

# 상악동 골이식술을 위한 이식재의 부피 측정 - CT를 이용한 환자 대조군 연구

김형욱<sup>1</sup> · 이슬기<sup>2</sup> · 정재안<sup>3</sup> · 신진엽<sup>3</sup> · 엄윤섭<sup>1</sup> · 김기영<sup>1</sup> · 김종식<sup>1</sup> · 송윤정<sup>4</sup> · 홍순민<sup>1</sup> · 박준우<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한림대학교 강동성심병원 구강악안면외과, <sup>2</sup>한림대학교 성심병원 구강악안면외과  
<sup>3</sup>한림대학교 강남성심병원 구강악안면외과, <sup>4</sup>한림대학교 임상치의학대학원 치과병원 치과보존과

**Abstract** (J. Kor. Oral Maxillofac. Surg. 2007;33:511-517)

## MEASUREMENT OF MAXILLARY SINUS VOLUME FOR THE PLACEMENT OF GRAFT MATERIAL - A CASE CONTROL STUDY USING CT IMAGE

Hyung-Wook Kim<sup>1</sup>, Seul-Ki Lee<sup>2</sup>, Jae-An Chung<sup>3</sup>, Jin-Eob Shin<sup>3</sup>, Yun-Sub Um<sup>1</sup>,  
Ki-Young Kim<sup>1</sup>, Jong-Sik Kim<sup>1</sup>, Yun-Jung Song<sup>3</sup>, Soon-Min Hong<sup>1</sup>, Jun-Woo Park<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Oral & Maxillofacial Surgery, Kangdong Sacred Heart Hospital, College of Medicine, Hallym University  
<sup>2</sup>Department of Oral & Maxillofacial Surgery, Hallym University Sacred Heart Hospital, College of Medicine, Hallym University  
<sup>3</sup>Department of Oral & Maxillofacial Surgery, Kangnam Sacred Heart Hospital, College of Medicine, Hallym University  
<sup>4</sup>Department of Operative Dentistry, Hallym University Dental Hospital, College of Medicine, Hallym University

**Purpose:** The aim of this study is to determine whether a difference in the amount of bone graft material is needed between edentulous patients and dentulous patients and to calculate the amount of augmentation for a sinus lift procedure.

**Methods:** 19 patients (20 sinuses) were included to measure maxillary sinus volume. Facial CT scanning was performed using MX 8000 IDT CT devices (Philips, USA). And it was used for IDLvm (The IDL Virtual Machine) 6.0, CT Volume Analyzer Ver 2.3 program to measure maxillary sinus volumes

**Results:** At edentulous patients, volumes (mean±SD) of the inferior portion of the sinuses were 0.56±0.13 cm<sup>3</sup> (5mm height), 2.35±0.57 cm<sup>3</sup> (10mm height), 4.85±1.10 cm<sup>3</sup> (15mm height). At dentulous patients, volumes (mean±SD) of the inferior portion of the sinuses were 0.41±0.18 cm<sup>3</sup> (5mm height), 1.76±0.42 cm<sup>3</sup> (10mm height), 3.80±0.84 cm<sup>3</sup> (15mm height). A significant correlation was found between augmentation height (5mm, 10mm, 15mm) and the calculated sinus volume. (p=0.027, p=0.018, p=0.044)

**Conclusions:** A significant correlation was found between augmentation height (5mm, 10mm, 15mm) and the calculated sinus volume. Detailed preoperative knowledge of sinus lift augmentation volume is helpful in determining the appropriate amount of the bone graft material.

**Key words:** Dental implants, Maxillary sinus, Bone transplantation, Computed tomography

## I. 서 론

상악 구치가 소실되면 치조골 위축과 상악동 함기화에 의해 상악동저 (floor of sinus)와 치조정 간의 거리가 감소하게 되고, 따라서 임플란트 식립을 위한 충분한 골량을 확보할 수 없게 될 수 있다<sup>1)</sup>. 이에 상악 구치부의 가용골량을 증가시키기 위한 여러 가지 노력이 있었으며, 이중 상악동 골이식술 (sinus bone graft)은 높은 성공률을 보이며 임플란트와 연관된 수술 중 표

준적인 술식의 하나로 자리잡게 되었다<sup>2,3)</sup>.

상악동 골이식술을 시행할 때에는 이식부의 높이와 잔존골 높이의 합이 계획된 임플란트의 길이에 상응하도록 해야 하는데, 이식부의 높이에 따라 필요한 이식재의 양을 미리 결정할 수 있다면 수술 계획을 좀 더 용이하게 진행할 수 있을 것이다. 즉, 자가골 이식을 계획한 경우라면 골공여부에 따라 이식 가능한 최대 골량이 정해지기 때문에, 필요한 이식재의 양에 따라 하악골, 장골, 또는 경골 등의 공여부를 결정할 수 있을 것이며 이에 따라 전신 마취 여부, 합병증에 대한 고려, 또는 이식재 흡수율 등을 미리 알 수 있다<sup>4,5)</sup>. 한편, 이종골 (xenograft)이나 합성골 (alloplast)을 사용하기로 한 경우에는 이식재의 양을 미리 앎으로써 환자나 술자 모두 수술에 필요한 비용을 예측하기가 용이해지고, 술 전에 준비해야 할 이식재의 양을 미리 결정하여 준비할 수 있게 된다. 따라서 골이식할 상악동의 높이에 따라 필요한 이식재의 양을 연구한 연구가 있었으며, 각각 컴퓨

### 홍순민

134-010 서울특별시 강동구 길동 445

한림대학교 강동성심병원 구강악안면외과

### Soon-Min Hong

Dept. of OMFS, Kang Dong Sacred Heart Hospital, Hallym Univ.

445 Gil-dong, Gangdong-gu, Seoul, 134-010, Korea

Tel: 82-2-2224-2333 Fax: 82-2-483-9647

E-mail: omfshong@hallym.or.kr

터 단층 촬영 영상 (Computed Tomography; CT)<sup>1,6)</sup>, 자기 공명 영상 (Magnetic Resonance Imaging)<sup>9)</sup>, 또는 사체에서의 직접 측정법<sup>7)</sup>을 이용하였다. 이들 연구를 통해, 이식할 상악동의 높이에 따라 필요한 골이식재의 양은 대략적으로나마 알 수 있지만, 몇 가지 한계가 있었다. 첫째로 CT를 이용한 연구에서는 각 단면에서 상악동의 경계를 연구자가 직접 수동으로 그린 후 경계 범위 내의 면적을 적분하는 방식을 취하였는데, 수동으로 그리는 과정에서 오차가 있을 가능성이 높다. 또한 사체를 이용한 연구에서는 상악동의 인상을 채득하는 방법을 취하였는데, 이 또한 이식재의 부피 변화와 가공 과정 중의 오류를 피할 수 없었을 것이다. 또한 상악동 형태를 고려해볼 때 유치악과 무치악에서 이식할 골량에 차이가 있을 수 있지만, 단 하나의 연구를 제외하고는 대상 환자의 무치악 유무를 고려하지 않았다<sup>7)</sup>.

본 연구에서는 일련의 환자의 상악동 영상을 CT를 이용하여 얻은 후, 자동화된 프로그램을 이용하여 최소한의 오차 범위 내에서 이식부 높이에 따른 골이식재의 양을 정하고자 하였다. 또한 상악 구치부의 치아 존재 유무에 따라 필요한 골이식재의 양이 달라지는지를 살펴보기 위해 상악 구치부가 무치악인 환자군과 유치악인 환자군에서의 필요한 이식재 양을 비교하였다.

## II. 대상 및 방법

### (1) 연구 대상

2007년 4월부터 2007년 9월까지 강동성심병원에서 상악동을 포함하는 1 mm 간격, 2 mm 두께의 CT를 촬영한 총 146명의 일련의 환자 중 상악골 골질이 있는 환자, 상악동 내에 종양이나 낭종 등 병적 증상이 있는 환자, 또는 상악동 수술 병력이 있는 환자를 제외하고, 상악 구치부가 한쪽이라도 무치악 상태인

총 8명의 환자를 대상으로 하였으며, 이들 중 7명은 편측이 무치악이었고, 한 명은 양측이 무치악이어서 총 9개의 상악동이 연구 대상이 되었다. 이들은 평균 연령이 69.1세였으며 모두 남성이었다. 이에, 제외기준에 들지 않는 환자 중 상악 구치부가 유치악이며 기저 특성이 무치악 환자와 비슷한 사람들을 무작위로 11명 선정하여 각각 하나의 상악동을 대조군으로 하였다. 이전의 연구들에서 상악동의 부피는 좌, 우의 위치나 성별에 따른 유의성 있는 차이는 없다고 하였지만<sup>7)</sup>, 대조군으로 선정된 환자들은 모두 60대 (평균 62.4세), 남성으로 정하였다.

### (2) 연구 방법

MX 8000 IDT CT devices (Philips, USA)를 이용하여 120KV, 200 mAs 조건하에서 1mm 간격 2mm 두께의 연속적인 spiral CT를 촬영하였다. 촬영된 CT 영상은 부피 측정을 위하여 IDL<sup>™</sup> 6.0, CT Volume Analyzer Ver 2.3 (The IDL Virtual Machine, Seoul, Korea) 프로그램에 저장하였다. 프로그램 상에서 상악동과 주변 구조물들의 경계를 구분하기 위하여 밀도차를 이용한 재구성을 하였다. 프로그램 내에서 CT 영상을 불러내고, 이 영상 상방에서 커서를 이동하면 그에 대한 방사선 밀도 값이 우측 그래프 상에 표시된다 (Fig. 1). 대략적으로, 상악동 외측골의 방사선 밀도는 +500에서 +700 사이였고 주변 연조직의 밀도는 -200과 +200정도에서 변이를 보였다. 대략적인 밀도값을 이렇게 살펴본 후에 순수하게 상악동 내부 영역만이 포함될 수 있도록 방사선 밀도값의 상방 역치 (upper threshold)와 하방 역치 (lower threshold)를 입력하였다. 역치값들을 입력하면 역치값 사이의 구조물, 즉 상악동 내부는 붉은 색으로 표시되었다 (Fig. 2). 최종적으로, 미세한 경계 조정을 수작업으로 시행함으로써 최종적인 상악동의 범위를 설정할 수 있었다 (Fig. 3). 이렇게 최종적인 범위를 설정한 후에는 그 단면의 면적이 자동으로 계산되었다. 위의 과정을 1 mm 간격인 각 축단면 (axial slice)

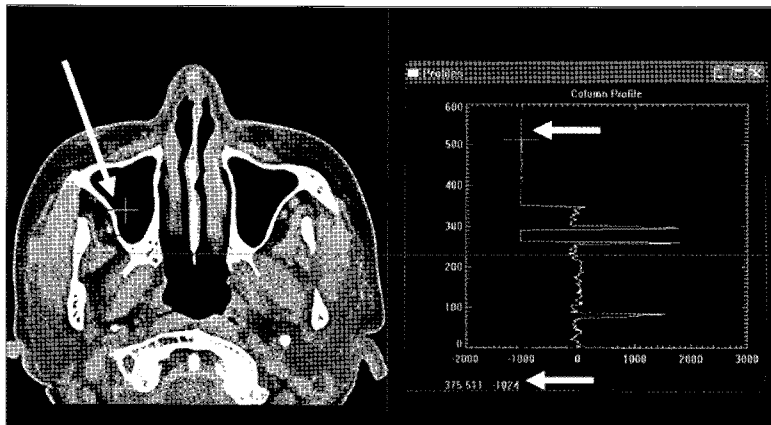
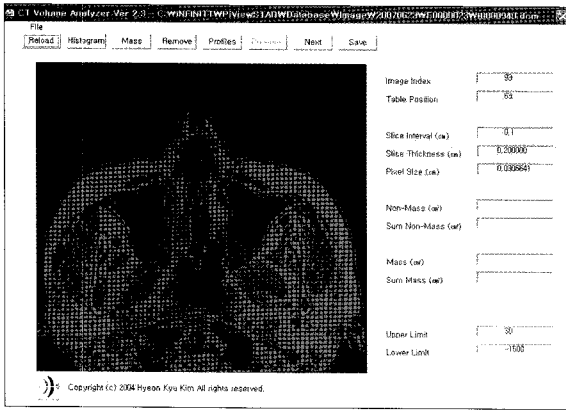
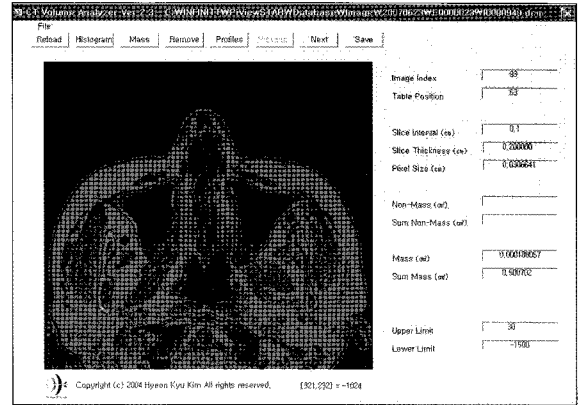


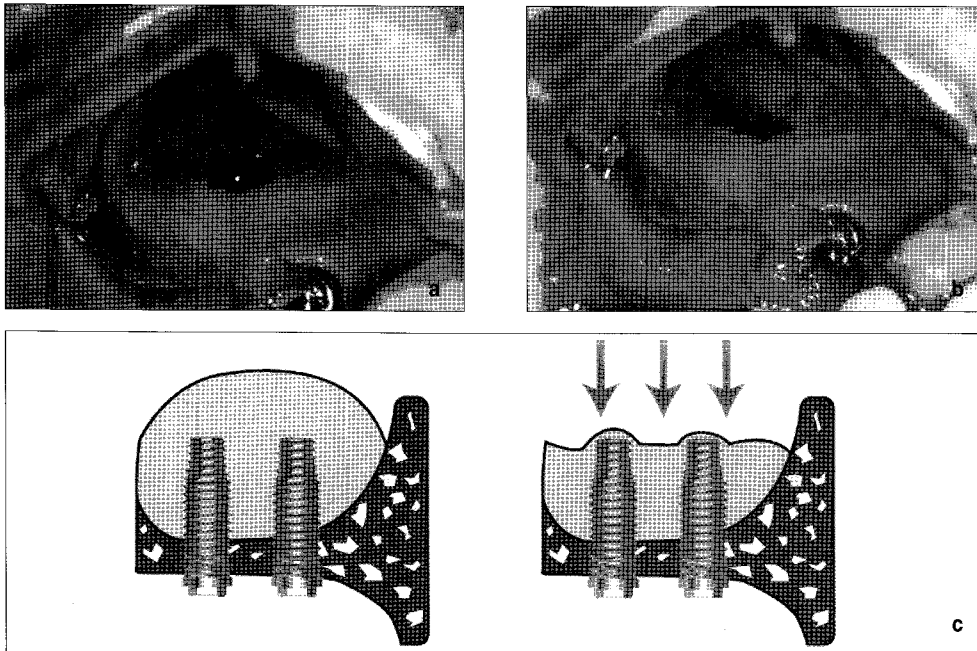
Fig. 1. With moving the cursor on CT image in left side, radiographic density of that area appeared on the profile window in right side. By moving around the maxillary sinus, the appropriate density threshold could be determined.



**Fig. 2.** After determining the upper and lower limits of radiographic densities in the sinus cavity, the numbers were entered on "upper limit" and "lower limit". After that, the CT image was changed like this picture, defining the areas of maxillary sinuses.



**Fig. 3.** Finally, refining the margins of maxillary sinus was done manually. Repeating this work on series of coronal CT images was conducted. Then, the volume of sinus up to the current image height appeared on "Sum Mass".



**Fig. 4.** The lifted sinus membrane in situ during inspiration (a), or expiration (b). The downward pressure during expiration can induce the repneumatization phenomenon, which means the reduction of graft material in maxillary sinus (c).

에서 반복하였으며, 최종적인 부피는 각 축단면들의 면적을 적분함으로써 구할 수 있는데 이는 프로그램에서 자동으로 계산되었다. 상악동저로부터 5 mm, 10 mm, 그리고 15 mm까지에 이를 때까지의 상악동 부피를 위 방법을 이용하여 각 환자에서 측정하였다.

상악동저에서 5, 10, 15 mm 상방에 이를때까지의 상악동 부

피를 각각 유치악군과 무치악군으로 분류하여 그 평균 및 표준 편차를 구하였다. Mann-Whitney U test를 이용하여 각 높이에서 유치악군과 무치악군의 상악동 부피에 통계학적 차이가 있는지를 검증하였다. 통계학적 검사는 SPSS 11.5 소프트웨어 (SPSS, Chicago, IL, USA)를 이용하여 컴퓨터로 시행하였고, 그 유의 수준은 0.05로 하였다.

**Table 1.** Required Graft Volume According to the Vertical Heights from Sinus Floor

	Edentulous			Dentulous		
	5mm	10mm	15mm	5mm	10mm	15mm
1	0.6	2.7	5.45	0.5	1.98	4.09
2	0.67	2.85	5.9	0.18	1.13	1.8
3	0.48	1.98	3.87	0.43	1.96	4.45
4	0.49	2.21	4.92	0.37	1.45	3.36
5	0.78	2.73	5.36	0.48	1.77	3.76
6	0.46	2.42	5.25	0.19	1.49	4.18
7	0.49	1.6	3.37	0.47	1.83	3.98
8	0.69	3.15	6.28	0.85	2.7	4.9
9	0.4	1.49	3.26	0.44	2.07	4.53
10				0.35	1.43	3.14
11				0.29	1.52	3.62
Mean ± SD	0.56 ± 0.13	2.35 ± 0.57	4.85 ± 1.10	0.41 ± 0.18	1.76 ± 0.42	3.80 ± 0.84

### III. 결 과

본 연구에서는 우선 상악동의 병적, 구조적 변이가 없는 총 8명의 환자 9개의 무치악 상악동에 대한 CT 영상을 얻을 수 있었으며, 이들은 모두 60대, 남성이었기 때문에 이에 맞추어 대조군으로서 총 11명의 환자의 11개의 상악동에 대한 CT 영상을 얻었다. 그 결과, 무치악 환자의 상악동에서 상악동저로부터 5 mm 상방까지는 0.4 cm<sup>3</sup>에서 0.6 cm<sup>3</sup>까지의 변이를 보이며 평균 0.56 ± 0.13 cm<sup>3</sup>의 부피를 보였으며, 유치악의 상악동에서는 0.18 cm<sup>3</sup>에서 0.85 cm<sup>3</sup>까지, 평균 0.41 ± 0.18 cm<sup>3</sup>의 부피를 보였다. 또한 무치악 상악동에서 상악동저 10 mm 상방까지의 부피는 평균 2.35 ± 0.57 cm<sup>3</sup>로 1.49 cm<sup>3</sup>에서 2.85 cm<sup>3</sup> 사이의 값을 보였으며, 유치악 상악동에서는 평균 1.76 ± 0.42 cm<sup>3</sup>로 1.13 cm<sup>3</sup>에서 2.7 cm<sup>3</sup> 사이의 값을 보였다. 마지막으로, 무치악 상악동에서 상악동저로부터 15 mm 상방까지의 부피는 평균 4.85 ± 1.10 cm<sup>3</sup>로 3.26 cm<sup>3</sup>에서 6.28 cm<sup>3</sup> 사이였고, 유치악 상악동에서는 평균 3.80 ± 0.84 cm<sup>3</sup>로 1.8 cm<sup>3</sup>에서 4.9 cm<sup>3</sup> 사이의 부피를 보였다 (Table 1). 상악동저로부터 각각 5 mm, 10 mm, 그리고 15 mm에 이를 때까지 유치악에서와 무치악에서 그 부피에 차이가 있는지를 검증해본 결과, 세 높이 모두에서 그 부피에 통계학적으로 유의한 차이가 있었다 (5 mm에서 p=0.027, 10 mm에서 p=0.018, 그리고 15 mm에서 p=0.044).

### IV. 고 찰

상악동의 부피는 신생아 때 약 6-8 cm<sup>3</sup> 정도이며 이후 측방과 하방으로 지속적으로 확장되기 시작하여 12세경에 상악동저는 비저 (floor of nose)의 높이에 도달한다<sup>9</sup>. 이후에도 상악동저는 하방으로 이동하여 결국 20대에 최종적으로 비강저에서 7.02 ± 2.87 mm 정도 하방에 위치하게 된다<sup>9</sup>. 성인의 상악동의 크기는 대략 22-35 mm의 너비, 36-45 mm의 높이, 그리고 38-

45 mm의 길이를 갖고<sup>9</sup>, 부피는 4.5-35.2 cm<sup>3</sup>의 범위로 평균 15.0 cm<sup>3</sup> 정도이다<sup>10</sup>. 이전의 연구들에서 상악동의 부피는 좌, 우의 위치나 성별에 따른 유의성 있는 차이는 없다고 하였고<sup>7</sup> 다만 연령대에 따라서는 성별에 상관없이 10대~20대 사이에 급격한 증가를 보이다가 이후에 약간 감소한다고 하였다<sup>8</sup>.

한편, 상악 구치부 치아가 상실되면 상악동의 합기화가 가속화되며, 그 진행은 개인차가 있지만 일반적으로는 무치악 기간의 길이에 따라 그 정도의 범위가 결정된다<sup>11</sup>. 상악동의 크기는 조금 더 커지게 되며 심한 경우에 무치악 상태가 지속되면 상악동의 측벽과 교합면 측의 상악동 벽은 종이처럼 얇아지기도 한다<sup>12</sup>. 따라서 이러한 부위에 임플란트를 식립하기 위해서는 상악동 내로의 골 이식, 즉 상악동 골 이식을 해야 하는 경우가 많다. 상악동 골 이식술은 1970년대 중반에 Tatum에 의해 처음으로 시행되었으며<sup>3</sup>, 1996년 개최된 the Sinus consensus Conference에서는 상악동 골 이식 및 임플란트 식립을 충분히 예지성 높은 신뢰할만한 술식으로 인정하였다<sup>13</sup>. 상악동은 5벽성 골결손인 발치와에 필적하는 골재생 능력을 지녔을 뿐만 아니라<sup>14</sup>, 심지어는 상악동막을 거상한 후의 공동을 유지하기만 한다면 어떠한 이식체를 위치시키지 않더라도 골로 재생될 수 있는 높은 골형성능을 지닌 부위임이 밝혀졌다<sup>15</sup>. 또한 많은 임상 연구 결과, 어떠한 이식체를 사용하더라도 이식된 상악동 내로 임플란트를 식립했을 때 그 성공률은 이식하지 않은 상악 구치부에 식립한 임플란트의 그것과 차이가 없었다<sup>16</sup>.

상악동 골 이식술을 계획하였다면, 이식할 이식체의 부피를 정확히 예상하는 것은 치료계획에서 중요하다고 할 수 있다. 상악동 골 이식체로는 자가골, 동종골, 이종골, 또는 합성골 등이 사용된다. 그 중 자가골은 이미 가장 많이 이용되어 왔고 그 성공률도 높았기 때문에 "상악동 골 이식술에 가장 적합한" 재료로 인정받았다<sup>13</sup>. 한편, 자가골 이식술은 공여부에 따라서 채취할 수 있는 골의 양에 한계가 있으며, 그 흡수량도 다르기 때문에 특히 자가골 이식에 있어 부피에 대한 고려는 매우 중요

하다. 일반적으로 상악동 골이식을 위해 사용할 수 있는 골공여부로는 장골 (iliac bone), 경골 (tibia), 하악지 (mandibular ramus), 그리고 하악 정중부 (mandibular symphysis) 등이 있는데, 각각 70 cm<sup>3</sup>, 20-40 cm<sup>3</sup>, 5-10 cm<sup>3</sup>, 5 cm<sup>3</sup>까지의 골을 채취할 수 있는 것으로 알려졌다<sup>17)</sup>. 또한 장골이나 경골 등의 연골내골 (endochondral bone)은 하악지나 하악 정중부 등의 막내골 (intramembraneous bone)에 비해 흡수율이 높다<sup>18)</sup>. 따라서 미리 계산된 필요한 자가 이식재 양에 흡수율을 고려한 양을 더하여 최종적으로 필요한 자가 이식재의 양을 정하고, 이에 따라 적은 양이 필요하다면 국소 마취 하에서 하악골 공여부로부터 골이식을 시행하고 많은 양이 필요하다면 전신 마취 하에서 장골이나 경골 등에서 골이식을 시행할 수 있을 것이다. 이에 따라 전신 마취 여부를 결정하고 야기될 수 있는 합병증 등에 대해 미리 고려하여 환자와 상의할 수 있을 것이다. 한편, 현재 다양한 상품으로 판매되고 있는 합성골과 이종골 또한 단독 이식재로써, 또는 자가골 이식재에 대한 부피 확장제 (volume expander)로써 사용되고 있으며, 대부분의 경우 상악동 이식에 적합한 것으로 알려졌다<sup>19)</sup>. 이들 이식재는 제품별로 개별 포장 부피가 정해져 있기 때문에, 술전에 필요한 이식재 양을 예측함으로써 이에 대한 비용을 미리 예상할 수 있으며 이식에 필요한 이식재를 충분한 양으로 준비할 수 있을 것이다.

일반적인 진료실 환경에서 상악동 골이식술을 계획한 모든 환자에게 CT 촬영을 시행한 후 이를 이용하여 골이식할 상악동의 부피를 계산하는 것은 불가능하기 때문에, 파노라마 촬영 등으로 거상할 상악동 내부의 높이를 측정하고 이에 따라 이식재의 양을 미리 결정할 수 있다면 매우 편리할 것이다. 이에 CT나 MRI 영상, 또는 사체를 이용하여 상악동 골이식을 위해 필요한 골이식재의 양을 계산한 연구들이 있었다. Uchida 등은 22명의 환자, 38개의 상악동에 대한 CT 영상을 얻고, 본 연구와 비슷하게 상악동저로부터 5, 10, 15, 20 mm에 이를 때까지의 단면 면적을 적분하여 상악동 부피를 측정하였다. 그 결과 상악동저로부터 5 mm 상방까지의 부피는 0.7 cm<sup>3</sup>, 10 mm 상방까지의 부피는 1.92 cm<sup>3</sup>, 15 mm 상방까지의 부피는 4.02 cm<sup>3</sup>였다<sup>1)</sup>. 또한 Uchida 등은 32구의 사체, 59개의 상악동을 이용한 다른 연구에서 상악동 내부를 직접 인상 채득하여 부피를 구하는 방법을 사용하였으며, 그 결과 상악동저로부터 5 mm 상방까지는 0.64 cm<sup>3</sup>, 10 mm 상방까지는 1.81 cm<sup>3</sup>, 15 mm 상방까지는 5.66 cm<sup>3</sup>의 부피를 보인다고 하였다<sup>2)</sup>. 한 가지 주목할 점은 유치악과 무치악 상악동 간에 그 부피에 통계학적인 차이가 없다고 하였는데, 다양한 연령대와 혼성의 사체가 사용되었다는 점과 실험 방법 자체가 많은 오차를 유발할 수 있다는 점을 고려한다면 그 결과의 신뢰성이 의심된다. Gray 등은 양측 상악동 골이식술을 시행할 18세 여환에 대해 MRI 촬영을 시행하고 이식할 상악동의 높이에 따라 필요한 이식재의 양을 미리 계산하였다고 하였으며, 좌 우측 각각에서 12 mm 거상을 위해서는 1.4 cm<sup>3</sup>와 2.3 cm<sup>3</sup>, 14 mm 거상을 위해서는 2.1 cm<sup>3</sup>와 2.7 cm<sup>3</sup>, 16 mm 거상을 위해서는 2.9 cm<sup>3</sup>와 3.2 cm<sup>3</sup>의 이식재가 필요하다고 하였다. Krenmair 등의 CT 연구에서는, 상악동저로부터의

측단면을 이용하여 부피를 측정하는 것이 아니라 수직적인 높이를 먼저 설정한 후 횡단면 영상 (cross-sectional CT scan image)을 전, 후방적으로 합산하여 부피를 측정하였다. 또한 이 연구에서는 상악동저로부터 단위 높이까지의 부피를 구한 것이 아니라, 치조정에서 12 mm와 17 mm 상방에 이를 때까지 필요한 골이식재의 부피를 구했기 때문에, 개별 환자의 상악동저 높이가 다르다는 점을 고려하지 못했다는 한계가 있다. 이 연구의 결과로는 상악 구치부에서 12 mm의 골높이를 이루기 위해서는 1.7 cm<sup>3</sup>의 이식재가, 그리고 17 mm의 골높이를 이루기 위해서는 3.6 cm<sup>3</sup>의 이식재가 필요하다고 하였다.

본 연구에서는 상악동 이식 시 필요한 이식재의 양을 결정하기 위해 1 mm 간격의 CT 영상을 촬영한 환자들의 상악동 영상을 이용하였으며, 측정 시의 오차와 부정확성을 피하기 위해 자동화된 컴퓨터 프로그램을 이용하여 상악동 내부의 범위를 정확히 결정하였다. 또한 무치악 상악동과 유치악 상악동에서 각 단위 길이당 필요한 이식재의 양이 달라질 수 있음에도 기존 연구들에서는 이에 대한 고려가 없었기 때문에 기저 특성을 갖춘 환자-대조군 연구의 방식을 통해 이를 검증해 보았다. 그 결과 무치악과 유치악 상악동에서 각각 5, 10, 15 mm의 거상을 위해 필요한 골이식재의 양은 0.56±0.13과 0.41±0.18cm<sup>3</sup>, 2.35±0.57과 1.76±0.42cm<sup>3</sup>, 그리고 4.85±1.10과 3.80±0.84cm<sup>3</sup>였으며, 이들 수치 사이에는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다. 따라서 상악 구치부가 완전 무치악인 환자에서는 상악동 골이식 시에 더 많은 이식재를 필요로 할 수 있다는 점을 염두에 두어야 할 것이다. 하지만, 본 연구에서도 한계점은 있는데, 본 연구와 기존의 연구들에서 가정된 것처럼 상악동 거상술시 골 이식재의 상방 한계가 항상 직선으로 나타나지는 않는다는 것이다<sup>19,20)</sup>.

상악동 골이식에 필요한 이식재의 양을 결정하는데 있어서 추가적으로 고려해야 할 사항은 이식재의 흡수이다. 자가골로 상악동 골이식을 시행하면 장기간에 걸쳐서 많은 양의 이식골이 흡수된다는 사실은 이미 오래 전에 밝혀진 바 있다 (re-pneumatization, 또는 slumping)<sup>13)</sup>. 상악동 함기화의 원인은 호흡에 의해 상악동 내에 양압이 형성되기 때문인 것으로 생각되는데, 이 압력으로 인해 상악동 골이식 부위 또한 흡수되는 것으로 추측된다 (Fig. 4). 이러한 이식재의 흡수는 이식 후 1년까지, 그 중에서도 특히 6개월까지의 기간에 집중되는데<sup>21)</sup> 이렇게 이식골이 흡수되면서 implant 치근단부는 골조직이 아닌 상악동 점막과 접하게 될 수도 있으며 결국 implant 실패로 연결될 수도 있다<sup>20,22)</sup>. 지금까지 이식재의 흡수율을 많은 환자를 대상으로 하여 전향적으로 평가한 임상 연구는 거의 없었지만, Johansson 등의 주목할만한 CT를 이용한 전향적 연구에 의하면 장골에서 채취한 자가 이식재로 상악동 골이식을 시행하면 6-7개월 후 49.5%의 이식재가 흡수된다고 한 바 있다. 막내골인 하악골에서 채취한 자가골은 연골내골인 장골에 비해 흡수가 덜 된다는 사실은 이미 널리 알려져 있지만<sup>23)</sup>, 상악동 골이식 후의 흡수율을 보고한 임상 연구는 없는 실정이다. 이는 하악골에서 채취 가능한 골량이 매우 제한되었기 때문에 하악골을

**Table 2.** Recommended Graft Volume and Considerations

	Graft	Resorption Rate	Graft Height (mm)		
			5	10	15
Needed Volume (ml)			1	2	5
Finally Needed Volume (ml)	Autograft	50%	2	4	10
Finally Needed Volume (ml)	Alloplast	20%	1.3	2.5	6.3

이용한 상악동 골이식에 대한 보고가 적기 때문인 것으로 생각된다. 마지막으로, 합성골이나 이종골을 이용한 골이식에서는 매우 적은 흡수율이 보고되고 있다. 현재 사용 가능한 이식재는 매우 다양하지만, 가장 광범위하게 사용되고 있으며 이미 상악동 골이식에 성공적으로 적용할 수 있음이 밝혀진 탈단백 우골 (deproteinized bovine bone)에 대해 서만 살펴보기로 한다<sup>25</sup>. Schlegel 등은 beagle dog의 양쪽 상악동을 각각 100% DBBM과 100% 자가골로 이식하고 이식골의 흡수량을 관찰하였는데, DBBM 이식재는 180일째에 그 부피가 16.5%만 감소한 반면, 자가골은 39.8%가 감소하였다고 하였다<sup>26</sup>. 이는 탈단백 우골뿐만 아니라 주로 수산화인회석 계열의 이식재에 공통되는 현상으로 생각되며<sup>27</sup> 많은 동물 실험과 임상 실험에서 공통적으로 수산화인회석계 이식재는 상악동 골이식 후 흡수가 잘 되지 않는다는 점을 지적한 바 있다<sup>28,29</sup>.

이상의 결과를 토대로, 장기간의 부피 변화를 고려한 이식재의 양을 이론적으로 계산할 수 있다. 즉, 본 연구에서 측정된 높이에 따른 상악동의 부피는 최종적으로 필요한 이식재의 양이 된다. 또한, 여기에 이식재의 흡수율을 고려하면 최종적으로 필요한 이식재의 양이 될 수 있다. 이를 수식으로 환산하면 다음과 같다.

최종적으로 필요한 이식재의 부피; Finally Needed Graft Volume = 이론적으로 계산된 상악동 부피; Needed Volume / (1-흡수율; Resorption Rate)

이들 이식재의 종류 및 거상할 상악동 높이에 따라 Table 2에 정리하였다. 이론적으로, 상악동저를 5 mm 거상하기 위해서는 2 ml의 자가골, 또는 1.3 ml의 합성골이 필요하다. 자가골 이식 시에는 장골 이식 보다는 국소 마취 하에서 하악골 이식을 시행할 수 있을 것이다. 상악동저를 10 mm 거상하기 위해서는 4 ml의 자가골이나 2.5 ml의 합성골이 필요하다. 따라서, 자가골 이식 시에는 하악지나 하악 정중부에서 거의 최대량의 골을 채취해야 하며, 양측 상악동 골이식을 위해서는 적어도 두 군데 이상에서 하악골을 채취하거나 장골 이식을 이용해야 할 것이다. 또한 15 mm의 상악동저 거상을 위해서는 10 ml의 자가골이나 6.3 ml의 합성골이 필요하다. 따라서 편측 상악동 골이식이라 하더라도 자가골을 이용하기 위해서는 장골 이식을 고려해야 하며, 양측 골이식을 위해서는 무조건 장골 이식을 시행해야 할 것이다.

## V. 결 론

본 연구에서는 상악동 내에 병적 변화가 없고 이전에 수술 경력이 없는 8명의 60대 남성환자, 9개의 무치악 상악동과, 11명의 60대 남성 환자, 11개의 유치악 상악동의 CT 영상을 이용하여 상악동 골이식을 위한 이식재의 평균적인 부피를 계산하였다. 그 결과, 무치악 환자의 상악동에서 상악동저로부터 5 mm 상방까지는 0.4 cm<sup>3</sup>에서 0.6 cm<sup>3</sup>까지의 변이를 보이며 평균 0.56±0.13 cm<sup>3</sup>의 부피를 보였으며, 유치악의 상악동에서는 0.18 cm<sup>3</sup>에서 0.85 cm<sup>3</sup>까지, 평균 0.41±0.18 cm<sup>3</sup>의 부피를 보였다. 또한 무치악 상악동에서 상악동저 10 mm 상방까지의 부피는 평균 2.35±0.57 cm<sup>3</sup>로 1.49 cm<sup>3</sup>에서 2.85 cm<sup>3</sup> 사이의 값을 보였으며, 유치악 상악동에서는 평균 1.76±0.42 cm<sup>3</sup>로 1.13 cm<sup>3</sup>에서 2.7 cm<sup>3</sup> 사이의 값을 보였다. 마지막으로, 무치악 상악동에서 상악동저로부터 15 mm 상방까지의 부피는 평균 4.85±1.10 cm<sup>3</sup>로 3.26 cm<sup>3</sup>에서 6.28 cm<sup>3</sup>사이였고, 유치악 상악동에서는 평균 3.80±0.84 cm<sup>3</sup>로 1.8 cm<sup>3</sup>에서 4.9 cm<sup>3</sup>사이의 부피를 보였다. 또한 각 높이에서의 부피는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다. 이를 통해 예상되는 거상 높이에 따라 상악동 골이식 시 필요한 이식재의 대략적인 부피를 알 수 있을 것이며, 따라서 이식재의 선택과 준비를 좀 더 용이하게 할 수 있을 것으로 생각된다.

## 참고문헌

1. Uchida Y, Goto M, Katsuki T, Soejima Y: Measurement of maxillary sinus volume using computerized tomographic images. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13(6):811-8.
2. Chanavaz M: Sinus grafting related to implantology. Statistical analysis of 15 years of surgical experience (1979-1994). *J Oral Implantol* 1996;22(2):119-30.
3. Tatum H, Jr: Maxillary and sinus implant reconstructions. *Dent Clin North Am* 1986;30(2):207-29.
4. Raghoobar GM, Batenburg RH, Timmenga NM, Vissink A, Reintsema H: Morbidity and complications of bone grafting of the floor of the maxillary sinus for the placement of endosseous implants. *Mund Kiefer Gesichtschir* 1999;3 Suppl 1:S65-9.
5. Gray CF, Staff RT, Redpath TW, Needham G, Renny NM: Assessment of maxillary sinus volume for the sinus lift operation by three-dimensional magnetic resonance imaging. *Dentomaxillofac Radiol* 2000;29(3):154-8.
6. Krennmair G, Krainhofner M, Maier H, Weinlander M, Piehlslinger E: Computerized tomography-assisted calculation of sinus augmenta-

- tion volume. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21(6):907-13.
7. Uchida Y, Goto M, Katsuki T, Akiyoshi T: A cadaveric study of maxillary sinus size as an aid in bone grafting of the maxillary sinus floor. *J Oral Maxillofac Surg* 1998;56(10):1158-63.
  8. Jun BC, Song SW, Park CS, Lee DH, Cho KJ, Cho JH: The analysis of maxillary sinus aeration according to aging process; volume assessment by 3-dimensional reconstruction by high-resolutional CT scanning. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2005;132(3):429-34.
  9. Chanavaz M: Maxillary sinus: anatomy, physiology, surgery, and bone grafting related to implantology--eleven years of surgical experience (1979-1990). *J Oral Implantol* 1990;16(3):199-209.
  10. Arijji Y, Kuroki T, Moriguchi S, Arijji E, Kanda S: Age changes in the volume of the human maxillary sinus: a study using computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol* 1994;23(3):163-8.
  11. Tallgren A: The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture wearers: a mixed-longitudinal study covering 25 years. *J Prosthet Dent* 1972;27(2):120-32.
  12. Ulm CW, Solar P, Gsellmann B, Matejka M, Watzek G: The edentulous maxillary alveolar process in the region of the maxillary sinus--a study of physical dimension. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1995;24(4):279-82.
  13. 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.
  14. Fugazzotto PA: GBR using bovine bone matrix and resorbable and nonresorbable membranes. Part 2: Clinical results. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003;23(6):599-605.
  15. Lundgren S, Andersson S, Gualini F, Sennerby L: Bone reformation with sinus membrane elevation: a new surgical technique for maxillary sinus floor augmentation. *Clin Implant Dent Relat Res* 2004;6(3):165-73.
  16. Wallace SS, Froum SJ: Effect of maxillary sinus augmentation on the survival of endosseous dental implants. A systematic review. *Ann Periodontol* 2003;8(1):328-43.
  17. Garg AK: Augmentation grafting of the maxillary sinus for placement of dental implants: anatomy, physiology, and procedures. *Implant Dent* 1999;8(1):36-46.
  18. Tong DC, Rioux K, Drangsholt M, Beirne OR: A review of survival rates for implants placed in grafted maxillary sinuses using meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13(2):175-82.
  19. Shlomi B, Horowitz I, Kahn A, Dobriyan A, Chaushu G: The effect of sinus membrane perforation and repair with Lambone on the outcome of maxillary sinus floor augmentation: a radiographic assessment. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19(4):559-62.
  20. Hatano N, Shimizu Y, Ooya K: A clinical long-term radiographic evaluation of graft height changes after maxillary sinus floor augmentation with a 2:1 autogenous bone/xenograft mixture and simultaneous placement of dental implants. *Clin Oral Implants Res* 2004;15(3):339-45.
  21. Nystrom E, Legrell PE, Forssell A, Kahnberg KE: Combined use of bone grafts and implants in the severely resorbed maxilla. Postoperative evaluation by computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1995;24(1 Pt 1):20-5.
  22. GaRey DJ, Whittaker JM, James RA, Lozada JL: The histologic evaluation of the implant interface with heterograft and allograft materials--an eight-month autopsy report, Part II. *J Oral Implantol* 1991;17(4):404-8.
  23. Velich N, Nemeth Z, Toth C, Szabo G: Long-term results with different bone substitutes used for sinus floor elevation. *J Craniofac Surg* 2004;15(1):38-41.
  24. Gordh M, Alberius P: Some basic factors essential to autogeneic non-vascularized onlay bone grafting to the craniofacial skeleton. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 1999;33(2):129-46.
  25. Pow EH, McMillan AS: A modified implant healing abutment to optimize soft tissue contours: a case report. *Implant Dent* 2004;13(4):297-300.
  26. Schlegel KA, Fichtner G, Schultze-Mosgau S, Wiltfang J: Histologic findings in sinus augmentation with autogenous bone chips versus a bovine bone substitute. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18(1):53-8.
  27. Wanschitz F, Figl M, Wagner A, Rolf E: Measurement of volume changes after sinus floor augmentation with a phylogenetic hydroxyapatite. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006;21(3):433-8.
  28. Hallman M, Hedin M, Sennerby L, Lundgren S: A prospective 1-year clinical and radiographic study of implants placed after maxillary sinus floor augmentation with bovine hydroxyapatite and autogenous bone. *J Oral Maxillofac Surg* 2002;60(3):277-84; discussion 85-6.
  29. Xu H, Shimizu Y, Asai S, Ooya K: Grafting of deproteinized bone particles inhibits bone resorption after maxillary sinus floor elevation. *Clin Oral Implants Res* 2004;15(1):126-33.