관이 뚜렷이 관찰되지 않는 경우가 많다는 단점이 있다. 전산화단층사진은 적절한 프로그램을 이용하면 확대가 없는 실측치를 얻을 수 있다는 장점이 있으며 촬영시 방사선블투과성 marker가 부착된 stent를 이용하면 매식할 임플란트의 길이나 매식 각도 등의 치료계획을 수립하는데 매우 유용하다<sup>9)</sup>. 따라서 최근에 임플란트 전산화단층사진의 사용 빈도가 증가하고 있다.

국내에서는 최 등<sup>11)</sup>이 일반단층사진과 전산화단층사진을 이용한 하악관의 위치분석에서 영상재구성법을 이용한 전산화단층사진이 일반단층사진에 비해서 더욱 우수한 촬영법이라고 하였다. 또 하 등<sup>12)</sup>은 전산화단층사진을 이용해서 하악관의 위치 및 하악골의 피질골 두께에 관한 연구를 시행한 바 있다. 다만 부분용적평균효과가 피질골의 두께에 미치는 영향을 고려하지 않아 실제와는 다소 차이가 있을 것으로 생각된다. 국외에서는 Kohavi 등<sup>13)</sup>이 횡단면의 변화가 하악골의 재구성 전산화단층사진상의 수직고경에 미치는 영향에 관한 연구를 시행한 바 있다.

임플란트전산화단층촬영을 하기 위해서는 주로 DentaScan<sup>14)</sup>이나 ToothPix 등 임플란트용 프로그램을 사용하는데 이 프로그램을 사용하는 과정 중에서 술자가 결정해 주어야 하는 사항으로는 참고 횡단면상(reference axial image) 선정과 선정된 참고 횡단면상에서의 central panoramic curve 선정이 있다. 이번 연구는 이 중 central panoramic curve를 임의로 변경시켜 얻어진 재구성 영상에서의 계측치를 실측치와 비교하여 central panoramic curve의 변화가 영상 재구성에 미치는 영향을 규명하고자 하였다.

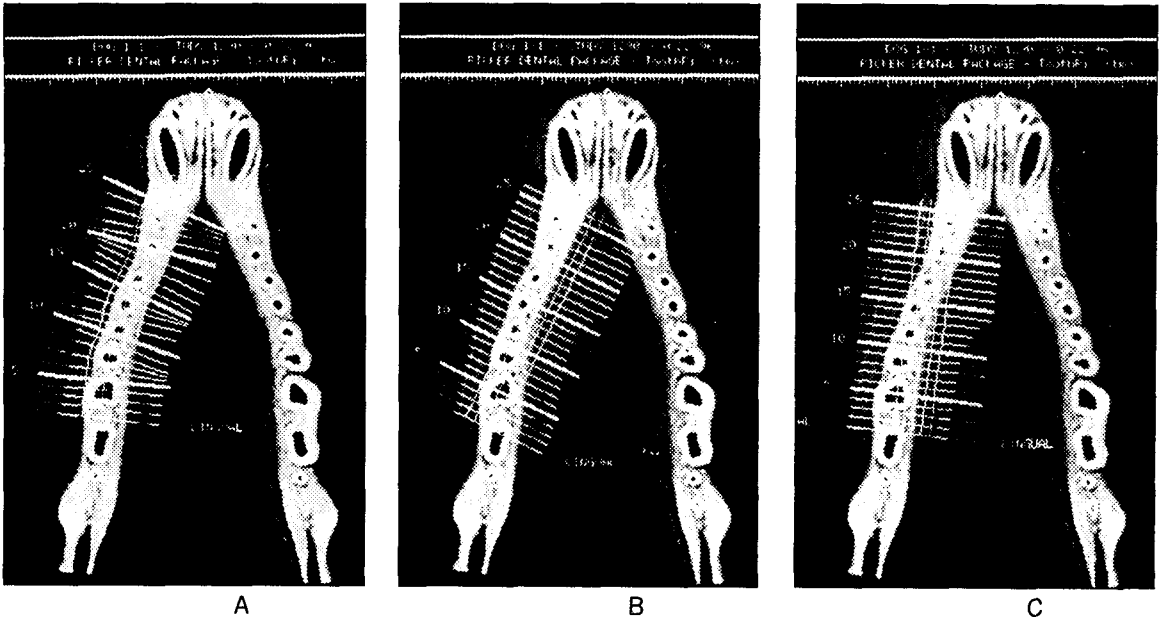


Fig. 1 Determination of central panoramic curve

- A: Group A (central panoramic curve was determined as the curve connecting the center of roots from the first premolar to the first molar)
- B: Group B (central panoramic curve was determined as the line connecting the lingual cortical plate at the level of the mesial aspect of the first premolar with the buccal cortical plate at the level of the mesial aspect of the first molar)
- C: Group C (central panoramic curve was determined as the line connecting the buccal cortical plate at the level of the mesial aspect of the first premolar with the lingual cortical plate at the level of the mesial aspect of the first molar)

이저 프린터(M952 Laser Imager Plus)를 이용하여 14인치×17인치 필름 (Medical Imaging Film, IR B Plus)에 인쇄한 후 Durr Medicine 430 (DURR TECHNIK, Germany) 자동현상기로 현상하였다.

## 2) 접촉방사선사진 촬영

임플란트전산화단층촬영 후 실측치를 얻기 위하여 레진블록된 하악골을 경조직용 초박절편 제작기인 EXAKT(banding saw system, MEIWA SHOJI Co. Japan)로 2 mm 두께의 협설 절편을 제작하였다. 이 때 절편제작부위는 제1소구치와 제2소구치 사이, 제2소구치와 제3소구치 사이, 제3소구치와 제1대구치 사이의 하악골 단면으로 선정하였으며 좌우 각각 3개 절편씩 총 24개의 절편을 얻었다. 제작한 절편은 Heliodont MD(Siemens, Germany) 구내방

사선촬영기를 이용하여 접촉방사선사진(contact radiograph)을 촬영하였다. 이 때 촬영조건은 절편을 No. 2 성인용 치근단필름(Ektaspeed Plus Dental film, Eastman-Kodak Company, USA) 위에 밀착된 상태에서 방사선원-피사체간 거리 18인치, 관전압 70kVp, 관전류 10 mA, 노출시간 0.10초로 하였으며 현상은 PERIOMAT(DURR TECHNIK, Germany) 자동현상기를 이용해서 현상하였다.

## 3) 영상의 획득 및 분석

현상한 임플란트전산화단층영상은 iPhoto Plus(U-Lead Systems Inc. 1993) 프로그램을 이용하여 플랫폼형의 스캐너(Scantouch, Nikon, Japan)로 positive film, 800 dpi, grayscale mode의 조건 하에서 영상을 획득한 후 확장명이 'tif' 인 tagged image file format

으로 저장하였다. 스캐너로 획득한 영상은 경조 직용 초박절편 제작기로 제작한 절편에 대응하는 부위의 영상으로 각 군당 24개씩 총 72개의 임플란트전산화단층영상을 획득하였으며 영상을 획득할 때 임플란트전산화단층영상에 표시되어 있는 계측자가 반드시 획득 범위에 포함되도록 하였다. 저장한 영상은 Adobe Photoshop 3.0 프로그램(Microsoft, USA)에서 처리하였으며 gray scale의 영상은 Image 메뉴에 포함되어 있는 adjust 명령의 하위 명령인 Brightness & Contrast에서 Brightness는 0으로 설정하고 Contrast를 50으로 설정하여 하악골의 변연을 결정하였다. 그 후 Magic wand 명령을 이용하여 하악골의 외연을 선택한 후 Image 메뉴에 포함되어 있는 Effect 명령의 하위 명령인 Scale 명령을 이용해서 선택 범위의 최대 수직고경과 폭경을 결정하였다. 그리고 최대수직고경의 25%, 50%, 75%에 해당하는 위치에 선택

의 수를 계산하여 pixel을 mm 단위로 변환하였다.

분석은 임플란트 시술시 이용되고 있는 악골 형태분석(maxilla/mandible shape pattern analysis)에서 사용되는 최대수직고경(maximum vertical dimension:MXVD), 최대폭경(maximum horizontal dimension:MXHD), 상폭경(upper horizontal dimension:UHD), 중폭경(middle horizontal dimension:MHD), 하폭경(lower horizontal dimension:LHD) 등 5개의 변수를 대상으로 하였다<sup>5)</sup>. 상폭경, 중폭경, 하폭경은 각각 최대수직고경의 25%, 50%, 75% level에 해당하는 높이에서의 하악골의 폭경을 의미한다(Fig. 2 참조). 얻어진 각 실험군과 대조군에서 각 변수의 평균, 실측치와의 차이, 표준편차 등을 비교하고 일원분산분석(one-way analysis of variance, ANOVA)에 의한 평균의 비교로 유의성을 검정하였다.

### Ⅲ. 연구성적

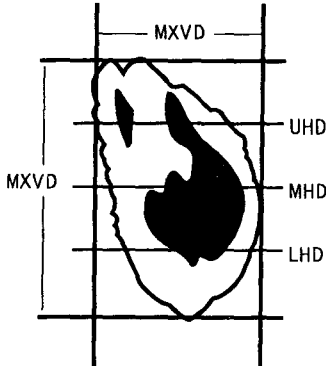


Fig 2. A schematic diagram of MSPA variables

- MXVD : maximum vertical dimension
- MXHD : maximum horizontal dimension
- UHD : upper horizontal dimension
- MHD : middle horizontal dimension
- LHD : lower horizontal dimension

도구인 마키(marquee) 도구의 single row option을 이용해서 영역을 선택한 후 계측을 위한 선을 그었다. 이 선의 길이를 기준 단위인 pixel의 수로 나타낸 후 임플란트전산화단층영상에 표시된 계측자의 20mm에 대응하는 pixel

실험군의 최대수직고경은 모두 실측치보다 작았으나 서로간에 유의한 차이는 없었다( $p>0.05$ ). 실험군의 최대폭경은 모두 실측치보다 컸으나 서로간에 유의한 차이는 없었다( $p>0.05$ ). 상폭경, 중폭경, 하폭경은 A군에서는 실측치와 같았으나 B군과 C군에서는 실측치보다 컸다. 그러나 역시 서로간에 유의한 차이는 없었다( $p>0.05$ )(Table 1과 Fig. 3 참조).

Table 2는 전산화단층촬영의 유효성을 임플란트 시술시 'surgeon's tolerance'로 불리는 1 mm 이상의 값을 가지는 수로 평가한 것으로 A, B, C 세 개의 군에서 실측치와 1 mm 이상의 차이를 보이는 계측치의 수는 각각 120개 영상 중 A군이 24개(20%), B군이 58개(48.3%), C군이 52개(43.3%)로 A군이 상대적으로 작은 수치를 보였다. 그러나 최대수직고경만은 A군에서 11개로 B군과 C군에 비해 다소 높았다(Fig. 4참조).

A군에서는 1 mm 이상 크게 나타난 경우가 9개, 1 mm 이상 작게 나타난 경우가 15개로 많은 경우에 축소되어 나타났으나 B군과 C군에서

Table 1. Mean and standard error of MSPA variables in experimental groups and real value (mm)

Group	MXVE	MXHD	UHD	MHD	LHD
A	19.9±1.5	11.9±1.0	9.3±1.3	10.0±1.0	9.2±0.8
B	20.2±1.4	12.2±1.1	9.5±1.4	10.3±1.1	9.3±0.8
C	20.2±1.6	12.3±1.1	9.6±1.2	10.3±0.9	9.4±0.8
real value	20.5±1.4	11.8±1.1	9.3±1.4	10.0±0.8	9.2±0.7

For the explanations of A, B, C groups, see Figure 1.

MXVD : maximum vertical dimension,      MXHD : maximum horizontal dimension  
 UHD : upper horizontal dimension,      MHD : middle horizontal dimension  
 LHD : lower horizontal dimension

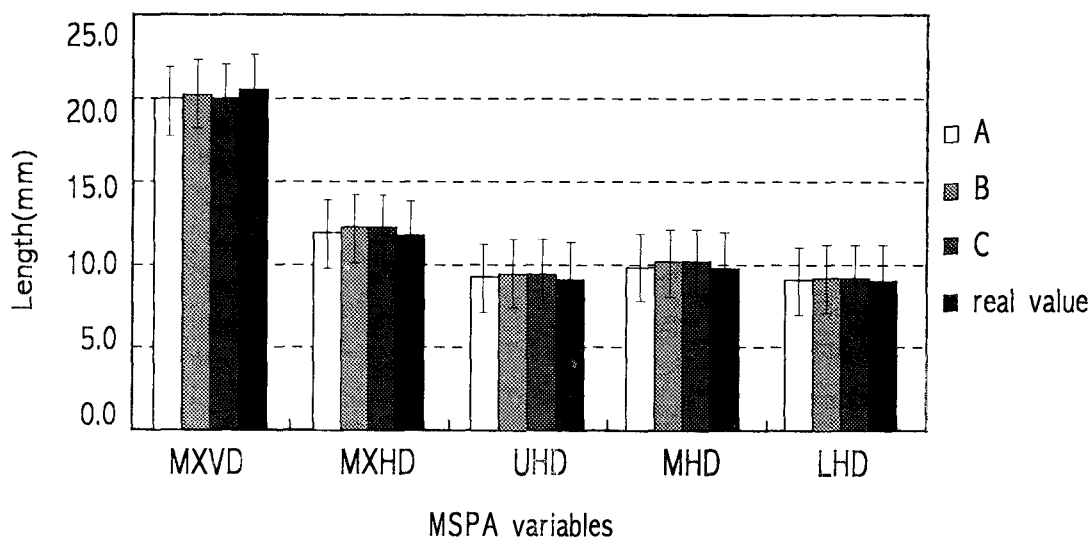


Fig 3. Graph of mean and standard error of the MXVD, MXHD, UHD, MHD, and LHD in the experimental groups and real value.

MXVD : maximum vertical dimension,      MXHD : maximum horizontal dimension  
 UHD : upper horizontal dimension,      MHD : middle horizontal dimension  
 LHD : lower horizontal dimension

Table 2. Number of noneffective observations of MSPA variables in experimental groups.

Group	A	B	C
MXVD	11(45.8%)	10(41.2%)	9(37.5%)
MXHD	5(20.8%)	16(66.7%)	12(50.0%)
UHD	4(16.7%)	11(45.8%)	10(41.2%)
MHD	1(4.2%)	12(50.0%)	13(54.2%)
LHD	3(12.5%)	9(37.5%)	8(33.3%)
Sum	24(20.0%)	58(48.3%)	52(43.3%)

For abbreviations, see Table 1.

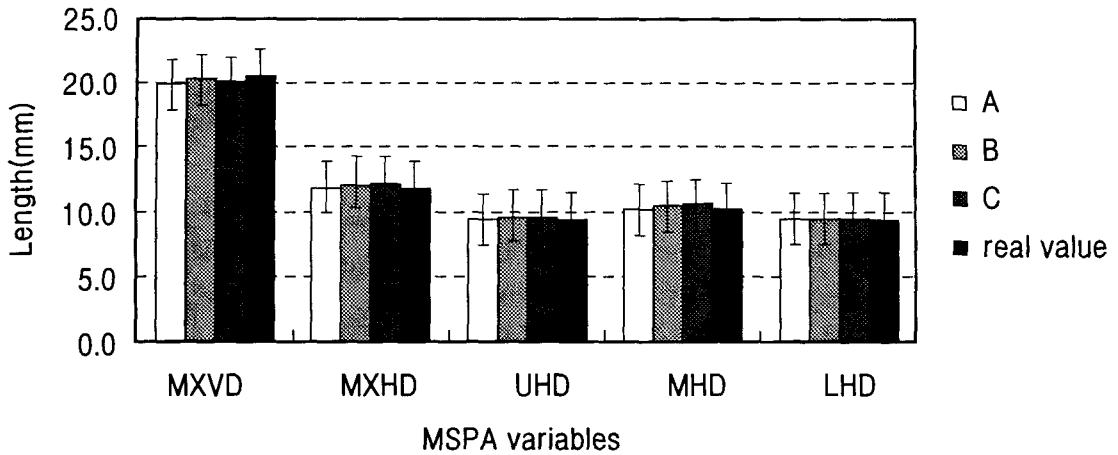


Table 4. Graph of the number of noneffective observations of MSPA variables in experimental groups and real value.

For abbreviations, see Table 1.

Table 3. Number of over- and under-estimation of MSPA variables in experimental groups(mm).

Group	A		B		C	
	over 1 mm	under 1 mm	over 1 mm	under 1 mm	over 1 mm	under 1 mm
MXVD	2	9	5	5	3	6
MXHD	3	2	10	6	8	4
UHD	3	1	7	4	6	4
MHD	0	1	7	5	9	4
LHD	1	2	5	4	6	2
SUM	9	15	34	24	32	20

For abbreviations, see Table 1.

는 1mm 이상 크게 나타난 경우가 작게 나타난 경우보다 많았다. 최대수직고경은 모든 군에서 크게 나타나는 경우가 작게 나타난 경우와 같거나 적었으나 수평측정치는 A군의 증폭경과 하폭경을 제외하고는 모든 군에서 크게 나타난 경우가 많았다(Table 3 참조).

#### IV. 총괄 및 고안

임플란트의 장기적인 성공을 위해서는 악골의 매식 부위에서 매식을 제한하는 인접 해부학

적 구조물을 침범하지 않으면서 최대한의 수직고경과 폭경을 얻는 것이 필요하다. 이 때 수직고경과 폭경에 관한 정보를 얻기 위해서 여러 가지 방사선사진이 이용되고 있으나 임플란트 시술에 사용되기 위해서는 방사선사진상에서 매식 부위에 대한 정확한 평가가 가능해야 한다. 전산화단층사진은 기존에 사용되던 다른 방사선사진에 비해서 보다 많은 정보와 더 정확한 계측치를 제공함으로써 임플란트의 매식 전 치료계획 수립에 그 이용 빈도가 증가하고 있다. 임플란트전산화단층사진을 얻기 위해서는 술자가 적절한 횡단면상에서 central panoramic

curve를 선정해 주어야 하는데 본 논문은 central panoramic curve의 변화가 하악골 영상 재구성에 미치는 영향을 연구하기 위해서 시행되었다.

본 연구에서는 젓은 상태의 하악골을 사용하였는데 건조하악골을 사용하면 공기와 골조직 사이의 대조도가 높아 길이의 측정에는 유리하나 실제와는 다소 차이가 있는 결과를 얻게 되기 때문이다. 따라서 연조직의 효과를 반영하기 위한 시도가 있어 왔으며 Yoshioka 등<sup>16)</sup>은 치은에 의한 효과를 반영하기 위해 아크릴릭 레진을 사용하였다. 또한 Spiers 등<sup>17)</sup>은 두경부 모형에서 연조직 효과를 평가하기 위한 기준으로 전자밀도와 유효 원자번호를 제시한 바 있다. 본 연구에서도 협부 연조직의 효과를 재현하기 위해 하악골을 레진에 포매하였는데 주위 근육의 CT 번호는 80~100, 레진의 CT 번호는 120~130이므로 협부 연조직의 대체물질로 적절하지는 않았으나 이용과 제작의 편의성 때문에 이를 사용하였다.

전산화단층사진 촬영시 갱트리의 각(gantry angle)도 상의 형성에 영향을 미칠 수 있는데 최 등<sup>18)</sup>은 갱트리의 각을 0°, 15°, 30° 등으로 변화시켜 생성되는 영상에서 하악관까지의 길이를 측정한 결과 갱트리의 경사가 증가함에 따라 길이의 변화도 심해졌다고 하였다. 본 연구에서도 갱트리의 경사로 인한 영상의 길이의 변화를 막기 위해서 갱트리의 각을 0°로 설정하였다. 이 밖에 Smith 등<sup>19)</sup>은 치조체에 평행하게 스캔을 시행하는 것이 중요하다고 하면서 이렇게 하면 횡단면상의 수를 감소시킬 수 있다는 현실적인 이점과 함께 영상의 기하학적 왜곡도 최소화시킬 수 있는 이점이 있다고 하였다.

하악골의 전산화단층영상을 얻은 후 저자는 하악골의 변연을 결정하기 위해서 Photoshop 프로그램을 이용하였다. Stella 등<sup>20)</sup>은 acetate paper를 일반단층방사선사진과 하악골 시편 위에 위치시킨 후 트레이싱(tracing)하여 하악관의 위치를 결정하였다. 그러나 이 방법의 오차에 대한 평가는 제시하지 않았으며 저자의 생각으로는 트레이싱용 펜에 의한 묘사선의 두께나 술자의 피로도 등에 따라 조건을 통일하기 어려운 단점이 있을 것으로 생각된다. 1970년대에 개인

용 컴퓨터를 이용하여 선형단층사진에서 흐림 현상을 제거하기 위한 시도가 있는 이래 최근에 Mayfield-Donahoo 등<sup>21)</sup>이 임플란트 매식 부위의 술전 평가를 위해서 얻은 일반단층영상에서 흐림현상을 제거하고 하악골의 변연을 결정하기 위해서 개인용 컴퓨터를 이용하여 algorithm을 개발한 바 있으며 분산분석을 이용한 오차 분석으로 이 방법에 대한 정확성을 검증하였다.

하악골의 피질골 변연을 결정한 후 저자는 재구성 영상의 변화를 정량적으로 측정하기 위해서 임상에서 치료계획 수립에 사용되는 악골형태분석을 원용했다. 악골 형태 분석은 Shimura 등<sup>22)</sup>이 CT/MPR 과정을 통해서 재구성된 전산화단층사진에서 임플란트 치료계획을 수립하는데 필요한 정보를 해석하기 위해 창안한 영상 분석법으로서 상악골과 하악골의 무치악 부위에 관한 정확한 정보를 제공해 준다. 이 분석법은 처음에 DentaScan을 내장하고 있는 CT에서 촬영한 전산화단층사진상에서 시행된 방법으로 최대수직고경, 최대폭경, 상폭경, 중폭경, 하폭경 등 5개의 변수로 악골의 형태를 분석하였다. 또한 Shimura 등<sup>22)</sup>은 절단면상에서 측정한 악골의 고경과 폭경을 연속적으로 도시함으로써 knife edge의 존재 등 악골의 형태를 정확히 인지하여 임플란트의 매식위치를 설정하고 임플란트의 길이와 폭경을 결정하는데 매우 효과적이었다고 보고하였다. 저자가 이번 연구에서 악골형태분석에 이용되고 있는 변수를 이용하여 결과를 수치화한 것도 비록 전산화단층촬영 장치의 종류는 다르지만 실제로 임상에서 치료계획의 수립에 이용할 수 있는 변수를 측정치로 이용하여 재구성 영상의 변화 여부를 관찰하고자 하는 의도에서였다.

최대수직고경은 실험군이 모두 실측치보다 작았으나 A, B, C군이 실측치와 각각 0.6 mm(2.9%), 0.3 mm(1.5%), 0.5 mm(2.4%)의 차이를 보여 서로간에 유의한 차이는 없었다. 그러나 A, B, C군에서 측정치의 값이 실측치를 중심으로 각각 -15%~14%, -11%~14%, -16%~11%의 범위에 분포하여 일부의 측정치는 실측치와 상당한 차이를 보였다. 실험군과 실측치 사이에 유의한 차이는 없었지만, 재구성 영상이 실측치보다 작은 값을 보인 이유는 전산화단

층영상의 부분용적평균효과 때문인 것으로 생각된다. 악골의 치조정 부위는 치주염 등에 이환되어 골 밀도가 감소되기 쉬우며 이로 인해 골과 연조직 등가물질로 사용한 레진의 경계면에서 대조도가 감소하여 재구성 영상에서 경계면의 인식이 어렵게 된다. Shimura 등<sup>22)</sup>은 재구성 영상의 정확성을 평가하기 위해서 2.54 cm 크기의 밀도가 높은 물질로 제작된 모형을 재구성한 협설단면에서 실측치와 0.2~0.5 mm 가량의 차이를 보였다고 하였다. Shimura의 실험에서는 밀도가 높은 물질을 이용하였기 때문에 부분용적평균효과가 영상의 확대로 나타났지만 본 연구에서는 밀도 차이가 적어서 오히려 영상의 경계면이 불명확하게 되어 저자가 하악골의 외연을 결정하기가 어려워 재구성 영상의 감소로 나타났다고 생각한다. 그러나 부분용적평균효과만으로 실측치와 상당한 차이를 보이는 계측치들을 설명하기는 어려우며 이는 저자가 실험군에서 설정한 central panoramic curve가 true central panoramic curve와 다르다는 사실 때문일 것으로 생각된다. 즉 임플란트전산화단층영상의 협설단면에서 관찰하고 있는 영상은 저자가 경조직용 초박절편제작기로 제작한 골편의 단면이 아닐 수 있다는 것이다.

최대폭경은 A, B, C군에서 실측치와 각각 0.1 mm(0.8%), 0.4 mm(3.4%), 0.5 mm(4.2%), 상폭경은 각각 0.0 mm(0.0%), 0.2 mm(2.2%), 0.3 mm(3.2%), 중폭경은 각각 0.0 mm(0.0%), 0.3 mm(3.0%), 0.3 mm(3.0%), 하폭경은 각각 0.0 mm(0.0%), 0.1 mm(1.1%), 0.2 mm(2.2%)의 차이를 보여 서로간에 유의한 차이는 없었다. 그러나 최대폭경은 재구성 영상에서 얻은 계측치의 값이 실측치를 중심으로 A, B, C군에서 각각 -17~12%, -15%~23%, -17%~25%, 상폭경은 각각 -22%~19%, -23%~35%, -23%~42%, 중폭경은 각각 -17%~10%, -26%~34%, -15%~35%, 하폭경은 각각 -11%~17%, -20%~32%, -18%~28%의 범위에 분포하여 일부의 계측치는 실측치와 상당한 차이를 보였다. 실험군과 실측치 사이에 유의한 차이는 없었으나 최대폭경, 상폭경, 중폭경, 하폭경이 재구성 영상에서 실측치보다 큰 값을 나타낸 사실의 일부는 전

산화단층영상의 부분용적평균효과로 인한 것으로 생각할 수 있다. 실제로 Kassebaum 등<sup>23)</sup>은 전산화단층영상이 부분용적평균효과로 인해서 피질골의 두께를 평가하기에 부적당하다고 하였다. 그러나 부분용적평균효과만으로 설명할 수 있는 것은 전술한 Shimura 등<sup>22)</sup>의 실험에 근거해서 판단해 보면 2.54 cm에 대해서 0.2~0.5 mm의 차이에 불과하다. 그런데 본 연구에서는 재구성 영상에서 실측치와의 차이가 0.5 mm를 넘는 경우가 최대폭경에서 50개, 상폭경에서 38개, 중폭경에서 35개, 하폭경에서 39개로 총 42.2%에 달하므로 이러한 사실을 설명하기 위해서는 부분용적평균효과 이외의 다른 인자를 생각해야 한다.

인자 중 하나로 저자는 실험군에서 선정한 central panoramic curve와 true central panoramic curve의 차이를 생각해 보았으며 이러한 차이로 인해 임플란트전산화단층영상에서 관찰하게 되는 재구성된 절단면상은 초박절편제작기로 제작한 골편의 단면과는 다를 수 있다. 생각의 편의를 위해서 악골이 굴곡이 없는 직육면체라고 가정하면, 악골의 정중점을 연결하는 true central panoramic curve와 악골의 설측 피질골판과 협측 피질골판을 연결한 실험군의 central panoramic curve는 모두 직선으로서 일정한 각을 이루면서 만날 것이다. 또한 치근의 중심을 연결한 central panoramic curve도 직선은 아니지만 인접한 치아의 치근 사이에서는 직선으로서 구간마다 역시 일정한 각을 이루면서 true central panoramic curve와 만날 것이다. 이 경우 각을  $\theta$ 라고 하면 정사영의 원리에 따라 실측치(R)와 계측치(M)의 값은

$$R = M \cos \theta$$

의 관계로 표시될 것이다. 그런데  $\cos \theta$ 는 -1에서 1의 값을 가지므로 계측치는 실측치와 같거나 더 큰 값을 가진다는 사실을 알 수 있다. 비록 악골이 상기의 가정처럼 직육면체는 아니지만 본 연구에서 계측치가 실측치보다 더 큰 값을 보인 사실의 상당 부분은 true central panoramic curve와 저자가 선정한 central



panoramic curve의 차이에 의한 것이라고 생각할 수 있다. 본 연구에서 저자가 선정한 central panoramic curve는 true central panoramic curve가 곡선이므로 위치에 따라 상이하지만 대략 15° 내외의 차이를 가지고 있는 것으로 나타났다. 이 경우 가정에 의거하면  $\cos 15^\circ$ 가 0.9660이므로 계측치는 실측치에 비해 약 1.0352배만큼 더 큰 값을 가진다. 예를 들어 실측치가 20 mm라고 하면 재구성 영상의 계측치는 20.7039 mm로 나타나는 것이다. 그러나 악골은 굴곡이 있는 입체이므로 상기한 central panoramic curve의 차이로 인한 효과는 더 크게 나타날 수도 있고 더 작게 나타날 수도 있다. 본 연구에서 비교적 true central panoramic curve에 근사한 것으로 생각되는 A군이 B, C군에 비해 재구성 영상의 계측치가 더 좁은 범위에 걸쳐서 분포한다는 사실도 가정에서 얻은 식에 의하면  $\cos \theta$ 의 값이 더 커지므로 설명이 가능하며 central panoramic curve의 차이가 더 커지면 계측치의 분포도 더 넓어질 것이라는 사실도 예측 가능하다. Kohavi 등<sup>13)</sup>은 세계의 건조하악골에서 참고횡단면상과 하악하연의 각을 0°, 10°, 20°로 설정하였을 때 악골의 고경의 실측치와 재구성 영상에서 측정된 고경의 차이가 평균 1%, 2.8%로 나타났으나 하악하연과 참고횡단면상이 가지는 각이 커짐에 따라 그 차이값의 범위가 10°, 20°에서 각각 최대 약  $\pm 15\%$ ,  $\pm 30\%$ 로 나타났다고 보고하면서 10%에 해당하는 안전선을 지킬 것을 제안하였다. 본 연구에서는 저자가 true central panoramic curve와 근사하게 설정한 A군에서도 일부는 실측치와 상당한 차이를 보이고 있으므로 임플란트전산화단층영상을 이용하여 치료 계획을 수립할 때는 안전선으로서 계측치의 약 10%에 해당하는 값을 고려해야 한다는 Kohavi의 주장에 동의한다.

마지막으로 본 연구에서 평균과 다른 각도에서 재구성된 임플란트전산화단층영상의 유효성을 평가하기 위해서 관찰한 항목은 실측치와 1 mm 이상의 차이를 보이는 계측치의 빈도이다. 여기서 1 mm를 기준으로 하여 그 이상의 차이를 보이는 계측치만을 센 것은 1 mm를 'surgeon's tolerance'라고 해서 임플란트 수술시

치과의사가 임플란트를 매식하고자 하는 부위의 악골의 실측치와 방사선사진상의 계측치가 1 mm 이상의 차이가 날 경우에 그 방사선학적 검사법은 비효과적이라고 할 수 있기 때문이다. Petrikowski 등<sup>24)</sup>은 관두가 클로버잎사귀형으로 운동하는 단층촬영기를 이용해서 획득한 일반단층사진의 평가에서 일반단층사진에서 얻은 계측치와 실측치를 비교하면서 그 정확성의 평가 기준으로서 'surgeon's tolerance'로 불리는 1 mm를 이용하였다. 본 논문에서도 이를 기준으로 빈도를 측정한 결과 실험군인 A, B, C군에서 실측치와 1 mm 이상의 차이를 보이는 계측치의 수는 A군이 24개, B군이 58개, C군이 52개로 나타났다. 이는 Klinge 등<sup>25)</sup>이 보고한 결과와는 상당한 차이를 보이는 것으로서 이는 두 가지 원인에 의한 것으로 생각된다. Klinge 등은 건조 하악골에서 전산화단층영상을 획득하였으므로 연조직으로 인해 경계면의 인식이 어렵지 않았으나 본 연구에서는 연조직등가물질을 이용하여 연조직의 효과를 반영함으로써 하악골의 경계면 인식이 더 어려웠었다는 점이다. 또 하나는 Klinge 등의 연구와 달리 본 연구는 central panoramic curve를 달리함으로써 실측치와 재구성 임플란트전산화단층영상의 길이의 차가 더 컸을 것으로 추정할 수 있다.

## V. 결 론

성견 4마리의 하악골을 레진에 포매하여 블록을 만든 후 임플란트전산화단층촬영사진 촬영시 참고횡단면영상에서 영상획득의 기준선이 되는 central panoramic curve를 변화시켜 악골 형태 분석에서 사용되는 최대수직고경, 최대폭경, 상폭경, 중폭경, 하폭경을 측정하여 하악골의 실측치와 비교하였다. A군은 제1대구치에서 전방으로 세 개의 소구치 중심을 연결하여 central panoramic curve로 잡았으며 B군은 제1소구치의 근심측 설측 피질골판과 제1대구치의 근심측 협측 피질골판을 연결한 선을, C군은 제1소구치의 근심측 협측 피질골판과 제1대구치의 근심측 설측 피질골판을 연결한 선을 central panoramic curve로 잡았다. 얻어진 결과는 아래와 같다.

1. 최대수직고경은 A, B, C군에서 각각 19.9, 20.2, 20.0으로 실측치인 20.5보다 작게 나타났으나 서로간에 유의한 차이는 없었다 ( $p>0.05$ ).
2. 최대폭경, 상폭경, 중폭경, 하폭경은 A, B, C군에서 각각 11.9, 12.2, 12.3; 9.3, 9.5, 9.6; 10.0, 10.3, 10.3; 9.2, 9.3, 9.4로 실측치인 11.8, 9.3, 10.0, 9.2와 같거나 크게 나타났으나 유의한 차이는 없었다( $p>0.05$ ).
3. 실측치와 1 mm 이상의 차이를 보이는 계측치의 수는 A, B, C군에서 각각 24 개 (20.0%), 58개 (48.3%), 52개 (43.3%)로 일부의 계측치는 실측치와 상당한 차이를 보였다.
4. A군에서 1 mm 이상 크게 나타난 경우가 9 개, 1 mm 이상 작게 나타난 경우가 15개 였으나 B군과 C군에서는 1 mm 이상 크게 나타난 경우가 작게 나타난 경우보다 많았다.

### 참고문헌

- 1) Gratt BM, Shetty: Implant radiology. In Goaz PW, White SC. Oral Radiology. 3rd ed. pp. 703-715, Mosby, 1994.
- 2) Miles DA, Van Dis ML: Implant radiology. Dent Clin North Am 37:645-668, 1993.
- 3) Yanagisawa S, Sairenji E: The role of oral radiology in dental implants. Proc 3rd ICMFR, 97-104, 1974.
- 4) 유동수, 박태원, 이상래, 김재덕, 박창서, 최순철 등: 치과방사선. 제2판, 464-474, 1996.
- 5) Jeffcoat MK: Digital radiology for implant treatment planning and evaluation. Dentomaxillofac Radiol 21:203-207, 1992.
- 6) Gray CF, Redpath TW, Smith FW: Pre-surgical dental implant assessment by magnetic resonance imaging. IADMFR/CMI' 97-Adv Maxillofac Imaging 133-140, 1997.
- 7) Zabalegui J, Zabalegui B: Magnetic resonance imaging as an adjunctive diagnostic aid in patient selection for endosseous implants: Preliminary study. Int J Maxillofac Implants 5:283-288, 1990.
- 8) Besimo C, Lambrecht JT, Nidecker A: Dental implant planning with reformatted computed tomography. Dentomaxillofac Radiol 24:264-267, 1995.
- 9) Schwarz MS, Rothman SLG, Chafetz N, Rhodes M: Computed tomography in dental implantation surgery. Dent Clin North Am 33:555-597, 1989.
- 10) Israelson H, Plemons JM, Watkins P, Sory C: Barium-coated surgical and computer assisted tomography in the preoperative assessment of dental implant patients. Int J Periodont Rest Dent 12:53-61, 1992.
- 11) 최항문, 유동수: 하악관 위치 분석시 일반단층사진과 전산화단층사진의 비교연구. 치과방사선 25:535-544, 1995.
- 12) 하쌍용, 송남규, 고광준: 전산화단층사진상을 이용한 하악관의 위치 및 하악골의 피질골 두께에 관한 연구. 치과방사선. 27:217-230, 1997.
- 13) Kohavi D, Bar-Ziv J, Marmary Y: Effect of axial plane deviation on cross-sectional height in reformatted computed tomography of the mandible. Dentomaxillofac Radiol 26:189-191, 1997.
- 14) Abrahams JJ: The role of diagnostic imaging in dental implantology. Radiol Clin North Am 31:163-180, 1993.
- 15) Shimura M, Babbush CA, Majima H, Yanagisawa S, Sairenji E: Presurgical evaluation for dental implants using a reformatting program of computed tomography: Maxilla/mandible shape pattern analysis(MSPA). Int J Oral Maxillofac Implants 5:175-181, 1990.
- 16) Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H, Sasaki T: Quantitative subtraction with direct digital dental radiography. Dentomaxillofac Radiol 26:286-294, 1997.
- 17) Spiers FW: Materials for depth dose measurements. Br J Radiol 19:91-92, 1943.
- 18) Choi HM, Park RJ, Choi SC, Park TW, You DS: The influence of the occlusal plane and/or gantry angle change on the reformatted CT image for dental implantology. in press.
- 19) Smith JP, Borrow JW: Reformatted CT imaging for implant planning. Oral Maxillofac Surg Clin North Am 3:805-825, 1991.
- 20) Stella JP, Tharanon W: A precise radiographic method to determine the location of the inferior alveolar canal in the posterior edentulous mandible: Implications for dental implants. Part 1: Technique. Int J Oral Maxillofac Implants 5:23-29, 1990.
- 21) Mayfield-Donahoo TL, Stokely EM, Jeffcoat MK: Blur reduction of conventional film-based tomograms for pre-surgical evaluation of potential mandibular implant sites. J Periodontol

68:362-368, 1997.

- 22) Shimura M, Babbush CA, Majima H, Yanagisawa S, Sairenji E:Ch 4. Presurgical evaluation for dental implant reconstruction :Using computed tomography with a reformatted program, Dental implants :Principles and practice. 43-66, WB Saunders.
- 23) Kassebaum DK, Nummikoski PV, Triplett RG, Langlais RP:Cross-sectional radiography for implant site assessment. Oral Surg 70:674-678, 1990.
- 24) Petrikowski CG, Pharoah MJ, Schmitt A:Implants. Presurgical radiographic assessment. Oral Health 80:51-55, 1990.
- 25) Klinge B, Petersson A, Maly P:Location of mandibular canal:Comparison of macroscopic finding, conventional radiography, and computed tomography. Int J Oral Maxillofac Implants 4:327-332, 1989.

## INFLUENCE OF CENTRAL PANORAMIC CURVE DEVIATION ON THE MANDIBULAR IMAGE RECONSTRUCTION IN THE IMPLANT CT

Rae-Jeong Park, Sam-Sun Lee, Soon-Chul Choi, Tae-Won Park, Dong-Soo You

*Department of Oral and Maxillofacial Radiology & Dental Research Institute,  
College of Dentistry, Seoul National University*

The purpose of this study was to investigate an influence of the change of central panoramic curves on the image reconstruction in the dental implant CT. The author designed three experimental groups according to the location of central panoramic curve. In group A, central panoramic curve was determined as the curve connecting the center of roots from the first premolar to the first molar. In group B, central panoramic curve was determined as the line connecting the lingual cortical plate at the level of the mesial aspect of the first premolar with the buccal cortical plate at the level of the mesial aspect of the first molar. In Group C, central panoramic curve was determined as the line connecting the buccal cortical plate at the level of the mesial aspect of the first premolar with the lingual cortical plate at the level of the mesial aspect of the first molar. Twenty four reformatted CT images was acquired from four mandibles embedded in the resin block and twenty four contact radiographs of dog specimens were acquired. Each Image was processed under Adobe Photoshop program analysed by MSPA (mandible/maxilla shape pattern analysis) variables such as MXVD, MXHD, UHD, MHD, and LHD.

The obtained results were as follows :

1. The mean of MXVD variable was 19.9, 20.2, and 20.0 in group A, B, and C, respectively, which were smaller than actual value 20.5. But, there was no significant difference among 3 groups ( $p>0.05$ ).
2. The mean of MXHD, UHD, MHD, and LHD variables in group A, B, and C was 11.9, 12.2, and 12.3; 9.3, 9.5, and 9.6; 10.0, 10.3, and 10.3; 9.2, 9.3, and 9.4 respectively which were equal to or greater than the actual value 11.8, 9.3, 10.0, and 9.2. But, there was no significant difference among 3 groups ( $p>0.05$ ).
3. The number of noneffective observations with difference over or under 1 mm with comparison to the actual value was 24(20%), 58(48.3%), and 52(43.3%), respectively, in group A, B, and C.
4. In group A, the number of observations over 1 mm and under 1 mm was 9 and 15, respectively, but in group B and C, the number of observations over 1 mm was more than under 1 mm.

---

keyword:central panoramic curve, dental implant CT, image reconstruction, MSPA variables, contact radiograph