

Cone Beam형 전산화단층영상을 이용한 상악대구치 발치 후 상악동 함기화 평가

부산대학교 치과대학 구강악안면방사선학교실
정연화 · 나경수 · 조봉혜

Maxillary sinus pneumatization after maxillary molar extraction assessed with cone beam computed tomography

Yun-Hoa Jung, Kyung-Soo Nah, Bong-Hae Cho

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, College of Dentistry, Pusan National University

ABSTRACT

Purpose : The purpose of this study was to examine the inferior expansion of the maxillary sinus floor following maxillary molar extraction.

Materials and Methods : Cone beam computed tomographic images of 59 subjects were used to evaluate the height difference of the maxillary sinus floor between extraction sites and contralateral dentate sites. The height of the maxillary sinus floor was defined as the vertical distance to the Frankfort plane from the level of the anterior nasal spine to the most inferior point of the sinus floor. We examined the difference in sinus pneumatization according to the number of missing teeth and the vertical relationship of the molar roots to the sinus floor.

Results : The inferior expansion of the maxillary sinus floor was 1.20 ± 1.86 mm on the maxillary first molar and 1.90 ± 2.42 mm on the maxillary second molar. Increased expansion was observed in cases where two proximate molars were extracted. There was no significant difference in sinus pneumatization following extraction according to the vertical relationship of the molar roots to the sinus floor.

Conclusion : The results of this study confirm that sinus pneumatization occurs following maxillary molar extraction. In situations where pneumatization can affect treatment after molar extraction, three-dimensional radiography should be considered. (*Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2009; 39 : 109-13)

KEY WORDS : Maxillary Sinus; Molar; Tooth Extraction; Cone-Beam Computed Tomography

서 론

상악후방 치아는 치조골 소실과 치아결손 빈도가 높은 치아이다.^{1,2} 상악 구치가 결손되면 치조골이 위축되고 상악동 함기화에 의해 상악동저와 치조정 간의 거리가 감소되어 이용가능한 골의 높이를 감소시킬 수 있다.^{3,4} 상악동 함기화는 상악동 접막에서 파골 능력(osteoclastic activity)이 증가하여 상악동 하연이 하방으로 확장되면서 생긴다고 하였다.⁵ 치아가 상실된 후 치조골흡수와 함께 상악동

의 함기화로 상악동과 구강 간에 얇은 골만 남기게 되는 경우도 있다.^{5,6}

치아 상실 후 상악동의 함기화에 관한 이전의 연구들은 모순된 결과를 보고하였다. 전산화 단층촬영 후 상악동의 부피를 측정된 연구에서 치열의 상태는 상악동 크기에 영향을 주지 않았고,⁷ 상악동저의 평균 높이도 치열상태에 의해 통계학적으로 유의성있는 영향을 받지 않았다.⁸ Water's view에서 무치악과 유치악 환자의 상악동 넓이와 높이를 비교한 결과 무치악의 상악동 평균 높이가 더 높았고,⁹ 파노라마방사선사진을 이용하여 동일 환자의 치아 결손부위와 반대측 동일 치아부위를 비교한 연구에서 치아 결손부위의 상악동저가 더 하방에 위치하였다.¹⁰ 60대 남성을 대상으로 전산화 단층촬영을 이용하여 상악동 골이식을 위한 이식재의 평균부피를 계산한 결과 무치악과 유치악 간

*이 논문은 부산대학교병원 연구비를 지원받아 연구되었음.
접수일(2009년 6월 12일), 수정일(2009년 6월 29일), 채택일(2009년 7월 3일)
Correspondence to : Prof. Bong-Hae Cho
Department of Oral and Maxillofacial Radiology, College of Dentistry, Pusan National University, Ami-dong, 1-ga, Seo-gu, Busan 602-739, Korea.
Tel) 82-51-240-7472, Fax) 82-51-245-8388, E-mail) bhjo@pusan.ac.kr

에 통계학적으로 유의성있는 차이를 보여주었고, 상악구치부가 무치악 상태인 경우에 상악동 골이식에 더 많은 이식재를 필요로 한다고 하였다.¹¹

상악동 함기화가 심한 부위에서 임플란트 시술시 치조골이 부족할 때 치료계획에 신중해야 할 것이다.¹² 일반방사선사진만으로 상악동과 치조골의 관계와 치조골 용기의 형태를 평가하기 어려우므로, 상악동의 확장정도와 골부피를 3차원적으로 정확하게 평가하기 위해 전산화 단층촬영이 필요하다.^{13,14}

치아 결손부위의 상악동 함기화에 관한 이전의 연구들은 일치되지 않은 결과를 보였으며 이러한 결과는 동일 환자를 비교하지 않았거나 다양한 연령대와 성별을 구분하지 않고 조사하였기 때문으로 보인다. 이에 본 연구에서는 Cone Beam형 전산화단층영상(CBCT)을 이용하여 동일 환자의 치아 결손부위와 반대측 동일치아부위의 상악동저 위치를 측정하여 발치 후 상악동저의 하방확장정도를 관찰하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상

구강악안면영역 질환의 검사를 위해 CBCT를 촬영한 환자들 중에서 편측에 1개 이상의 상악대구치가 결손되었으나 반대측은 발치된 치아가 없는 59명 환자를 대상으로 하였다. 남자 27명과 여자 32명으로 평균연령은 50.07 ± 6.28 세 (34-59세)였다. 발치된 치아에 따라 상악제1대구치 발치군 25명, 상악제2대구치 발치군 19명, 상악제1,2대구치 발치군이 15명이었다. 비강, 상악동질환, 상악동 수술, 골내 병소가 없는 30세 이상의 환자를 대상으로 하였고, 치아가 발치된 후 최소한 6개월 이상 지난 사진을 대상으로 하였다. CBCT는 90kVp, 4mA, 24sec, FOV 20×19cm의 촬영 조건으로 DCT_{PRO} (Vatech Co., Hwasung, Korea)를 이용하여 촬영하였다.

2. 방사선사진 분석

CBCT영상은 숙련된 구강악안면방사선과 의사가 2번씩 판독하여 측정하였고, 평균값을 최종자료로 하였다. CBCT에서 정중시상면과 Frankfort plane에 수직인 coronal plane을 얻었다.

1) 상악동저의 높이 측정 (height of maxillary sinus floor)

상악제1대구치와 상악제2대구치부위를 지나는 coronal plane을 각각 얻었다. 상악제1대구치와 제2대구치 치아결손부위와 반대측 동일 부위의 상악동저 위치를 비교하기 위해 Frankfort plane에 수직이면서 Anterior nasal spine (ANS)를 지나는 평면에서 상악동저의 최하점까지의 수직

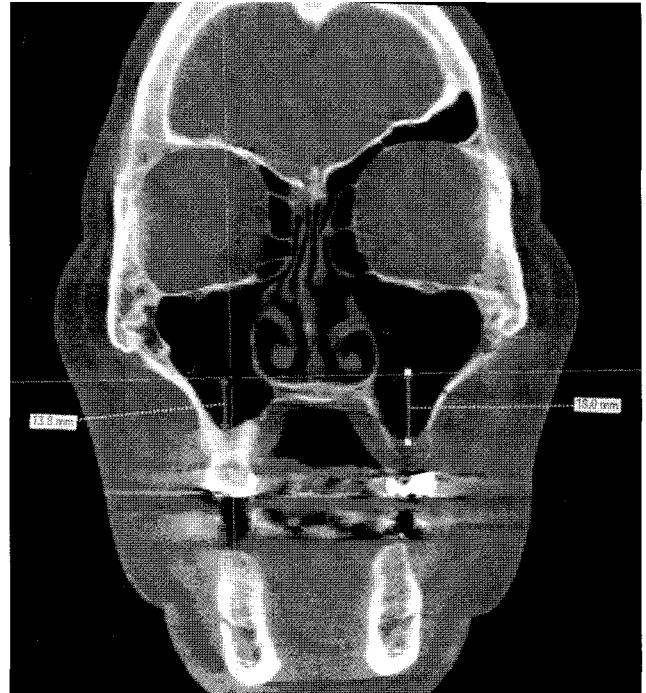


Fig. 1. The height of the maxillary sinus floor was defined as the vertical distance to the Frankfort plane from the level of the anterior nasal spine to the most inferior point of the sinus floor as shown using coronal cone beam computed tomography.

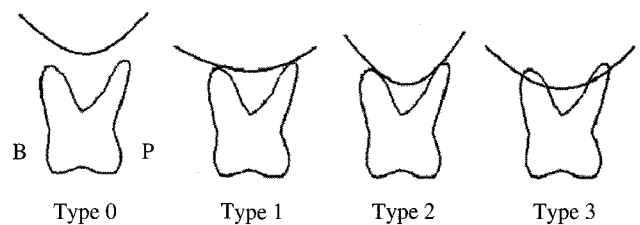


Fig. 2. The vertical relationship between the maxillary sinus floor and the roots of the maxillary molars (B, buccal; P, palatal). Type 0: The maxillary sinus floor is located above the root tip. Type 1: The root apex touches the sinus floor. Type 2: The maxillary sinus floor is interposed between the roots. Type 3: Apical protrusion is observed over the maxillary sinus floor.

거리를 측정하였고, 상악동저가 ANS보다 상방에 위치하면 상악동저의 높이는 -로 표시하였다(Fig. 1).

2) 상악대구치 치근과 상악동저와의 관계에 따른 분류

결손치 반대측의 동일한 치아가 있는 부위에서 상악대구치 치근과 상악동저와의 관계를 CBCT에서 분류하였다. 분리형은 상악동과 치근이 분리 (Type 0), 접촉형은 상악동과 치근이 접촉 (Type 1), 함입형은 상악동하연이 협측 치근과 구개측 치근 사이로 내려온 경우 (Type 2), 돌출형은 치근이 상악동내로 돌출한 경우 (Type 3)로 분류하였다(Fig. 2).

Table 1. The height difference of the maxillary sinus between extraction sites and contralateral dentate sites

	N	Extraction site	Control site	Inferior sinus expansion	P
		Mean ± SD (mm)	Mean ± SD (mm)	Mean ± SD (mm)	
Maxillary first molar	40	9.69 ± 5.30	8.49 ± 5.29	1.20 ± 1.86	0.000
Maxillary second molar	34	7.30 ± 5.39	5.40 ± 5.28	1.90 ± 2.42	0.000
Total	74	8.59 ± 5.44	7.07 ± 5.47	1.52 ± 2.15	0.000

Table 2. Inferior expansion of the maxillary sinus floor following extraction according to the number of missing teeth

	Extraction of one molar		Extraction of two proximate molar		P
	N	Mean ± SD (mm)	N	Mean ± SD (mm)	
Maxillary first molar	25	0.71 ± 1.67	15	2.03 ± 1.91	0.028
Maxillary second molar	19	1.63 ± 1.89	15	2.25 ± 2.99	0.461
Total	44	1.11 ± 1.81	30	2.14 ± 2.47	0.041

Table 3. Inferior expansion of the maxillary sinus floor following extraction according to the vertical relationship of the molar roots to the sinus floor

	Type 0		Type 1		Type 2		Type 3		P
	N	Mean ± SD (mm)	N	Mean ± SD (mm)	N	Mean ± SD (mm)	N	Mean ± SD (mm)	
Maxillary first molar	19	1.58 ± 1.87	5	2.12 ± 1.86	12	0.24 ± 1.79	4	1.13 ± 1.27	0.154
Maxillary second molar	20	2.10 ± 2.23	11	1.77 ± 2.84			3	1.07 ± 2.70	0.780
Total	39	1.85 ± 2.05	16	1.88 ± 2.51	12	0.24 ± 1.79	7	1.10 ± 1.80	0.115

3. 통계학적 분석

1) 치아가 결손된 부위와 반대측 동일 치아부위에서 상악동저의 높이를 paired t-test로 비교하여 평가하였다. 상악제 1대구치와 상악제 2대구치 발치 후 상악동저의 높이 차이와 단일 대구치 발치와 두 개의 인접한 대구치 발치 후 차이를 각각 t-test로 비교하였다.

2) 상악대구치 치근과 상악동저와의 관계에 따른 발치 후 상악동저의 높이 차이는 일원분산분석(One way ANOVA)으로 분석되었다.

군과 상악제 1, 2대구치가 발치된 15개군을 비교한 결과 상악제 1, 2대구치가 발치된 경우에 치아 상실 후 상악동저의 높이 변화가 통계학적으로 유의성있게 더 많았다($P < 0.05$). 상악제 2대구치도 상악제 1, 2대구치가 발치된 경우가 상악제 2대구치만 발치된 경우보다 상악동저의 변화가 더 많았지만 통계학적으로 유의성있는 차이는 없었다(Table 2).

3. 상악동저와 상악대구치 치근 간의 관계에 따라 치아 상실 후 상악동저의 높이변화를 분석한 결과 통계학적으로 유의성있는 차이를 보여주지 않았다(Table 3).

결 과

편측으로 상악대구치가 발치된 환자의 CBCT를 이용하여 상악대구치 발치 후 상악동저의 높이 변화를 분석한 결과는 다음과 같았다.

1. 치아상실부위와 반대측 동일한 치아부위 간의 상악동저 높이는 통계학적으로 유의성있는 차이를 보였고($P < 0.01$), 치아상실부위에서 더 하방으로 내려와 있었다(Table 1). 상악제 2대구치 발치 후 상악동저 높이 변화는 1.90 ± 2.42 mm로 상악제 1대구치의 1.20 ± 1.86 mm보다 더 컸지만 통계학적으로 유의성있는 차이는 없었다.

2. 상악제 1대구치부위에서 상악제 1대구치만 발치된 25개

고 찰

치아가 결손된 후에 상악골의 무치악 부위는 치조골이 흡수되고, 치조골 흡수와 함께 상악동의 함기화는 골부피를 감소시킨다. 발치 후 상악동의 함기화는 임플란트 시술이나 보철전의 치료계획과 관련이 있다. 환자 간의 상악동 크기는 25%까지 차이가 있을 수 있으므로,¹⁵ 상악동의 크기 차이를 고려하지 않고 환자 간의 상악동 크기를 비교한 연구는 정확한 비교가 되기 어려울 것이다. 본 연구에서는 동일 환자의 CBCT를 이용하여 치아 상실 후 상악동저의 높이 변화를 분석하였다. 좌측과 우측 간의 상악동 부피와 상악동저의 높이는 통계학적으로 유의성있는 차이가 없었기 때문에,^{7,8,16-19} 본 연구에서 동일 환자의 치아 상실부위

와 반대측의 동일치아부위를 비교하여 발치 후 상악동저의 높이 변화를 예측하고자 하였다.

발치 후 상악동 함기화는 4-6개월 이내의 발치와 치유기간 내에 일어나고, 성숙한 골이 발치와내에 발생한 후에 상악동의 함기화는 최소한으로 감소하거나 완전히 중단되므로, 발치 후 6개월 이후에 상악동의 함기화는 변화가 없었다.¹⁰ 본 연구에서도 발치 후 6개월 이상 지난 사진을 대상으로 하였고, CBCT에서 상악동저의 높이를 측정하기 위한 기준으로 비강보다 더 명확한 ANS를 선택하여 ANS를 지나는 평면에서 상악동저의 최하점까지의 거리를 측정하였다.⁸ 상악소구치 발치는 상악동저의 함기화에 큰 영향을 주지 않았고,¹⁰ 예비연구에서도 소구치 발치 후 상악동저의 하방확장이 거의 관찰되지 않아 상악소구치부위 발치는 본 연구에 포함시키지 않았다.

Ariji 등⁸은 치아상실이 상악동저의 높이에 직접적으로 영향을 주지 않았다고 하였고, 치아가 결손되면 치조골이 흡수되고 치조골두께를 유지하기 위해 상악동저를 상방으로 밀어 올릴 수 있다고 설명하였으나, 이러한 결과는 동일 환자의 상악동저를 비교하지 않았기 때문으로 생각되어진다. 동일 환자의 파노라마사진을 이용한 Sharan 등¹⁰의 연구에서 인접구조물의 중첩으로 정확한 상악동저의 확장 정도를 측정하기 어려웠지만, 치아결손부위의 상악동저가 2.18 ± 2.89 mm 더 하방에 위치하여 상악동 함기화는 구치부 발치 후에 일어날 수 있음을 제시해주었다. CBCT를 이용한 본 연구에서도 치아상실부위에서 상악동저가 1.52 ± 2.15 mm 더 하방으로 확장되었다.

Sharan 등¹⁰의 연구에서 상악제2대구치 결손 시에 상악동저가 가장 많이 확장되었고, 상악제1대구치와 상악제2대구치 간에 통계학적으로 유의성있는 차이를 보였다. 상악제2대구치가 상악동저와 가장 근접하고,^{20,21} 이러한 근접도는 발치 후 상악동과 발치와를 분리해주는 얇은 골을 종종 결손시켜 상악동이 확장되게 만든다고 하였다. 본 연구에서는 상악제2대구치가 상악제1대구치보다 발치 후 상악동저의 확장정도가 더 컸으나 통계학적으로 유의성있는 차이는 없었다.

한 개 치아만 발치된 경우보다 두 개 이상 인접한 치아가 발치된 경우에 상악동저의 함기화가 더 많은 것으로 보고되었다. 이는 인접한 발치와에서 상악동 함기화에 대한 골의 저항이 감소되기 때문이고, 한 개의 치아만 발치된 경우에는 인접한 치아의 치근이 결손된 부위로 기능을 전달함으로써 상악동이 확장되는 것을 예방해줄 것으로 예상하였다.¹⁰ 본 연구에서도 상악제1대구치만 발치된 경우보다 상악제1,2대구치가 동시에 발치된 경우에 상악동저의 하방 확장이 통계학적으로 유의성있게 많은 것으로 관찰되었고, 상악제2대구치의 경우 인접한 두 개의 대구치가 동시에 발치된 경우에 상악동저의 확장이 더 많았으나 통계학적으로 유의성있는 차이는 없었다. 발치 후에 임플란트

를 고려한다면 발치부위의 상악동저의 확장을 최소로 하기 위해 발치 전에 치료계획을 세우는 것이 필요할 것이다. 상악대구치 발치와 동시에 상악동 거상술(sinus augmentation)을 시행하고 재생조직(regenerating tissue)이 성숙한 후에 임플란트를 장착할 경우에 높은 성공률을 보여주었다.²²

파노라마방사선사진을 이용한 이전의 연구에서 상악동내로 치근이 돌출된 경우에 상악동저가 더 많이 하방으로 확장되었으나,¹⁰ 본 연구에서는 상악동저와 치근관계에 따라 발치 후 상악동저의 높이는 통계학적으로 유의성있는 차이를 보여주지는 않았다. 파노라마방사선사진에서 주위 구조물이 중첩되어 상악동저와 상악대구치 치근 간의 관계를 정확하게 판독하기 어려웠기 때문으로 예상되어진다.

본 연구결과를 종합해보면 상악대구치 상실 후 상악동저의 하방 확장이 확인되었고, 한 개 대구치만 발치된 경우보다 인접한 두 개의 대구치가 상실되었을 때 상악동저의 하방 확장이 통계학적으로 유의성있게 더 많았다. 상악동저와 상악대구치 치근 간의 관계는 발치 후 상악동저의 함기화 정도와 통계학적으로 유의성있는 관계가 없었으나, 치근이 상악동저와 근접할 경우 상악동저의 확장으로 인한 영향을 최소화하기 위해 발치 전에 치료계획을 세우는 것이 필요할 것으로 사료되어진다.

참 고 문 헌

1. Papapanou PN, Wennström JL, Gröndahl K. Periodontal status in relation to age and tooth type. A cross-sectional radiographic study. *J Clin Periodontol* 1988; 15 : 469-78.
2. Laurell L, Romao C, Hugoson A. Longitudinal study on the distribution of proximal sites showing significant bone loss. *J Clin Periodontol* 2003; 30 : 346-52.
3. Uchida Y, Goto M, Katsuki T, Soejima Y. Measurement of maxillary sinus volume using computerized tomographic images. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998; 13 : 811-8.
4. Barone A, Santini S, Sbordone L, Crespi R, Covani U. A clinical study of the outcomes and complications associated with maxillary sinus augmentation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2006; 21 : 81-5.
5. 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 : 199-209.
6. Kraut RA, Kessler HP, Holmes RE. Quantification of bone in dental implant sites after composite grafting of the mandible: report of a case. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1989; 4 : 153-8.
7. Ariji Y, Kuroki T, Moriguchi S, Ariji E, Kanda S. Age changes in the volume of the human maxillary sinus: a study using computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol* 1994; 23 : 163-8.
8. Ariji Y, Ariji E, Yoshiura K, Kanda S. Computed tomographic indices for maxillary sinus size in comparison with the sinus volume. *Dentomaxillofac Radiol* 1996; 25 : 19-24.
9. Harorh A, Bocutoğlu O. The comparison of vertical height and width of maxillary sinus by means of Waters' view radiograms taken from dentate and edentulous cases. *Ann Dent* 1995; 54 : 47-9.
10. Sharan A, Madjar D. Maxillary sinus pneumatization following extrac-

- tions: a radiographic study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008; 23 : 48-56.
11. 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 Kor Oral Maxillofac Surg* 2007; 33 : 511-517.
 12. Woo I, Le BT. Maxillary sinus floor elevation: review of anatomy and two techniques. *Implant Dent* 2004; 13 : 28-32.
 13. Rothman SL, Chafetz N, Rhodes ML, Schwarz MS. CT in the preoperative assessment of the mandible and maxilla for endosseous implant surgery. *Work in progress. Radiology* 1988; 168 : 171-5.
 14. Solar P, Ulm C, Lill W, Imhof H, Watzek G, Blahout R, et al. Precision of three-dimensional CT-assisted model production in the maxillofacial area. *Eur Radiol* 1992; 2 : 473-7.
 15. Neufeld BD. A study of the height of intact alveolar bone on panoramic radiographs of adult patients. *Packota GV, Hoover JN, J Prosthet Dent* 1988; 60 : 504-9.
 16. Emirzeoglu M, Sahin B, Bilgic S, Celebi M, Uzun A. Volumetric evaluation of the paranasal sinuses in normal subjects using computer tomography images: a stereological study. *Auris Nasus Larynx* 2007; 34 : 191-5.
 17. Kawarai Y, Fukushima K, Ogawa T, Nishizaki K, Gunduz M, Fujimoto M, et al. Volume quantification of healthy paranasal cavity by three-dimensional ct imaging. *Acta Oto-Laryngologica (Supplement)* 1999; 119 : Supplement 540 : 45-9.
 18. Gosau M, Rink D, Driemel O, Draenert FG. Maxillary sinus anatomy: a cadaveric study with clinical implications. *Anat Rec (Hoboken)* 2009; 292 : 352-4.
 19. Park CH, Kim KD, Park CS. Measurement of maxillary sinus volume using Computed Tomography. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2000; 30 : 63-70.
 20. Eberhardt JA, Torabinejad M, Christiansen EL. A computed tomographic study of the distances between the maxillary sinus floor and the apices of the maxillary posterior teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992; 73 : 345-6.
 21. Kwak HH, Park HD, Yoon HR, Kang MK, Koh KS, Kim HJ. Topographic anatomy of the inferior wall of the maxillary sinus in Koreans. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2004; 33 : 382-8.
 22. Fugazzotto PA, De PS. Sinus floor augmentation at the time of maxillary molar extraction: success and failure rates of 137 implants in function for up to 3 years. *J Periodontol* 2002; 73 : 39-44.