

안전한 임플란트 식립을 위한 하악골 내측면의 CBCT를 이용한 해부학적 연구

이정교 · 김여갑

경희대학교 치의학전문대학원 구강악안면외과학교실

Abstract (J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg 2011;37:43-8)

An anatomical study on the mandibular medial surface by CBCT analysis for safer implant placement

Jung-Kyo Lee, Yeo-Gab Kim

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Kyung-Hee University, Seoul, Korea

Introduction: This study examined the anatomical morphology of the medial surface of the posterior mandible using 3-dimensional cone-beam computed tomography (CT) images to reduce the number of complications related to dental implant placement.

Materials and Methods: Fifty patients were enrolled in this study with an average age (\pm standard deviation) of 44.28 (\pm 13.05). On the coronal views cone-beam CT of the first molars, the distance between the top of the canal and alveolar crest vertical distance (VD), the distance between the upper-most point of the canal and the point perpendicular to the lingual cortical margin of the mandible lingual distance (LD), the location of the starting point of VD for reducing from the vertical reference line (VD point), and the inclination of the mandibular medial surface (lingual inclination) were measured, and a statistical evaluation was performed using SPSS for Windows version 15.0.

Results: The mean VD0 was 16.91 \pm 2.47 mm and VDx decreased with increasing x value. The mean LD was 5.27 \pm 1.36 mm. The VD began to decrease at the mean location of 6.12 \pm 0.96 mm from the vertical reference line. The mean lingual inclination was 1.52 \pm 0.72°.

Conclusion: These results will assist in the accurate placement of dental implants and the reduction of complications, particularly in the case of pre-operative implant planning using only 2-dimensional imaging methods. (ex. panoramic radiography)

Key words: Cone-beam computed tomography, Implant placement, Complications, Preoperative implant planning

[paper submitted 2010. 11. 10 / revised 2011. 1. 27 / accepted 2011. 2. 10]

I. 서 론

치과 임플란트 시술이 성공하기 위해서는 많은 요소들의 영향을 받는다. 이 중 악골의 방사선학적 평가가 중요한 역할을 하는데, 골의 형태, 양 및 골질에 따라 임플란트 fixture의 길이 및 크기, 식립할 때의 방향 등을 결정할 수 있다. 이러한 평가를 위해서 파노라마방사선사진을 가장 널리 사용하고 있다^{1,2}. 이는 상, 하악골의 전체적인 상을 제공하며, 잔존골의 높이 및 주요 해부학적 구조물의 대략적인 위치 및 크기를 알 수 있다. 그러나 2차원 영상이라는 한계가 있고, 환자의 두부 위치에 따른 방사선사진상의 변화가

심하며 악골의 부위에 따라 10-30%까지 다양한 확대율을 나타내므로³ 실제적인 거리를 측정하는 데에 한계가 있었다. 최근에는 cone-beam computed tomography (CT)를 치과 임플란트의 술전 평가에 널리 이용하고 있으며 이는 다면의 절단면상을 얻을 수 있고 확대율이 일정하여 실제 임상에서 많이 활용하고 있다^{4,8}.

특히 하악골 내측 구치부에는 악설골융선(mylohyoid ridge)이라고 하는 독특한 해부학적 구조가 존재한다⁹. 하악 제3대구치 부위에서 전하방으로 비스듬히 뻗는 능선을 의미하며, 이곳에 악설골근이 부착하여 파노라마방사선사진에서 측정된 거리보다 실제 사용 가능한 악골의 범위가 더 적을 수 있는데, 그 하방 함요부를 악하선와(sub-mandibular fossa)라고 부르고 이곳에 악하선이 있다. 이 융선은 소구치부에서 약화되어 사라진다. 발치 후 잔존치조제의 감소가 장기간 지속될 경우 악설골융선은 두드러지게 된다⁹. 따라서 이 부위에 임플란트를 식립할 때 하치조 신경관과 치조정간 거리를 측정함에 있어 하악골 설측에는 악설골융선 및 악하선와가 있어 협측에 비해서 실제 사

김 여 갑

130-701 서울특별시 동대문구 회기동 1

경희대학교 치의학전문대학원 구강악안면외과학교실

Yeo-Gab Kim

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Kyung Hee University

1 Hoegi-dong, Dongdaemun-gu, Seoul, 130-701, Korea

TEL: +82-2-958-9440 FAX: +82-2-966-4572

E-mail: kyukab@khu.ac.kr

용 가능한 악골의 범위가 더 줄어들 수 있다. 또한 하악골 설측에는 여러 혈관들이 주행하고 있으므로 시술 시 혈관의 손상으로 위험할 수 있다¹⁰. 대표적인 혈관인 이하동맥(submental artery)은 안면동맥의 가장 큰 경부 분지이며, 하악체 직하방으로 주행한다¹⁰. 주위의 근육에 혈류를 공급하며, 설하동맥과 문합을 이룬다. 또 다른 혈관인 설하동맥(sublingual artery)은 설하선에 혈류를 공급하며, 악설골근 및 주변 근육들과 구강 점막 및 치은에 가지를 낸다. 그 밖에도 하치조신경관 손상에 따른 감각이상 등도 시술 중에 일어날 수 있는 일반적인 합병증이다.

이에 본 연구에서는 하악골 구치부에서의 임플란트 시술 전에 cone-beam CT로부터 얻을 수 있는 하치조신경관, 악하선 및 악설골융선과 하악골과의 해부학적 관계에 대한 정보를 통계학적으로 비교분석하여 시술 시 유발 가능한 합병증을 감소시키며, 보다 안전하고 정확한 식립이 가능하도록 하고자 한다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 2008년 1월부터 2009년 6월까지 경희의료원 치과병원에 여러 가지 주소로 내원하여 cone-beam CT를 촬영한 50명의 환자 중 만 19세 이상으로 하악 제1대구치가 존재하는 경우를 대상으로 시행하였다. 원래 임플란트는 무치악 부위에 식립하는 것이다. 그렇지만, 무치악 부위는 발치 후 경과기간 및 의치로 가해진 자극 등에 의해서 치조정 부위의 흡수양상과 형태에 변수가 많이 작용한다. 이에 본 연구에서는 여러 표본에서 상대적으로 유사한 부위 및 조건에서 연구를 진행하기 위하여 치조골의 흡수가 일어나지 않은 유치악 부위를 연구대상으로 선택하였다. 단 측정할 부위에 골내 병소가 있거나 치근이개 부위 병소에 이환된 치아는 연구대상에서 제외하였다.

Cone-beam CT의 axial, sagittal, coronal view에서 하치조신경관이 명확히 식별 가능한 영상에서 50개의 하악 제1대구치 부위의 cone-beam CT 영상을 통해 2명의 관찰자가 측정하였다. 기억에 의한 오차를 없애기 위하여 1주일 간격으로 3회 측정하였다. 총 50개 중에서 남자 31개, 여자 19개였으며, 우측 하악 제1대구치가 29개, 좌측 하악 제1대구치가 21개였다. 평균 연령(±표준편차)은 44.28±13.05세로 나타났다.

2. 연구방법

측정을 위해 1개의 기준면 및 3개의 기준선을 설정하였으며 cone-beam CT 관상면영상(coronal view)에서 하악 제1대구치의 치근이개 부위를 기준면으로 하였다. 첫 번째 수평기준선(기준선 A)은 하치조신경관 최상연점(top point of

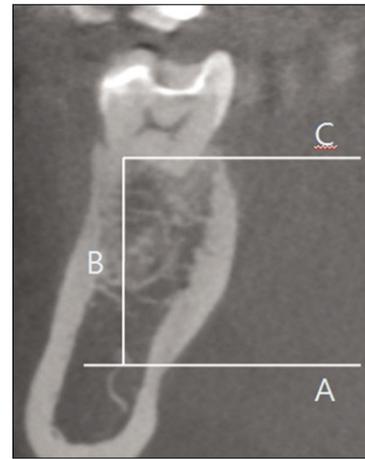


Fig. 1. Reference lines used in measurement on the coronal views of cone-beam CT. A. First horizontal reference line. B. Vertical reference line. C. Second horizontal reference line.(CT: computed tomography)

the canal)에 대한 협-설(bucco-lingual) 방향으로의 접선, 수직기준선(기준선 B)은 하치조신경관 최상연점과 최하연점(bottom point of the canal)을 모두 지나는 근단-기저골(apico-basal) 방향으로의 직선으로 각각 설정하였다. 두 번째 수평기준선(기준선 C)은 해당 영상에서 수직기준선과 치조정이 만나는 점을 지나며 기준선 A와 평행한 협-설 방향으로의 직선으로 하였다.(Fig. 1)

상기와 같은 기준을 바탕으로 얻어진 영상에서 수직거리인 vertical distance (VD), 하악골 설측연(lingual margin)의 수직지점과 하치조신경관 최상연점간의 거리인 lingual distance (LD), VD가 감소하기 시작하는 점인 VD point, 하악골 내측면의 경사도인 lingual inclination로 4가지 항목을 차례로 측정하였다.

먼저 VD는 임플란트 식립 시 fixture의 길이를 결정하는 근단-기저골 방향의 거리를 의미하는 것으로, 기준선 B에서의 '치조정으로부터 하치조신경관 최상연점까지의 거리'로 정하고 그 수직선을 설측으로 1 mm씩 이동하며 차례대로 VD를 측정하였다. 총 8개의 수직선의 값을 구하였으며($VD_{x, x=0-7}$) (Fig. 2. A), 이 때 VD_7 은 모든 연구대상에서 존재하였으나 VD_8 은 일부에서만 존재하였기 때문에 측정 항목에서 배제하였다. 두 번째, LD는 하치조신경관 최상연점으로부터 하악골 설측연 피질골 경계부 수직지점까지의 협-설 방향 거리를 측정하였다.(Fig. 2. B) 다음으로 VD point는 하악골의 해부학적 구조에 의해서 그 길이가 감소하기 시작하는 VD선의 최하방점과 기준선 B와의 거리로 정하였다.(Fig. 2. C) 마지막으로 lingual inclination은 $VD_{(x-1)}$ point와 VD_7 선 최하방점(최내측점을 의미함)간의 기울기를 계산하여, 해부학적 특징에 의해서 생기는 경사도를 측정하였다.(Fig. 2. D)

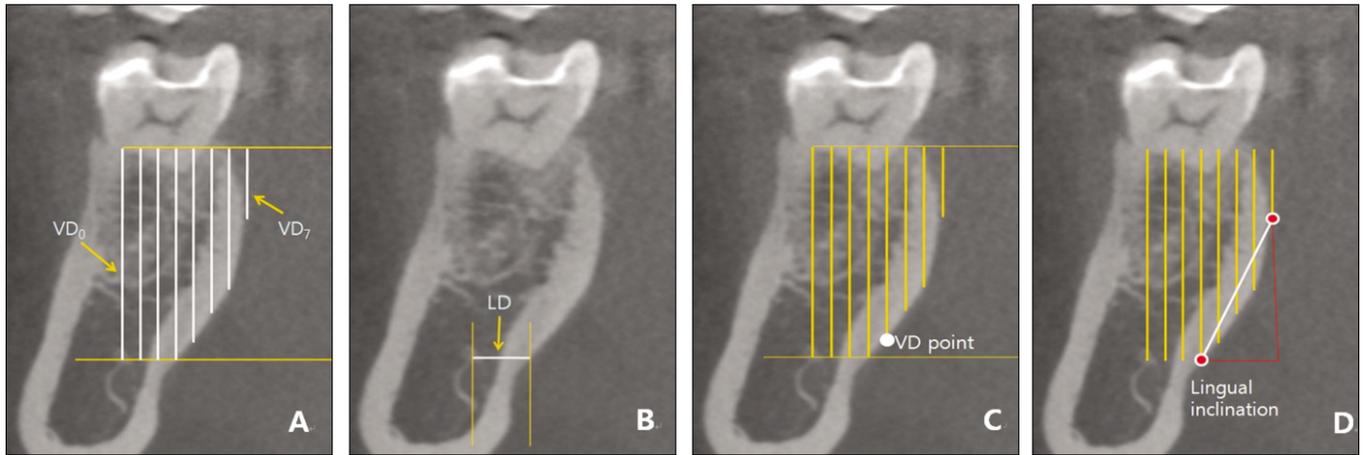


Fig. 2. Four measurement items on the coronal views. A. VD_x ($x=0-7$): the distance between the top of the canal and the alveolar crest. B. LD: the horizontal distance between the top of the canal and the outer lingual cortical margin of the mandible. C. VD point: the location of the starting point of VD for reducing from the vertical reference line. D. Lingual inclination: inclination of mandibular medial surface. (VD: vertical distance, LD: lingual distance)

Cone-beam CT는 Dental CT (PSR9000N, Asahi Roentgen Inc., Co., LTD., Kyoto, Japan)를 이용하여 촬영하였으며, 얻어진 영상은 V-works 5.0 (Cybermed, Inc., Seoul, Korea) software program을 사용하여 다면영상재구성(multiplaner reconstruction, MPR) 및 3차원 재구성(3-dimensional reconstruction)한 후 PiView STAR (Infinit Co. Ltd., Seoul, Korea)의 built-in measurement software를 이용하여 0.1 mm 단위까지 길이를 측정하였다.

각 측정치의 통계적인 유의성 판단을 위하여 SPSS version 15.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 신뢰도 95%로 통계분석을 시행하였다.

III. 결 과

1. Vertical distance (VD)

기준면에서의 VD는 치조정으로부터 하치조신경관 최상연점까지의 길이를 의미하는 VD_0 에서 16.91 ± 2.47 mm의

평균을 나타냈고 VD_1 - VD_3 에서도 동일한 값을 보였으나, VD_4 에서 16.85 ± 2.49 mm로 처음 감소하기 시작하여, VD_5 에서는 16.40 ± 2.46 mm, VD_6 에서는 15.38 ± 2.49 mm, VD_7 에서는 13.78 ± 2.68 mm로 점차 감소하는 양상을 나타냈다.(Table 1)

2. Lingual distance (LD)

하치조신경관 최상연점으로부터 하악골 설측연 피질골 경계부 수직지점까지의 협-설 방향 거리의 평균길이는 5.27 ± 1.36 mm (최소 2.4 mm, 최대 9.8 mm)였다.(Table 2)

3. VD가 감소하기 시작하는 VD point

VD가 감소하기 시작하는 점은 기준선 B로부터 평균 6.12 ± 0.96 mm 설측에 존재하는 것으로 나타났으며, 최소값은 VD_4 (4 mm)이고 3개체에서는 VD point 값이 7 mm로, VD가 감소하지 않았다.(Table 3)

Table 1. Vertical distance (VD_x ($x=0-7$)): the distance between the top of the canal and the alveolar crest

	n	Min (mm)	Max (mm)	Mean \pm SD (mm)
VD_0	50	12.9	23.7	16.91 ± 2.47
VD_1	50	12.9	23.7	16.91 ± 2.47
VD_2	50	12.9	23.7	16.91 ± 2.47
VD_3	50	12.9	23.7	16.91 ± 2.47
VD_4	50	12.9	23.7	16.85 ± 2.49
VD_5	50	12.9	23.7	16.40 ± 2.46
VD_6	50	10.7	23.7	15.38 ± 2.49
VD_7	50	8.5	21.8	13.78 ± 2.68

Table 2. Lingual distance (LD): the horizontal distance between the top of the canal and the outer lingual cortical margin of the mandible

	n	Min (mm)	Max (mm)	Mean \pm SD (mm)
LD	50	2.4	9.8	5.27 ± 1.36

Table 3. Vertical distance (VD) point: the location of the starting point of VD for reducing from the vertical reference line

	n	Min (mm)	Max (mm)	Mean \pm SD (mm)
VD point	50	4	7	6.12 ± 0.96

Table 4. Lingual inclination: inclination of mandibular medial surface

	n	Min (°)	Max (°)	Mean±SD (°)
Lingual Inclination	50	.00	4.15	1.52±0.72

Table 5. Comparison of vertical distance (VD) between genders

	Male (Mean±SD)	Female (Mean±SD)	P value
VD ₀	17.47±2.56	15.99±2.06	0.040*
VD ₁	17.47±2.56	15.99±2.06	0.040*
VD ₂	17.47±2.56	15.99±2.06	0.040*
VD ₃	17.47±2.56	15.99±2.06	0.040*
VD ₄	17.38±2.62	15.99±2.06	0.059
VD ₅	17.02±2.65	15.40±1.60	0.021*
VD ₆	16.04±2.72	14.32±1.62	0.026*
VD ₇	14.39±2.99	12.80±1.72	0.030*

(*: P<0.05 statistically significant changes)

Statistical significances were tested by Mann-Whitney test among groups.

4. Lingual inclination

해부학적 특징에 의해서 생기는 VD의 감소 비율을 의미하는 lingual inclination는 평균 1.52±0.72° 였다. 3개체에서는 경사도가 0°로 VD가 변하지 않았으며, 최대값은 4.15°를 나타냈고, 경사도가 1-2°인 것이 36개체로 가장 많은 비율을 차지했다.(Table 4)

측정한 VD, LD, VD point, lingual inclination의 항목들에 대하여 VD에서는 남성에서 평균 약 1.5 mm 더 긴 것으로 통계학적으로 유의성 있게 나타났다.(Table 5) 이 외의 분석수치에서는 성별 또는 나이와 관련하여 유의한 상관관계는 보이지 않았다.

LD와 lingual inclination은 유의성을 나타내지 않은 반면, VD₀와 lingual inclination은 통계적으로 유의성 있는 차이를 보였는데, 상관계수값이 0.302로 중등도의 양적 선형관계를 나타냈다.(P<0.05 statistically significant changes. Statistical significances were tested by Pearson's correlation co-efficient)

IV. 고 찰

치과 임플란트 식립술은 일반적으로 예측이 가능한 안정적인 술식으로 알려져 있다^{9,12}. 특히 하악골은 상악골에 비하여 치밀골의 양이 풍부하여 성공률이 더 높게 보고되고 있다⁹. 그러나 합병증도 발생되는데, 그 중에서는 하치조신경관의 손상에 따른 감각이상과 하악골 주위의 혈관손상

에 따른 치명적인 출혈이 대표적이라고 할 수 있다. 하치조신경관과의 관계는 그 중요성이 널리 인지되어 대다수의 치과의사들은 시술할 때 많은 주의를 기울이고 있으며¹³, 이와 관련하여 많은 연구들이 발표되고 있다. Cone-beam CT가 진단에 많은 도움을 주었으며 Kamburoğlu 등¹⁴은 하악관 주위의 여러 길이를 측정 시 사체에서 digital caliper를 이용해 측정한 것과 비교하였을 때, cone-beam CT가 매우 높은 정확도를 보여주었다고 하였다. 또한 Levine 등¹⁵은 이러한 점을 바탕으로 50명의 환자로부터 얻은 cone-beam CT 영상으로부터 하치조신경관의 위치에 대한 연구를 시행하였는데 평균적으로 하치조신경관은 협측 피질골 변연에서 4.9 mm 떨어져 있고 치조정에서는 17.4 mm 떨어져 있으며, 연령이 높은 사람과 백인에게서 평균적으로 하치조신경관과 협측 피질골 변연과의 거리가 적은양상을 나타내었다는 점을 보고하였다.

하악골 협측의 협동맥과열에 의한 사고도 보고되고 있지만¹⁶ 설측에서 일어날 수 있는 혈관손상에 의한 사고는 비록 그 빈도는 드문 반면 생명을 위협할 수도 있다는 점에서 더 큰 중요성을 갖는다¹⁷. 하악골 설측판에 붙어서 주행하는 혈관들은 작은 직경을 가진 종말혈관으로 여겨지며 구강저는 주로 설하동맥과 이하동맥으로부터 혈관공급을 받는다. 이하동맥들은 모두 소구치 및 대구치 부위에서 확인할 수 있다¹². 이하동맥은 안면동맥이 악하선을 지날 때 나타난다. 전방으로는 악설골근의 아랫면을 따라 주행하며 가지를 내어 설하동맥 및 근육 깊숙이 존재하는 악설골동맥(mylohyoid artery)과 문합된다¹¹. 대부분의 견치 부위에서는 악설골근 상방에 혈관들이 존재하고, 구치부에서는 근육 하방에 혈관들이 존재한다. Mardinger 등¹²에 의하면 치조정으로부터 혈관까지의 평균적인 수평거리는 제2대구치 부위에서 가장 짧게 나타났다(평균 2.8 mm). 또한 구강저의 근막평면은 혈종이 구강인두나 이하부와 같은 인접 구조로 쉽게 퍼져 나갈 수 있는 구조이다¹¹.

Krenkel와 Holzner¹⁸가 처음으로 임플란트 시술에 따른 치명적인 출혈증례를 보고하였고, Kalpidis와 Konstantinidis¹⁹는 대부분의 설측 및 설하측 혈관과 관련된 사고는 의원성 조작(iatrogenic manipulation)에 기인한다고 하였다. 구강저 출혈로 인한 생명을 위협할 수도 있는 기도에서의 문제발생은 하악골의 임플란트 시술 중이나, 시술 후에 지연성으로도 나타날 수 있다. 대다수의 보고에서^{10-12,17,19-25} 임플란트 시술 후의 출혈은 보존적 방법만으로는 완전한 지혈이 어렵고 대부분 구강 내 또는 구강 외로 외과적인 접근을 통해서만 손상받은 혈관을 성공적으로 결찰할 수 있었다. Budihardja 등⁹은 드물게 임플란트 2차 수술 후에도 healing abutment가 너무 설측으로 위치하여 구강저 점막의 천공에 의한 심각한 동맥성 출혈이 발생된 사례를 보고하였다.

Givol 등¹⁷은 이하동맥 또는 안면동맥의 가지는 설측 골막과 긴밀한 접촉을 하고 있을 수 있다고 설명한다. 이러한 근접성은 작은 설측 피질골의 천공일지라도 위 증례에서

경험한 것과 같이 극심한 출혈을 야기할 수 있다는 것을 의미한다.

Niamtu²⁰는 사고를 예방할 수 있는 간단한 방법으로 임플란트 시술 전에 천공의 가능성을 예상하기 위해 하악골 설측면을 축진하는 것과 fixture 식립을 위해 drill로 preparation을 하는 동안에도 설측면을 축진하며 조심스럽게 bur를 진행시키는 방법을 설명하였으나, 정확하고 의존도 높은 방법이라고 하기는 힘들다.

본 연구에서는 상기와 같은 합병증의 유발을 방지하고 보다 정확한 임플란트 식립을 위해 cone-beam CT를 이용하여 악설골용선과 관계된 하악골 설측면과 하치조신경관의 해부학적 관계에 대해 분석을 시행하여 (1) 수직거리인 VD, (2) 하악골 설측연(lingual margin)의 수직지점과 하치조신경관 최상연점간의 거리인 LD, (3) VD가 감소하기 시작하는 점인 VD point, (4) 하악골 내측면의 경사도인 lingual inclination로 4가지 항목에 대하여 연구를 시행한 결과 다음의 결론을 얻었다.

먼저 VD의 평균거리를 구하고 설측으로 진행하면서 감소하는 비율을 구함으로써, 임상에서 임플란트 시술 전에 파노라마방사선사진만으로 진단할 경우 시술 시 일어날 수 있는 혈관손상을 예방하는데 기여할 수 있다고 생각한다. 물론, 이 경우에는 파노라마방사선사진의 확대율을 보정하기 위하여 metal ball이나 gutta-percha와 같은 방사선불투과성 물질을 이용하는 것이 필요하다. 그리고 VD₀와 lingual inclination은 중등도의 양적 선형관계를 나타내는 통계적 유의성을 보였다. 따라서 상대적으로 긴 fixture를 식립할 수 있는 악골일수록 설측으로 이동함에 따라 수직 골높이가 감소하는 비율이 크므로 임상에서 이를 인지하고 시술해야 함을 알 수 있었다.

V. 결 론

치조정으로부터 하치조신경관 최상연점까지의 거리인 VD₀는 16.91±2.47 mm의 평균을 나타내었다. VD는 남성이 여성보다 약 1.5 mm 정도 긴 양상을 보여, 임플란트 식립 시 이용할 수 있는 골의 양이 상대적으로 많았다. 기준선 B로부터 설측으로 평균 6.12±0.96 mm 이동한 지점에서 VD의 감소가 나타나기 시작하였다. 따라서 직경 4 mm의 임플란트 fixture를 식립한다고 가정할 때 fixture의 반경 2 mm를 제외하면, center를 기준으로 VD₀로부터 4 mm 이상 설측으로 식립할 경우는 설측 피질골의 천공으로 인한 합병증의 발생 가능성이 있으므로 fixture의 길이를 선정하는데 있어서 주의를 기울여야 함을 알 수 있었다. 총 50개체 중 가장 많은 36개체에서 하악골 내측면의 경사도가 1-2° 사이의 값을 나타냈으며 평균값은 1.52±0.72였다. 만약 파노라마방사선사진만으로 임플란트 술전 진단을 하는 경우 VD₀를 측정할 수 있기 때문에 사용 가능한 악골 범위의 협설변화를 유추하는데 도움이 될 것으로 생각한다. 또

한 VD와 lingual inclination은 서로 중등도의 양적 선형관계를 나타내어, VD가 큰 사람일 경우 설측으로 갈수록 골의 높이가 더 급격히 줄어들어 설측 혈관손상에 의한 사고발생 가능성이 증가하므로 유의해야 한다. 총 50개체 중 3개체에서는 lingual inclination이 0 (zero)으로 나타났는데, 이 경우는 악설골용선과 악하선와가 해부학적으로 발달하지 않은 것으로 생각한다.

본 연구는 유치악 부위에서의 CT 영상을 바탕으로 이루어진 것으로, 앞으로 개개인의 무치악 부위의 치조골 흡수 정도를 반영한 추가적인 연구가 이루어진다면 더욱 임상적으로 훌륭하게 적용 가능한 결과를 얻을 수 있을 것이다. 또한 수직기준선을 하치조신경관의 최상연으로부터 직상방으로 주행하는 선으로 설정하여 임플란트 fixture의 식립 기준선으로 가정하였다. 그러나 실제 임플란트의 식립 위치는 교합과 관련되어 있기 때문에 이 선과 다를 수 있으므로, surgical stent를 이용한 식립 위치와 하치조신경관의 협설측 위치간의 관계에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

References

1. Thunthy KH, Yeadon WR, Nasr HF. An illustrative study of the role of tomograms for the placement of dental implants. *J Oral Implantol* 2003;29:91-5.
2. Paatero YV. Pantomography and orthopantomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1961;14:947-53.
3. Philipp RG, Hurst RV. The cant of the occlusal plane and distortion in the panoramic radiograph. *Angle Orthod* 1978;48:317-23.
4. Kim JK, Gu H, An JS, Kook MS, Park HJ, Oh HK, et al. The study by using the computerized tomography imaging in order to access to mandibular foramen while inferior alveolar nerve anesthesia. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg* 2006;32:566-74.
5. Kim HW, Lee SK, Chung JA, Shin JE, Um YS, Kim KY, et al. Measurement of maxillary sinus volume for the placement of graft material: a case control study using CT image. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg* 2007;33:511-7.
6. Kim JC, Rhee SH, Lee JK. The clinical study of the mandibular canal location in mandibular molar areas using dentascan. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg* 2002;28:341-7.
7. Shin HS, Hwang SJ. Study on the relationship of the inferior alveolar nerve position between buccal and lingual side using CT and orthopantomogram. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg* 2002;28:1-6.
8. Gahleitner A, Hofschneider U, Tepper G, Pretterklieber M, Schick S, Zauza K, et al. Lingual vascular canals of the mandible: evaluation with dental CT. *Radiology* 2001;220:186-9.
9. Budihardja AS, Pytlik C, Haarmann S, Holzle F. Hemorrhage in the floor of the mouth after second-stage surgery: case report. *Implant Dent* 2006;15:148-52.
10. ten Bruggenkate CM, Krekeler G, Kraaijenhagen HA, Foitzik C, Oosterbeek HS. Hemorrhage of the floor of the mouth resulting from lingual perforation during implant placement: a clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1993;8:329-34.
11. del Castillo-Pardo de Vera JL, López-Arcas Calleja JM, Burgueño-García M. Hematoma of the floor of the mouth and airway obstruction during mandibular dental implant placement: a case report. *Oral Maxillofac Surg* 2008;12:223-6.
12. Mardinger O, Manor Y, Mijiritsky E, Hirshberg A. Lingual perimandibular vessels associated with life-threatening bleeding: an anatomic study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22:127-31.

13. Thunthy KH, Yeadon WR. Normal anatomy on tomograms for dental implants. *Gen Dent* 2003;51:134-40.
14. Kamburoğlu K, Kiliç C, Ozen T, Yüksel SP. Measurements of mandibular canal region obtained by cone-beam computed tomography: a cadaveric study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;107:e34-42.
15. Levine MH, Goddard AL, Dodson TB. Inferior alveolar nerve canal position: a clinical and radiographic study. *J Oral Maxillofac Surg* 2007;65:470-4.
16. Lee HJ, Yeo DS, Lim SY, An KM, Sohn DS. Complications associated with dental implant surgery: case report. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg* 2007;33:172-9.
17. Givol N, Chaushu G, Halamish-Shani T, Taicher S. Emergency tracheostomy following life-threatening hemorrhage in the floor of the mouth during immediate implant placement in the mandibular canine region. *J Periodontol* 2000;71:1893-5.
18. Krenkel C, Holzner K. Lingual bone perforation as causal factor in a threatening hemorrhage of the mouth floor due to a single tooth implant in the canine region. *Quintessenz* 1986;37:1003-8.
19. Kalpidis CD, Konstantinidis AB. Critical hemorrhage in the floor of the mouth during implant placement in the first mandibular premolar position: a case report. *Implant Dent* 2005;14:117-24.
20. Niamtu J 3rd. Near-fatal airway obstruction after routine implant placement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001;92:597-600.
21. Flanagan D. Important arterial supply of the mandible, control of an arterial hemorrhage, and report of a hemorrhagic incident. *J Oral Implantol* 2003;29:165-73.
22. Lamas Pelayo J, Peñarocha Diago M, Martí Bowen E, Peñarocha Diago M. Intraoperative complications during oral implantology. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2008;13:E239-43.
23. Isaacson TJ. Sublingual hematoma formation during immediate placement of mandibular endosseous implants. *J Am Dent Assoc* 2004;135:168-72.
24. Ferneini E, Gady J, Lieblisch SE. Floor of mouth hematoma after posterior mandibular implants placement: a case report. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67:1552-4.
25. González-García R, Schoendorff G, Muñoz-Guerra MF, Rodríguez-Campo FJ, Naval-Gías L, Sastre-Pérez J. Upper airway obstruction by sublingual hematoma: a complication of anticoagulation therapy with acenocoumarol. *Am J Otolaryngol* 2006;27:129-32.