



상악전치부 임플란트 식립 시 상악전치부 치근첨에서 비강저까지 치조골의 수직적 길이 측정

장해만 · 김진욱¹ · 권대근¹ · 장현중¹ · 김진수¹ · 이상한¹

경북대학교 일반대학원 치의학과교실, ¹경북대학교 치의학전문대학원 구강악안면외과학교실

Abstract

The Measurement of Vertical Length from the Root Tip of Maxillary Anterior Teeth to Nasal Floor, When Maxillary Anterior Implants Placed

Hae-Man Jang, Jin-Wook Kim¹, Tae-Geon Kwon¹, Hyun-Joong Jang¹, Chin-Soo Kim¹, Sang-Han Lee¹

Department of Dentistry, Graduate School, Kyungpook National University,

¹Department of Oral & Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Kyunpook National University

Purpose: Length measurement from maxillary anterior teeth root tip to nasal floor is incorrect in panoramic radiography. Comparison of cone beam computed tomography (CBCT) and panoramic radiography should be helpful in determining the vertical length.

Methods: Sixty nine patients were taken CBCT and panoramic radiography of the maxillary anterior. First measurement is length of parallel lines from the central incisor and lateral incisor root tip to nasal floor on CBCT. Second measurement is length of perpendicular lines from the central incisor and lateral incisor root tip to nasal floor on CBCT. Third measurement is length from the central incisor and lateral incisor root tip to nasal floor on panoramic radiographys.

Results: In the first measurement of the maxillary central incisors, an average of 11.36 ± 2.49 mm in males and 10.49 ± 2.17 mm in females. In the second measurement of the maxillary central incisors, 10.41 ± 2.42 mm in males and 9.18 ± 2.08 mm in females. In the third measurement of the maxillary central incisors, 10.71 ± 2.20 mm in males and 9.27 ± 2.10 mm in females. In the first measurement of the maxillary lateral incisors, an average of 13.40 ± 2.04 mm in males and 11.96 ± 2.20 mm in females. In the second measurement of the maxillary lateral incisors, 11.25 ± 1.82 mm in males and 10.06 ± 1.68 mm in females. In the third measurement of the maxillary lateral incisors, 11.47 ± 2.01 mm in males and 10.13 ± 1.70 mm in females.

Conclusion: The vertical length from root tip to nasal floor was longer in male than female ($P > 0.05$). First measurement was longer than third measurement ($P < 0.05$). This is the actual placement of the implant site measured on the vertical length than the length of the panorama means that there are a few more free. The first measurement was longer than 114% over the third measurement.

Key words: Panoramic radiography, Cone-beam computed tomography, Nasal floor, Dental implants

원고 접수일 2012년 7월 2일, 원고 수정일 2012년 7월 16일,
게재 확정일 2012년 8월 9일

책임저자 김진욱
(700-705) 대구시 중구 달구벌대로 2175, 경북대학교 치과병원 구강악안면외과
Tel: 053-600-7551, Fax: 053-426-5365, E-mail: vocaleo@knu.ac.kr

RECEIVED July 2, 2012, REVISED July 16, 2012,
ACCEPTED August 9, 2012

Correspondence to Jin-Wook Kim
Department of Oral & Maxillofacial Surgery, Kyunpook National University
Dental Hospital
2175, Dalgubeal-daero, Jung-gu, Daegu 700-705, Korea
Tel: 82-53-600-7551, Fax: 82-53-426-5365, E-mail: vocaleo@knu.ac.kr

© This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

상악 전치부는 외상에 의한 치아결손 빈도가 높은 부위이다. 이렇게 외상에 의한 발치를 해야 할 상황에서 임플란트를 이용한 치아회복은 좋은 선택이 된다. 임플란트를 이용하여 치아회복을 하기로 한 경우 Cosyn 등¹⁾과 Schropp 등²⁾은 발치 즉시 발치와가 온전한 상태에서 임플란트를 식립하는 것이 치조골 치유가 끝난 후 임플란트를 식립하는 것보다 정상 치조골의 모양을 잘 유지할 수 있고 치간유두의 소실도 막을 수 있어 심미적으로 더 좋은 결과를 얻을 수 있다고 보고하였다. 비단 외상에 의한 발치뿐 아니라 치주질환이나 우식에 의해 발치를 해야 할 경우에도 발치 즉시 발치와가 온전한 상태에서 임플란트를 식립하는 것이 심미적으로 더 나은 선택이 될 것이다¹⁻⁴⁾.

상악전치부를 발치하고 즉시 임플란트를 식립해야 하는 경우 초기고정을 얻기 위해 발치와의 깊이보다 긴 임플란트를 식립해야 하며, 상악 전치부 치조골의 흡수가 심한 경우 거의 치근첨까지 흡수가 진행된 경우도 자주 볼 수 있어 충분한 길이의 임플란트를 선택할 때 남아 있는 치조골능에서 비강저까지의 거리가 임상적으로 중요할 것이다⁵⁾. 이러한 상황에서 일반적으로 파노라마(panoramic radiography), cone beam computed tomography (CBCT) 등을 이용하여 치조골의 길이, 형태 등을 진단하게 된다. 부득이하게 CBCT 없이 파노라마만으로 진단을 할 경우 상악 전치부에서 치조골의 길이가 실제와는 달라 파노라마상에서나 computed tomography (CT)상에서 상악 전치부 치근첨에서 비강저까지의 거리는 다를 것이다^{6,7)}. 이는 파노라마 촬영 시 악골의 부위마다 다르기는 하나 일반적으로 약 125% 확대된 상을 얻을 있으며, 사진 촬영 시 고개의 각도에 따라 이미지의 모양이 달라지며, 경추나 반대측 하악 상행지 등의 간섭 등으로 ghost image, 혹은 연조직의 두께에 따라 음영이 달라 보이는 등 파노라마 촬영의 특징 때문에 나타난다⁸⁻¹²⁾.

CBCT 장치는 고가의 장비로서 개인치과의원에서는 갖추기 힘든 것이 사실이다. 이러한 경우 상악 전치부에서 임플란트 식립 시 파노라마상에서의 수직적 길이를 정확히 측정하기 힘든 상황이거나 부득이하게 CT촬영 없이 임플란트를 식립할 경우 상악 전치부에서의 비강저(nasal floor)까지의 수직적 길이를 예측하는 데 큰 어려움을 겪는다¹³⁾. 이 때 상악전치의 치근첨에서 비강저까지의 치조골의 길이와 해부학적 구조를 파노라마상에서 예측할 수 있다면 임플란트 식립에 많은 도움이 될 것으로 예상된다.

본 연구에서는 CBCT 장치를 이용하여 한국인에서의 상악 전치부 치근첨(root tip)에서 비강저(nasal floor)까지의 길이 측정하여 파노라마상에서의 길이와 차이를 비교하고자 하였다¹⁴⁾. 이렇게 하여 부득이하게 CBCT를 하지 못하는 경우 파노라마상에서 상악 전치부 치조골의 길이를 예측하여 즉시 혹은 초기 임플란트 식립 수술 시 임플란트의 길이 선택과 식립 깊이 결정에 도움을

주하고자 한다.

연구방법

1. 연구 대상

2008년 9월 1일부터 2012년 3월 31일까지 임플란트 치료를 목적으로 내원한 환자에서 임플란트가 가능한 20세 이상의 환자 중에서 CBCT와 파노라마 방사선사진 촬영이 모두 시행된 115명(남자 60명, 여자 55명)의 환자를 대상으로 하였다. 이 중 상악 중절치와 측절치가 결손되어 발치와가 모두 치유된 환자의 영상 및 화질이 불량한 영상을 제외하였으며, 악골의 외상이나 병소로 인해 치조골의 소실 및 변이 등이 없는 환자 중 상악 전치부의 치아가 남아 있는 환자를 최종 선정하여 모두 69명(남자 35명, 여자 34명)의 영상을 얻었다. 선정된 환자의 평균 나이는 38.32 ± 13.15 세였으며 최소 20세, 최대 72세였다.

2. 연구방법

1) 상악 전치부 치근첨과 비강저까지의 길이 측정

(1) CBCT: 치과용 컴퓨터단층촬영 기계(PointCT, Pointnix, Seoul, Korea)를 이용해서 상악 전치부를 촬영하여 69개 부위의 영상을 얻었다. 이에 연동된 컴퓨터 프로그램(Realscan, Pointnix) 상의 Dental Volume Reformat 창에서 측정면 영상(axial view)의 단면을 이동시켜 가면서 상악 전치부의 절단면 영상(cross sectional view)을 연속적으로 관찰하였다. 첫 번째 측정으로 상악 중절치의 근첨에서 비강저까지 측정된 거리(a), 상악 측절치의 근첨에서 비강저까지 측정된 거리(a')를 CBCT상에서 측정하



Fig. 1. Measure of the distance from the root tip to nasal floor on cone beam computed tomography (by extension line of root canal) (a).

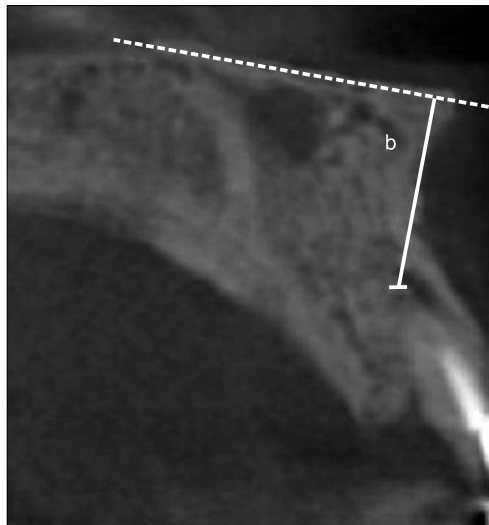


Fig. 2. Measure of the distance from root tip to nasal floor on cone beam computed tomography (by perpendicular line to nasal floor) (b).

였다(Fig. 1). 이때 측정 기준은 근관(root canal)이 근첨(root tip)을 지나는 연장선으로 측정하였다. 두 번째 측정으로 상악 중절치의 근첨에서 비강저까지 수직 거리(b), 상악 측절치 근첨에서 비강저까지 수직 거리(b')를 측정하였다(Fig. 2).

(2) Panoramic radiography: CBCT를 촬영한 동일한 환자를 치과용 디지털 파노라마 방사선 사진 촬영(Sirona, Pointnix)하여 세 번째 측정으로 상악 중절치 근첨에서 비강저까지 거리(c), 상악 측절치 근첨에서 비강저까지 거리(c')를 치과용 디지털 파노라마 상에서 측정하였다(Fig. 3). 측정 기준은 근관(root canal)이 근첨(root tip)을 지나는 연장선으로 측정하였으며, 측정값은 기기에 내장된 자체 소프트웨어로 파노라마의 확대율이 보정된 값을 이용하였다. 환자 한 명당 편측 중절치와 측절치에 각각 세 가지 측정(a, b, c, a', b', c')을 모두 시행하였다. 3번의 반복 측정을 시행하여 평균치를 사용하였다.

해부학적으로 비강저는 골이 매우 얇아 파노라마상에서는 흐리게 나타나 관찰하기가 매우 어렵다[15]. 그래서 비강저가 관찰이 어려울 경우에는 파노라마상에서 뚜렷하게 관찰되는 경구개까지의 길이를 측정하였다. 그리고 비강저와 경구개가 여러 선으로 나타날 경우 가능한 가장 아래쪽 선을 측정하였다[16]. 과도하게 고개를 들고 촬영된 경우(chin up position)나 과도하게 고개를 숙여 촬영된 경우(chin down position)는 측정하지 않았다. Damante 등[17]의 연구를 참고하여, 여러 선이 중첩되어 비강저와 경구개가 한 개의 선으로 나타날 경우와 선이 위로 볼록한 경우는 Frankfort horizontal plane (FH-plane)이 바닥보다 10도 위로 들린 상태(chin up position)로 보았고, 비강저의 형태가 V 또는 W 형태일 때는 FH-plane이 바닥보다 10도 아래로 숙여진 상태(chin down position)로 보아 측정에서 제외하였다.

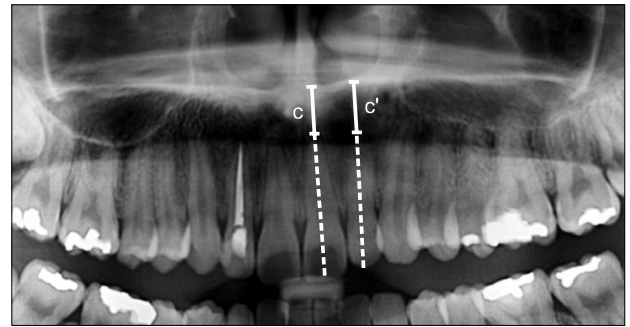


Fig. 3. Measure of the distance from root tip to nasal floor on panoramic radiography (by extension line of root canal). c, incisal tooth; c', lateral tooth.

FH-plane이 바닥과 평행할 경우에는 wide-angle W 또는 wide-angle V 형태로 나타나고, 비강저와 경구개의 선이 아래로 오목한 경우이거나 일직선으로 나타난다.

(3) 통계: 상악 중절치와 측절치의 측정치를 따로 분리하여 비교 분석하였다. 각 측정 항목에서 남녀의 CBCT와 파노라마 상의 차이는 독립표본 T test ($P < 0.05$)를 사용하였고, 같은 성별 내에서 항목별 비교(a-b, a-c, b-c, a'-b', a'-c', b'-c')에서는 대응표본 T test ($P < 0.05$)를 사용하였다. 통계는 SPSS 19.0 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였다. 또한 CBCT상에서 나타난 전치부 치근첨과 비강저까지의 길이(a, a')와 파노라마상에서 나타난 전치부 치근첨과 비강저까지의 길이(c, c')의 비율도 계산하였다.

결 과

1. 상악 중절치 치근첨에서 비강저까지의 거리

CBCT상에서 상악 중절치 근관의 연장선으로 측정된 길이(a)는 남자 11.36 ± 2.49 mm, 여자 10.49 ± 2.17 mm였다. CBCT상에서 상악 중절치 근첨에서 비강저까지 수직으로 그은 선을 측정된 길이(b)는 남자 10.41 ± 2.42 mm, 여자 9.18 ± 2.08 mm였다. 파노라마상인 상악 중절치 근관의 연장선으로 측정된 길이(c)는 남자 10.71 ± 2.20 mm, 여자 9.27 ± 2.10 mm였다. 상악 중절치에서 a의 길이는 b, c의 길이보다 모두 길었고 남, 여 모두에서 높은 통계적 유의성을 보였다. c가 b보다는 남, 여 각각에서 약간 길었으나 통계적 유의성이 나타나지 않았다. 남자가 여자보다 각 항목에서 더 길게 측정되는 경향을 보였으나 통계적 유의성은 없었다(Table 1).

2. 상악 측절치 치근첨에서 비강저(nasal floor)까지의 거리

CBCT상에서 상악 측절치 근관의 연장선으로 측정된 길이(a')

Table 1. The distance of the nasal floor from maxillary central incisor root tip (mm)

Central incisor	a	b	c	P		
				a-b	a-c	b-c
Male (n=35)	11.36±2.49	10.41±2.42	10.71±2.20	0.000	0.000	0.061
Female (n=34)	10.49±2.17	9.18±2.08	9.27±2.10	0.000	0.000	0.602
P	0.129	0.442	0.242			

a, first measure, measure of the distance from the central incisor root tip to nasal floor on cone beam computed tomography (CBCT, by extension line of tooth axis); b, second measure, measure of the distance from the central incisor root tip to nasal floor on CBCT (by perpendicular line to nasal floor); c, third measure, measure of the distance from the central incisor root tip to nasal floor on panoramic view (by extension line of tooth axis).

Table 2. The distance of the nasal floor from maxillary lateral incisor root tip (mm)

Lateral incisor	a'	b'	c'	P		
				a'-b'	a'-c'	b'-c'
Male (n=35)	13.40±2.04	11.25±1.82	11.47±2.01	0.000	0.000	0.135
Female (n=34)	11.96±2.20	10.06±1.68	10.13±1.70	0.000	0.000	0.697
P	0.312	0.343	0.558			

a', first measure, measure of the distance from the lateral incisor root tip to nasal floor on cone beam computed tomography (CBCT, by extension line of tooth axis); b', second measure, measure of the distance from the lateral incisor root tip to nasal floor on CBCT (by perpendicular line to nasal floor); c', third measure, measure of the distance from the lateral incisor root tip to nasal floor on panoramic view (by extension line of tooth axis).

는 남자 13.40±2.04 mm, 여자 11.96±2.20 mm였다. CBCT 상에서 상악 측절치 근첨에서 비강저까지 수직으로 그은 선을 측정된 길이(b')는 남자 11.25±1.82 mm, 여자 10.06±1.68 mm였다. 파노라마상에서 상악 측절치 근관의 연장선으로 측정된 길이(c')는 남자 11.47±2.01 mm, 여자 10.13±1.70 mm였다. 상악 측절치에서 a'는 b', c' 측정치보다 모두 길었고 남, 여 각각 모두에서 높은 통계적 유의성을 보였다. c' 측정치가 b' 측정치 남, 여 각각 모두에서 약간 길었으나 통계적 유의성은 없었다. 남자가 여자보다 세 가지 항목 모두에서 더 길게 측정되었으나 통계적 유의성은 없었다(Table 2).

3. CBCT vs. Panoramic radiography

상악 전치부 임플란트 식립 시와 유사한 각을 가지는 a, a'의 길이는 파노라마상에서 측정되는 길이(c, c')보다 길게 측정되었다. CBCT상의 치근첨에서 비강저의 길이는 파노라마 상에서 나타나는 길이보다 평균 1.14배 차이가 났다(Table 3).

고 찰

임플란트 식립 시 초기 고정을 얻기 위해 가능한 길이가 긴 임플란트를 식립하는 것은 당연한 것으로 받아들여지고 있다. 상악 전치부의 경우 치아의 소실 후 치조골의 수직적 수평적 흡수로 인해 충분한 수직적 골높이가 확보되지 않는 경우가 빈번하다. El-Ghareeb 등[18]은 상악 전치부 치조골의 수직적 길이가 부족할 때 비강저를 거상하여 임플란트를 식립한 연구에서 비강저

Table 3. Mean length from the root tip of anterior teeth to the nasal floor and correction ratio of panoramic radiography

	Central incisor (mm)	Lateral incisor (mm)	Total (mm)
CBCT	10.93	12.68	11.81
Panoramic view	9.99	10.8	10.40
CBCT/ panoramic radiography	1.09	1.17	1.14

CBCT, cone beam computed tomography.

를 평균 4.8 mm를 거상하여 평균 14.2개월 후 100%에 달하는 성공률을 보였다고 보고하였다. 하지만 비강정 거상에 따른 비출혈, 비강의 좁아짐 등의 합병증을 고려한다면 되도록 비강저 천공은 피하는 것이 좋다. 상악 전치부 임플란트 식립 시 주변 해부학적 구조물을 피하면서 적절한 길이의 임플란트를 식립하기 위해서는 상악 전치부 치조골과 비강저 사이의 길이를 측정하여 수술시 고려하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 CBCT을 하지 못하고 파노라마상에서 정확한 상악전치부 치조골의 수직적 길이를 측정할 수 없을 때 CBCT상과 파노라마상의 상악 전치부 치조골의 수직적 길이를 비교하여 임플란트의 수직적 길이 결정에 도움을 주고자 하였다.

Cheng 등[6]의 연구에 의하면 중국인의 경우 파노라마상에서 상악 측절치 치근첨에서 비강저까지의 길이의 평균은 12.62±2.47 mm라고 측정하였다. Taschieri 등[7]은 CBCT을 이용하여 측절치 치근첨에서 비강저까지의 길이는 평균 10.62±2.25 mm, 측절치 치근첨에서 비강저까지의 길이는 평균 13.05±2.43 mm라

고 보고하였다. 본 연구에서 상악 중절치 치근침에서 비강저까지의 거리(a)는 CBCT상에서 근관의 연장선으로 측정하여 남자 11.36 ± 2.49 mm, 여자 10.49 ± 2.17 mm였다. 파노라마상에서 상악 중절치 근관의 연장선으로 측정한 경우(c)에는 남자 10.71 ± 2.20 mm, 여자 9.27 ± 2.10 mm였다. 상악 측절치 치근침에서 비강저까지의 거리(a)는 CBCT상에서 근관의 연장선으로 측정하여 남자 13.40 ± 2.04 mm, 여자 11.96 ± 2.20 mm였다. 파노라마상에서 상악 측절치 근관의 연장선으로 측정한 경우(c)에는 남자 11.47 ± 2.01 mm, 여자 10.13 ± 1.70 mm였다. Azevedo와 Damante [16]는 파노라마상의 해부학적 구조물과 실제 해부학적 구조물과의 연관성에 대한 연구에서 비강저 부위에 여러 선이 나타난 경우 상방의 선은 비중격과 비강저가 만나는 부위와 경구개의 후방 부위를 나타내는 것이라는 결론지었으며 본 연구에서는 이를 근거로 하여 연구에 필요한 전치부 부위의 비강저 부위는 파노라마상 앞서 언급한 상방선 하방에서 나타날 것으로 추론하여 하방의 선을 기준점으로 하였다. 이번 연구 결과가 다른 연구자들의 결과와 차이를 보이는 이유는 이와 같은 경우 측정기준의 차이에서 나타난 오차와 파노라마 촬영법 자체가 갖는 확대율 차이에 의한 것으로 생각한다. 파노라마에서의 결과와는 달리 CBCT를 이용한 측정치는 Taschieri 등[7]의 연구 결과와 비슷하여 차이가 크게 나타나지 않았다. 이전의 연구와의 비교에서도 확인할 수 있듯이 상악 전치부에서의 치조골 길이 측정에서는 CBCT가 파노라마상보다 정확하게 측정이 가능한 것으로 판단된다[13,19]. Frederiksen[13]의 연구에서도 파노라마상은 CBCT에 비해 특히 전치부에서의 왜곡이 심하다고 보고하였다. 파노라마상에서는 촬영 당시 상악의 위치, 각도에 따라 오차가 너무 많이 발생하고, 흐릿하고 불명확한 선들이 많이 나타나 측정 시 그 기준이 불명확한 경우가 많기 때문으로 생각한다[13,15,17].

본 연구에서 CBCT상에서 상악 전치의 기울기와 평행하게 측정된 길이(a, a')가 파노라마상으로 측정되는 길이(c, c')보다 약간 더 길게 측정되었다. 이는 상악 중절치, 측절치에서 남, 여 각각 모두에서 통계적 유의성을 찾을 수 있었다. 이러한 CBCT와 파노라마상 간의 차이는 상악 전치부의 전방으로 기울어짐(anterior angulation)이 파노라마상에서는 평면적으로 표현되면서 발생하게 되는 것으로 보인다[13]. 실제 임플란트 식립 방향과 기울기는 첫 번째 측정(a, a') 기울기와 유사하게 식립될 것이므로 임플란트 식립의 위치를 생각해 보면 파노라마상에서 측정된 길이보다 실제 해부학적으로는 비강저까지 약간 더 여유가 있을 것으로 예상할 수 있으며 본 연구에서는 CBCT상의 길이가 일반적인 파노라마의 확대율을 보정한 파노라마상의 측정값보다 평균 1.14배 길게 측정되어 CBCT상과 파노라마상이 보여주는 해부학적 구조물의 정확도 차이를 확인하였다.

본 연구의 결과에 따르면 파노라마상에서 길이를 측정하고 확대율을 보정하여 값을 얻었다면 예상할 수 있는 실제 CBCT상

의 길이는 1.14배가 될 것이며, 파노라마상에서 측정된 길이보다 해부학적으로 10% 정도의 여유가 있을 것이므로 이를 고려하면 CBCT가 없더라도 임플란트의 길이나 식립 깊이를 결정하는 데 도움이 될 것이다. 하지만 파노라마 방사선사진 촬영 시 상악의 위치, 각도 등에 따라 치조골의 수직적 길이에 많은 오차가 생길 수 있으므로 보다 정확하게 파노라마 방사선사진 촬영을 하도록 주의를 기울이는 것이 중요할 것이다.

결론

이 연구는 상악 전치부를 대상으로 CBCT와 파노라마촬영을 통해 치근침에서 비강저까지 치조골의 길이를 측정하였고 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 치아기울기와 평행하게 측정하였을 때 상악 중절치 치근침에서 비강저까지 거리는 CBCT상에서 남자 11.36 ± 2.49 mm, 여자 10.49 ± 2.17 mm였으며 측절치에서는 남자 13.40 ± 2.04 mm, 여자 11.96 ± 2.20 mm였다.
2. 파노라마의 확대율을 보정하였을 때 파노라마 상에서 측정된 상악 중절치 치근침에서 비강저까지의 거리는 남자 10.71 ± 2.20 mm, 여자 9.27 ± 2.10 mm, 측절치에서는 남자 11.47 ± 2.01 mm, 여자 10.13 ± 1.70 mm였다.
3. CBCT상의 측정된 길이가 파노라마상의 측정된 길이보다 평균 1.14배 길었으며 이는 파노라마상의 예상 높이보다 해부학적으로는 실제 약간의 여유공간이 더 존재한다는 의미로 해석될 수 있다.

References

1. Cosyn J, Eghbali A, De Bruyn H, Collys K, Cleymaet R, De Rouck T. Immediate single-tooth implants in the anterior maxilla: 3-year results of a case series on hard and soft tissue response and aesthetics. *J Clin Periodontol* 2011;38:746-53.
2. Schropp L, Isidor F, Kostopoulos L, Wenzel A. Interproximal papilla levels following early versus delayed placement of single-tooth implants: a controlled clinical trial. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20:753-61.
3. Gökçen-Röhlig B, Meriç U, Keskin H. Clinical and radiographic outcomes of implants immediately placed in fresh extraction sockets. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;109:e1-7.
4. Schropp L, Kostopoulos L, Wenzel A. Bone healing following immediate versus delayed placement of titanium implants into extraction sockets: a prospective clinical study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:189-99.
5. Wexler A, Tzadok S, Casap N. Computerized navigation surgery for the safe placement of palatal implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131:S100-5.
6. Cheng S, Cheng J, Huang W. Preliminary study of anatomic relation among nasopalatine duct, central incisor root and

- floor of nasal cavity with X-ray measurement. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* 1997;32:149-51.
7. Taschieri S, Weinstein T, Rosano G, Del Fabbro M. Morphological features of the maxillary incisors roots and relationship with neighbouring anatomical structures: possible implications in endodontic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2012;41:616-23.
 8. Muhammed AH, Manson-Hing LR, Ala B. A comparison of panoramic and intraoral radiographic surveys in evaluating a dental clinic population. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1982;54:108-17.
 9. Rushton VE, Horner K. The use of panoramic radiology in dental practice. *J Dent* 1996;24:185-201.
 10. Angelopoulos C, Thomas SL, Hechler S, Parissis N, Hlavacek M. Comparison between digital panoramic radiography and cone-beam computed tomography for the identification of the mandibular canal as part of presurgical dental implant assessment. *J Oral Maxillofac Surg* 2008;66:2130-5.
 11. Perrelet LA, Bernhard M, Spirgi M. Panoramic radiography in the examination of edentulous patients. *J Prosthet Dent* 1977;37:494-8.
 12. Association of Korean Professors of Oral and Maxillofacial Radiology, editors. *Oral and maxillofacial radiology*. 3rd ed. Seoul: Narae Publishing Inc.; 2001. p.139-45.
 13. Frederiksen NL. Diagnostic imaging in dental implantology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995;80:540-54.
 14. Lam EW, Ruprecht A, Yang J. Comparison of two-dimensional orthoradially reformatted computed tomography and panoramic radiography for dental implant treatment planning. *J Prosthet Dent* 1995;74:42-6.
 15. Reijnen AL, Sanderink GC. The variation in appearance of the hard palate and the nasal floor in rotational panoramic radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1987;63:115-9.
 16. Azevedo LR, Damante JH. The image of the hard palate/nasal fossa floor in panoramic radiography: the controversy is over. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001;92:464-9.
 17. Damante JH, Filho LI, Silva MA. Radiographic image of the hard palate and nasal fossa floor in panoramic radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998;85:479-84.
 18. El-Ghareeb M, Pi-Anfruns J, Khosousi M, Aghaloo T, Moy P. Nasal floor augmentation for the reconstruction of the atrophic maxilla: a case series. *J Oral Maxillofac Surg* 2012;70:e235-41.
 19. Yim JH, Ryu DM, Lee BS, Kwon YD. Analysis of digitalized panorama and cone beam computed tomographic image distortion for the diagnosis of dental implant surgery. *J Craniofac Surg* 2011;22:669-73.