

치조정 접근법을 이용한 상악동 점막 거상술 후 골이식을 시행하지 않고 임플란트를 식립한 증례 연구

강동우, 김영균

분당서울대학교병원 치과 구강악안면외과

Sinus membrane elevation without bone graft through crestal approach and simultaneous implant placement: case series study

Dong-Woo Kang, Young-Kyun Kim

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Section of Dentistry, Seoul National University Bundang Hospital, Seongnam, Korea

Purpose: This study aims to evaluate the aspects of healing around the implants palced with sinus floor elevation without bone grafts through crestal approach.

Materials and Methods: This study included 7 patients who received implant surgery and 9 implants (3 Osstem Implant IS III SA, 6 CA) with crestal approaching sinus elevation at the Seoul National University Bundang Hospital, South Korea, between May 2014 and December 2014. We took a CBCT (Kodak 9500 Cone Beam 3D system, Carestream Health, France) and measured the Gray value in right after surgery, 3 months after surgery, prosthesis loading. We measured the Gray value using the OnDemand's softwares made by Cybermed (Korea). We selected the implant which is the same size with the implant placed in implant library made by OnDemand, overlapped both implants, and measured the Grey value around implant 2 mm.

Results: Among the 9 implants, 1 implant (CA) has failed. The implant's success rate without bone grafts for 16 months follow-up period was 89%. Although changing patterns are inconsistent, the same patient's implants showed a similar Gray value changing pattern. We confirmed a clear bone gain in 1 patient (CA). Mucosal thickness and haziness seen in the immediate postoperative period were mostly reduced after 3 months.

Conclusions: Sinus membrane elevation and simultaneous implant placement without bone grafts through crestal approach technique seem to be good results. (JOURNAL OF DENTAL IMPLANT RESEARCH 2017;36(1):6-13)

Key Words: Sinus lift, Without bone graft, Crestal approach, Implant

서 론

치아가 상실되면 치조골의 흡수가 일어나고 종종 상악 구치부에서는 상악동이 점차 확대되면서 함기화가 일어난다^{1,2)}. 이처럼 임플란트 식립 시 상악동저까지 잔존골의 높이가 부족하여 임플란트 식립이 어려운 경우가 많이 존재한다. 임플란트 식립을 위해서는 상악

동 점막을 거상하면서 빈 공간에 골 이식재를 충전하여 골 높이를 확보하는 상악동 골 이식술이 필요하다^{3,4)}. 하지만 최근에는 골이식재 충전 없이 상악동 점막 거상술 및 임플란트를 식립한 증례에도 우수한 결과가 많이 보고되고 있다⁵⁻⁸⁾. 상악동 점막 거상술은 잔존골 높이 5 mm를 기준으로 측방접근법 혹은 치조정 접근법을 통해 이루어진다. 치조정접근법은 측방접근법에 비해 외과적 침습도가 적기

Received February 3, 2016, Revised March 20, 2016, Accepted April 7, 2016.

©This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

교신저자: 김영균, 13620, 경기도 성남시 분당구 구미로 173번길, 분당서울대학교병원 치과 구강악안면외과

Correspondence to: Young-Kyun Kim, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Section of Dentistry, Seoul National University Bundang Hospital, 82 Gumi-ro, 173beon-gil, Bundang-gu, Seongnam 13620, Korea. Tel: +82-31-787-7541, Fax: +82-31-787-4068, E-mail: kyk0505@snuh.org

때문에 술후 합병증 발생율이 적고 술자와 환자에게 편안함을 제공한다. 기존에는 osteotome을 사용하였는데 충격으로 인한 불쾌감, 머리울림, 이비인후과적인 합병증, 상악동점막 천공 위험성이 높은 것으로 알려져 있다⁹⁻¹¹⁾. 이 단점을 보완하기 위한 다양한 방법 중 수압을 이용하여 상악동 점막을 거상하는 술식은 천공의 위험성이 매우 낮으면서 쉽게 사용할 수 있는 방법이다. 새롭게 개발된 special drilling과 hydraulic pressure를 이용한 sinus lifting instrument (Crestal approach sinus lift kt: CAS)를 예로 들 수 있다¹²⁻¹⁸⁾. CAS kit (Osstem Implant Co., Busan, Korea)는 빠르고 쉽게 상악동저 피질골을 관통하면서 상악동 점막이 찢어지지 않게 하는 특별한 구조로 된 드릴을 사용하며, 드릴에 사제된 골조직들이 부착되어 나와 이를 수집하면 골이식재로 활용할 수도 있다. 골이식 없이 상악동 점막 거상술이 시행되어 성공적으로 거상량을 확보하고 골형성이 이루어진다면 부가적인 골이식재 비용을 경감할 수 있으면서 수술시간 단축의 효과를 얻을 수 있다. 상악동이 천공되지 않고 잘 거상된 후 그 공간으로 혈액이 차게 되면 시간이 경과하면서 신생골이 잘 형성될 수 있다. 현재 측방접근법을 통해 골이식 없이 상악동 점막 거상술을 시행하는 술식에 관한 연구는 많이 보고되고 있으나 치조정접근법을 통해 골이식 없이 상악동점막을 거상하고 짧은 길이 임플란트를 동시에 식립하는 연구들은 아직 부족한 실정이다. 이 연구의 목적은 치조정 접근법으로 새롭게 개발된 특별한 드릴링 시스템과 수압을 이용하여 골이식 없이 상악동점막을 거상하고 짧은 길이의 임플란트를 식립한 증례들을 분석하여 임상적 예후를 평가하는 것이다.

대상 및 방법

2014년 5월부터 2014년 12월 사이에 분당서울대학교병원 치과에서 치조정 접근법을 통해 상악동 점막을 거상시킨 후 골 이식을 하지 않고 임플란트를 식립한 7명의 환자, 9개의 임플란트(Osstem Implant TS III SA 3개, CA 6개)를 대상으로 조사하였다(5명의 남성, 2명의 여성, 평균연령 53.4±8.0세). 치조정 절개를 통해 점막 골막 피판을 거상한 후 CAS kit를 이용하여 드릴링과 hydraulic pressure를 이용하여 sinus membrane elevation을 시행하였다. 드릴링 당시 골질을 주관적으로 평가하였다. 최종 식립토크를 측정하고 식립 직후 오스텔 멘토로 초기 고정도(ISQ)를 측정하여 기록하였다. 임플란트 식립은 1회법으로 수술하였고, 임플란트의 직경은



Fig. 1. Sinus lifting procedure using hydraulic pressure (Osstem CAS kit).

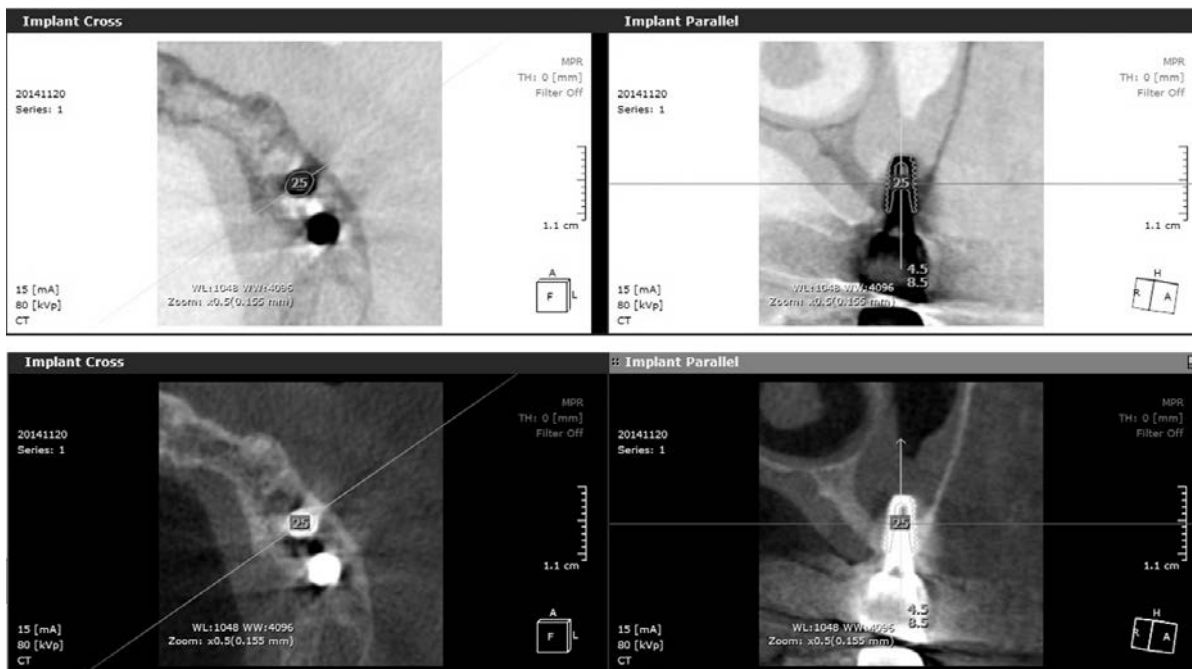


Fig. 2. Implant mock-up was overlapped with real implant fixture.

4.5 mm~5.0 mm, 길이는 8.5 mm였다.(Fig. 1) 식립 후 창상을 봉합하고 항생제 및 소염진통제를 처방하고, 수술 직후 파노라마, 치근단방사선, CBCT 촬영을 하고, 수술 10일 후 발사를 시행하고 치근단 방사선 촬영을 하였다. 수술 3개월 후 CBCT를 촬영한 후 임시 보철물을 장착하였고, 최종 보철물은 술후 약 6개월 전후에 장착하였다. 보철물 장착 직후, 그리고 3개월 간격으로 치근단방사선 사진을 촬영하였다. 보철물 장착 1년 및 2년 후엔 파노라마 방사선을 추가로 촬영하였다. 수술 직후, 수술 3개월 후 및 보철물 장착 후에 CBCT (Kodak 9500 Cone Beam 3D system, Carestream Health, France)를 촬영하고, Gray value를 측정하여 상악동 점막 거상량 및 상악동 골형성 정도를 평가하였다. 술전 CBCT에서 측정된 잔존골 높이를 baseline으로 하여 측정하였다. 임플란트 식립 직후 초기 고정도 정도를 오스텔 멘토를 이용하여 측정하였고 식립토크를 기록하였다. ISQ 측정은 근심면, 원심면, 협면, 설면의 4방향 모두에서 측정하였다. 임플란트 이차수술 시 혹은 보철 인상 채득 시 오스텔 멘토를 이용하여 이차 안정도를 측정하였다. Gray

value는 Cybermed (Korea) 사의 OnDemand 소프트웨어를 이용하였다. OnDemand에서 제공하는 implant library에서 식립한 임플란트와 동일한 크기의 임플란트를 선택하여 식립한 임플란트와 중첩시켰다.(Fig. 2) 그리고 임플란트 주변 2 mm 내의 Gray value를 측정하였다.(Fig. 3) 모든 영상 분석 과정은 동일인에 의해서 시행되었고, 모든 측정은 시간 간격을 두고 세 번씩 반복하여 측정하였다. CBCT 영상과 OnDemand 소프트웨어를 이용하여 수술 직후와 수술 3개월 후, 보철 수복 후의 gray value 값 및 영상을 비교하였다.

결 과

7명의 환자들의 평균 관찰 기간은 약 16개월이었다. 9개(SA 3개, CA 6개)의 임플란트가 식립되었으며, 그 중 1개의 CA 임플란트가 탈락되어 재식립하였다. Gray value의 술후, 술후 3개월, 보철 수복 후 변화 양상은 일관된 양상을 보이지 않았으나, 동일인의 임플란

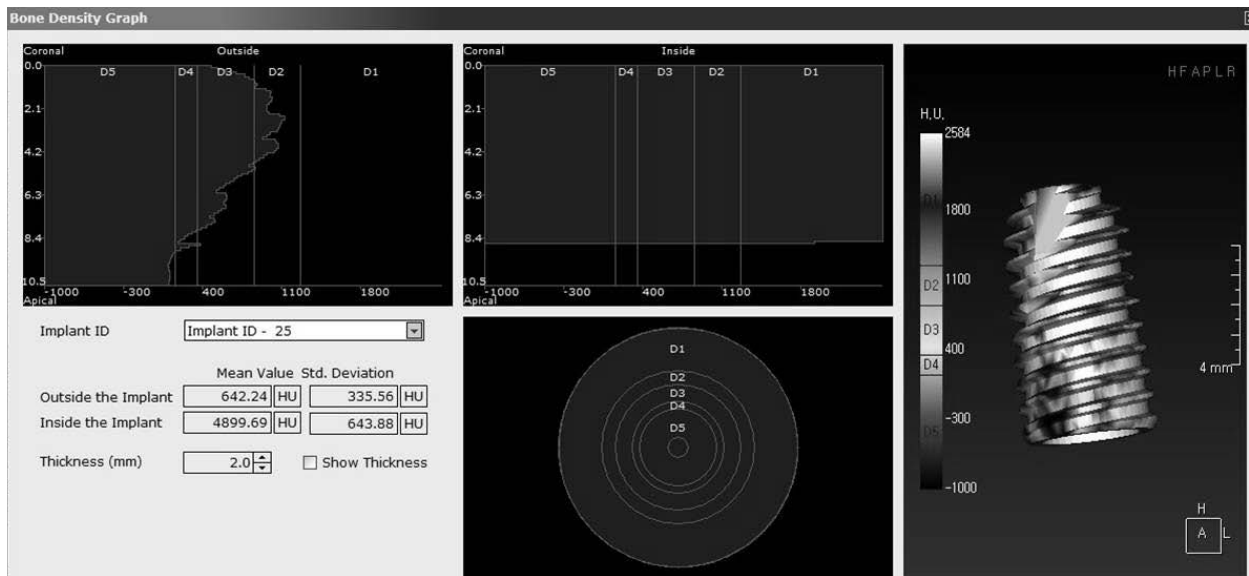


Fig. 3. Grey value was measured within 2 mm area around the implant.

Table 1. Grey value of Osstem TS III SA implants

Gender	Age	Area	Immediate Postoperative	Postoperative 3 months	Post-prosthetic	Pattern of change
M1	58	#27	382.70	386.23	427.18	
F1	26	#26	305.79	499.59		
M2	37	#16	278.25	292.71		
Average			322.25	392.84	427.18	
SD			54.13	103.60	-	

트들에서는 비슷한 Grey value 변화 양상을 보였다. CA 임플란트의 Grey value 값은 전반적으로 감소하거나 감소하다가 증가하는 추세를, SA 임플란트는 증가 추세를 보였다(Table 1, 2). 술중 및 술후 합병증으로는 상악동 점막 천공 1예, 입술 부위 감각이상 1예, 나사풀림 1예가 있었다 술전 잔존 치조골 높이는 약 3.66±1.31 mm 였고, 술후 3개월 째 CBCT 상에서의 잔존골 높이 증대량은 0.71±0.52 mm였고, 보철물 수복 후 CBCT 상에서의 잔존골 높이 증대량은 2.31±1.11 mm였다(Table 3). 전체적으로 보철물 수복 이후에는 잔존 치조골이 증대된 것을 확인할 수 있었으며, 술 후 상악동 방사선 불투과상이 증가하였다. 수술 직후에 보였던 점막비후 및 haziness는 3개월 이후에 대부분 감소하였다. 51세 남자 환자에서 잔존골 높이가 3 mm인 #17 부위에 상악동 점막 거상술을 시행한 후 직경 5 mm, 길이 8.5 mm TS III CA 임플란트를 식립한 증례에서 수술 직후 상악동의 방사선 불투과상이 시간이 경과하면서 완전히 소멸되는 것이 관찰되었다(Fig. 4) 55세 여자 환자에서 잔존골 높이가 3 mm인 #24 부위에 상악동 점막 거상술을 시행한 후 직경 4.5 mm, 길이 8.5 mm TS III CA 임플란트를 식립한 증례에서도 수술 직후 상악동 내 방사선 불투과상과 점막 비후가 시간이 경과하면서 거의 소멸되었다(Fig. 5)

고 찰

상악동 점막 거상술 중 osteotome 방법은 1994년에 Summers 에 의해 소개되었고 비교적 간편한 술식과 짧은 회복 시간을 갖는 장점이 있어 널리 사용되고 있다¹⁹⁾. Osteotome 방법은 상악동 점막을 거상하면서 저밀도 골질의 cancellous bone이 compaction 되면서 골질이 향상되는 효과가 있다. 하지만 osteotome 방법을 부적절하게 사용할 경우 cortical bone의 파절이나 과사가 일어날 수 있고 술식 과정에서 환자에게 두통이나 귀 내부에 손상을 가할 수 있다. 게다가 수술 과정에서 시야확보가 어려워 전적으로 임상가의 실력과 감각에 의존해야 한다²⁰⁻²³⁾. 게다가 osteotome 방법은 상악동 점막의 천공을 유발하거나 임플란트가 식립될 위치에 거대한 골 결손(bony cavity)가 형성이 될 수 있다. 또한 적응증도 잔존 치조골 높이가 5 mm 이상 되어야 임플란트가 적절한 초기 고정을 얻을 수 있기 때문에 가능한 증례가 많지 않다.

이러한 단점들을 보완하기 위해 본 연구에서는 수압으로 상악동 점막을 거상하는 CAS kit를 사용하여 상악동 점막의 천공을 방지하면서 빠르고 간편하며 안전하게 상악동 거상술 및 임플란트 식립을 하였다. 최근에는 뼈 이식을 시행하지 않고 상악동 거상술을 시행 할

Table 2. Grey value of Osstem TS III CA implants

Gender	Age	Area	Immediate Postoperative	Postoperative 3 months	Post-prosthetic	Pattern of change
M3	54	#25	523.52	373.00	642.24	
M3	54	#26	376.17	317.58	489.12	
M4	54	#15	456.11	309.82	335.24	
M4	54	#16	405.34	210.56	197.95	
M5	51	#17	372.20	156.74	364.45	
	Average		426.67	273.54	405.80	
	SD		63.68	87.69	167.88	

Table 3. Evaluation of bone augmentation using CBCT

Gender/Age	Area	Preoperative Bone height	Bone gain 3 months after bone graft	Bone gain after prosthetic delivery
M1/58Y	#27	1.87 mm	1.31 mm	3.83 mm
F1/58Y	#24	4.23 mm	1.77 mm	2.29 mm
F2/60Y	#26	4.13 mm	0.35 mm	2.92 mm
M2/54Y	#25	5.15 mm	0.63 mm	0.87 mm
M2/54Y	#26	2.48 mm	0.27 mm	1.16 mm
M3/37Y	#16	3.04 mm	0.51 mm	1.02 mm
M4/54Y	#15	5.70 mm	0.54 mm	2.14 mm
M4/54Y	#16	4.05 mm	0.88 mm	3.64 mm
Average		3.66 mm	0.71 mm	2.31 mm

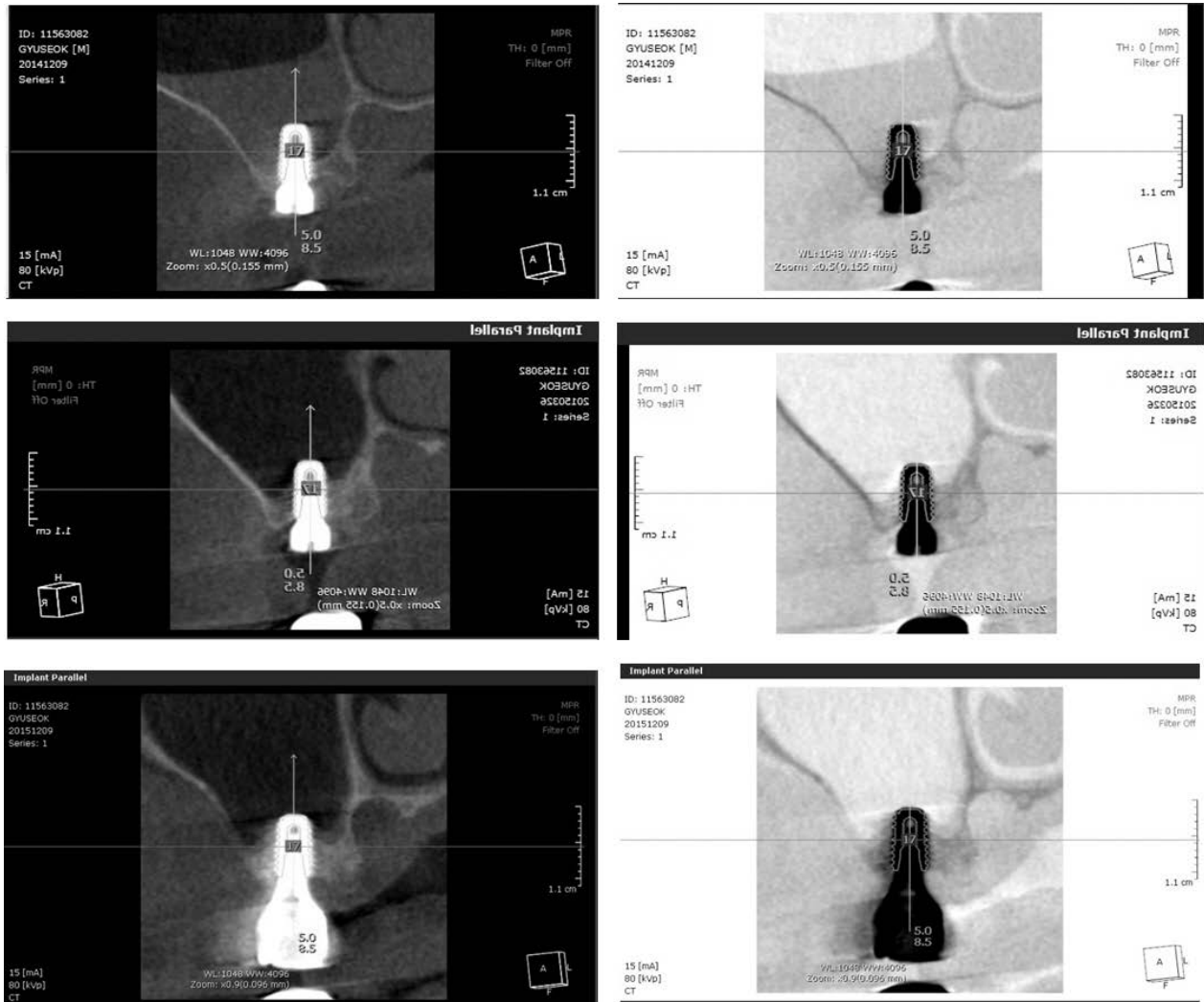


Fig. 4. Sinus lifting without bone graft case of 51-year male patient. The residual bone height of right maxillary 2nd molar area was 3 mm and Osstem TS III CA implant (5-mm in diameter, 8.5-mm in length) was installed.

때 임플란트 식립의 성공적인 결과가 많이 보고되고 있다. Lundgren 등은 뼈 이식을 하지 않고 혈액으로 상악동을 거상한 그룹과 자가골을 이용해 뼈 이식을 한 그룹간의 통계적으로 유의한 차이가 없다고 보고하였다²⁴). Cricchio 등은 뼈 이식 없이 공간을 유지하는 장치를 사용하여 상악동 거상술을 시행할 때 상악동 거상 과정에서 더 많은 신생골 형성이 된다고 보고하였다²⁵). 이것은 보통 골이식재들이 들어가는 공간에 혈액이 위치하면서 가능해진다. 혈구(Blood cell)는 골전구세포(bone precursor cell)들이 파골세포(osteoclasts)로 분화를 촉진시킴으로써 신생골 형성이 이루어진다. 활성화된 파골세포는 조골세포(osteoblasts)를 형성하여 골이 생성된다고 보고된 바 있다²⁶). 반면에 Nedir 등의 연구에서는 뼈 이식재의 사용이 상당한 골 증대를 가져올 수 있지만 신생골 형성의 전제조건은 아니라고 보고했다²⁷). 이처럼 뼈 이식 없이 상악동 점막 거상술을 시행할 때의 임상적 예후와 임플란트 생존율이 높게 보고되고 있기는 하지만, 부정적인 견해도 존재한다. 일부 저자들은 실제적인 최종 골 증대

효과가 제한적이며 임플란트 끝부위가 두꺼운 상악동 결합조직에 부착되어 결과적으로 골유착(osseointegration)이 되지 않는다고 하였다^{28,29}). 그러나 뼈 이식을 하지 않고 성공적으로 상악동 점막 거상술이 시행된다면 여러가지 장점들이 존재한다. 뼈 이식을 하면서 상악동 점막 거상술을 하는 경우에는 환자들에게 많은 합병증이 따를 수 있다. 출혈, 높은 감염의 가능성, 급성 상악동염, 혈중, 창상 회복 지연 등의 합병증이 생길 수 있으며 추가적으로 많은 비용이 들게된다^{30,31}). 뼈 이식 없이 상악동 거상술을 시행하면 환자의 불편감을 상당히 덜어주고 전체적인 시술 시간이 단축되며 비용면에서도 저렴하여 환자의 부담을 덜 수 있고 덜 침습적인 술식이라는 많은 장점들이 있다.

본 연구에서 임플란트는 직경 4.5~5 mm, 길이 8.5 mm Osstem TS III CA와 SA를 식립하였다. 부드러운 표면의 짧은 임플란트의 예후를 관찰한 90년대 초기의 연구 결과들을 보면 10 mm 이하의 짧은 임플란트는 긴 임플란트보다 더 높은 실패율을 보인다고 보고

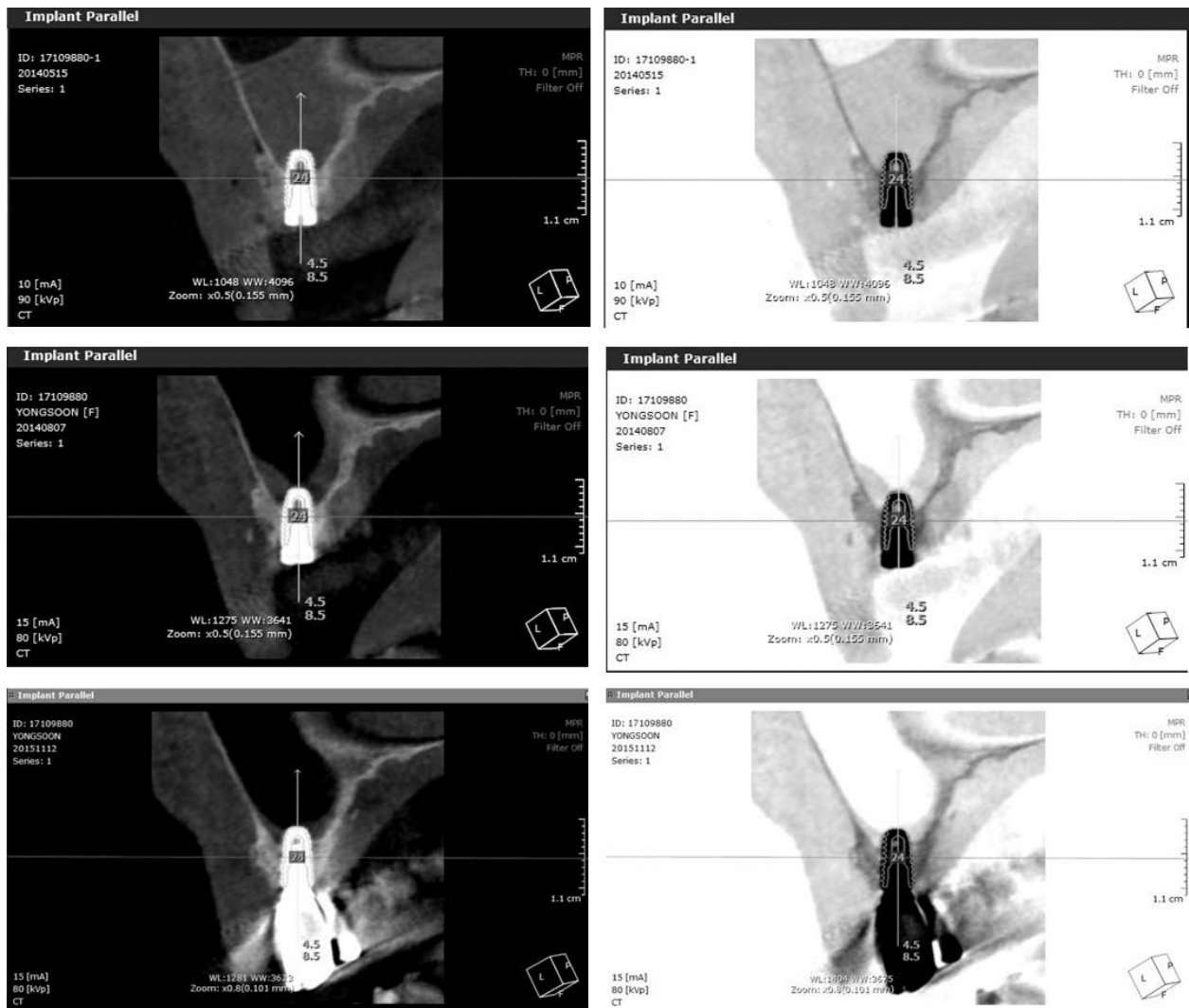


Fig. 5. Sinus lifting without bone graft case of 55-year female patient. The residual bone height of left maxillary 1st premolar area was 3 mm and Osstem TS III CA implant (4.5-mm in diameter, 8.5-mm in length) was installed.

되었다. 즉 임플란트의 길이가 짧으면 치조골과의 접촉 면적이 적어서 초기 고정과 기능적 부하의 분산 측면에서 불리하게 작용하기 때문이라고 생각되었다. 그러나 최근에는 거친 표면 짧은 임플란트가 긴 임플란트와 유사한 생존율을 보인다는 임상결과가 보고되고 있다³²⁻³⁴). Nedir 등은 ITI titanium plasma-sprayed (IPS) and sandblasted and etched (SLA) implants의 7년 생존율 분석을 시행한 결과 짧은 길이 임플란트는 긴 것에 비해 실패율이 높지 않았고 누적생존율은 99.4%라고 보고한 바 있다. 특히 하악에서는 적절한 증례들에서 사용할 경우 6~7 mm 임플란트가 매우 안정적인 결과를 보인다고 보고되었다. 그러나 상악 구치부에서 짧은 임플란트의 예후에 대해서는 아직 확실하게 기술된 논문들이 많지 않은 실정이다.

이번 연구에서는 상악동까지 잔존골 높이가 2~6 mm인 7명의 환자들에서 CAS kit를 이용하여 치조정 접근법을 통해 상악동 점막

을 거상하고 골이식을 시행하지 않은 채로 9개의 8.5 mm 길이 임플란트를 식립하였다. 그 중 1개의 임플란트만이 실패하였다. 짧은 기간의 연구이지만 치조정 접근법을 통해 상악동 점막을 거상하고 골이식을 시행하지 않은 상태에서 짧은 길이 임플란트를 식립하는 것은 상악동 거상 부위에 신생골이 잘 형성되면서 식립된 임플란트가 잘 유지되는 양상을 보여주었고, 대체로 심각한 합병증은 발생하지 않았다. 측방접근법을 통해 충분한 시야를 확보한 상태에서 점막을 거상하고 골 이식을 시행하지 않고 임플란트를 식립하는 방법은 치조정 접근법에 비해 좀 더 예측 가능한 좋은 결과를 보일 것으로 예상된다.

CBCT에서 골밀도 평가는 medical CT와 달리 HU 값으로 표현할 수 없는 문제점이 있다. Grey value (흑화도)는 지정된 영역의 각 voxel의 grey value를 계산하여 평균값과 SD로 표현되고, 최근 연구에서 CBCT의 grey value가 골밀도와 관련이 있다는 논

문들이 보고되고 있다.

본 연구의 한계점은 CBCT를 이용한 자료 분석이라는 특성으로 다른 시점에서 같은 촬영 기기를 이용하여 동일한 조건으로 동일 부위를 촬영하더라도, grey value 결과에는 차이가 있을 수 있다. 또한 임플란트에 의한 artifact의 영향으로 인해 오차가 발생할 수 있다. 그리고 관찰한 임플란트 개수가 적고, 그룹간 임플란트 개수 차이로(SA 3개, CA 6개) 통계적 검정은 어려웠다.

좀 더 심도 있는 연구가 필요할 것으로 보이나, 현재까지 진행된 연구에 따르면 상악동 점막 거상술을 시행 할 때 반드시 골이식이 필요한 것은 아니며, 적절하게 짧은 길이의 임플란트까지 식립되면 비용도 절감되고 환자 및 술자에게 좀더 편한 치료 옵션이 될 수 있을 것으로 보인다.

결 론

치조정 접근법을 이용하여 상악동 점막 거상하면서 골이식을 시행하지 않고 짧은 길이의 임플란트를 식립하는 방법은 여러 장점들이 존재하며, 임상가들에게 효과적이고 예측 가능한 치료 옵션이 될 수 있다.

REFERENCES

1. Sharan A, Madjar D. Maxillary sinus pneumatization following extractions: a radiographic study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008;23:48-56.
2. Borges FL, Dias RO, Piattelli A, Onuma T, Gouveia Cardoso LA, Salomão M, Scarano A, Ayub E, Shibli JA. Simultaneous sinus membrane elevation and dental implant placement without bone graft: a 6-month follow-up study. *J Periodontol* 2011;82:403-412.
3. Rosen, P.S., Summers, R., Mellado, J.R., Salkin, L. M., Shanaman, R.H., Marks, M.H. & Fugazzotto, P.A. The bone-added osteotome sinus floor elevation technique: multicenter retrospective report of consecutively treated patients. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 1999; 14:853-858.
4. Toffler, M. Osteotome-mediated sinus floor elevation: a clinical report. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 2004;19:266-73.
5. Lai, H.C., Zhang, Z.Y., Wang, F., Zhuang, L.F. & Liu, X. Resonance frequency analysis of stability on ITI implants with osteotome sinus floor elevation technique without grafting: a 5-month prospective study. *Clinical Oral Implants Research* 2008;19:469-475.
6. Lai, H.C., Zhuang, L.F., Lv, X.F., Zhang, Z.Y., Zhang, Y.X. & Zhang, Z.Y. Osteotome sinus floor elevation with or without grafting: a preliminary clinical trial. *Clinical Oral Implants Research* 2010;21:520-526.
7. Nedir, R., Bischof, M., Vazquez, L., Nurdin, N., Szmukler-Moncler, S. & Bernard, J.-P. Osteotome sinus floor elevation technique without grafting material: 3-year results of a prospective pilot study. *Clinical Oral Implants Research* 2009;20:701-707.
8. Pjetursson, B.E., Ignjatovi, D., Matuliene, G., Bråneger, U., Schmidlin, K. & Lang, N.P. Transalveolar maxillary sinus floor elevation using osteotomes with or without grafting material. Part II: radiographic tissue remodeling. *Clinical Oral Implants Research* 2009;20: 677-683.
9. Peñarrocha-Diago M, Rambla-Ferrer J, Perez V, Perez-Garrigues H. Benign paroxysmal vertigo secondary to placement of maxillary implants using the alveolar expansion technique with osteotomes: a study of 4 cases. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008;23:129-32.
10. Saker M, Ogle O. Benign paroxysmal positional vertigo subsequent to sinus lift via closed technique. *J Oral Maxillofac Surg* 2005;63:1385-7.
11. Cho SW, Kim SJ, Lee DK, Kim CS. The comparative evaluation using Hatch Reamer technique and osteotome technique in sinus floor elevation. *J Korean Assoc Maxillofac Plast Reconstr Surg* 2010;32:154-61.
12. Davarpanah M, Martinez H, Tecucianu JF, Hage G, Lazzara R. The modified osteotome technique. *Int J Peri-odontics Restorative Dent* 2001;21:599-607.
13. Lalo J, Broukris G, Djemil M, Beleh M. Safe technique for sinus floor elevation through alveolar crest with stop sinus osteotomes. *Implantodontie* 2005;14:62-70.
14. Draenert GF, Eisenmenger W. A new technique for the transcrestal sinus floor elevation and alveolar ridge augmentation with press-fit bone cylinders: a technical note. *J Craniomaxillofac Surg* 2007;35:201-6.
15. Tilotta F, Lazaroo B, Gaudy JF. Gradual and safe technique for sinus floor elevation using trephines and osteotomes with stops: a cadaveric anatomic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;106:210-6.
16. Kfir E, Kfir V, Mijiritsky E, Rafaeloff R, Kaluski E. Minimally invasive antral membrane balloon elevation followed by maxillary bone augmentation and implant fixation. *J Oral Implantol* 2006;32:26-33.
17. Chen L, Cha J. An 8-year retrospective study: 1,100 patients receiving 1,557 implants using the minimally invasive hydraulic sinus condensing technique. *J Periodontol* 2005;76:482-91.
18. Kao DW, DeHaven HA Jr. Controlled hydrostatic sinus elevation: a novel method of elevating the sinus membrane. *Implant Dent* 2011;20:425-9.
19. Summers RB. A new concept in maxillary implant surgery: the osteotome technique. *Compendium* 1994;15:152, 154-6.
20. Strietzel FP, Nowak M, Kuchler I, Friedmann A. Peri-implant alveolar bone loss with respect to bone quality after use of the osteotome technique: results of a retrospective study. *Clin Oral Implants Res* 2002;13:508-13.
21. Kolhatkar S, Cabanilla L, Bhola M. Inadequate vertical bone dimension managed by bone-added osteotome sinus floor elevation (BAOSFE): a literature review and case report. *J Contemp Dent Pract* 2009;10:81-8.
22. Leblebicioglu B, Ersanli S, Karabuda C, Tosun T, Gokdeniz H. Radiographic evaluation of dental implants placed using an

- osteotome technique. *J Periodontol* 2005;76:385-90.
23. 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.
 24. 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;6:165-73.
 25. Cricchio G, Palma VC, Faria PE, de Olivera JA, Lundgren S, Sennerby L, et al. Histological outcomes on the development of new space-making devices for maxillary sinus floor augmentation. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2011;13:224-30.
 26. Borges FL, Dias RO, Piattelli A, Onuma T, Gouveia Cardoso LA, Salomão M, Scarano A, Ayub E, Shibli JA. Simultaneous sinus membrane elevation and dental implant placement without bone graft: a 6-month follow-up study. *J Periodontol* 2011;82:403-412.
 27. Nedir R, Nurdin N, Khoury P, Perneger T, El Hage M, Bernard JP, Bischof M. Osteotome sinus floor elevation with and without grafting material in the severely atrophic maxilla. A 1-year prospective randomized controlled study. *Clin Oral Implants Res* 2013;24:1257-64.
 28. Lundgren S, Cricchio G, Palma VC, Salata LA, Sennerby L. Sinus membrane elevation and simultaneous insertion of dental implants: A new surgical technique in maxillary sinus floor augmentation. *Periodontol* 2000 2008;47:193-205.
 29. Thor A, Sennerby L, Hirsch JM, Rasmusson L. Bone formation at the maxillary sinus floor following simultaneous elevation of the mucosal lining and implant installation without graft material: An evaluation of 20 patients treated with 44 Astra Tech implants. *J Oral Maxillofac Surg* 2007;65:64-72.
 30. Boffano P, Forouzanfar T. Current concepts on complications associated with sinus augmentation procedures. *J Craniofac Surg* 2014;25:210-212.
 31. Alkan A, Celebi N, Baş B. Acute maxillary sinusitis associated with internal sinus lifting: report of a case. *Eur J Dent* 2008;2:69-72.
 32. Saker M, Ogle O. Benign parosymal positional vertigo subsequent to sinus lift via closed technique. *J Oral Maxillofac Surg* 2005;63:1385-1387.
 33. Cho SW, Kim SJ, Lee DK, Kim CS. The comparative evaluation using Hatch reamer technique and osteotome technique in sinus floor elevation. *J Korean Assoc Plast Reconstr Surg* 2010;32:154-161.
 34. Davarpanah M, Martinez H, Tecucianu JF, Hage G, Lazzara R. The modified osteotome technique. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2001;21:599-607.