

미니스크류 식립 시 상악동의 골두께에 대한 고려

김도현^a · 이진우^b · 차경석^b · 정동화^c

본 연구는 전산화 단층촬영 영상으로 상악동의 형태를 파악하여 교정용 미니스크류를 안전하게 식립할 수 있는 위치를 찾고자 시행되었다. 남자 20명, 여자 20명의 3차원 전산화 단층촬영 사진을 촬영한 후 3차원 영상프로그램을 이용하여 상악동의 형태를 계측하여 통계 분석하였으며 다음과 같은 결과를 얻었다. 상악동저에서 백악법랑경계까지의 골두께는 제1대구치와 제2대구치 사이에서 유의하게 얇았고, 제1소구치와 제2소구치 사이에서 유의하게 두꺼웠다. 상악동저에서 협측 상악골 외연까지의 두께는 제1대구치와 제2대구치에서 유의하게 두꺼웠으며, 제1소구치와 제2소구치 사이에서 유의하게 얇았다. 이상의 결과를 바탕으로 안전하게 미니스크류를 식립하여 교정치료의 영역을 넓힐 수 있을 것이다. (대치교정지 2009;39(6):354-361)

주요 단어: 미니스크류, 상악동

서론

미니스크류의 요구조건으로 안정성과 안전성을 들 수 있는데, 미니스크류의 안정성에 영향을 주는 요인으로 미니스크류의 직경과 피질골의 두께를 들 수 있다. 미니스크류는 지지를 대부분 피질골에서 얻으므로 충분한 피질골의 두께가 요구되며, 안정성의 측면에서는 식립부위의 해부학적 구조물의 형태를 정확하게 이해하여 인접구조물에 손상을 주지 않도록 식립하는 것이 중요하다. 상악의 경우 골조직이 Misch¹의 분류에 의하여 Type 3, 4의 성긴 골 구조를 가지고 있어서 미니스크류의 식립 시 초기 고정에 유리하지 않아 하악에 비해 안정성이 떨어지지만 하악골에 비해 골내에서 치아의 전후방적, 횡적인 이동이 더 자유롭고, 하악골보다 고정원이 상실되기 쉬우므로 최대고정원을 확보해야 하는 경우가 많아서 임상적으로 상악에 골고정원을 많이 사용한다. 정중구개봉합부위는 골질이 단단하고 치근에 영향을 받지 않으며 각화된 연조직 때문에 식

립 및 유지에 유리하여 많은 연구가 진행되었다. Wehrbein 등,² Henriksen 등³은 건조두개골을 이용하여 정중구개봉합부위 골의 두께를 측정하였고, Bernhart 등,⁴ Kyung,⁵ Park 등,⁶ Gahleitner 등,⁷ Lee와 Lee⁸는 3차원 전산화 단층촬영을 이용하여 정중구개봉합부위의 골의 형태를 파악하였다. 상악의 치조부위에 대한 3차원 전산화단층촬영을 이용한 연구도 진행되어 왔는데, Park,⁹ Lee 등¹⁰은 미니스크류의 식립 시 치근에 손상을 주지 않는 위치에 대한 연구를 진행하였으며 Jo와 Lee¹¹는 3차원 전산화 단층촬영을 이용하여 상악구치부 협측의 치근사이의 넓이와 치근에서부터 협측골의 두께를 측정하여 비교하였다.

상악골에 미니스크류를 식립할 때 치근 뿐 아니라 상악동도 고려하여야 하는데, 가장 큰 부비동의 하나인 상악동은 4개의 골 벽과 상악동저로 구성된 피라미드형의 구조물로서 체내에서 들어오는 공기를 따뜻하게 하고, 발성 시 공명을 일으키는 역할을 한다.¹² 상악동저는 상악 구치의 치근과 근접하여, 치과용 임플란트를 식립하거나 발치 시에 상악동 천공이나 손상이 일어날 수 있기 때문에 상악동저의 골의 두께에 대한 많은 연구가 진행되어 왔다. 골의 두께를 측정하기 위한 여러 가지 방법이 있는데 그중 구내 치근단 방사선 사진은 상악동저와 치근단과의 관계를 고해상도로 비교할 수 있는 장점이 있지만 X-ray의 각도에 의하여 중첩될 수 있는

^a전공의, ^b교수, ^c조교수, 단국대학교 치과대학부속 치과병원 교정학교실.

교신저자: 김도현.

충남 천안시 신부동 산7-1번지 단국대학교 치과대학병원 교정과.

041-550-1941; e-mail, kdh3873@hanmail.net.

원고접수일: 2009년 3월 25일 / 원고최종수정일: 2009년 9월 14일 /

원고채택일: 2009년 9월 17일.

DOI:10.4041/kjod.2009.39.6.354

단점이 있다. Water's view는 상악동저와 치아와의 중첩이 심하여 한계가 있고, 파노라마 방사선 사진은 한 장의 사진으로 전반적인 상태와 상악동의 개괄적의 형태를 파악할 수 있지만 상의 수직확대와 수평확대가 존재하며 해상도가 높지 않은 단점이 있다. 이에 반해 3차원 전산화 단층촬영은 상의 왜곡 및 중첩이 없어 상악동저의 정확한 형태와 위치 관계를 파악하기에 유용하다.¹³ 하지만 기존의 연구는 보철용 임플란트 식립 및 발치에 도움을 주고자 하는 상악 구치부 치근단부와 상악동 저와의 관계를 분석한 연구가 대부분이었으며 교정 분야에서의 미니스크류 식립을 고려한 상악동에 대한 3차원적 연구는 미미하였기에, 상악구치부위에서 상악동의 형태를 밝혀 상악동으로부터 안전한 식립위치를 찾고자 본 연구를 시행하게 되었다.

연구방법

연구대상

단국대학교 치과대학 부속 치과병원 교정과에 내원하여 3차원 전산화 단층촬영 사진을 촬영한 환자 중에 연구부위의 결손치가 존재하지 않으며 구치부 충생이 없는 평균 24.6 ± 7.6세의 20명의 남자와 평균 26.8 ± 9.0세의 20명의 여자로 연구대상을 정하였다.

연구방법

전산화 단층촬영

연구 대상자를 눕혀 Frankfort horizontal plane이 바닥에 수직이 되도록 위치시킨 후 전산화 단층촬영 영상장치(Light Speed Volume Computed Tomograph, 64 channel, General Electronics, USA)로 두개 악안면 부위의 촬영을 시행하였으며, 촬영조건은 gantry의 각도가 0°, 120 kV, auto mA였으며, 0.625 mm thickness, slice pitch 3, scanning time 4초, 시야(field of view) 250 mm였다.

3차원 입체영상 제작

전산화 단층사진 촬영으로 얻은 DICOM 영상정보를 개인용 컴퓨터로 옮긴 후 3차원 영상프로그램(Mimics 10.01, Materialise's Interactive Medical Image Control System, Materialise, Belgium)을 이용하여 3차원 입체영상을 제작하였다. CT상에서 Gray scale을 표현하는 수치인 HU를 일반적인 골밀도인 250에 맞추어 전체적인 골격을 불러들이는 masking 작업을 하였다.

이 mask를 대상으로 하는 3차원 재구성(3-Dimensional volume rendering)은 연속적인 삼각형으로 이루어진 표면의 표현인 triangularization을 통해 이루어졌다.

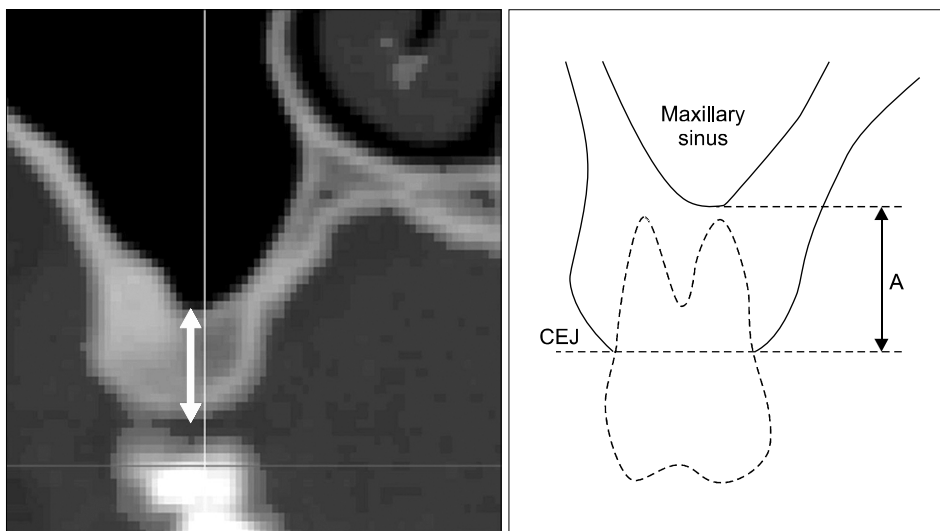


Fig 1. Definition of vertical bone thickness (A) between CEJ and sinus floor in frontal view.

기준평면 설정 및 계측 항목

상악 제1대구치와 상악 제2대구치 사이, 상악 제2 소구치와 상악 제1대구치 사이, 상악 제1소구치와 상악 제2소구치 사이에서 상악동저의 형태를 분석하였다. Mimics 프로그램상의 거리 측정의 도구를 사용하여 전산화 단층촬영 영상에서 상악동저와 백악법랑경계 사이의 골두께를 계측하였다. 두 방향에서 상악동저의 위치를 파악하였는데, 먼저 횡단상(coronal view)에서 상악동의 외형이 사라지는 위치를 확인하였으며, 그 위치에서 정면상(frontal view)의 상악동저의 위치를 파악하였다. 인접치아의 협측 백악법랑경계의 중심으로부터 상악동저 사이의 거리를 계측하였다 (Fig 1). 백악법랑경계는 영상이 가장 오목하게 들어간 부위로 정하였다.

또한 상악동의 최저 높이에서 협측 치조골 외연까지의 거리를 측정하였는데, 상악 협측 치조골의 외형에 수직인 선분을 긋고 수직선 상에서 협측 치조골 변연에서부터 최저 높이의 상악동까지의 거리를 측정하였다 (Fig 2). 또한 상악동의 측벽에서 상방으로 올라갈수록 골이 협착되는 정도를 측정하였는데, 상악동과 협측 치조골 변연까지의 거리가 4 mm, 3 mm, 2 mm의 간격을 갖는 부위의 골의 높이를 파악하고 인접치아의 백악법랑경계의 중심과의

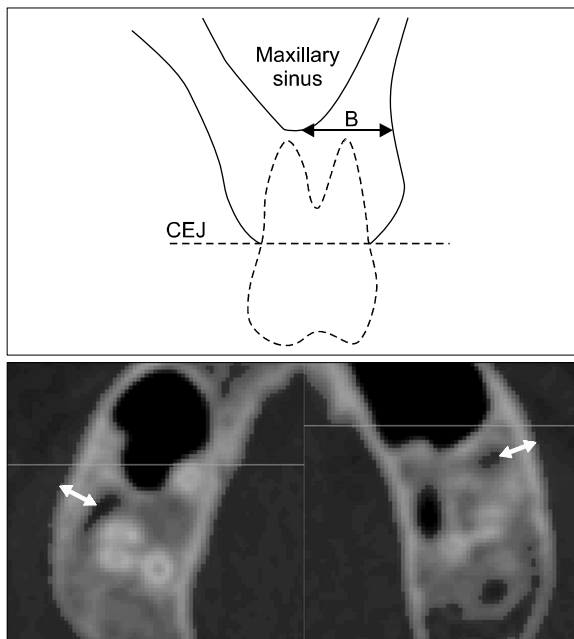


Fig 2. Definition of horizontal bone thickness (B) from sinus floor to buccal bone margin in axial view.

수직적 거리를 계측하였다 (Fig 3).

오차분석

모든 계측은 한 사람에 의해 이루어졌으며 계측의 신뢰도 평가를 위해 임의로 10명을 추출해 첫 계측이 이루어진 2주 후에 재계측 후 paired t-test를 시행하여 비교하였으며 유의한 차이는 없었다 ($p > 0.05$). 표준오차는 다음과 같이 Dahlberg's formula의 식을 사용하여 계산하였으며, $Se = \sqrt{\frac{\sum D^2}{2N}}$ (여기서 D는 계측치 간의 차이를 뜻하며, N은 추출한 표본의 수를 뜻한다.) 10명의 측정치의 평균오차는 0.63 mm이었다.

통계처리

Window용 SPSS 12.0 program을 이용하였다. 성별의 차이에 대한 유의성을 검증하기 위해 Independent t-test를 시행하였으며 좌우의 유의성을 검증하기 위해 Paired t-test를 시행하였고, 각 부위의 측정값의 유의성을 검증하기 위해 분산분석(ANOVA)을 시행하고 사후검정으로 Bonferroni를 시행하였다.

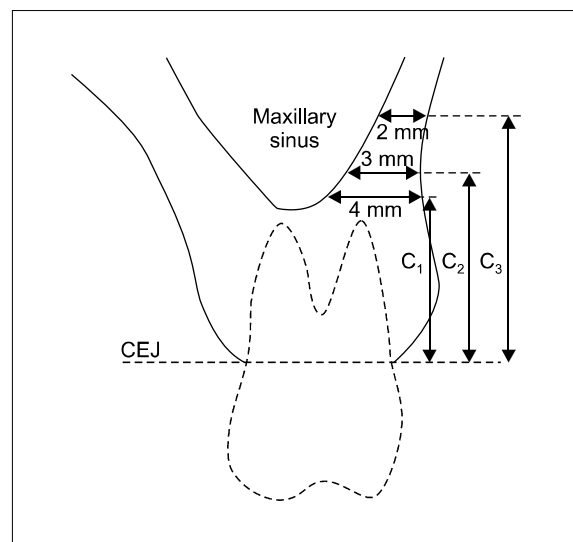


Fig 3. Vertical bone thickness between CEJ and sinus floor when horizontal bone thickness is 4 mm (C1), 3 mm (C2), and 2 mm (C3) in frontal view.

연구성적

모든 비교에서 통계적으로 남자와 여자의 구치부 상악동저의 골두께와 좌우 상악동저의 골두께는 유의한 차이가 없었다. 따라서 남녀와 좌우의 데이터를 합친 후에 각각의 계측항목에 대한 분석을 시행하였다. 백악법랑경계부터 상악동저까지의 골두께를 계측한 결과 상악 제1대구치와 상악 제2대구치 사이에서 유의하게 상악동저의 골두께가 얇았으며, 상악 제1소구치와 상악 제2소구치 사이에서 유의하게 상악동저의 골두께가 두껍게 관찰되었다. 상악 제1소구치와 상악 제2소구치 사이의 수직적 골두께는 상악 제1대구치와 상악 제2대구치 사이의 수직적 골두께보다 평균 7.34 mm 더 두꺼웠으며, 3부위에서 모두 통계적으로 유의한 차이가 있었다 (Table 1).

상악동저에서 협측 치조골 변연까지의 수평적인 골의 두께를 계측한 결과 상악 제1대구치와 상악

제2대구치 사이에서 유의하게 골의 두께가 두꺼웠으며, 상악 제1소구치와 상악 제2소구치 사이에서 유의하게 골의 두께가 얇음이 관찰되었다. 상악 제1소구치와 상악 제2소구치 사이의 수평적 골두께는 상악 제1대구치와 상악 제2대구치 사이의 수평적 골두께보다 평균 2.55 mm 얇았으며, 3부위에서 모두 통계적으로 유의한 차이가 있었다 (Table 1). 수평적으로 4 mm의 골의 두께를 갖는 상악동의 높이를 측정하고 상악 제1대구치와 상악 제2대구치 사이에서 유의하게 상악동저의 골두께가 얇았으며, 상악 제1소구치와 상악 제2소구치 사이에서 유의하게 상악동저의 골두께가 두껍게 관찰되었다. 하지만 제1소구치와 제2소구치 사이와 제2소구치와 제1대구치 사이에는 유의한 차이가 발견되지 않았다. 또한 수평적으로 3 mm, 2 mm의 골의 두께를 갖는 상악동의 높이를 측정하여 분석한 결과 4 mm 두께를 갖는 상악동의 높이를 측정하고 결과와 유사하게 결과가 도출되었다. 3 mm와 2 mm 모두 상악 제1대

Table 1. Vertical bone thickness and horizontal bone thickness (mm)

Bone thickness		Mean	SD	p value (ANOVA)		
				M 1-M 2	Pm 2-M 1	Pm 1-Pm 2
M 1-M 2	Vertical	8.92	2.90			
	Horizontal	5.99	2.01			
Pm 2-M 1	Vertical	10.76	3.54	*		
	Horizontal	4.73	1.36	*		
Pm 1-Pm 2	Vertical	16.26	5.57	†	†	
	Horizontal	3.44	1.24	†	*	

Pm, Maxillary premolar; M, maxillary molar; SD, standard deviation; **p* < 0.01; †*p* < 0.001.

Table 2. Vertical bone thickness under consideration of horizontal bone thickness (mm)

Horizontal bone thickness		Vertical bone thickness		p value (ANOVA)		
		Mean	SD	M 1-M 2	Pm 2-M 1	Pm 1-Pm 2
M 1-M 2	4 mm	10.66	2.83			
	3 mm	11.88	2.89			
	2 mm	13.68	3.22			
Pm 2-M 1	4 mm	11.75	4.18			
	3 mm	13.00	4.36	NS		
	2 mm	15.32	5.25			
Pm 1-Pm 2	4 mm	15.21	4.56	*	*	
	3 mm	16.17	4.77	*	*	
	2 mm	17.99	5.07	*	*	

Pm, Maxillary premolar; M, maxillary molar; SD, standard deviation; NS, non-significance; **p* < 0.001.

Table 3. Available bone height from CEJ when horizontal bone thickness is 4 mm (mm)

Area	99%	95%	75%	50%	25%
M 1-M 2	3.83	6.18	8.78	10.41	14.93
Pm 2-M 1	6.30	6.70	9.03	10.82	19.67
Pm 1-Pm 2	8.00	9.08	12.4	13.87	24.05

Pm, Maxillary premolar; M, maxillary molar.

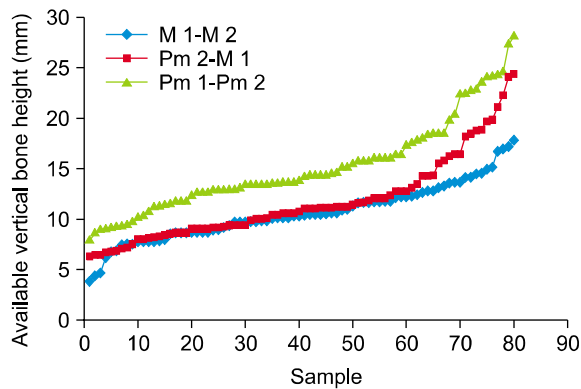


Fig 4. Available vertical bone height from CEJ when horizontal bone thickness is 4 mm for all 80 samples. Pm, Maxillary premolar; M, maxillary molar.

구치와 상악 제2대구치 사이에서 미니스크류 식립에 필요한 골의 두께가 가장 얇았으며, 상악 제1소구치와 상악 제2소구치 사이에서 골의 두께가 가장 두꺼웠음을 관찰할 수 있었다 (Table 2). 좌우와 남녀를 합쳐서 한 군당 80개의 자료가 수집되었으며, 자료들을 발생빈도로 비교해보면 4 mm의 수평적인 골두께를 고려할 때 제1대구치와 제2대구치 사이의 5%는 6.18 mm 미만이었으며 제2소구치와 제1대구치 사이의 5%는 6.7 mm 미만이었다 (Table 3, Fig 4).

고찰

치아를 이동시키기 위하여 교정적인 힘을 사용하면 힘이 적용되는 부위 뿐 아니라 반대 부위에도 반드시 기대하지 않은 반작용이 생기게 된다. 전통적으로 고정원을 보강하기 위하여 여러 노력들을 기울였으며 헤드기어를 사용하여 구외고정원을 확보하거나 고정원이 되는 치아의 수를 증가시키는 방법을 사용하였는데, 이는 환자의 협조도에 절대적으로 의존해야 한다는 것과 다른 치아가 원치 않는

방향으로 이동한다는 단점을 가지고 있었다. 이러한 단점들은 골성 고정원의 도입으로 극복할 수 있게 되었으며 최근에는 시술이 간편하고 비용이 저렴하며 구강 내 여러 부위에 다양하게 적용시킬 수 있는 미니스크류가 널리 사용되고 있다.^{14,15}

상악의 경우 골조직이 단단하지 못하여 교정용 임프란트 식립 시 초기고정에 유리하지 않고 하악에 비해 안정성이 떨어지지만 하악골에 비해 골내에서 치아의 전후방적, 횡적인 이동이 더 자유롭고, 하악골보다 고정원이 상실되기 쉬우므로 최대고정원을 확보해야 하는 경우가 많으며 특히 협측부위는 브라켓을 부착하는 위치이므로 임상적으로 치아에 힘을 가하기가 용이하며 최근에는 전 치열을 한번에 후방으로 이동시켜 치료하는 증례가 증가되면서 상악골에 해부학적인 형태에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. Kim 등¹⁶은 카데바를 이용하여 상악골의 치간 사이의 피질골과 연조직의 두께를 측정하였으며, Lee 등¹⁰은 전산화 단층사진을 촬영하여 다양한 수직적 높이에서 치근 사이의 거리를 측정하였으며, 구치부에서 기울여 식립하는 방법이 치근의 손상을 줄일 수 있다고 보고하였다.

상악동의 내측벽은 Schneiderian 막으로 덮여 있는데, 이 막은 0.13 - 0.5 mm의 두께를 가지며, 위섬모 중층 호흡상피의 얇은 층이 덮여진 골막에 의해서 특징지어진다.^{17,18} 상악동 점막은 매우 얇고 약하기 때문에 외압에 의해 쉽게 천공이 일어날 수 있다. 따라서 상악 구치부에 미니스크류를 식립 시에 상악동의 구조에 대한 이해가 필요하다. 만약 천공의 크기가 작고 국소적이라면 저절로 치유가 일어날 수 있지만 2 mm 이상의 큰 천공 시에는 예후가 좋지 않으며 천공된 점막의 상피가 임플란트와 골 사이의 계면을 따라 이주할 수 있고, 점막의 자극으로 상악동염의 원인이 될 수 있기 때문이다.^{19,20} Poggio 등²¹은 미니스크류 식립을 위한 상악골의 해부학적 구조를 연구한 바 있는데, 상악 구치부에 미니스크류를 식립 시에 골능보다 8 - 11 mm의 상방에서는 어떠한 종류의 미니스크류도 심어서는 안 된다고 하였다. 하지만 부위별의 가이드라인을 제시하지 못하여 임상적으로 적용하기에는 어려움이 있었다.

본 연구에서는 상악골의 형태적 특징을 파악하기 위해 제1대구치와 제2대구치 사이, 제2소구치와 제1대구치 사이, 제1소구치와 제2소구치 사이에서 상악골저의 높이를 파악하였다. 또한 상악동저가 구개측에 위치하는 경우에는 상악동저가 하방에 위치

하여 있더라도 미니스크류의 식립에 방해가 되지 않는 경우도 생길 수 있으므로 상악동저에서 협측 변연 치조골까지의 거리도 측정하여 협측 변연 치조골까지의 거리가 4 mm, 3 mm, 2 mm일 때로 나누어 백악법랑경계로부터 상악동까지의 수직적인 거리를 측정하였는데, 제1소구치와 제2소구치 사이에서 미니스크류 식립에 필요한 골두께가 가장 두껍게 관찰되었다. Kim과 Kim¹²의 연구에서 상악동의 전방연장은 비강의 좌우 최대 풍융부에 위치하였으며 견치 원심에 상악동의 전방 경계가 존재하였다. 제1소구치와 제2소구치 사이는 상악동의 전연이 위치하는 부위와 가까우므로 상악동저가 높은 것으로 생각된다. 상악동저와 협측치조골의 변연까지의 수평적 두께는 제1소구치와 제2소구치 사이에서 가장 얇았으며, 제1대구치와 제2대구치 사이에서 가장 두꺼웠다. 대구치부에서는 상악동이 상대적으로 하방에 위치하지만 협측골이 두꺼우므로 미니스크류 식립 시 유리하게 작용할 것으로 생각하였다.

8 mm의 미니스크류를 교합면에 기울여 식립할 때에는 수평적으로는 약 3 - 3.85 mm 정도 골내로 삽입되며 수직적으로는 4.6 - 5.2 mm 골내에 삽입된다.⁹ 따라서 4 mm의 수평골의 두께를 갖고 있다면 상악동으로부터 안전하다고 생각되어 4 mm를 기준으로 상악동의 높이를 구하였다. 측정결과 제1소구치와 제2소구치 사이에서 유의하게 상악동의 위치가 높게 측정되었으며, 제2소구치와 제1대구치 사이, 제1대구치와 제2대구치 사이는 측정치 간에 유의한 차이가 없었다. 이러한 결과는 이전의 결과와 서로 상충되는 결과이다. 이전의 결과는 협측치조골 변연까지의 수평적 두께를 고려하지 않은 결과 대구치부위로 갈수록 유의하게 상악동저는 하방에 위치하였다. 하지만 구치부로 갈수록 협측치조골 변연까지의 두께는 두꺼워지므로, 실제 미니스크류를 식립 시에는 좀 더 이용가능한 골이 있다는 결과를 도출하였다. 하지만 단순히 상악동만을 고려한다면 이번 경우에서도 제1소구치와 제2소구치가 가장 안전한 지역이라고 생각된다. 상악동의 형태적 특징을 파악하기 위하여 협측 치조골변연까지의 수평적거리가 3 mm, 2 mm되는 높이에서 CEJ까지의 수직적 길이를 측정하였는데, 3 mm와 2 mm의 높이에서 모두 제1소구치와 제2소구치 사이에서만 유의한 차이가 있는 것으로 관찰되었다. 이는 상악동의 형태학적 특징상 근심 상악동 내벽이 소구치부위에 존재하므로 이용 가능한 뼈가 많아지는 것으로 생각된다.

상악동의 함기화는 그 기사에 관하여 많은 보고가 있으며 세포 고유의 생물학적 특성에 의한 것, 공기 압력의 변화에 따른 골흡수에 의한 것, 점막이 골로 함기화를 유도함에 따라 원시 공동으로부터 신생공동이 분화한 것 등의 보고가 있다.²² Yoon과 Park¹³의 연구에서 관상면에서 상악동의 최하방부위와 상악 대구치와의 수평적 위치관계에 대하여 보고한 바가 있는데, 대부분 상악 대구치의 협측 치근과 구개측 치근 사이 혹은 구개측 치근보다 구개측에 상악동의 최하방 부위가 존재하였다. 따라서 상악동의 함기화에 의한 상악동 천공의 가능성은 협측에서 높지는 않은 것으로 생각된다. 하지만 본 연구에서는 제1대구치와 제2대구치 사이에서 상악동이 협측으로 함기화되어 3.83 mm의 수직적 골두께를 가지는 대상도 관찰되었다. 제1대구치와 제2대구치 사이는 5%에서 6.18 mm, 25%에서 8.78 mm보다 작고 따라서 상악동에 대한 주의 깊은 고려가 필요하며, 제2소구치와 제1대구치 사이에서는 5%에서 6.70 mm, 25%에서 9.03 mm보다 작아서 마찬가지로 상악동에 대한 고려가 필요하다. 하지만 제1소구치와 제2소구치는 상대적으로 충분한 골의 두께를 갖는 것으로 보인다. 제1대구치와 제2대구치 사이는 상악동저의 높이는 낮지만 상악골 협측골이 두꺼우므로 상악동을 고려하여 미니스크류를 식립한다면, 교합평면과 미니스크류의 식립 방향이 이루는 각도를 약간 감소시키는 것이 유리하다고 생각된다. 본 연구의 결과들이 미니스크류의 식립에 많은 도움이 되기를 바라며 앞으로는 추가적으로 3차원적 관계에서 좀 더 안전하게 식립할 수 있는 방법에 대한 연구가 더 진행되어야 할 것이다.

결론

본 연구는 미니스크류 식립 시 고려하여야 할 상악동에 해부학적 형태를 파악하기 위하여 남자 20명, 여자 20명의 3차원 전산화 단층촬영 사진을 촬영한 후 3차원 영상프로그램을 이용하여 상악동의 형태를 측정하여 통계 분석하였으며 다음과 같은 결과를 얻었다. 상악동저에서 백악법랑경계까지의 골두께는 제1대구치와 제2대구치 사이에서 유의하게 얇았고, 제1소구치와 제2소구치 사이에서 가장 두꺼웠다. 상악동저에서 협측 상악골 외연까지의 두께는 제1대구치와 제2대구치에서 유의하게 두꺼웠으며, 제1소구치와 제2소구치 사이에서 유의하게 얇았다. 협측 상악골의 두께를 고려한 상악동 저에

서 백악법랑경계까지의 골두께는 제1대구치와 제2대구치 사이, 제1대구치와 제2소구치 사이에서 유의하게 얇게 나타나 미니스크류의 식립이 가장 제한되었고, 제1소구치와 제2소구치 사이에서 가장 두껍게 나타났다.

참고문헌

1. Misch CE. Contemporary implant dentistry, chapter 8. 2nd ed. St Louis: Mosby; 1999. p. 113.
2. Wehrbein H, Merz BR, Diedrich P. Palatal bone support for orthodontic implant anchorage-a clinical and radiological study. *Eur J Orthod* 1999;21:65-70.
3. Henriksen B, Bavitz B, Kelly B, Harn SD. Evaluation of bone thickness in the anterior hard palate relative to midsagittal orthodontic implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18:578-81.
4. Bernhart T, Vollgruber A, Gahleitner A, Dörtbudak O, Haas R. Alternative to the median region of the palate for placement of an orthodontic implant. *Clin Oral Implants Res* 2000;11:595-601.
5. Kyung SH. A study on the bone thickness of midpalatal suture area for miniscrew insertion. *Korean J Orthod* 2004;34:63-70.
6. Park YC, Lee JS, Kim DH. Anatomical characteristics of the midpalatal suture area for miniscrew implantation using CT image. *Korean J Orthod* 2005;35:35-42.
7. Gahleitner A, Podesser B, Schick S, Watzek G, Imhof H. Dental CT and orthodontic implants: imaging technique and assessment of available bone volume in the hard palate. *Eur J Radiol* 2004;51:257-62.
8. Lee KY, Lee JW. Study of miniscrew about installation position and condition on maxillary palatal side [thesis]. Cheonan: Dankook University; 2008.
9. Park HS. An anatomical study using CT images for the implantation of micro-implants. *Korean J Orthod* 2002;32:435-41.
10. Lee KJ, Joo E, Kim KD, Lee JS, Park YC, Yu HS. Computed tomographic analysis of tooth-bearing alveolar bone for orthodontic miniscrew placement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135:486-94.
11. Jo HS, Lee JW. Three dimensional study of miniscrew about installation area and angle. *J Korean Acad Stomatog Func Occl* 2008;24:203-11.
12. Kim BY, Kim JD. A radiographic study on the morphology of the maxillary sinus. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 1991;21:297-306.
13. Yoon HR, Park CS. A radiologic study of the relationship of the maxillary sinus floor and apex of the maxillary molar. *J Korean J Oral Maxillofac Radiol* 1998;28:111-26.
14. Kim SH, Lee KB, Chung KR, Nelson G, Kim TW. Severe bi-maxillary protrusion with adult periodontitis treated by corticotomy and compression osteogenesis. *Korean J Orthod* 2009;39:54-65.
15. Lee HA, Park YC. Treatment and posttreatment changes following intrusion of maxillary posterior teeth with miniscrew implants for open bite correction. *Korean J Orthod* 2008;38:31-40.
16. Kim HJ, Yun HS, Park HD, Kim DH, Park YC. Soft-tissue and cortical-bone thickness at orthodontic implant sites. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:177-82.
17. Doud Galli SK, Lebowitz RA, Giacchi RJ, Glickman R, Jacobs JB. Chronic sinusitis complicating sinus lift surgery. *Am J Rhinol* 2001;15:181-6.
18. Van den Bergh JP, ten Bruggenkate CM, Disch FJ, Tuinzing DB. Anatomical aspects of sinus floor elevations. *Clin Oral Implant Res* 2000;11:256-65.
19. Vlassis JM, Fugazzotto PA. A classification system for sinus membrane perforations during augmentation procedures with options for repair. *J Periodont* 1999;70:692-9.
20. Pikos MA. Maxillary sinus membrane repair: report of a technique for large perforations. *Implant Dent* 1999;8:29-34.
21. Poggio PM, Incorvati C, Velo S, Carano A. "Safe zones": a guide for miniscrew positioning in the maxillary and mandibular arch. *Angle Orthod* 2006;76:191-7.
22. Choi SY, Lee SR, Koh KJ. A computed tomographic study on the size and bone wall thickness of the maxillary sinus in normal, preoperative and postoperative maxillary sinusitis patients. *Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2000;30:109-16.

Consideration of maxillary sinus bone thickness when installing miniscrews

Do-Hyun Kim, DDS, MSD,^a Jin-Woo Lee, DDS, MSD, PhD,^b Kyung-Suk Cha, DDS, MSD, PhD,^b
Dong-Hwa Chung, DDS, MSD, PhD^c

Objective: Miniscrews are widely used in orthodontic treatment for the purpose of anchorage control. Maximum anchorage can be acquired by the use of miniscrews. Maxillary miniscrew has many clinical advantage for orthodontic treatment. Maxillary sinus, tooth root can be an obstacle for maxillary miniscrew installation. The purpose of this study was to find the safest area and direction of miniscrew insertion in consideration of the maxillary sinus. **Methods:** The maxillary sinus area of 40 patients (20 male, 20 female) was measured using 3D computed tomography and 3D reconstruction program. **Results:** The maxillary sinus floor was located most inferiorly between the 1st molar and 2nd molar and located most superiorly between the 1st premolar and 2nd premolar. Buccal bone thickness from the maxillary sinus is significantly thicker between the 1st molar and 2nd molar and significantly thinner between the 1st premolar and 2nd premolar. The area between the 1st premolar and 2nd premolar has a significantly longer vertical distance from CEJ to sinus in consideration of buccal bone thickness. **Conclusions:** Considering maxillary bone thickness, the posterior area has advantages over the anterior area for installing miniscrews safely and preventing perforation. (*Korean J Orthod* 2009;39(6):354-361)

Key words: Miniscrew, Maxillary sinus

^aResident, ^bProfessor, ^cAssistant Professor, Department of Orthodontics, Dental Hospital, Dankuk University.

Corresponding author: **Do-Hyun Kim.**

Department of Orthodontics, Dental Hospital, Dankuk University, San 7-1, Sinbu-dong, Dongnam-gu, Cheonan 330-716, Korea.

+82 41 550 1941; e-mail, kdh3873@hanmail.net.

Received March 25, 2009; Last Revision September 14, 2009; Accepted September 17, 2009.