



# 상악동 거상술 시 Waters' Projection의 유용성에 대한 임상적 연구

서미현<sup>1,2</sup> · 김성민<sup>1</sup> · 하지영<sup>1</sup> · 이정근<sup>2</sup> · 명 훈<sup>1</sup> · 이종호<sup>1</sup>

<sup>1</sup>서울대학교 치의학대학원 구강악안면외과학교실, <sup>2</sup>아주대학교 의과대학 치과학교실 구강악안면외과

## Abstract

### Clinical Availability of Waters' Projection in Sinus Elevation Procedures

Mi Hyun Seo<sup>1,2</sup>, Soung Min Kim<sup>1</sup>, Ji Young Ha<sup>1</sup>, Jeong Keun Lee<sup>2</sup>, Hoon Myoung<sup>1</sup>, Jong Ho Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Seoul National University,

<sup>2</sup>Division of Oral and Maxillofacial Surgery, Department of Dentistry, Ajou University School of Medicine

**Purpose:** Maxillary sinus elevation has been widely used to enable insertion of endosseous implants in severely resorbed maxilla. Maxillary sinusitis after this procedure was considered to be the major drawback, therefore, preoperative evaluation of paranasal sinus is considered to be important. In order to evaluate the condition of the sinus, we used Waters' projection. In this study, asymptomatic patients were evaluated by Waters' view, and compared to timing to assess the sinus cavity.

**Methods:** The retrospective study was based on 14 patients who were performed sinus elevation surgery in Seoul National University Dental Hospital. These patients did not show any signs of maxillary sinusitis. These patients were taken Waters' view at preoperative, postoperative 1 day, 3 months, 6 months. In Waters' view, presence of air fluid level, radiopacity of sinus wall, or radiopacity of entire maxillary sinus were evaluated. The density, and sinus dimension changes were assessed using Adobe Photoshop CS5<sup>®</sup> (Adobe Systems Inc., San Jose, CA, USA).

**Results:** Findings of Waters views in patients with clear maxillary sinus at preoperative time were followed by elevated sinus floor with transplanted bone, mucosal swelling, and air fluid level. At postoperative 3 months, and 6 months, the radiographic findings were similar to preoperative state. By contrast, patients with preoperative mucosal swelling, or haziness in sinus cavity showed radiopacity entire sinus in Waters' view. In cases of the patients who were treated with simultaneous treatment to mucosal swelling, good status of sinus cavity were found.

**Conclusion:** Although Waters' projections provide the limited information, and is less sensitive method compared with computed tomography, it is simple, easy, and economical method to assess of maxillary sinus. We suggest using Waters' view as radiographic routine tool for evaluation of sinus condition, especially in the sinus elevation surgery.

**Key words:** Dental radiography, Sinus floor augmentation, Sinusitis

원고 접수일 2012년 5월 30일, 원고 수정일 2012년 10월 22일,  
게재 확정일 2013년 1월 2일

책임저자 김성민  
(110-768) 서울시 종로구 대학로 101, 서울대학교 치의학대학원 구강악안면외과학교실  
Tel: 02-2072-0213, Fax: 02-766-4948, E-mail: smin5@snu.ac.kr

RECEIVED May 30, 2012, REVISED October 22, 2012,  
ACCEPTED January 2, 2013

Correspondence to Soung Min Kim  
Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Seoul National University,  
School of Dentistry  
101, Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul 110-768, Korea  
Tel: 82-2-2072-0213, Fax: 82-2-766-4948, E-mail: smin5@snu.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.

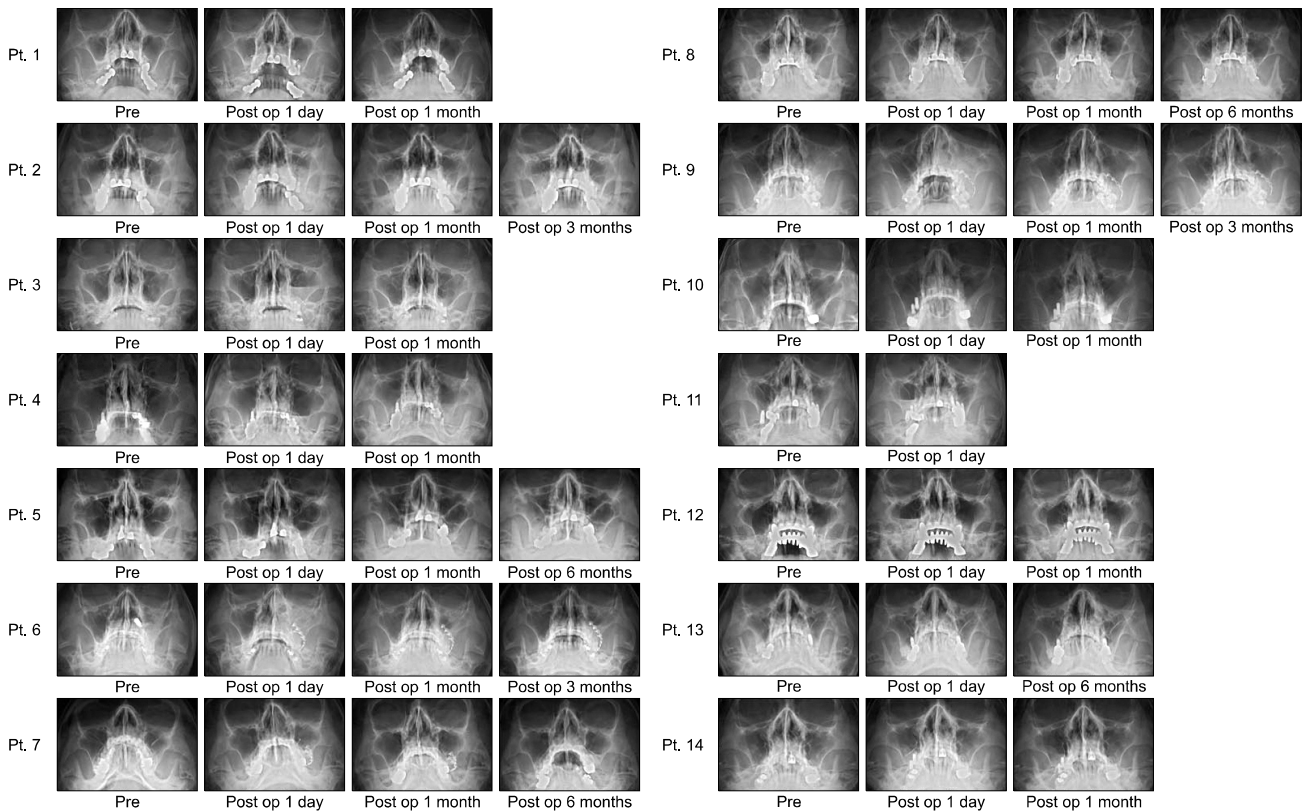
## 서론

상악동 거상술(maxillary sinus elevation surgery)은 심하게 흡수된 상악 치조골을 가진 환자에서 임플란트 식립을 가능하게 하는 신뢰할 만한 방법으로 알려져 왔다. 그러나, 상악동 거상술 이후 상악동염의 발생은 이 술식의 주요한 결점으로 간주되고 있지만, 상악동염의 진단 및 검사에 관한 기준은 불분명한 상태이다. 일반적으로 이비인후과에서 사용되는 상악동염의 진단 기준을 적용한다면, 상악동 거상술 이후 1.3%의 환자에서 만성 상악동염의 발생이 보고된 바 있다[1].

상악동 거상술 이후, 많은 환자에서 상악동 병리와 연관된 증상을 나타내지는 않지만, 상악동 거상술은 정상적인 상악동의 생리(physiology)를 저하시킬 수 있는 위험을 가지고 있다. 정상적인 상악동의 생리가 상악동의 해부학적 형태가 변형되는 것(즉, 상악동저가 거상되고, 거상된 상악동 점막의 하부 표면의 손상 또는 bulging의 혼합된 형태)에 의해 영향을 받는 것이 일반적으로 받아들여지고 있다. 점막의 부종 역시 부비동개구연합(ostio-meatal unit)의 개존성(patency)을 감소시킬 수 있다. 이는 점액섬모 청소계(mucociliary cleansing system)의 부진으로, 상악동이 발생하는 데 중요한 역할을 담당한다. 만약, 상악동이 부분적으로,

또는 전체적으로 혈종(hematoma)이나 장액종(seroma)으로 채워지고, 상악동구의 개존도가 감소하면, 상악동염이 발생할 수 있으며, 이는 성공적인 상악동 거상술 및 골이식의 결과를 저해하는 요인이 될 것이다[2,3].

상악동염의 증상은 다양하게 나타날 수 있지만, 종종 비출혈, 콧물, 두통의 세 가지 증상을 나타낸다[4]. 이비인후과에서는 비내시경이 상악동염의 임상 진단에 주로 사용되고 있으며, 부비동개구연합과 중비도(middle meatus) 주위의 점액농성 삼출물과 함께 출혈되고 부종이 있는 비점막이 중요한 소견이다. 전산화 단층촬영(computed tomography)은 진단을 보조하고, 두개저 천공이나 안와 혈종(orbital hematoma)과 같은 수술 중 부작용을 방지하기 위해 필요하지만, 상대적으로 높은 방사선 조사량과 고비용을 단점으로 들 수 있다. Waters' view는 상악동염이 있을 경우, 공기 액체층(air fluid level), 상악동벽의 방사선 불투과성, 또는 상악동 전체의 불투과성을 나타내어 상악동염을 진단하는데 간편하게 사용될 수 있다. 이에 본 연구에서는 수술 전 상악동의 평가에 대한 중요성을 인지하고, 임상에서 간단하고 쉽게 촬영할 수 있는 Waters' view를 사용하여, 상악동 거상술 전, 후의 시간 흐름에 따른 상악동의 방사선학적 변화를 살펴보고, 유용성에 관하여 보고하고자 한다.



**Fig. 1.** Waters' view taken preoperative, postoperative 1 day, 1 month, 3 months, and 6 months. They show temporary changes in maxillary sinus after sinus elevation surgery, however, they restored to preoperative condition over time. Pt., patient; pre, preoperative; post op, post operative.

## 연구방법

2008년 3월부터 2012년 4월까지 서울대학교 치과병원에서 상악동 거상술을 시행 받은 환자들 중 수술 전 상악동염의 증상이나, 징후가 관찰되지 않은 14명의 환자들을 대상으로 하였다. 한 명의 술자에 의해서 상악동 거상술이 시행되었으며, 편측으로 상악동 거상술을 시행 받은 환자가 13명, 양측으로 상악동 거상술을 시행 받은 환자가 한 명이었다. 대상 환자 집단에는 상악동 거상술 단독, 또는 상악동 거상술과 임플란트 식립을 동시에 시행한 환자가 모두 포함되었다. 대상 환자들은 상악동 거상술 시행 전 Waters' view를 촬영하였고, 수술 당일 또는 수술 1일 후, 1개월 후, 3개월 후, 6개월 후 Waters' view를 촬영하여, 시간에 따른 상악동의 방사선학적 변화를 비교하였다(Fig. 1).

Waters' view에서 상악동의 흑화도 및 상악동의 2차원적 면적



Fig. 2. The method used in this study to quantify of densities and dimensions of maxillary sinuses. This analysis were performed using Adobe Photoshop CS5® (Adobe Systems Inc., San Jose, CA, USA).

의 변화를 Adobe Photoshop CS5® (Adobe Systems Inc., San Jose, CA, USA)를 사용하여 비교하였다. Adobe Photoshop CS5®의 선택 도구를 사용하여 Waters' view상에서 관찰되는 상악동의 외형을 그리면, 선택 영역의 평균 흑화도 수치와 면적을 픽셀 값으로 얻을 수 있다(Fig. 2). 이는 상악동 거상술을 시행할 경우, 상악동 점막의 거상으로 점막 부종 및 공기 액체층이 나타날 수 있고, 골이식재를 사용하여 상악동저를 거상할 경우, 상악동의 체적이 감소할 수 있다는 가정에 기초한다. 술 전, 수술 직후, 술 후 1개월, 3개월, 6개월에서 흑화도와 상악동의 면적을 한 명의 관찰자에 의해서 3차례 Waters' view상에서 측정하여 평균 값을 구하였다. 통계학적 분석은 SPSS® Program ver. 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 Wilcoxon signed rank test를 시행하였으며,  $P < 0.05$ 를 통계학적으로 유의성 있는 것으로 간주하였다.

## 결 과

### 1. 흑화도 비교

상악동 거상술 이후 흑화도의 변화는 Table 1과 같다. 수술 직후와 술 후 1개월에 촬영한 Waters' view의 흑화도는 통계학적으로 유의성 있는 차이를 나타내었다( $P=0.028$ ). 반면에, 수술 전과 술 후 1개월, 3개월, 6개월에 측정된 흑화도는 유의성 있는 차이를 나타내지 않았다. 따라서, 수술 직후에는 Waters' view에서 상악동의 방사선 불투과성이 증가하지만, 이는 술 후 1개월 이후에는 술 전과 유사한 상태로 회복된다고 볼 수 있다.

### 2. 면적 비교

상악동 거상술 이후 Waters' view에서 측정되는 2차원적인

Table 1. Changes of radiographic densities in the Waters' view

Pt.	Pre Op.*	Post Op. 1D*	Post Op. 1M	Post Op. 3M	Post Op. 6M
1R	103.96±15.89	120.25±18.61	89.30±21.68		
1L	108.04±21.96	114.82±20.77	84.56±25.74		
2	115.00±23.06	134.23±20.86	117.48±18.13	121.83±17.92	
3	110.53±17.26	120.50±24.83	114.98±17.89		
4	61.73±11.98	96.03±29.34	108.50±23.40		
5	100.76±22.79	83.29±19.58	86.72±21.23		98.21±24.17
6	118.26±20.87	142.28±15.98	112.62±20.59	98.24±23.38	
7	112.01±28.84	105.52±18.63	97.22±18.66		100.24±23.34
8	110.40±21.99	98.82±21.61	97.87±22.52		91.35±20.35
9	108.41±28.26	123.18±21.08	94.19±21.12	89.96±20.11	
10	113.56±23.94	62.18±15.74	69.52±14.78		
11	95.10±19.09	109.06±28.43			
12	89.43±19.26	118.44±35.54	110.01±28.53		
13	103.28±17.86	86.70±13.82			79.54±14.01
14	93.46±19.86	99.44±20.91	88.36±24.16		

\* $P < 0.05$  Wilcoxon signed rank test. Values are presented as mean±standard deviation.

Pt., patient; Pre Op., preoperative; Post Op. 1D, postoperative 1 day; Post Op. 1M, postoperative 1 month; Post Op. 3M, postoperative 3 months; Post Op. 6M, postoperative 6 months; R, right sinus; L, left sinus.

Table 2. Changes of dimensions in the Waters' view

Pt.	Pre Op.	Post Op. 1D**	Post Op. 1M**	Post Op. 3M	Post Op. 6M
1R	20349	17553	20826		
1L	29459	27716	23596		
2	44572	26803	28748	25173	
3	48489	28154	44751		
4	50301	39871	18818		
5	48638	41547	32100		31480
6	36991	26955	28305	16069	19469
7	24916	25584	26797		26663
8	25414	25650	27071		24357
9	61756	55465	53638	51742	
10	52317	31469	42842		
11	34260	24028			
12	40267	26537	29401		
13	25341	33339			34813
14	41235	35382	35608		

\*\* $P < 0.01$  Wilcoxon signed rank test.

Pt., patient; Pre Op., preoperative; Post Op. 1D, postoperative 1 day; Post Op. 1M, postoperative 1 month; Post Op. 3M, postoperative 3 months; Post Op. 6M, postoperative 6 months; R, right sinus; L, left sinus.

면적의 변화는 Table 2와 같다. 수술 직후와 술 후 1개월에 측정된 상악동의 면적은 술 전과 통계학적으로 유의성 있는 차이를 나타내어( $P < 0.01$ ), 수술 직후 초기에는 상악동의 정상적인 체적이 골이식재로 상악동저가 거상되어 체적 감소가 나타나는 것을 이차원적으로 알 수 있다. 그러나 수술 이후 시간이 지남에 따라, 상악동의 면적은 술 전과 통계학적으로 유의성 있는 차이를 나타내지 않아( $P > 0.05$ ) 술 전의 상태로 회복되는 것을 알 수 있다.

## 고 찰

상악동은 발생학적으로 태생 3개월경 사골의 외측벽에서 바깥쪽으로 성장하면서 처음으로 외형을 갖추게 되는데, 태생 16주경  $6 \sim 8 \text{ cm}^3$ 의 크기로 자라게 된다. 출생 후부터 8세경까지는 매년 2 mm 정도 수직 방향 및 외측으로 자라나고 전후방으로는 매년 3 mm 정도 성장하게 된다. 8세 이후에는 성장 속도가 느려져서 상악 구치부가 맹출한 이후에는 주로 하방으로 평균 18세까지 함기화가 일어나고, 이후 10대 후반이 되면 비교적 일정한 성인의 상악동 크기로 지속되나, 상악 구치부의 저작력 및 결손 여부에 따라 함기화가 계속 진행되기도 한다[5]. 치과 임플란트 치료가 널리 활성화됨에 따라, 상악 구치부의 치조골 결손 시 임플란트 식립과 함께 상악동 거상술도 통상적으로 시행되고 있다. 따라서, 상악동의 구조 및 형태에 대하여 치과의사들의 관심이 증가하여 왔고, 상악동 거상술 이후 발생 가능한 상악동염에 관한 인식도 예전보다 높아졌으며, 술 전 평가 및 처치의 중요성이 증가하였다.

상악동 거상술은 자가골, 이종골, 타종골, 합성골, 또는 이들을 혼합한 이식재를 상악동의 치조함요(alveolar recess)에 형성한 골막하 낭(subperiosteal pocket)에 위치시켜, 식립될 임플란트

를 지지할 수 있는 역할을 하도록 한다[6]. 상악동 거상술의 가장 큰 단점으로 고려되는 상악동염의 발생 비율은 0~20%로 다양하게 보고되고 있다[3]. 상악동염의 발생 시 경구 항생제 및 non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) 등의 약제 사용만으로 완화되기도 하지만, 경우에 따라서는 수술적 치료를 요할 수도 있으며, 골이식재를 모두 제거해야 하는 경우도 발생할 수 있다[7]. 또한, 상악동염의 선행 요인(predisposing factor)을 가진 환자들은 그렇지 않은 환자들에 비하여, 상악동 거상술 이후 상악동염의 발생률이 높기 때문에[3], 수술 전 상악동에 대한 평가가 중요하다고 할 수 있다.

상악동염은 감기(common cold)나 인플루엔자(influenza)와 같은 감염성 질환의 결과로 보통 발생하며, 이보다 빈도는 낮지만, 상악 구치부의 치근단 병소와 같은 치성 원인(odontogenic sinusitis)과 관련이 있는 경우도 있으며, 또는 다양한 해부학적 이상(anatomic disturbances)이나 만성 염증성 질환이나 알레르기(allergy)로 인한 부비동 개구부의 폐쇄로부터 발생할 수 있다[2]. 일차 원인이 무엇이든 관계 없이 상악동염은 염증 매개체의 분비, 점액농의 과다 분비(mucopurulent hypersecretion), 그리고 궁극적으로 점액섬모 이동계(mucociliary transport system)의 기능 부전을 동반한다. 상악동염의 증상은 매우 다양하지만, 전형적인 세 가지 증상(즉, 코막힘, 콧물, 두통)으로 특징지을 수 있다[4,8]. Waters' view와 같은 통상적인 방사선 사진을 사용하여 상악동의 병적인 상태를 평가하는 것은 전산화단층촬영과 같은 다른 영상 도구와 비교하여 논의가 있어 왔다[9,10]. 비대칭적인 조사(asymmetric projection), 상방의 연조직, 상악동 깊이의 차이, 상악동 함기화, 질적으로 불충분한 방사선 사진 등의 원인으로 인하여 방사선 사진 결과를 잘못 해석하기 쉽다는 의견도 제시되어 왔으며, Waters' view의 유용성에 관하여 의문점을 제시하는 보고도 있어 왔다[11,12]. 전방 사골동(anterior ethmoid area)의 국소화된 감염은 상악동, 사골동, 전두동(frontal sinus)의 정상적인 점액섬모 청소계의 기능을 저하시킬 수 있다. 이는 상악동염의 재발에 있어 중요한 구조적인 역할을 한다. 그러나, Waters' view는 사골동 부위에 관한 정보는 제공하지 않으며, 따라서 Waters' view에서는 잠재하고 있는 병적 조건을 놓칠 수 있는 가능성이 있으며, 이는 불필요한 합병증을 야기시킬 수 있다. 역으로, Waters' view에서 위양성(false positive) 결과는 불필요한 진단을 낳을 수 있으며, 심지어는 존재하지 않는 병적 조건의 치료를 야기시킬 수 있다. 그러나, Waters' view는 상악동 거상술과 같은 수술을 계획할 때, 통상적으로 상악동의 상태를 평가하기 위하여 사용될 수 있다. 일반적으로, 상악동염은 방사선학적으로 공기액체층(air fluid level), 상악동벽을 따라서 나타나는 불투과성(opacification), 또는 상악동 전체의 불투과성으로 나타나며, 상악동벽을 따라서 나타나는 불투과성은 점막 부종(mucosal thickening)을 나타낸다[13].

상악동 거상술은 상악동의 부피를 감소시키고, 상악동 이장 점막에 손상을 주어, 시적 또는 지속적으로 섬모 점막에 영향을 줄 수 있다. 상악동 내부가 혈액으로 가득 차게 되면, 상악동의 구조적인 청소(structural clearance)가 지연될 수 있다. 이는 부비동 개구부의 폐쇄를 야기시키며, 이는 상악동염을 발생시킬 수 있는 잠재적인 위험요소가 될 수 있다. Timmenga 등[14]은 상악동 거상술을 시행 받은 17명의 환자를 대상으로 한 연구에서 술 전, 수술 3개월 후, 9개월 후 임상적 상악동염의 징후, Waters' view, 상악동의 내시경 소견을 비교한 결과, 상악동염의 증상이 없는 환자에서 상악동 거상술이 상악동 병태생리에 미치는 영향은 임상적으로 유의성이 없다고 보고하였으며, 수술 전 깨끗한 Waters' view 소견을 나타내는 환자에서는 상악동 거상술이 시행 될 수 있으며, 수술 전 Waters' view에서 불투과성이 관찰되는 환자에서는 내시경 검사가 필요하다고 하였다. 또한, 상악동 거상술은 상악동 점막의 조직학적 특징 및 상악동 생리에 거의 영향을 미치지 않는다고 보고하였다[15].

본 연구에서는 상악동 거상술을 시행 받은 14명의 환자에서 Waters' view를 사용하여 술 전, 술 후 상악동의 변화를 평가하였다. Waters' view를 촬영할 때 표준 각도는 안와이도선(orbitomeatal line)의 하방 35°로 맞추었다. 포커스와 필름의 거리는 100 cm로 유지하였고, 관전압과 관전류는 동일하게 하여 시행하였다. 수술 직후와 술 후 1개월까지는 상악동의 흑화도와 면적의 측면에서 수술 이전과 차이를 나타내었지만, 3개월 이후에는 수술 전과 통계학적으로 유의성 있는 차이는 나타내지 않았다( $P > 0.05$ ). 따라서, 본 연구 결과에서는 상악동 거상술은 방사선학적으로 상악동의 체적에 임상적으로 유의성 있는 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있다.

흑화도 부분에서는, 통상적으로 상악동 거상술 이후에 방사선 불투과성이 증가할 것이라 생각되나, 5명의 환자에서 수술 이후 흑화도가 감소(방사선 불투과성이 감소)한 결과를 나타내었으며, 이는 관찰자 간의 오차를 줄이기 위하여, 한 명의 관찰자에 의해서 측정을 시행하였으나, 측정 시에 Adobe Photoshop CS5®를 사용할 때, 포인터가 상악동의 범위를 설정함에 따라 나타날 수 있으며, 또한, Waters' view상에서 상악동의 경계 설정 시, 치아 치조골과 근접한 상악동의 하벽 부위의 함기화가 심할 경우에 포인터가 범위 설정 오차가 커짐에 따라 나타날 수 있다. 이러한 프로그램상의 측정 오차 및 상악동벽의 범위 설정 오류는 면적 계산에서도 나타날 수 있으며, 면적의 변화를 보여주는 Table 2에서, 3명의 환자에서는 수술 직후 상악동의 면적이 오히려 증가한 양상을 나타내었다. 상악동 면적의 변화는 상악동 거상술시 사용한 골이식재의 양에 따라 영향을 받을 수 있으며, 거상량에 따른 면적 변화는 추가적인 연구가 필요할 것이라 생각한다.

## 결 론

최근 임플란트 식립술이 보편화되고, 치료 비용이 낮아짐에 따라, 환자의 임플란트 치료에 대한 접근도는 높아졌다. 이에 따라, 임플란트 치료에 대한 의료 소송이나 의료 민원도 증가하고 있는 추세이다. 상악 구치부는 골질이 불량하고, 상악동과 근접한 해부학적인 제한 요소를 가지고 있는 부위로, 다른 식립 부위에 비하여 실패율이 비교적 높은 부위로 상악동 거상술과 같은 부가적인 골이식을 필요로 하는 경우도 많다. 따라서, 상악동 거상술의 계획 시 수술 전, 후 치과 파노라마 사진뿐만 아니라 Waters' view를 함께 촬영하여, 수술 전, 후 상악동의 상태를 간단히 평가하고 그에 적합한 처치를 하고, 상악동 거상술 시행 시에도 정상적인 상악동의 생리를 저해하지 않도록 주의를 기울임으로써 상악동 거상술에 따른 합병증을 줄이고 환자 만족도를 높여 좋은 치료 결과를 얻을 수 있을 것이다.

## Acknowledgements

This research was supported by grant no 04-2012-0060 from the SNUDH Research Fund.

## References

1. Timmenga NM, Raghoobar GM, van Weissenbruch R, Vissink A. Maxillary sinusitis after augmentation of the maxillary sinus floor: a report of 2 cases. *J Oral Maxillofac Surg* 2001; 59:200-4.
2. Doud Galli SK, Lebowitz RA, Giacchi RJ, Glickman R, Jacobs JB. Chronic sinusitis complicating sinus lift surgery. *Am J Rhinol* 2001;15:181-6.
3. Timmenga NM, Raghoobar GM, Boering G, van Weissenbruch R. Maxillary sinus function after sinus lifts for the insertion of dental implants. *J Oral Maxillofac Surg* 1997;55:936-9.
4. Melén I, Lindahl L, Andréasson L, Rundcrantz H. Chronic maxillary sinusitis. Definition, diagnosis and relation to dental infections and nasal polyposis. *Acta Otolaryngol* 1986; 101:320-7.
5. Kim SM, Kim MK, Kwon KJ, Lee SK, Park YW. Diagnosis and treatment of unilateral maxillary sinus hypoplasia. *J Korean Assoc Maxillofac Plast Reconstr Surg* 2012;34:127-32.
6. Abrahams JJ, Hayt MW, Rock R. Sinus lift procedure of the maxilla in patients with inadequate bone for dental implants: radiographic appearance. *AJR Am J Roentgenol* 2000;174:1289-92.
7. Melén I, Lindahl L, Andréasson L, Rundcrantz H. Chronic maxillary sinusitis. Definition, diagnosis and relation to dental infections and nasal polyposis. *Acta Otolaryngol* 1986; 101:320-7.
8. Yonkers AJ. Sinusitis--inspecting the causes and treatment. *Ear Nose Throat J* 1992;71:258-62.
9. Deeb R, Malani PN, Gill B, *et al*. Three-dimensional volumetric measurements and analysis of the maxillary sinus.

- Am J Rhinol Allergy 2011;25:152-6.
10. Kirmeier R, Arnetzl C, Robl T, Payer M, Lorenzoni M, Jakse N. Reproducibility of volumetric measurements on maxillary sinuses. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2011;40:195-9.
  11. Fonseca MT, Camargos PA, Ferreira CS, *et al.* Interobserver agreement in assessing plain radiographs of maxillary sinus. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1998;45:41-6.
  12. Konen E, Faibel M, Kleinbaum Y, *et al.* The value of the occipitomeatal (Waters') view in diagnosis of sinusitis: a comparative study with computed tomography. *Clin Radiol* 2000;55:856-60.
  13. Timmenga N, Stegenga B, Raghoobar G, van Hoogstraten J, van Weissenbruch R, Vissink A. The value of Waters' projection for assessing maxillary sinus inflammatory disease. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002; 93:103-9.
  14. Timmenga NM, Raghoobar GM, van Weissenbruch R, Vissink A. Maxillary sinus floor elevation surgery. A clinical, radiographic and endoscopic evaluation. *Clin Oral Implants Res* 2003;14:322-8.
  15. Timmenga NM, Raghoobar GM, Liem RS, van Weissenbruch R, Manson WL, Vissink A. Effects of maxillary sinus floor elevation surgery on maxillary sinus physiology. *Eur J Oral Sci* 2003;111:189-97.