

Panorama, CT를 이용한 상악동내 중격의 임상적 연구

정진원 · 송경호 · 이슬기 · 김좌영 · 양병은 · 김성곤 · 송상훈
한림대학교 의과대학 한림대학교성심병원 구강악안면외과학교실

Abstract (J. Kor. Oral Maxillofac. Surg. 2008;34:319-324)

THE CLINICAL STUDY OF MAXILLARY SINUS SEPTA USED IN PANORAMA, CT

Jin-Won Jung, Kyoung-Ho Song, Seul-Ki Lee, Jwa-Young Kim,
Byoung-EunYang, Sung-Gon Kim, Sang-Hun Song

Department of Oral & Maxillofacial Surgery, College of Medicine, Hallym Univ. Medical center

Purpose: The aim of this study was to examine the incidence, location and morphology of antral septa using radiographic exam.(Panorama, CT) in the dentate/non-atrophic and edentulous/atrophic maxillary segments.

Material & methods: 232 sinuses were subdivided into two groups(group1 : 175 sinuses were classified as complete & partial dentate maxillary segments, group2 : 57 sinuses were classified as complete edentulous maxillary segments) and were investigated for the incidence, location and morphology of maxillary sinus septa.

Results: A total of 80 septa were observed in 232 maxillary sinuses, which corresponded to 30.65% of the sinuses(71 of 232). 67.5% of the total septa was observed in the complete & partial dentate groups, but 32.5% of the total septa was observed in the complete edentulous group. Upon analysis of the anatomical location of the septa, it was seen that 14 septa(17.5%) were located in the P1 area, 15 septa(18.7%) were located in the P2 area, 19 septa(23.8%) were located in the M1 area and 32 septa(40%) were located in the M2 area & dista area of M2. we found 45 septa in the apical lesion of teeth, Group 1. However the remaining 9 septa were found in the edentulous area.

Conclusion: CT is a better method than panoramic radiography for detecting the presence of the maxillary sinus septa. Maxillary sinus septa are more commonly detected in complete edentulous maxillary segments than in complete & partial dentate maxillary segments. Also maxillary sinus septa are more commonly detected posteriorly than anteriorly.

Key words: Maxillary sinus/surgery, Septa, Septum, CT, Dental implant

I. 서 론

무치악 부위의 수복을 위하여 임플란트는 성공적인 치료방법으로 보고되어왔지만, 상악 구치부의 임플란트 식립은 다양한 요인으로 인해 문제가 되어왔다. 잔존 골량의 부족 및 치밀하지 못한 골질은 임플란트 식립 시 초기고정에 큰 영향을 미친다. 또한 상악구치의 탈락 후 치조제의 위축 및 상악동저의 함기화는 임플란트 식립에 불리한 환경을 제공한다. 따라서 임플란트를 위한 치조제 고경 증대를 위해서 다양한 술식이 적용되고 있으며 특히 상악동거상술이 흔히 사용되고 있다.

상악동 거상술은 Tatum¹⁾과 Boyne, James²⁾에 의해 처음으로 보고된 이후로 많은 술자에 의해 연구, 보고되고 있다. 상악동 거상술은 상악동 측벽에 창(bony window)을 만들고 상악동점막(schneiderian membrane)을 기저부에서 들어올린 후 형성된 공간에 동종골 혹은 이종골을 이식하는 3단계로 되어있다. 상악동점막은 위중층섬모상피로 구성된 얇은 막으로 상악동을 보호하는 역할을 하며 정상기능을 유지하는데 없어서는 안되는 해부학적 구조물이다. 따라서 상악동 거상술 시 상악동 점막의 천공 및 손상이 생기지 않도록 점막을 상악동저에서 유리시켜야 한다. 그러나 시야의 제한 및 기구접근의 제한성, 상악동의 해부학적 변이는 시술을 어렵게 하여 상악동점막에 손상 및 천공이 발생할 수 있다^{3,5)}.

상악동점막의 천공은 상악동거상술이 소개된 이후로 지속적으로 보고, 논의되고 있다. 특히 상악동 중격(septa)과 같은 상악동내에 해부학적 변이가 있을 경우 상악동거상술시 상악동천공의 위험성이 증가한다고 보고되고 있다. 상악동중격은 1910년 underwood⁶⁾에 의해 처음으로 상악동내의 해부학이 자

송 상 훈

431-070 경기도 안양시 동안구 평안동 896
한림대학교성심병원 치과진료센터 구강악안면외과학교실
Sang-Hoon Song
Dept. of OMFS, Hallym Univ. Sacred Heart Hospital,
Pyeonan-dong, Dongan-gu, Anyang-si, Gyeonggi-do, 431-070, South Korea
Tel: 82-31-380-3875
E-mail: gamma@gmail.com

세히 보고되면서 연구되기 시작하여 많은 연구자에게서 연구되고 있다. 상악동거상술시 상악동중격의 존재는 측방상악벽에 창(bony window) 형성하고 점막을 거상시킬 때 점막의 손상 및 천공의 가능성을 증가시킨다. 따라서 상악동 거상술시 상악동내의 정확한 해부학적인 지식은 수술계획을 세우는데 도움을 주며, 손상 및 천공으로 인한 합병증을 줄여줄 수 있다.

이번 연구의 목적은 파노라마, CT를 이용하여 상악동내의 중격의 발생율, 위치, 형태 등을 알아보고자 한다.

II. 연구 대상 및 방법

이번 연구는 본 병원에 2005-2006년에 내원한 116명의 환자(남성: 74명, 여성: 42명, 나이범위: 17-83세, 평균 39세), 232개의 상악동을 대상으로 파노라마(AUTO. III N. CMT, ASAHI), 컴퓨터단층촬영(CT Vision. MX. 8000. 1DT, PHILIPS)를 이용하여 구강악안면외과의 2명, 구강악안면방사선의 1명이 함께 상악동내의 중격을 평가하였다. 232개의 상악동 중 완전무치악 상방에 있는 상악동은 57개, 부분무치악은 70개, 완전유치악군은 105개로 구성되었다. 파노라마, CT를 이용한 상악동 중격의 진단시 범위는 전후로는 상악제1소구치에서 상악동 후벽까지, 상하로는 상악구치부치조제에서 안와하공까지를 경계로 하여 평가하였다. 연구대상선정시 보철물로 인한 인공음영으로 인해 상악동 중격의 존재 및 형태가 불확실한 경우는 제외되었다.

57개의 상악동을 완전무치악군, 175개의 상악동을 유치악군(부분무치악 및 완전유치악)으로 나누어 CT(Axial view)를 이용

하여 발생율, 위치, 형태를 살펴보았다. 상악동중격의 위치는 4개의 부위로 나누어 분류하였다: 제1소구치(P1, 제1소구치 근심면에서 원심면까지), 제2소구치(P2, 제2소구치 근심면에서 원심면까지), 제1대구치(M1, 제1대구치 근심면에서 원심면까지), 제2대구치 및 후방(M2, 제2대구치 근심면에서 후방), 그리고 유치악 환자에서 상악치아의 상방에 존재하는 상악동중격을 1차중격(primary septa)로 분류하였고 무치악 상방에 존재하는 상악동중격을 불특정중격(unspecified septa(1차중격(primary septa) 혹은 2차중격(secondary septa) 혹은 혼합형태(combination)으로 나누어 상악동중격의 발생율 및 위치를 살펴보았다. 상악동중격의 형태는 불완전한 중격(상악동을 둘로 나누지 못하는 중격), 완전한 중격(상악동을 둘로 나누는 중격)으로 분류하였고 또한 상악동중격의 주행방향을 살펴보았다.

독립표본 t-test를 이용하여 완전무치악군과 유치악군(부분무치악 및 완전유치악)사이의 상악동중격의 위치에 유의한 차이가 있는지 통계처리하였다. 통계적으로 유의한 수준은 $p < 0.05$ 였다.

III. 연구결과

파노라마와 CT상에서의 상악동중격의 유무, 위치, 갯수를 비교한 것은 Table 1에 나와있다. 파노라마상에서 상악동중격이 존재하는 것으로 보인 상악동은 68(29.3%)개였고, 존재하지 않게 보인 상악동은 164(70.7%)개였다. 하지만 파노라마와 CT에서 상악동중격의 유무, 위치, 갯수가 일치하였던 것은 163개의 상악동(70.3%)이었고, 일치하지 않았던 것은 69개의 상악동

Table 1. Comparison between panorama and CT about incidence, location, number of antral septa

Panorama		→	CT	
positive	68(29.3%)	Correspondence	19(8.2%)	
		non-Correspondence	49(21.1%)	
negative	164(70.7%)	Correspondence	144(62.1%)	
		non-Correspondence	20(8.6%)	

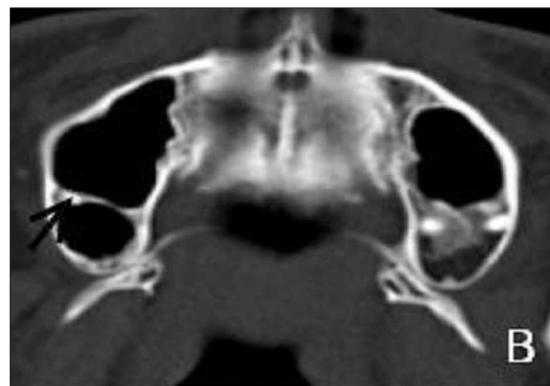


Fig. 1. Panoramic radiograph & CT of a complete dentate patient. Arrow indicates antral septum located right maxillary sinus(A,B).

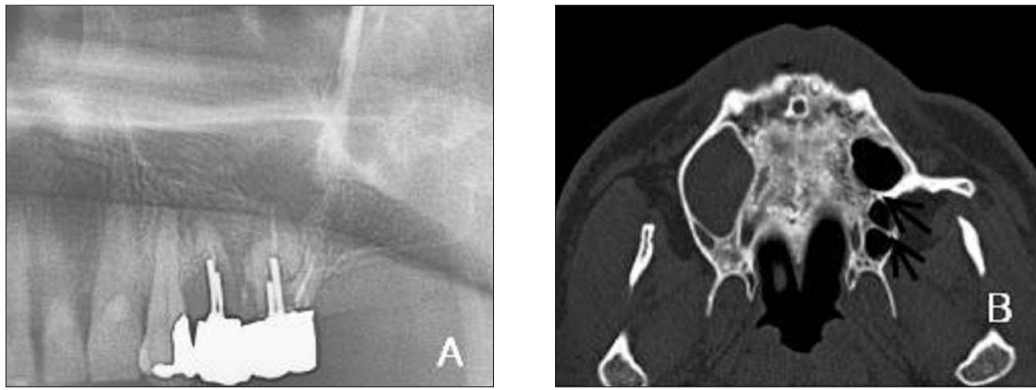


Fig. 2. In panorama, septa was not observed apical to left maxillary root(A). In CT, septa was observed at same area(B).

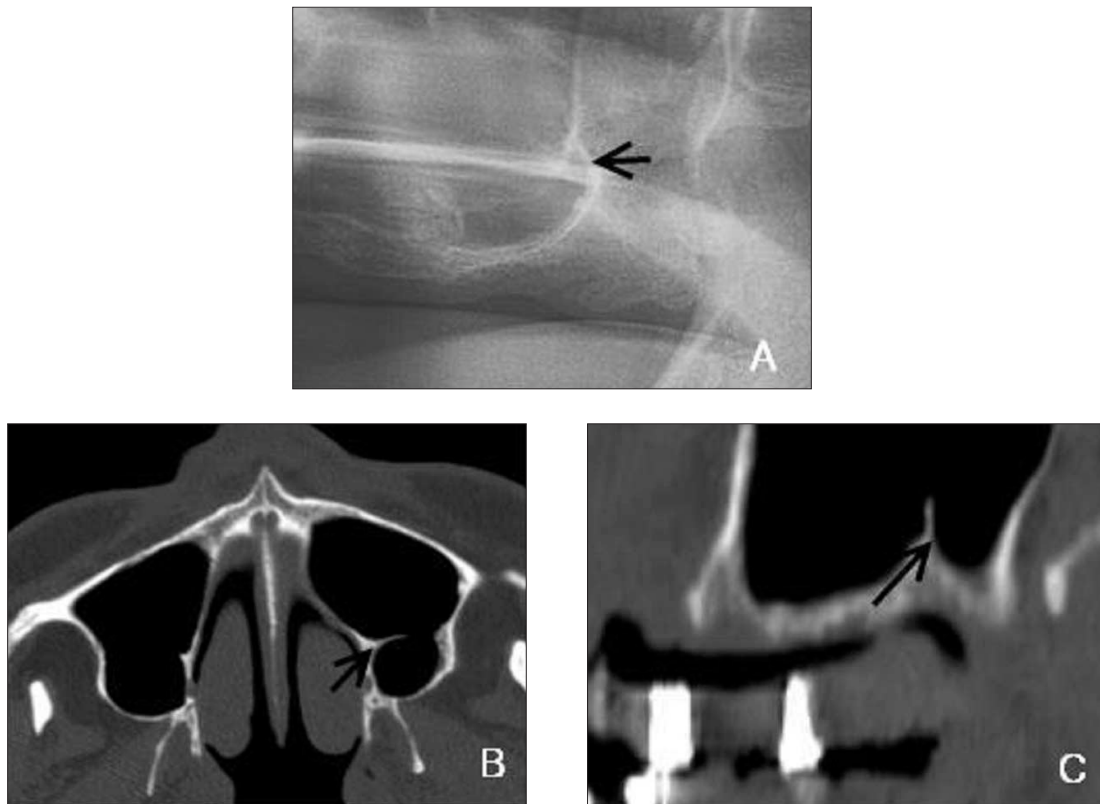


Fig. 3. Panorama & CT showing an incomplete, thin septum on left maxillary sinus floor(A,B,C).

Table 2. Summary of septa prevalence data in 232 sinuses

	Number of septa				Total
	0	1	2	3	
partial/complete dentate maxillary sinuis	125	46	4	0	175
edentulous maxillary sinus	36	17	3	1	57
Total	161	63	7	1	232

Table 3. Summary of septa location

	Location of septa				Number of septa
	P1	P2	M1	M2 & M2 distal	
partial/complete dentate maxillary sinus	10(18.5%)	12(22.2%)	10(18.5%)	22(40.8%)	54
edentulous maxillary sinus	4(15.4%)	3(11.5%)	9(34.6%)	10(38.5%)	26
primary septa	10(22.2%)	11(24.4%)	7(15.6%)	17(37.8%)	45
unspecified septa	0	1(11.1%)	3(33.3%)	5(55.6%)	9
Total	14(17.5%)	15(18.7%)	19(23.8%)	32(40%)	80

P1: First premolar.

P2 : Second premolar.

M1 : First molar.

M2 & M2 distal : Second molar & distal area of Second molar.

primary septa : septa located apical to maxillary root.

unspecified septa : septa located apical to edentulous maxillary ridge.

(29.7%)이었다. Fig. 1은 파노라마에서 관찰한 중격이 CT에서도 동일한 위치에 동일한 갯수로 보이는 영상이며, Fig. 2는 파노라마상에서는 중격이 관찰되지 않으나 CT상에서는 관찰되는 사례를 보여주고 있다.

CT상에서 총 232개의 상악동 중 71개의 상악동(30.6%)에서 80개의 중격이 발견되었다. 116명의 환자중 48명의 환자(41.3%)에게서 상악동중격이 발견되었고, 그 중 동시에 좌,우 상악동에 중격이 존재하는 환자가 23명(19.8%)이었다. 유치악군(부분 무치악 및 완전유치악)에서의 상악동중격의 존재는 전체 중격(80개)중 54개(67.5%)였고, 무치악군에서의 중격의 존재는 26개(32.5%)였다. 총 80개의 상악동중격 중 41개(51.3%)의 중격이 우측 상악동에서 발견되었고 39개(48.7%)의 중격이 좌측상악동에서 발견되었다. 그리고 7명(6.1%)의 환자중 8개(3.5%)의 상악동에서 1개 이상의 상악동중격이 발견되었으며, 63개의 상악동에서 1개의 중격, 7개의 상악동에서 2개의 중격, 1개의 상악동에서 3개의 중격이 발견되었다(Table 2).

80개의 상악동중격은 모두 내측에서 외측으로 이어지는 궁 모양의 형태를 띄고 있었으며, 모두 불완전한 중격이었다(Fig. 3).

상악동내에서 중격의 해부학적 위치는 제1소구치부에서 14개(17.5%), 제2소구치부에서 15개(18.7%), 제1대구치부에서 19개(23.8%), 제2대구치 및 후방에서 32개(40%)로 나타났다. 그러므로 이번 연구에서는 상악동중격의 발생율이 제2대구치 및 후방에서 가장 높은 것으로 나타났고, 제1소구치에서 제2대구치로 갈수록 상악동중격이 많이 나타나는 것을 보였다. 완전 무치악 부위의 상악동과 유치악부위의 상악동 사이에 중격의 분포도는(t-test) 유의할만한 차이는 보이지 않았다. 하지만 완전 무치악부위에서의 상악동중격의 발생율은 45.6%, 유치악부위에서의 발생율은 30.9%로 완전무치악 부위에서의 상악동중격의 발생율이 더 높았다.

유치악부위의 상악동중격을 더욱 자세히 구분했을 때 상악

치아의 상방에 위치한 중격(1차중격)의 발생율은 83.3%였고, 무치악 상방에 위치한 중격(1차중격 혹은 2차중격 혹은 혼합 형태)의 발생율은 16.7%로 나타났다. 또한 치아상방에 위치한 상악동중격과 무치악상방에 위치한 상악동중격 모두 제2대구치 및 후방에 가장 많은 분포를 보였다(Table 3).

IV. 총괄 및 고찰

본 연구에서는 상악동의 해부학적 변이를 평가하는데 있어서 비교적 우수한 영상으로 알려져 있는 CT를 대상으로 파노라마를 비교하였다. Krennmir는 1997년, 1999년에 발표한 두 논문에서 파노라마의 오진율을 각각 21.5%, 21.3%로 보고하여 상악동저에서의 해부학적인 변이를 평가하는데 있어서 파노라마는 적합하지 않다고 보고하였다⁷⁸⁾. CT를 통한 우수한 영상을 얻는 것, 특히 axial section이 상악동저의 중격을 평가하는데 있어서 유용한 방법이라고 많은 연구자들이 보고하였다⁷¹⁰⁾. 본 연구에서는 파노라마에서의 상악동중격의 유무, 위치, 개수를 CT의 axial section과 비교하여 일치하지 않는 경우가 69개의 상악동(29.7%)에서 보였다. 따라서 파노라마와 CT의 차이는 파노라마의 부정확성을 말하는 것이므로 상악동저상술 및 임플란트 수술시 상악동점막의 천공위험성을 감소시키기 위해서 CT를 통한 정확한 술전계획이 추천된다.

상악동 중격의 발생역학에 대한 가설이 많은 연구자들에 의해 제시되고 있다. 1910년 Underwood는 상악동의 중격은 두 치아 사이의 상악동저에 발생하는 것으로, 서로 다른 치아의 맹출시기로 인해 발생하는 해부학적 변이라고 제시하였다¹¹⁾. Krennmir 등은 상악동중격을 더 자세히 분류하여 선천성의 중격과 후천적으로 발생하는 중격으로 분류하였고, 선천성의 중격은 1차 중격, 후천적인 중격을 2차 중격으로 소개하였다⁸⁾. Chanavaz는 1차중격을 모든 상악동의 위치에서 발생가능하고 중안면부의 성장시 발달할 수 있다고 보고하였다⁹⁾. 그러나

Vinter는 상악치조골의 퇴축이 보이는 곳에서 상악동저의 불규칙한 함요가 발생하며 2차중격으로 부를 수 있는 상악동저의 골용기가 발생하는 것을 보고하였다. 그리고 이런 현상의 원인을 치아의 상실 및 치조골의 위축으로 인한 결과로 중격이 발생가능하다고 제시하였다⁹⁾.

무치악 부위에 있는 중격이 1차 중격인지 2차중격인지를 구분하는 것은 연속적인 방사선사진을 통한 평가 없이는 불가능하다. 그러므로 치아가 있는 부위의 상방에 존재하는 중격을 1차중격이라 볼 수 있고, 무치악부위의 상방에 존재하는 중격은 원래부터 있던 것인지 치아상실 후 치조골의 위축으로 인한 상악동 함기화에 의해서 생긴 것인지 알 수 없기 때문에 불특정중격(1차중격 혹은 2차중격 혹은 혼합형태)로 생각할 수 있다. 여러저자들은 간접적으로 상악동의 중격을 구분하고 특징을 보기 위하여 방사선 사진을 통하여 길이를 측정하였는데 Velasquez 등은 부분무치악의 상악동중격이 완전무치악의 상악동중격보다 평균길이가 길다고 하였고, 1차중격이 불특정중격보다 평균적으로 더 짧다고 말하였다⁸⁾. 김 등도 부분무치악의 상악동중격이 완전무치악의 상악동중격보다 평균길이가 길다고 보고하였지만, 1차중격이 불특정중격보다 평균적으로 더 길다고 보고하였다¹⁰⁾. 이러한 결과의 차이는 선천적으로 1차중격의 길이의 다양성, 치조골의 위축에 개인차, 위치별로 상악동저의 함기화의 다양성, 계측방법의 차이등으로 인해 발생할 수 있다. 그러므로 상악동중격의 구분 및 특성을 살피기 위해서 더욱 다양하고 정밀한 방법이 요구될 것이다.

상악동 중격의 발생율은 여러 저자들에 의해서 보고 되고 있는데 10~33%로 다양한 발생율을 보고하고 있다^{6,8,12)}. 무치악군과 유치악군에서 상악동중격의 발생율의 비교를 보았을 때 Velasquez는 부분무치악군에서 66.7%, 완전무치악군에서 33.3%로 부분무치악군에서 더 많은 중격이 발생하였다고 보고하였다⁸⁾. 하지만 Krennmair 등은 부분무치악군에서 13.2%, 완전무치악군에서 26.8%로 완전무치악군에서 더 많은 중격의 발생율을 보고하였다⁹⁾. 김 등도 부분무치악군에서 22.61%, 완전무치악군에서 31.6%로 완전무치악군에서 더 많은 중격의 발생율을 보고하였다¹⁰⁾. 본 연구에서 총 232개의 상악동에서 80개의 중격이 발견되어 34.5%의 발생율을 보였다. 또한 완전/부분유치악군에서 30.9%, 무치악군에서 45.6%로 무치악군에서 더 많은 발생율을 나타내었다. 이것은 무치악군에서의 치조골 위축으로 2차중격의 형성으로 인하여 상악동중격이 무치악군에 더 많은 발생율을 보이는 것으로 사료된다.

상악동중격이 흔히 호발하는 위치에 대해서 여러 연구자들은 다양한 보고를 하고 있다. Underwood는 상악동중격이 제3대구치 치근에서 후방으로 많이 발생한다고 보고하였다⁶⁾. 하지만 Velasquez와 김 등은 제1, 제2대구치부위에서 상악동중격이 많이 발생한다고 보고하였고⁸⁾, Krennmair는 소구치부위에서 상악동중격이 발생한다고 보고하였다⁹⁾. 본 연구에서는 부분/완전 유치악군 및 무치악군 둘다 제2대구치 및 후방에서 상악동중격의 높은 발생율을 볼 수 있었다. 또한 부분/완전유치

악군에서 불특정중격의 경우 후방으로 갈수록 발생율이 증가하는 것을 볼 수 있다. 이것은 예방적인 제3대구치의 발치 및 구치부로 갈수록 구강위생의 어려움이 증가하므로 구치부의 조기상실로 인해 치조골의 위축이 다른 부위보다 더 많기 때문에 2차중격이 나타나는 것으로 볼 수 있다.

상악동 중격의 모양은 대부분 상악동의 내측에서 외측으로 이어지는 굽모양을 띠고 있는 형태였는데 상악동을 완전히 나누는 완전한 중격은 보이지 않았다. 대부분의 다른 저자들도 비슷한 모양의 상악동 중격을 보고하였는데 1997년 Krennmair는 시상분할방향의(sagittal orientation) 상악동을 둘로 나누는 1개의 완전한 중격을 보고하였다^{7,10)}. 이러한 사례에서 완전한 중격은 매우 드문 예라고 할 수 있다.

일반적으로 상악동 거상술시 천공의 발생은 실패가능성을 높인다고 알려져 있다. 하지만 Aradekian 등은 110명의 환자 70명의 환자에서 상악동 거상술 및 임플란트를 식립하면서 천공이 생긴 그룹에는 막 및 골이식, 천공이 생기지 않은 그룹에는 골이식을 시행하였는데, 4년후에 천공그룹 및 비천공그룹의 성공률이 각각 94.4%, 93.9%로 천공그룹에서 오히려 성공률이 높다고 보고하였다³⁾. Kasabach 등이 보고한 연구에서는 상악동점막의 천공의 발생율이 높지만 골이식재의 감염 및 상악동염의 징후가 보이지 않았다고 말하고 있다³⁾. Nicolaas 등은 상악동염의 소인을 가진 상악동천공환자 5명중 2명에서만 상악동염이 발생하였다고 보고하였다¹³⁾. Aimetti 등은 상악동 점막의 미세천공 및 거대 천공의 감염양상을 비교하였는데, 상악동 거상술시 거대천공이 생긴 환자에세의 내시경 사진에서 상악동염의 소견이 보인다고 말하고 있다³⁾. Misch 등은 정상균총을 가진 상악동의 거상술은 임플란트와 골이식시 낮은 감염위험성을 가지고 있다고 보고하고 있다. 따라서 상악동 중격이 존재할 때 흔히 발생할 수 있는 상악동점막의 천공은 환자가 상악동염의 소인이 존재하지 않을 때, 시술시 무균적인 상태 및 천공이 발생하더라도 점막에 거대외상이 존재하지 않을 때, 적당한 양의 골이식이 이루어졌을 경우 합병증의 발생가능성은 낮다고 할 수 있다. 하지만 상악동거상술시 성공률을 높이기 위해서는 상악동점막의 천공이 생기지 않도록 하는 것이 가장 중요할 것이다. 그러므로 CT를 이용하여 상악동 중격의 위치 및 크기를 예측한 후 상악동 거상술 및 임플란트 시술을 하는 것이 필요하다.

V. 결 론

상악동거상술시 합병증을 줄이기 위해서는 상악동내의 정확한 해부학적 지식 및 적절한 시술이 필요하다. 그러므로 파노라마 및 CT를 이용하여 정확한 술전계획을 세우는 것이 중요할 것이다. 또한 상악동중격은 다양한 발생율, 위치를 보이지만 본 연구에서는 구치부 특히 제2대구치 후방에서 발생율이 높아지므로 상악동 거상술 및 임플란트 식립시 주의가 필요하다.

참고문헌

1. Tatum OH: Maxillary and sinus implant reconstruction. *Dent Clin North Am* 1986;30:207.
2. Boyne P, James RA: Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *J Oral Maxillofac Surg* 1980;17:113.
3. Ardekian L, Oved-peleg E, Mactei EE, Peled M: The clinical significance of sinus membrane perforation during augmentation of the maxillary sinus. *J Oral maxillofac surg* 2006;64:277-282.
4. Jung JH, Choi BH, Zhu SJ: The effects of exposing dental implants to the maxillary sinus cavity on sinus complications. *Oral surg Oral med Oral pathol Oral radiol Endod* 2006;102:602-605.
5. Wiltfang J, Schultze-mosgau S, Merten HA: Endoscopic and ultrasonographic evaluation of maxillary sinus after combined sinus floor augmentation and implant insertion. *Oral surg Oral med Oral pathol Oral radiol Endod* 2000;89:288-291.
6. Underwood AS: An inquiry into the anatomy and pathology of the maxillary sinus. *J Oral Maxillofac Surg* 1910;44:354-369.
7. Krennmair G, Ulm C, Lugmayr H: Maxillary sinus septa: incidence, morphology and clinical implication. *J Cranio-maxillofacial surgery* 1997;25:261-265.
8. Velasquez-plata D, Hovey LR, Peach CC, Alder ME: Maxillary sinus septa : A 3-dimensional computerized tomographic scan analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2002;17:854-860.
9. Krennmair G: The incidence, location, and height of maxillary sinus septa in edentulous and dentate maxilla. *J Oral maxillofac surg* 1999;57:667-671; discussion 671-672.
10. Kim MJ, Jung UW: Prevalence, height, location and morphology. A reformatted Computed Tomography Scan Analysis. *J Periodontol* 2006;77:903-908.
11. 김수관. 상악동 골이식술. 1판. 서울:대한나래출판사. 2004
12. Ulm CW, Solar P, Krennmair G, Matejka M, Watzek G: Incidence and suggested surgical management of septa in sinus-lift procedures. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1995;10:462-465.
13. Timmenga NM, Raghoobar GM, Boering G, Weissenbruch RV: Maxillary sinus function after sinus lifts for the insertion of dental implants. *J Oral maxillofac surg* 1997;55:936-939
14. Raghoobar GM, Weissenbruch RV, Vissink A: Rhino-sinusitis related to endosseous implants extending into the nasal cavity. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2004;33:312-314.
15. Schwarz MS, Rothman SLG, Rhodes ML, Chafetz N: Computed tomography: Part II. Preoperative assessment of the maxilla for endosseous implant surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1987;2:143-148.