https://doi.org/10.14368/jdras.2025.41.2.79
ISSN 2384-4353 eISSN 2384-4272

Original Article

CBCT image analysis of sinus anatomical structures in implant patients undergoing maxillary sinus floor augmentation

Heejin Jeong[1†], Ha-Na Jung[2†], Ok-Su Kim[3,4*]

[1]*Department of Dental Science, School of Dentistry, Chonnam National University, Gwangju, Republic of Korea*

[2]*Department of Dentistry, Chonnam National University Hwasun Hospital, Hwasun, Republic of Korea*

[3]*Department of Periodontology, Dental Research Institute, School of Dentistry, Chonnam National University, Gwangju, Republic of Korea*

[4]*Hard-tissue Biointerface Research Center, School of Dentistry, Chonnam National University, Gwangju, Republic of Korea*

Purpose: In this study, various anatomical structures of the maxillary sinus that should be considered for the selection of appropriate maxillary sinus floor augmentation (MSFA) were analyzed using cone beam computed tomography (CBCT). **Materials and Methods:** Among a total of 90 patients who visited Chonnam National University Dental Hospital and had dental implants placed with SFA, 146 implant sites surviving for more than 5 years were studied. Medical records were examined to know the performed method of MSFA (transcrestal approach (CA) versus lateral window approach (LA)), and preoperative CBCT images were analyzed sinus mucosa thickness (FT), height of the posterior superior alveolar artery (PSAA), residual bone height (RBH), lateral wall thickness (LT), and sinus contour, and statistically analyzed. **Results:** FT was 2.85 ± 3.56 mm, LT was 1.41 ± 0.99 mm, the PSAA height was 14.35 ± 3.46 mm, and the width of the sinus was 13.13 ± 4.29 mm. Narrow tapered type was the most common in the second premolar region. RBH had a significant negative correlation with the height of the PSAA and the width of the maxillary sinus, and a significant positive correlation with LT. Implant survival was 100% for both methods in sites with RBH of 4 mm or less. Comparing anatomical measurements between the two methods, FT was greater in CA and the height of the PSAA was greater in LA ($P < 0.05$). **Conclusion:** In cases where the residual bone height is less than 4 mm, it is difficult to form a lateral opening due to the low PSAA height, thin lateral wall thickness, and narrow contour, or when the maxillary sinus floor mucosa is thick, a good success rate can be expected by performing crestal approach. **(J Dent Rehabil Appl Sci 2025;41(2):79-89)**

Key words: maxillary sinus floor augmentation; anatomy; implant survival; cone-beam computed tomography

서론

임플란트 식립에서 중요한 것은 충분한 골량과 양호한 골질이다.[1] 상악 구치부는 평균 피질골 골밀도가 낮아 임플란트의 초기 안정성이 좋지 않으며,[2] 발치 후 상악동이 내려앉는 상악동 함기화로 인해 골 높이도 전반적으로 감소하게 되어 임플란트 식립에 불리하다.[3,4] 따라서 임플란트를 식립하기 전이나 동시에 충분한 골 높이를 확보하기 위하여 상악동저의 점막을 거상하고 골이식재를 채우는 상악동 거상술을 시행한다. 상악동 거상술은 접근 방식에 따라 측방 개창 접근법(Lateral Window Approach, LA)과 치조정 접근법(Crestal Approach, CA)으로 나눌 수 있으며, 적절한 상악동 거상술 방법을 선택하기 위해서는 잔존골 높이,[5-7] 혈행 구조,[8-10] 점막의 두께[11-14] 및 상악동 윤

*Correspondence to: Ok-Su Kim
Professor, Department of Periodontology, School of Dentistry, Chonnam National University, 33 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju, 61186, Republic of Korea
Tel: +82-62-530-5648, Fax: +82-62-530-5649, E-mail: periodrk@chonnam.ac.kr
†Contributed equally to this work as first authors.
Received: March 8, 2025/Last Revision: April 2, 2025/Accepted: April 9, 2025

Copyright© 2025 The Korean Academy of Stomatognathic Function and Occlusion.
©It is identical to Creative Commons Non-Commercial License.

곽[15] 등 복잡한 해부학적 구조를 고려해야 한다.

이 중에서도 술자들이 가장 중점적으로 살펴보는 것은 잔존골 높이(Residual Bone Height, RBH)이다. 1996년 Sinus consensus에서 RBH에 따라 거상술 방법을 선택하는 것이 제안된 이후,[5] 주로 RBH가 4 - 5 mm 미만일 때는 측방 개창 접근법, 그 이상일 때는 치조정 접근법이 시행되었다.[6,7] 그러나 측방 개창 접근법은 과도한 측벽골 삭제로 인한 출혈 및 상악동 감염과 같은 여러 합병증의 위험이 있기 때문에,[16] RBH가 부족하더라도 치조정 접근법을 적용하고자 짧은 임플란트를 식립하거나 내시경을 활용하는 등[17-22]의 지속적인 노력이 있었다. 최근 거상술 방법 간의 생존율을 비교한 Zhou 등[23]의 연구와 Tsai 등[24]의 연구 모두 RBH가 3 mm 미만임에도 불구하고 2단계로 시행된 치조정 접근법은 측방 개창 접근법과 동일한 성공률을 보이기도 하였다.

적절한 거상술 방법을 선택하는 기준으로써 상악동의 다양한 해부학적 구조물들을 개별적으로 분석한 연구들은 많지만, 동일한 식립 부위에서의 해부학적 구조물들의 관계를 복합적으로 비교 분석한 연구는 미미하였다. 콘빔형전산화단층영상(Cone-Beam Computed Tomography, CBCT)은 악안면 영역의 3차원적 구조물들을 단면영상으로 관찰할 수 있고 확대율의 보정이 필요하지 않기 때문에, 임플란트 식립 계획 시 상악동의 해부학적 구조물들의 높이, 두께 및 거리 등을 정확하게 측정하는 도구로써 적합하다.[25-27]

따라서 이번 연구에서는 전남대학교 치과병원 치주과에서 상악동 거상술을 받은 임플란트 환자들의 5년 이상의 기록을 추적하여, 실제로 전문의가 시행한 거상술의 방법에 대해 조사하고, CBCT로 관찰할 수 있는 상악동 저 점막의 두께, 후상치조동맥의 높이, 잔존골 높이, 측벽 두께 및 상악동 윤곽에 대해 후향적으로 분석해보고자 한다.

연구 대상 및 방법

다음과 같은 포함 기준이 정의되었다: 1) 2008년부터 2018년까지 전남대학교 치과병원 치주과에서 한 명의 전문의가 시행한 상악동 거상술을 받고 임플란트를 식립한 환자; 2) 임플란트 1st surgery 이후로부터 5년 이상의 추적 기록이 있는 환자; 3) CBCT 분석을 위한 DICOM 파일이 존재하는 환자. 식립 부위로는 상악동 윤곽을 분류한 선행 연구의 기준에 따라 제2소구치, 제1대구치 및 제2대구치 부위로 제한하여 분석하였다.[15] 제외 기준은 다음과 같았다: 1) CBCT에서 정확한 상악동의 모양을 구별할 수 없거나 너비를 측정하기에 촬영 범위가 작은 환자; 2) 18세 이전의 환자; 3) 이전에 상악동 수술을 받은 환자.

최초에는 90명의 환자, 149개의 식립 부위가 선별되었다. 이 중 3개의 식립 부위는 의무기록 상에서 상악동 거상술 관련 기록이 모호하여 제외하였다. 결과적으로 총 90명 환자의 146개의 식립 부위를 연구에 포함, 분석하였다. 상악동 거상술 방법은 측방 개창 접근법과 치조정 접근법으로 나누어 조사하였으며, 골이식재와 2단계법 여부는 고려하지 않았다. 환자의 치주염의 심도와 당뇨 여부는 의무기록을 확인하여 조사하였다. 이 연구는 전남대학교 치과병원 연구윤리심의위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인을 받아 시행되었다(IRB No.: CNUDH-2023-19).

방사선 영상 분석

치과용 콘빔형전산화단층영상은 Alphard Vega (Asahi, Tokyo, Japan), CB MercuRay (Hitachi, Tokyo, Japan), CS 9300 (Carestream Health Inc., Rochester, USA) 중 하나로 촬영되었다. 촬영 시 환자의 프랑크푸르트 수평면이 촬영 장소의 바닥과 평행하게 위치되도록 하였다. Alphard Vega의 경우 80 kV 및 5 mA에서 17초 동안, CB MercuRay의 경우 120 kV 및 15mA에서 10초 동안, CS 9300의 경우 85 kV 및 4mA에서 11.25초 동안 치과 모드를 사용하여 시상면 및 관상면 이미지를 얻었다. 이미지는 높이 50 mm, 직경 50 mm의 시야 크기를 가진 콘 유형의 볼륨 데이터에서 얻었다. 각 이미지의 시상면, 관상면, 수평면 사진은 Ondemand 3D (Cybermed, Seoul, Korea)를 통하여 재구성하였으며, 다중 평면 재구성 이미지의 슬라이스 두께는 0.2 mm이고 측정은 캘리퍼로 가장 가까운 0.01 mm로 시행하였다. 이 때 reference arch는 수평면 사진에서의 치조정 높이로 설정하고, 치조제 협설의 중앙에 위치하도록 하였다. 임플란트를 식립하기 전 무치악 상태에서의 관상면 사진에서 RBH, 상악동저 점막 두께, 후상치조동맥(Posterior Superior Alveolar Artery, PSSA)의 높이, 상악동 측벽의 두께를 측정하고, 상악동 윤곽을 분류하여 기록하였다.

상악동저 점막 두께(FT)(Fig. 1A)는 Ondemand 3D를 이용하여 상악동저로부터 점막의 최고점까지의 길이로 측정하였다.[11] 측정 부위는 영상에서의 stent를 상악골에 수직으로 내린 위치에 임플란트 fixture를 식립한다고 가정하였을 때 stent의 지름 길이만큼의 너비 안에서의 가장 두꺼운 점막으로 하였다.

PSAA의 높이(Fig. 1B)는 Ondemand 3D에서 보이는 후상치조동맥의 하연으로부터 협측 치조정까지의 길이로 측정하였다.[9]

잔존골 높이(RBH)는 stent를 상악골에 수직으로 내린 위치에 임플란트를 식립한다고 가정하였을 때 stent의 지름 길이만큼의 너비 안에서 가장 두꺼운 부위의 골 높이로 하였다.

상악동 측벽의 두께(LT)는 상악동저를 기준으로 약 3 mm 상방인 지점에서 상악동의 외측벽에 접선을 긋고 그 접선의 수직인 선을 그어 측벽 두께를 측정하였다(Fig. 2). 통상적으로 측방 개창 접근법에서 개창 형성시 골절단의 하연이 약 3 mm에 위치되므로 이 지점을 측정하였다.[28]

상악동저, 외측벽 및 구개측벽이 이루는 모양을 총 5가지 유형으로 분류하였다(Fig. 3):[15] 1) Type A = narrow tapered; 2) Type B = tapering; 3) Type C = ovoid; 4) Type D = square; 5) Type E = irregular.

Type E에서의 하위 유형은 다음 3가지가 포함된다: 1) Subtype 1 = 치근이 상악동저 위로 돌출된 경우; 2) Subtype 2 = 상악동저가 불규칙한 경우; 3) Subtype 3 = septa 또는 exostosis가 있는 경우.

Type A - D 유형의 하위 유형을 분류하였다: 1) Subtype 1 = recess가 없는 경우; 2) Subtype 2 = BSR (Buccal-sinus-recess)이 있는 경우; 3) Subtype 3 = PNR (Palatal-nasal-recess)이 있는 경우. BSR은 상악동저와 협측벽이 이루는 recess이고, PNR은 비강의 외측벽의 하부와 상악동 구개측벽이 이루는 recess이다.

상악동의 너비를 RBH에 따라 측정하였다: 1) RBH가 10 mm 미만일 경우, 치조정으로 부터 10 mm 상방의 높이에서 측정; 2) RBH가 10 mm 이상인 경우, 경구개와 같은 높이에서 측정; 3) RBH가 10 mm 이상이면서 경구개 높이가 상악동저보다 낮을 경우, 상악동저로부터 3 mm 상방의 높이에서 측정.

통계 처리

측정값은 평균 ± 표준편차로 표시하였고, 빈도는 %로 계산하여 분석하였다. 통계 분석은 SPSS 소프트웨

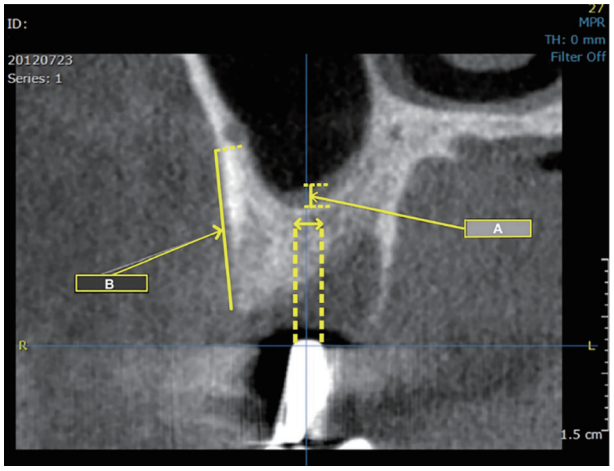

Fig. 1. Radiographic image showing coronal part of maxillary sinus and radiographic stent. "A" indicates the thickness of the mucous membrane of the maxillary sinus floor and "B" indicates the height of posterior superior alveolar artery.

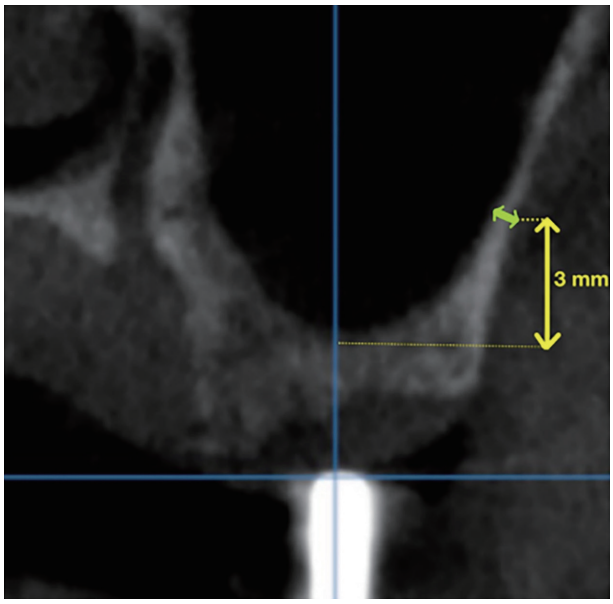

Fig. 2. Radiographic image showing coronal part of maxillary sinus and radiographic stent. The thickness of the lateral wall of the maxillary sinus was measured 3 mm above the base of the sinus and vertically from the outer bone.

어(IBM SPSS Statistics 28.0, Chicago, USA)와 Excel (Microsoft, Seattle, USA)을 사용하여 수행하였다. 상악동 해부학적 구조물들의 측정값의 평균 분석 시, 군들의 Shapiro-Wilk test를 통해 정규성 검정을 시행하였고, 정규분포를 따르는 군은 독립 표본 t-검정(Independent samples t-test)과 일원배치분산분석(one-way ANOVA)을 시행하였다. 상악동 윤곽의 분류 시에는 빈도 분석을 시행하였으며, 해부학적 구조물들 간의 상관관계는 Pearson 상관분석을 통해 분석하였다. 분석 결과 얻어진 유의 확률 값(*P*)이 0.05 미만일 경우 통계학적으로 유의하다고 평가하였고, 유의한 차이가 있는 경우 Duncan test를 이용하여 사후 검정을 시행하였다.

결과

총 90명 환자의 146개의 식립 부위가 이번 연구에 포함되었다. 남성은 55명으로 총 93개의 임플란트가 식립되었고, 그중 77개는 치조정 접근법, 16개는 측방 개창 접근법으로 상악동 거상술이 시행되었다. 여성은 35명으로 총 53개의 임플란트가 식립되었고, 그중 47개는 치조정 접근법, 6개는 측방 개창 접근법으로 상악동 거상술이 시행되었다. 식립 부위의 환자 연령대는 50 - 69세의 비율이 69.1%로 가장 높았으며 제1대구치가 52.7%로 가장 많았다. 치주염의 심도는 중도가 가장 많았고, 당뇨 환자의 식립 부위는 전체 식립 부위의 6.2%였다(Table 1).

Table 2는 90명의 환자들의 146개의 식립 부위에서 성별에 따른 상악동저 점막의 두께(FT), PSAA의 높이(D), 측벽의 두께(LT) 그리고 상악동 너비(W)의 평균값을 보여준다. FT의 평균값은 2.85 ± 3.56 mm, LT의 평균값은 1.41 ± 0.99 mm이었다. PSAA는 146개 중 95개의 부위(65.1%)에서 관찰되었으며 높이의 평균값은 14.35 ± 3.46 mm이었다. 세 가지 항목들 모두 남성이 여성보다 높은 값을 보였고, 통계적으로 유의한 차이는 없었다. W의 평균은 13.13 ± 4.29 mm로 남성(14.00 ± 4.64 mm)이 여성(11.62 ± 3.11 mm)보다 평균적으로 높았고, 통계적으로 유의한 차이를 보였다(*P* = 0.000).

Table 3은 상악동 윤곽의 5가지 유형의 분포를 식립 부위에 따라 보여준다. 제2소구치에서 가장 많이 보이는 유형은 narrow tapered 모양인 Type A로 우측에서는 50%, 좌측에서는 88.9%이었다. 제1대구치에서는 tapering 모양인 Type B가 우측에서는 50%, 좌측에서는 37.1%로 가장 많았다. 제2대구치 또한 Type B가 우측에서 46.2%,

Table 1. Demographic characteristics of study population according to sinus floor augmentation technique

	Variables	Implants (N)	Transcrestal approach (N = 124)	Lateral window approach (N = 22)
Gender	Male	93	77	16
	Female	53	47	6
Age	< 30	2	2	0
	30 - 49	21	15	6
	50 - 69	101	90	11
	> 70	22	17	5
Site	#15	8	6	2
	#16	42	40	2
	#17	26	25	1
	#25	9	8	1
	#26	35	27	8
	#27	26	18	8
Periodontitis status	Healthy	4	4	0
	Slight	2	2	0
	Moderate	44	39	5
	Severe	96	79	17
Diabetes		9	7	2

Table 2. Measurements of anatomical factors of maxillary sinus according to gender

	Female (N = 53) Mean ± SD (mm)	Male (N = 93) Mean ± SD (mm)	Total (N = 146) Mean ± SD (mm)	*P* value
FT	2.33 ± 2.62	3.15 ± 3.98	2.85 ± 3.56	
D	13.79 ± 3.56	14.72 ± 3.37	14.35 ± 3.46	
LT	1.23 ± 0.70	1.52 ± 1.11	1.41 ± 0.99	
W	11.62 ± 3.11	14.00 ± 4.64	13.13 ± 4.29	0.000

FT = The thickness of the mucous membrane of the maxillary sinus floor; D = The distance between the lower border of the posterior superior alveolar artery and the alveolar crest; LT = The thickness of the lateral wall of the maxillary sinus; W = Sinus width.

Table 3. Distribution of types of maxillary sinus contour at 146 implantation sites

Implantation sites	Type A	Type B	Type C	Type D	Type E	Total
#15	4 (50)	1 (12.5)	0 (0)	0 (0)	3 (37.5)	8
#16	5 (11.9)	21 (50)	5 (11.9)	4 (9.5)	7 (16.7)	42
#17	2 (7.7)	12 (46.2)	4 (15.4)	6 (23.1)	2 (7.7)	26
#25	8 (88.9)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (11.1)	9
#26	7 (20)	13 (37.1)	7 (20)	3 (8.6)	5 (14.3)	35
#27	1 (3.8)	17 (65.4)	5 (19.2)	1 (3.8)	2 (7.7)	26
Total	27	64	21	14	20	146

Type A = narrow tapered; Type B = tapering; Type C = ovoid; Type D = square; Type E = irregular.
The parentheses are the percentages that appear in implantation site.

좌측에서는 65.4%로 가장 많았다.

Table 4는 상악동 윤곽의 Type A - D의 하위 유형의 분포를 제시한다. BSR은 발견되지 않았으며, PNR은 우측에서는 제2소구치의 12.5%, 제1대구치의 26.2%, 좌측에서는 제2소구치의 44.4%, 제1대구치의 17.1%, 제2대구치의 7.7%에서 존재하였다.

Table 5는 식립 부위에 따른 5가지 유형별 상악동 너비의 평균값을 제시한다. Type A에서는 양측 모두 후방 치아로 갈수록 너비의 평균값이 증가하는 경향성을 보였지만 통계적으로 유의하지는 않았다.

상악동에서 recess가 있는 식립 부위와 recess가 없는 식립 부위에서의 상악동 너비를 비교하였다. Recess가 있는 경우의 너비가 13.44 ± 4.14 mm였고 recess가 없는 경우는 13.08 ± 4.33 mm로 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

FT, RBH, LT, W, D 그리고 PSAA의 높이에서 RBH를 빼서 상악동저부터 PSAA의 높이를 나타낸 변환값(D')들 간의 상관분석을 진행하였다. 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 보이는 구조물들은 RBH와 LT, D'와 W가 있었다. 통계적으로 유의한 음의 상관관계를 보이는 구조물들은 RBH와 W, RBH와 D', LT와 W, 그리고 LT와 D'가 있었다(Table 6).

Table 7은 RBH가 4 mm 이하일 때와 초과일 때의 시행된 상악동 거상술 방법과 5년 이상 생존율을 제시한다. RBH가 4 mm 이하인 식립 부위 51개 중 38개에서 치조정 접근법, 13개에서 측방 개창 접근법으로 거상술이 진행되었다. 상악동 거상술 방법과 관계없이 52개의 임플란트 모두 5년 이상 생존율이 100%였다.

Table 8에서는 RBH가 4 mm 이하인 식립 부위에서 시행한 2가지 거상술 방법 간의 해부학적 구조물들의 측정값의 평균을 비교하였다. FT는 치조정 접근법을 시행한 식립 부위에서 유의하게 높았고(P = 0.002), D와 D'는 측방 개창 접근법을 시행한 식립 부위에서 유의하게 높았다(P = 0.000). LT와 W 모두 치조정 접근법을 시행한 식립 부위에서 더 높은 경향을 보였지만 통계적으로 유의하지 않았다.

Table 4. Distribution of subtypes of maxillary sinus at 146 implantation sites

	#15	#16	#17	#25	#26	#27
Without recess	7 (87.5)	31 (73.8)	26 (100)	5 (55.6)	29 (82.9)	24 (92.3)
With BSR	0	0	0	0	0	0
With PNR	1 (12.5)	11 (26.2)	0	4 (44.4)	6 (17.1)	2 (7.7)

BSR: Buccal-Sinus-Recess, PNR: Palatal-Nasal-Recess.
The parentheses are the percentages that appear in implantation site.

Table 5. Comparison of sinus widths among the five types at six implantation sites

Implantation sites	Sinus width (mm)				
	Type A	Type B	Type C	Type D	Type E
#15	10.54 ± 6.43	13.22	·	·	13.25 ± 9.05
#16	12.07 ± 3.64	11.44 ± 3.83	16.31 ± 2.84	16.68 ±4.17	12.96 ± 4.40
#17	16.61 ± 3.33	11.96 ± 2.48	13.68 ± 1.74	15.76 ± 5.26	19.6 ± 11.98
#25	8.97 ± 3.12	·	·	·	11.10
#26	10.43 ± 1.96	13.67 ± 3.38	15.19 ± 6.76	15.59 ± 3.44	13.89 ± 4.24
#27	13.87	12.84 ± 3.02	15.58 ± 1.38	18.28	16.57 ± 4.72

Table 6. Correlation between anatomical structures of maxillary sinus

	FT	RBH	LT	W	D	D’
FT	1					
RBH	-.135	1				
LT	.078	.356**	1			
W	-.037	-.592**	-.238**	1		
D	-.076	.184	-.094	-.088	1	
D’	.076	-.552**	-.336**	.356**		1

FT = The thickness of the mucous membrane of the maxillary sinus floor; RBH = Residual bone height; LT = The thickness of the lateral wall of the maxillary sinus; W = Sinus width; D = The distance between the lower border of the posterior superior alveolar artery and the alveolar crest; D’ = D - RBH.

Table 7. Sinus floor augmentation technique according to residual bone height

		N	Survival rate of implants (5 years)
RBH ≤ 4 mm	Transcrestal approach	38	38 (100.0%)
	Lateral window approach	13	13 (100.0%)
RBH > 4 mm	Transcrestal approach	86	85 (98.8%)
	Lateral window approach	9	8 (88.9%)

Table 8. Measurements of anatomical structures according to sinus floor augmentation technique (RBH ≤ 4 mm)

	Transcrestal approach Mean ± SD (mm)	Lateral window approach Mean ± SD (mm)	*P* value
FT	3.30 ± 4.37	0.86 ± 0.87	0.002
D	13.09 ± 3.33	16.28 ± 1.17	0.000
D’	10.41 ± 3.52	13.79 ± 1.21	0.000
LT	1.13 ± 0.86	0.98 ± 0.43	
W	16.78 ± 4.11	14.60 ± 3.02	

FT = The thickness of the mucous membrane of the maxillary sinus floor; D = The distance between the lower border of the posterior superior alveolar artery and the alveolar crest; D’ = D - RBH; LT = The thickness of the lateral wall of the maxillary sinus; W = Sinus width

고찰

이번 연구는 2008년부터 2018년까지 전남대학교 치과병원 치주과에서 한 명의 전문의가 상악동 거상술을 시행하고 임플란트를 식립한 환자 90명의 식립 부위 146개를 대상으로, 실제로 시행된 상악동 거상술의 방법에 대해 조사하였으며, 술전 CBCT를 통해 FT, RBH, PSAA의 높이, LT 및 상악동 윤곽을 분석하였다. 결과적으로 RBH는 상악동저로부터 PSAA의 높이, 상악동 너비와 유의한 음의 상관관계를 가졌고, LT와는 유의한 양의 상관관계를 가졌다. RBH가 4 mm 이하일 때 시행된 치조정 접근법과 측방 개창 접근법 모두 100% 임플란트 5년 이상 생존율을 보였고, 두 방법들 간 FT와 PSAA의 높이의 평균값에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 따라서 적절한 상악동 거상술 방법의 선택 시, CBCT를 통하여 RBH 뿐만 아니라 FT, LT, 상악동 윤곽, W와 같은 해부학적 구조를 세심하게 고려하여야 하고, RBH가 4 mm 이하인 경우라도 PSAA의 높이가 낮고 FT가 두꺼워진 경우 치조정 접근법을 선택할 수 있을 것이다.

FT가 얇을수록 치조정 접근법 시 상악동저 점막을 거상할 때의 천공 발생률이 증가한다.[12,14] Rapani 등은 FT가 2 mm 이하일 때 천공률이 매우 높아진다고 하였으며,[13] Wen 등은 치조정 접근법 시에 점막 두께가 1.5 - 2 mm일 때 천공률이 가장 낮다고 하였다.[11] 이번 연구에서 FT의 평균값은 여성보다 남성에서 더 두꺼웠지만 통계적으로 유의한 차이는 없었으며 전체적으로 기존 연구들보다 두꺼운 값을 보였는데,[11-14] 이는 이번 연구의 표본 중 염증이나 mucosal thickening이 있는 병적인 표본이 많았기 때문인 것으로 보인다.

측방 개창 접근법 시의 측벽 골창의 상부 높이를 결정할 때는 PSAA 높이를 고려하여야 한다.[8-10] PSAA에 손상을 주면 과도한 출혈이 발생할 수 있기 때문이다. 이번 연구에서 PSAA는 전체 식립 부위의 65.1%에서 발견되었으며, 성별에 따른 유의한 차이는 없었다. PSAA의 높이의 평균값은 기존 연구보다 작은 값을 나타냈지만,[8] 이는 무치악과 유치악 환자 모두를 대상으로 한 기존 연구와 달리 이번 연구는 치아가 발거되고 3 - 6개월 후 무치악 부위를 대상으로 하였기 때문에 표본들의 치조정의 높이가 더 낮기 때문인 것으로 생각된다.[29]

골창 형성 시에 LT가 또한 고려해야 할 요소이다. 안과 김은 상악동 하연으로부터 3 mm 상방에서의 LT가 1 - 2 mm인 것이 측벽창을 형성하기에 가장 적절한 두께라고 하였다.[25] 측벽 두께가 1 mm 이내인 경우 상악동 점막의 천공이 발생할 수 있고, 2 mm 보다 두꺼운 경우 골 삭제가 과해져 예후가 불량해질 수 있기 때문이다. 이번 연구에서 LT의 평균값은 남성이 여성보다 조금 컸지만 통계적으로 유의하지는 않았으며 이는 기존 연구들과 유사하였다.[25,30]

Niu 등은 거상술을 더 복잡하고 어렵게 만드는 상악동 내 septa, recess의 유무를 포함한 상악동 윤곽의 새로운 분류법을 발표하였다.[15] 상악동이 좁아지는 모양일수록 시야가 좁아지고 기구 조작 시에 어려움이 있기 때문에[12,15] 상악동거상술 시의 천공 발생률이 높아질 수 있다고 하였으며, 이를 방지하기 위하여 상악동저와 같은 높이에서 측벽창의 하연을 형성하는 '수정된 측벽 개창 접근법'을 제안하였다. 이번 연구에서 146개의 식립 부위를 Niu 등의 방법에 따라 분류해본 결과, 기존 연구들과 동일하게 제2소구치에서는 narrow tapered 유형이, 제1대구치와 제2대구치에서는 tapering 유형이 많았다.[12,15] Narrow tapered 유형일 때의 상악동 너비(W)는 후방 구치부로 갈수록 증가하는 경향성이 보였다. 상악동은 피라미드 모양으로, 첨부는 상악골과 관골의 접합부위, 기저부는 비강의 수직벽이다. 따라서 소구치 부위로 갈수록 기저부의 말단부로 이동하며 윤곽은 더 좁아지는 유형이 되고 평균 너비는 작아지는 것으로 보인다.[31] 또한 상악동의 너비는 기존 연구들처럼 남성이 여성보다 더 넓었고 통계적으로 유의한 차이가 있었다.[15,32,33] 그러나 기존 연구와는 다르게 recess가 있는 부위에서의 W가 recess가 없는 부위에서의 W보다 통계적으로 유의하게 높진 않았는데 이는 이번 연구에서 recess가 있는 표본이 부족하기 때문인 것으로 보인다.

각 요인들 간의 상관관계를 분석해 본 결과, RBH는 D', W와 음의 상관관계를 가졌으며 모두 통계적으로 유의하였다. 이는 상악동의 함기화가 진행됨에 따라 상악동저가 낮아지면서, RBH는 감소하고 상대적으로 상악동저로 부터의 PSAA의 높이는 높아지고 상악동의 너비는 넓어진 것으로 보인다.[34,35] 또한 RBH와 LT는 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 가지므로 RBH가 작은 환자에서 측방 개창 접근법을 시행할 때 측벽 두께를 유의하여 천공을 예방할 수 있도록 해야 할 것이다.

RBH가 4 mm 이하인 식립 부위에서 술자가 시행한 상악동 거상술 방법을 분석했을 때, 술자는 낮은 잔존골 높이임에도 불구하고 치조정 접근법을 더 많이 선택했고(74.5%), 5년 생존율은 100%이었다. 이는 3 mm 이하

의 RBH에서 시행한 치조정 접근법 또한 측방 개창 접근법만큼의 높은 임플란트 생존율을 보여준 기존 연구들의 결과와 유사하다.[23,24] 잔존골 높이가 4 mm 이하인 식립 부위에서 두 방법 간 해부학적 구조물들을 비교 분석한 결과, 치조정 접근법을 시행한 식립 부위에서 PSAA가 유의하게 더 낮았고, 측방 개창 접근법을 시행한 식립 부위에서 상악동저의 점막이 유의하게 더 얇았다. 즉, RBH가 4 mm 이하여도 PSAA의 높이가 상악동 측벽창을 형성하기에 너무 낮다면 측방 개창 접근법의 적응증이 아닐 수 있다. 이러한 상황에서 상악동저 점막이 적당히 두꺼워 치조정 접근법 시의 천공 가능성이 적다면 술자는 보다 비침습적인 치조정 접근법을 통한 상악동 거상술을 선택할 수 있을 것이고, 합병증이 발생할 위험도 줄어들어 환자의 예후 또한 개선되어 측방 개창 접근법만큼의 수술의 성공률을 기대할 수 있는 것으로 보인다. 마찬가지로 상악동 측벽의 두께가 1 mm보다 얇아 측벽창 형성 시 천공 가능성이 높은 경우와 상악동의 윤곽이 매우 좁아지는 유형일 경우에도 전통적인 측방 개창 접근법이 아닌 변형된 방법 혹은 치조정 접근법을 고려할 수 있을 것이다.

치조정 접근법은 blind technique이기 때문에 상악동 점막의 천공과 같은 합병증이 흔히 발생할 수 있는 술식으로 술자의 높은 숙련도가 요구되는데 다양한 수술 방법과 기구들이 개발됨에 따라 점차 적용 범위가 넓어지고 있는 것으로 보인다.[17-22,36] 술자들은 RBH 뿐만 아니라 상악동의 내측경사나 septum과 같은 불규칙한 구조물에 대한 평가해야 하며, 이번 연구에서는 약 13.6% 였으며 이런 경우 두 방법 모두 상악동 점막을 거상할 때 천공이나 찢어짐의 우려가 있으므로 술자의 경우 그 부위를 피하여 임플란트 식립 위치를 조정하여 술식을 시행하였다. 측방 개창 접근법이 어려울 것으로 판단되는 상황에서, 합병증의 위험과 환자의 술 후 통증이 적은 덜 침습적인 치조정 접근법을 적극적으로 고려하여 수술의 성공률을 높일 수 있을 것이다.

이번 연구는 기존 연구들보다 표본의 크기가 작아 통계적인 부분에서 한계를 보였고, 방사선 영상과 의무기록을 추적하는 후향적 연구였기 때문에 명확한 인과관계를 설명할 수 없었다. 추후 전향적 무작위 임상연구와 더 많은 표본을 대상으로 한 장기적인 추적 관찰을 한 연구가 필요할 것이다.

결론

CBCT를 통한 상악동 거상술 및 임플란트 식립 계획 수립 시, 적절한 상악동 거상술 방법 선택의 기준으로써 잔존골 높이를 중심으로 해부학적 구조물들 간의 복합적인 관계를 파악하고 있어야 하며, 이를 통해 잔존골 높이가 4 mm 이하인 경우 PSAA위치가 낮아 측방 개창 접근법이 어려운 부위에서도 보다 덜 침습적인 치조정 접근법을 통한 상악동 거상술을 선택할 수 있을 것이다.

ORCID

Heejin Jeong https://orcid.org/0009-0003-2990-7570
Ha-Na Jung https://orcid.org/0000-0003-2642-2052
Ok-Su Kim https://orcid.org/0000-0001-8528-9314

References

1. Wang SH, Shen YW, Fuh LJ, Peng SL, Tsai MT, Huang HL, Hsu JT. Relationship between cortical bone thickness and cancellous bone density at dental implant sites in the jawbone. Diagnostics (Basel) 2020;10:710.
2. Miyamoto I, Tsuboi Y, Wada E, Suwa H, Iizuka T. Influence of cortical bone thickness and implant length on implant stability at the time of surgery - clinical, prospective, biomechanical, and imaging study. Bone 2005;37:776-80.
3. Levi I, Halperin-Sternfeld M, Horwitz J, Zigdon-Giladi H, Machtei EE. Dimensional changes of the maxillary sinus following tooth extraction in the posterior maxilla with and without socket preservation. Clin Implant Dent Relat Res 2017;19:952-8.
4. Cavalcanti MC, Guirado TE, Sapata VM, Costa C, Pannuti CM, Jung RE, César Neto JB. Maxillary sinus floor pneumatization and alveolar ridge resorption after tooth loss: a cross-sectional study. Braz Oral Res 2018;32:e64.
5. Jensen OT, Shulman LB, Block MS, Iacono VJ. Report of the sinus consensus conference of 1996. Int J Oral Maxillofac Implants 1998;13 Suppl:11-45.
6. Zitzmann NU, Schärer P. Sinus elevation procedures in the resorbed posterior maxilla. Comparison of the crestal and lateral approaches. Oral Surg

Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1998;85: 8-17.
7. Del Fabbro M, Corbella S, Weinstein T, Ceresoli V, Taschieri S. Implant survival rates after osteotome-mediated maxillary sinus augmentation: a systematic review. Clin Implant Dent Relat Res 2012;14 Suppl 1:e159-68.
8. Güncü GN, Yildirim YD, Wang HL, Tözüm TF. Location of posterior superior alveolar artery and evaluation of maxillary sinus anatomy with computerized tomography: a clinical study. Clin Oral Implants Res 2011;22:1164-7.
9. Ilgüy D, Ilgüy M, Dolekoglu S, Fisekcioglu E. Evaluation of the posterior superior alveolar artery and the maxillary sinus with CBCT. Braz Oral Res 2013; 27:431-7.
10. Pandharbale AA, Gadgil RM, Bhoosreddy AR, Kunte VR, Ahire BS, Shinde MR, Joshi SS. Evaluation of the posterior superior alveolar artery using cone beam computed tomography. Pol J Radiol 2016;81:606-10.
11. Wen SC, Lin YH, Yang YC, Wang HL. The influence of sinus membrane thickness upon membrane perforation during transcrestal sinus lift procedure. Clin Oral Impl Res 2015;26:1158-64.
12. Marin S, Kirnbauer B, Rugani P, Payer M, Jakse N. Potential risk factors for maxillary sinus membrane perforation and treatment outcome analysis. Clin Implant Dent Relat Res 2019;21:66-72.
13. Rapani M, Rapani C, Ricci L. Schneider membrane thickness classification evaluated by cone-beam computed tomography and its importance in the predictability of perforation. Retrospective analysis of 200 patients. Br J Oral Maxillofac Surg 2016;54: 1106-10.
14. Yilmaz HG, Tözüm TF. Are gingival phenotype, residual ridge height, and membrane thickness critical for the perforation of maxillary sinus? J Periodontol 2012;83:420-5.
15. Niu L, Wang J, Yu H, Qiu L. New classification of maxillary sinus contours and its relation to sinus floor elevation surgery. Clin Implant Dent Relat Res 2018;20:493-500.
16. Testori T, Weinstein T, Taschieri S, Wallace SS. Risk factors in lateral window sinus elevation surgery. Periodontol 2000 2019;81:91-123.
17. Elian S, Barakat K. Crestal endoscopic approach for evaluating sinus membrane elevation technique. Int J Implant Dent 2018;4:15.
18. Anitua E. Two-step progressive transcrestal sinus augmentation using a 4.5 mm unloaded implant as a "Temporary implant" in highly atrophic ridge: Case report. Eur J Dent 2023;17:560-6.
19. Zhou X, Hu XL, Li JH, Lin Y. Minimally invasive crestal sinus lift technique and simultaneous implant placement. Chin J Dent Res 2017;20:211-8.
20. Soltan M, Smiler D, Ghostine M, Prasad HS, Rohrer MD. The crestal approach: antral membrane elevation via a post graft. Implant Dent 2011;20:e53-60.
21. Wang H, Wang J, Guo T, Ding X, Yu W, Zhao J, Zhou Y. The endoscopically assisted transcrestal sinus floor elevation with platelet-rich fibrin at an immediate implantation of periapical lesion site: A case report. Medicine (Baltimore) 2019;98:e16251.
22. Andreucci CA, Fonseca EMM, Jorge RN. A new simplified autogenous sinus lift technique. Bioengineering (Basel) 2023;10:505.
23. Zhou Z, Wang Y, Meng W, Yang X, Dao J. Two-stage closed sinus lift for severe bone deficiency in the posterior maxilla improves long-term clinical outcomes. Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao 2019; 39:731-5.
24. Tsai CF, Pan WL, Pan YP, Chan CP, Ju YR, Wang YM, Lin CY, Chang CC. Comparison of 4 sinus augmentation techniques for implant placement with residual alveolar bone height ≤3 mm. Medicine 2020;99:e23180.
25. An SY, Kim YG. Morphological analysis of the sinus lateral wall using cone-beam computed tomography. J Dent Rehabil Appl Sci 2012;28:349-57.
26. Rahpeyma A, Khajehahmadi S. Open sinus lift surgery and the importance of preoperative cone-beam computed tomography scan: A Review. J Int Oral Health 2015;7:127-33.
27. An SY. CBCT imaging for dental implants. J Korean Dent Assoc 2012;50:189-95.
28. Kang SJ, Shin SI, Herr Y, Kwon YH, Kim GT, Chung JH. Anatomical structures in the maxillary sinus related to lateral sinus elevation: a cone beam computed tomographic analysis. Clin Oral Implants

Res 2013;24 Suppl A 100:75-81.
29. Jasim HH, Al-Taei JA. Computed tomographic measurement of maxillary sinus volume and dimension in correlation to the age and gender (comparative study among individuals with dentate and edentulous maxilla). J Baghdad Coll Dent 2013;25: 87-93.
30. Kim YG. Morphological analysis of the sinus lateral wall using computed tomography. J Dent Rehabil Appl Sci 2011;27:285-92.
31. Sonone J, Nagpure PS, Puttewar M, Garg D. Changes in maxillary sinus volume and it's walls thickness due to chronic rhinosinusitis: A prospective study. Indian J Otolaryngol Head Neck Surg 2019;71 Suppl 3:2182-5.
32. Teke HY, Duran S, Canturk N, Canturk G. Determination of gender by measuring the size of the maxillary sinuses in computerized tomography scans. Surg Radiol Anat 2007;29:9-13.
33. Akhlaghi M, Bakhtavar K, Kamali A, Maarefdoost J, Sheikhazadi A, Mousavi F, Saberi Anary SH, Sheikhazadi E. The diagnostic value of anthropometric indices of maxillary sinuses for sex determination using CT-scan images in Iranian adults: A cross-sectional study. J Forensic Leg Med 2017;49: 94-100.
34. Levi I, Halperin-Sternfeld M, Horwitz J, Zigdon-Giladi H, Machtei EE. Dimensional changes of the maxillary sinus following tooth extraction in the posterior maxilla with and without socket preservation. Clin Implant Dent Relat Res 2017;19:952-8.
35. Sharan A, Madjar D. Maxillary sinus pneumatization following extractions: a radiographic study. Int J Oral Maxillofac Implants 2008;23:48-56.
36. Lundgren S, Cricchio G, Hallman M, Jungner M, Rasmusson L, Sennerby L. Sinus floor elevation procedures to enable implant placement and integration: techniques, biological aspects and clinical outcomes. Periodontol 2000 2017;73:103-20.

상악동 거상술을 시행한 임플란트 환자에서의 상악동 구조물에 대한 CBCT 영상 분석

정희진[1+] 대학원생, **정하나**[2+] 교수, **김옥수**[3,4*] 교수

[1]전남대학교 치의학전문대학원 치의학과

[2]화순전남대학교병원 치과

[3]전남대학교 치의학전문대학원 치주과학교실, 치의학연구소

[4]전남대학교 치의학전문대학원 경조직바이오인터페이스연구센터

목적: 이번 연구는 적절한 상악동 거상술의 선택을 위하여 고려해야 하는 상악동의 다양한 해부학적 구조물들을 콘빔형 전산화단층영상(CBCT)을 이용하여 상악동 거상술을 시행한 환자에서 복합적으로 분석하였다.

연구 재료 및 방법: 전남대학교 치과병원에 내원하여 상악동 거상술과 함께 임플란트를 식립한 총 90명의 환자 중, 5년 이상 생존한 146개의 식립 부위를 대상으로 하였다. 의무기록을 확인하여 술자가 시행한 상악동 거상술 방법(치조정 접근법과 측방개창 접근법)을 알기 위해 조사하였고, 술전 촬영한 CBCT 영상을 재구성하여 상악동저 점막의 두께, 후상치조동맥(PSAA)의 높이, 잔존골 높이, 측벽 두께 및 상악동 윤곽을 측정 및 분류하고 통계적으로 분석하였다.

결과: 평균적으로 상악동저 점막의 두께는 2.85 ± 3.56 mm, 상악동 측벽의 두께는 1.41 ± 0.99 mm, PSAA의 높이는 14.35 ± 3.46 mm 그리고 상악동 너비는 13.13 ± 4.29 mm였다. 제2소구치 부위에서 narrow tapered type이 가장 많았다. 잔존골 높이는 상악동저로부터의 PSAA의 높이, 상악동의 너비와 유의한 음의 상관관계를 가졌고, 측벽 두께와는 유의한 양의 상관관계를 가졌다. 잔존골 높이가 4 mm 이하인 식립 부위에서 시행된 방법 모두 임플란트 생존율은 100%였다. 두 방법 간의 해부학적 구조물들의 측정값을 비교한 결과, 치조정 접근법을 시행한 경우 상악동저의 점막 두께가 더 두꺼웠고, 측방 개창 접근법의 경우 PSAA의 높이가 더 높았다($P < 0.05$).

결론: 잔존골 높이가 4 mm 이하인 경우에서 낮은 PSAA의 높이, 얇은 측벽 두께 및 좁아지는 윤곽으로 인하여 측방 개창을 형성하기 어렵거나 상악동저 점막 두께가 두꺼운 경우 치조정접근법을 시행하여도 양호한 성공률을 기대할 수 있을 것이다.

(구강회복응용과학지 2025;41(2):79-89)

주요어: 상악동 거상술; 해부학; 임플란트 생존율; 콘빔형전산화단층영상

*교신저자: 김옥수

(61183)광주광역시 북구 용봉로 33 전남대학교 치의학전문대학원 치주과학교실

Tel: 062-530-5648 | Fax: 062-530-5649 | E-mail: periodrk@chonnam.ac.kr

+이 연구에 제1저자로 동일한 기여를 하였음.

접수일: 2025년 3월 8일 | 수정일: 2025년 4월 2일 | 채택일: 2025년 4월 9일