

칼슘포스페이트 나노-크리스탈이 코팅된 골이식재와 자가골을 병행 이용한 상악동 거상술

방강미¹ · 이보한¹ · 알라쉬단¹ · 유상배² · 성미애³ · 김성민¹ · 장정원² · 김명진¹ · 고재승^{4,5} · 이종호^{1,3}

¹서울대학교 치의학대학원 구강악안면외과, ²치학연구소, ³두개악안면구조 및 기능생물학, ⁴(주)오스코텍, ⁵대한민국학술원

Abstract

SINUS FLOOR GRAFTING USING CALCIUM PHOSPHATE NANO-CRYSTAL COATED XENOGENIC BONE AND AUTOLOGOUS BONE

Kang-Mi Pang¹, Bohan Li¹, Mohamed Alrashidan¹, Sang-Bae Yoo², Mi-Ae Sung³, Soung-Min Kim¹, Jeongwon Jahng², Myung-Jin Kim¹, Jea-Seung Ko^{4,5}, Jong-Ho Lee^{1,3}

¹Department of Oral & Maxillofacial Surgery, ²Dental Research Institute,

³Department of Craniofacial Structure & Functional Biology, ⁴Oscotech Co., ⁵The National Academy of Sciences, Korea

Purpose: Rehabilitation of the edentulous posterior maxilla with dental implants often poses difficulty because of insufficient bone volume caused by pneumatization of the maxillary sinus and by crestal bone resorption. Sinus grafting technique was developed to increase the vertical height to overcome this problem. The present study was designed to evaluate the sinus floor augmentation with anorganic bovine bone (Bio-ceraTM) using histomorphometric and clinical measures.

Patients and methods: Thirteen patients were involved in this study and underwent total 14 sinus lift procedures. Residual bone height was $\geq 2\text{mm}$ and $\leq 6\text{mm}$. Lateral window approach was used, with grafting using Bio-ceraTM only(n=1) or mixed with autogenous bone from ramus and/or maxillary tuberosity(n=13). After 6 months of healing, implant sites were created with 3mm diameter trephine and biopsies taken for histomorphometric analysis. The parameters assessed were area fraction of new bone, graft material and connective tissue. Immediate and 6 months after grafting surgery, and 6 months after implantation, computed tomography (CT) was taken and the sinus graft was evaluated morphometric analysis. After implant installation at the grafted area, the clinical outcome was checked.

Results: Histomorphometry was done in ten patients. Bio-ceraTM particles were surrounded by newly formed bone. The graft particles and newly formed bone were surrounded by connective tissue including small capillaries in some fields. Imaging processing revealed $24.86 \pm 7.59\%$ of new bone, $38.20 \pm 13.19\%$ connective tissue, and $36.92 \pm 14.51\%$ of remaining Bio-ceraTM particles. All grafted sites received an implant, and in all cases sufficient bone height was achieved to install implants. The increase in ridge height was about $15.9 \pm 1.8\text{mm}$ immediately after operation (from 13mm to 19mm). After 6 months operation, ridge height was reduced about $11.5 \pm 13.5\%$. After implant installation, average marginal bone loss after 6 months was $0.3 \pm 0.15\text{mm}$.

Conclusion: Bio-ceraTM showed new bone formation similar with Bio-Oss[®] histomorphometrically and appeared to be an effective bone substitute in maxillary sinus augmentation procedure with the residual bone height from 2 to 6mm.

Key words: Calcium phosphate nano-crystal coated xenograft, Sinus floor grafting, Histomorphometric analysis

* 본 논문은 보건복지부 보건의료기술진흥사업비 지원(A062480)에 의하여 연구되어짐

I. 서 론

골유착성 임플란트는 고정성 보철물의 제작 시 주변 치아의 삭제가 필요 없으며, 가철성 의치가 불가피한 경우를 고정성 의치로 제작이 가능하게 해주는 등 다양한 장점을 가지고 있다. 하지만 상악 구치부의 자연치 결손시 임플란트 식립에 있어서는 골질이 약하고, 발치후 치조골 흡수 또는 상악동의 함기화로 인한 잔존골의 부족 등의 해부학적 한계로 인해 식립에 제한을 받는 경우가 많다. 이를 해결하기 위해 상악동을 거상하고 그 빈 공간에 골이식을 하여 치조골 증대를 피하는 술식을 상악동 거상술이라고 하며, 자가골, 동종골, 이종골 등 여러 골이식재가 사용되어 왔다. 자가골은 골형성능, 골유도능, 골전도능을 갖고 있어, 가장 좋은 골이식재이지만, 환자의 다른 부위에서 골을 채취해야 하는 단점이 있다. 이에 최근에는 동종골이나 이종골을 많이 사용하며, 그 중 세계적으로 가장 많이 사용되는 재료는 Bio-Oss® 이다. Bio-Oss® 는 탈단백 우골분말(deproteinated bovine bone powder, DBBP)로 송아지뼈에서 얻은 이식재이며, 거의 모든 유기질이 제거된 수산화인회석 및 carbonate로 구성되고, 인체의 골조직 중 해면골과 유사한 구조를 가진다²⁾. 한편 tricalcium phosphate (TCP)는 hydroxyapatite에 비해 상대적으로 생체내에서 흡수율이 높고, 생체내에 용해되면서 HA주변의 Ca와 P 농도를 높이고 결국 골형성 세포에 의해 신생골을 형성하는 과정에서 carbonate로 변환되어 carbonate HA를 형성하여 신생골의 형성에 기여하는 것으로 보고되고 있다³⁾. 따라서 골형성능을 높이기 위해 DBBP의 주성분인 HA에 생체 흡수율이 높은 TCP를 적용시키면, 이식 후 TCP의 흡수와 함께 골모세포에 의한 기질의 형성과 무기질 침착을 수반하는 신생골의 형성에 효과적이라고 기대할 수 있다⁴⁾. 이를 배경으로 DBBP에 Ca-P nano-crystal이 코팅된 골이식재 Bio-cera™ (Oscotec, Cheonan, Korea)가 개발되었다. 이에 본 연구는 칼슘포스페이트 나노-크리스탈 코팅된 골이식재인 Bio-cera™를 이용한 상악동 거상술 후 이차적으로 임플란트 식립술을 시행받은 환자를 임상적, 방사선적, 조직학적으로 분석하고, 그 결과를 시판되고 있는 이종골 이식재인 Bio-Oss® 의 문헌적 결과와 비교하고자 시행되었다.

II. 연구대상 및 연구 방법

1. 연구대상

상악 소구치 및 대구치 부위의 자연치 결손 환자(평균 나이 49.2세, 18세에서 63세 범위) 잔존치조제의 높이가 2mm 이상 6mm 이하로 임플란트 식립을 위해 상악동 거상술이 필요한 환자를 대상으로 하였다. 이들 모두 전신적

으로 건강하였으며, 시험 자체의 목적과 방법, 그에 따르는 위험성에 대해 사전에 충분히 설명하였으며, 환자들은 이에 동의하였다.

2. 연구방법

1) 상악동 거상술

술전에 상악 임플란트 CT와 파노라마 방사선 사진을 촬영하였다. 수술 부위에 1:100,000 에피네프린 함유 리도카인으로 차단, 침윤 마취 후, 상악결절로부터 잔존치조제의 근심치아의 근협측선각까지 치조정수평절개와 열구절개, 그리고 충분한 협측 수직절개를 시행하여 전충관막을 거상하였다. 술전 파노라마나 CT에서 확인된 상악동의 기저부 위보다 약 2 - 3mm 상방에 골창의 기저부가 위치하도록 난원형으로 디자인 한 후, 식염수 주수하에 작은 round bur로 골을 제거하여 상악동 측벽에 외측창 골절제술을 시행한 후, 상악동막을 천공없이 거상하였다. 자가골은 환자의 하악지 혹은 상악결절에서 블록으로 채취한 후, 골분쇄기 (Bone Crusher, Stainless Steel, G. Hartzel & Son., In., Germany)를 이용해 분쇄하였다. 채취한 자가골과 Bio-cera™를 1:1 비율로 혼합하여 상악동 내 결손부에 삽입하였다. 적정량의 삽입 후 기구를 이용해 충분히 압축시켜 치조골평에서 총 15mm의 높이가 되도록 상악동 거상과 이식재 충전을 하였다. 골창과 이식재 충전부에 조직접착제인 Tissucol(Tissucol®, Baxter co., Austria)을 뿌리고 판막을 재위치시켜 봉합하였다.

2) 조직절편 채득 및 임플란트 식립 1차수술

상악동 거상술 6개월 후, 상악 임플란트 CT와 파노라마를 촬영하였다. 국소마취 후, 전충 판막을 거상하고, 3mm 직경의 trephine bur를 이용해 조직절편을 채취하였다. 조직절편은 기존골과 이식골이 포함되도록 최소 12mm길이 이상으로 채취하였다. 이렇게 채취된 조직은 10% neutral formalin에 넣어 trephine과 같이 레진으로 포매후 비탈회 표본을 만들어 Hematoxylin-Eosin 표면염색을 시행한 후, 광학현미경으로 골형성정도를 조직계측학적으로 평가하였다. 임플란트 식립은 직경 4.0mm, 길이 13mm 로 동일하였다.

3) 방사선학적 및 조직계측학적 평가

상악 임플란트 CT를 상악동거상술 전, 상악동 거상술 직후, 상악동 거상술 6개월 후에 촬영하여 각 환자마다 정해진 단면(골이식이 시행된 근원심 경계의 가운데 단면)에서의 치조골의 높이를 측정하였다.

조직계측학적 평가는 장축으로 자른 시편을 사용하였으며, image analyzing software (Optimas ver. 6.5,

Image Processing Solutions, Inc, USA)를 이용하여 신생골(area of new bone), 이식골(area of graft material) 및 결합조직의 면적(area of connective tissue)을 측정하였다.

4) 임플란트의 임상적 평가

임플란트 식립 직후 및 6개월 후에 Ostell Mentor® (Integration Diagnostics., AB, Gamlestadsvagen, Goteborg, Sweden)를 이용하여 ISQ(Implant stability quotient)를 측정하고, 수술 6개월 후의 방사선 사진을 통해, 임플란트 주위의 변연골 흡수를 측정하였다. 임플란트의 성공은 Buser¹⁾ 등에 의한 기준에 따라 평가하였는데, 이는 1) 각 임플란트가 임상 검사시 동요도가 없어야 되고, 2) 동통이나 주관적인 이상 감각이 없으며, 3) 임플란트 주위에 화농 및 염증이 없어야 하고, 4) 임플란트 주위로 지속적인 방사선 투과상이 없어야 한다.

Ⅲ. 결 과

1. 임플란트의 임상적 성공률

13명의 환자를 대상으로 14개의 상악동 거상술을 시행하였으며, 모두 정상적인 치유과정을 보였으며, 감염, 상악동

염, 심한 상악동막 천공과 같이 임플란트 예후에 영향을 미칠 수 있는 합병증은 발생하지 않았다. 상악동 거상술 6개월 후에 34개의 임플란트가 식립되었으며 1개의 임플란트가 보철물 장착 전에 골유착의 결여로 제거되었다(Fig. 1). 술 후 약 6개월에 보철물을 연결하였으며, 1개의 실패한 임플란트를 제외하고는 모두 정상적으로 기능을 하였고, Buser 등¹⁾의 criteria로 볼 때 전체적인 임플란트 성공률은 97.05%였다. 임플란트 식립 직후의 11개의 임플란트에서 ISQ를 측정하였으며, 60에서 78로 평균 71.3 ± 5.5 였다. 임플란트 식립 6개월 후에 18개의 임플란트에서 ISQ를 측정하였으며, 52에서 84 사이로 평균 69.5 ± 10.4 였다. 임플란트 식립 후 평균 변연골 흡수는 6개월 후에 0.3 ± 0.15 mm였다.

2. 방사선학적 소견

상악동 거상술 후 임플란트 CT를 통해 측정된 치조골의 높이는 수술직후, 13mm에서 19mm까지 평균 15.9 ± 1.8 mm로 증가하였으며, 수술 6개월 후, 골 높이는 3%에서 41.1%까지 감소하여 평균 $11.5 \pm 13.5\%$ 감소하였고, 가장 많은 감소를 보인 증례에서 상악동 거상술 1년 후에 10mm의 치조골이 남게 되었다(Fig. 3). 모든 상악동 거상술에서 염증 반응이나 이상 반응은 없었다.

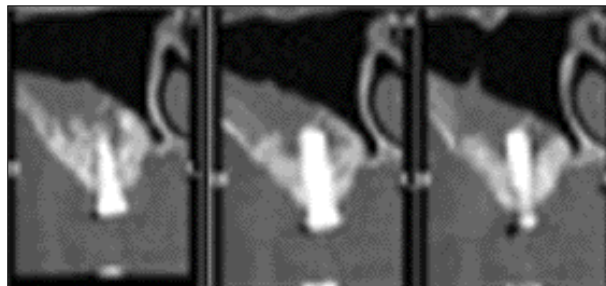


Fig. 1. CT scan of implant failure case due to lack of osseointegration

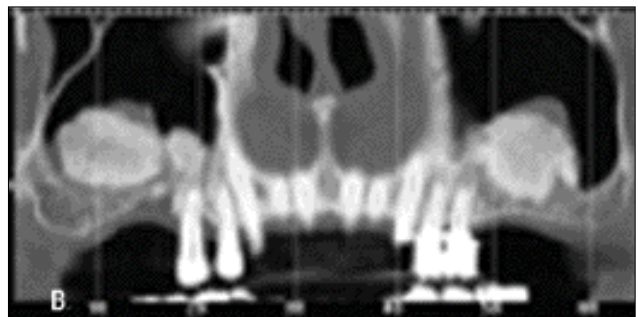
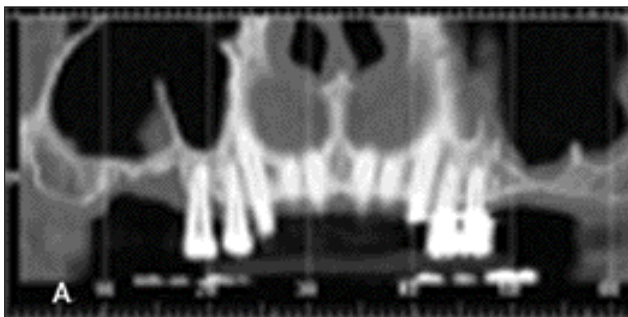


Fig. 2. CT scan of a patient (a) before bilateral sinus lift elevation (b) 6 months post-surgery, showing new bone mass on the sinus floor

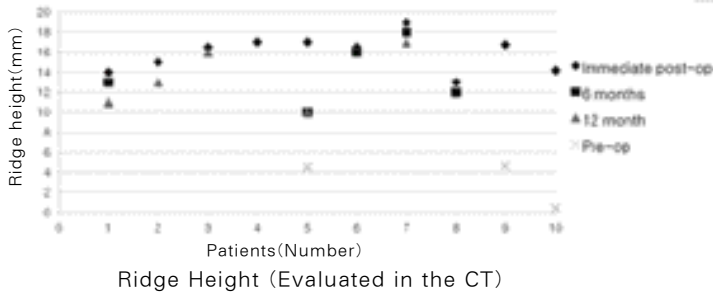


Fig. 3. Before the sinus lift procedure, immediate after surgery and before the biopsy, ridge heights were visualized by CT. The increase in ridge height was about 15.9 ± 1.8 mm immediately after operation (from 13mm to 19mm). After 6 months operation, ridge height was reduced about 11.5%.

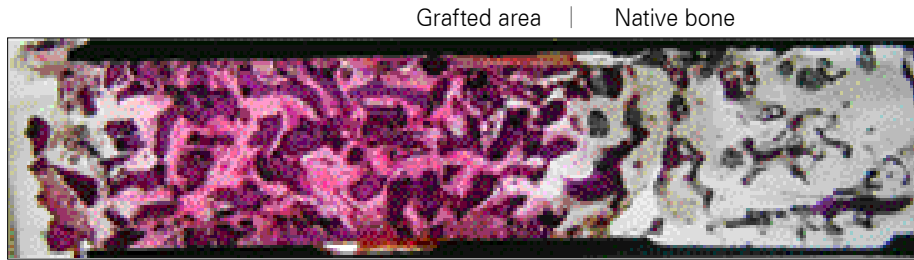


Fig. 4. Section of a biopsy contained in the trephine bur, H&E stained. The native bone and grafted compartment can be distinguishable(magnification x 12.5)

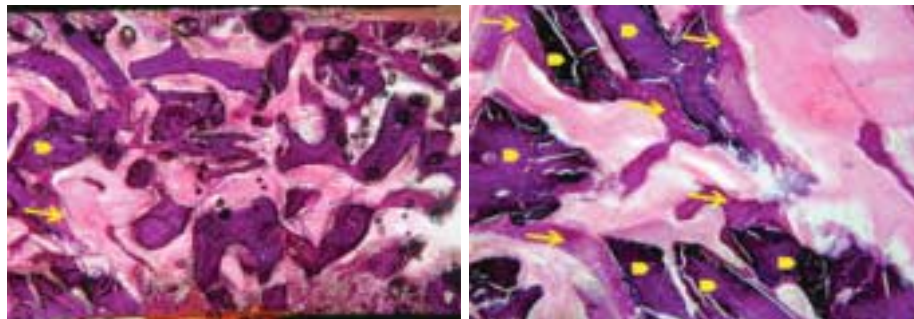


Fig. 5. High-power image showing the newly formed bone(→) and the contact off Bio-cera™ particle (►). (H & E stain; Left: magnification x 40, Right: magnification x 100)

3. 조직계측학적 소견

처음 상악동 거상술을 시행했던 13명의 환자 중 3명의 환자는 시편의 부스러짐으로 인해 채취하지 못하였다. 10명의 환자에서 상악동 거상술 6개월 후에 임플란트를 식립하면서 trephine bur로 조직 시편을 채취하였다. 조직시편을 광학현미경으로 관찰하였을 때 이식재를 둘러싼 신생골의

형성을 관찰할 수 있었으며, 이식재와 신생골은 서로 긴밀한 접촉관계를 보이고 있었다. 신생조직내에서는 중성구나 대식세포와 같은 염증세포는 관찰할 수 없었으며, 이식재에 대한 거부반응 역시 관찰할 수 없었다. 조직계측 결과, 시편에서 신생골이 차지하는 비율이 24.86 ± 7.59 %, 남아있는 Bio-cera™입자가 36.92 ± 14.51 %, 결합조직이 38.20 ± 13.19 % 로 측정되었다(Table 1).

Table 1. Type of autogenous bone and histomorphometric results

Patient	Autogenous bone type	Amount of grafted Bio-cera™ (g)	Vital bone	Residual material	Soft tissue
1	Ramal	1.5	17.50%	22.70%	59.80%
2	Ramal	0.5	17.00%	38.00%	45.00%
3	Ramal, maxillary tuberosity	1.5	24.70%	41.60%	33.70%
4	Ramal	2.0	28.60%	33.00%	38.40%
5	Ramal	1.5	25.90%	55.10%	19.00%
6	Ramal	1.5	21.70%	24.30%	53.90%
7	Maxillary tuberosity	0.75	18.60%	63.20%	18.20%
8	Ramal	1.0	19.90%	45.50%	34.60%
9	Ramal	0.75	36.30%	24.80%	38.90%
10	No autogenous bone	2.5	38.40%	21.00%	40.50%

Ⅳ. 고 찰

Boyne과 James⁵⁾가 1980년에 상악동 거상술에 대해 처음 언급한 이후, 수술적 방법과 이식재에 많은 진보가 있었다. 골결손부에 대한 이식재로서 가장 좋은 것은 자가골이나, 자가골의 채취를 위한 부가적인 수술이 필요하고 환자에게 신체적 및 정신적 부담을 안겨줄 뿐 아니라, 채취량에도 한계가 있어, 다양한 골이식재가 개발되었다. 이번 연구에 사용된 Bio-ceraTM는 Ca-P 나노-크리스탈이 코팅된 탈단백 우골분말(deproteinated bovine bone powder, DBBP)로 DBBP의 단점인 단순한 골전도성에 의한 치유를 개선시키고자 개발되었다. DBBP는 최근 골결손부에 널리 이용되는 골이식재로, 거의 모든 유기질이 제거되고, 무기질 성분만 잔존시켰기에 면역거부반응을 일으키지 않고, 정상 골과 유사한 골소주가 보존된 다공성 이식재로서 혈관이나 골세포의 침투를 증진시키는 것으로 알려져 있다.⁶⁾ 그러나 단백질 성분이 모두 제거되었기에 골전도에 의한 치유만을 보여 이를 개선시키고자 하는 연구가 진행되었다. Daculsi⁴⁾ 합성골 등에 적용할 수 있는 biphasic calcium phosphate concept에서 DBBP의 주성분인 hydroxyapatite는 불용성으로서 안정적이며 골형성을 위한 뼈대 역할을 하게 되고, Ca-P는 가용성으로 직접 흡수되어 골형성에 직접적인 작용을 할 수 있으므로, 이 두성분이 함께 공존하는 것이 좋다고 하였다. Bio-ceraTM는 DBBP에 Ca-P를 나노-크리스탈 코팅한 것으로, Ca-P가 음전하를 띄어, 체액의 성장인자(PDGF, TGF- β)를 끌어오며, 이 성장인자가 간엽세포(mesenchymal cell)을 골모세포로 분화시켜 신생골 합성을 유도하도록 제작되었다.

Bio-ceraTM를 이용한 상악동 거상술을 시행한 이번 연구에서 수술후 감염은 전혀 없었으며, 전반적인 임플란트 성공률은 97.05%였다. Wallace와 Froum⁷⁾은 상악동 거상술을 시행한 후 식립한 임플란트의 성공률을 조사한 결과 60%에서 100% 사이로, 평균 91.8%라 하였다.⁷⁾ 이와 비슷하게, Del Fabbro^{7,8)}의 문헌조사에서 상악동 거상술을 시행한 임플란트 성공률은 평균 91.5%였으며, 자가골만을 이식한 경우의 성공률은 87.7%, 자가골과 다른 골이식재를 병행 이식한 경우의 성공률은 94.88%, 골이식재만을 이식한 경우에 95.98%의 임플란트 성공률이 있다고 보고하였

다. 임플란트의 성공률에는 임플란트의 표면 처리도 영향을 미쳤으며 매끄러운 표면에서의 성공률이 85.64%, 거친 표면에서의 성공률이 95.98%로 거친 표면의 임플란트가 양호한 결과를 나타내었다. 본 실험에서는 자가골과 이식골을 병행이식하였으며, 식립한 임플란트는 SLA표면처리(Strauman[®] SLA) 혹은 RBM표면처리(Osstem[®])를 한 임플란트를 사용하였으며, Del Fabbro의 조사에서 거친 표면에서의 성공률 및 자가골과 다른 골이식재를 병행이식하였을 때의 임플란트 성공률과 비슷한 결과를 보였다. Fugazzotto와 Vlassis⁸⁾는 222개의 상악동 거상술을 시행 후, 550개의 임플란트를 식립한 후, 상악동 거상술 시 사용한 이식재에 따른 결과를 비교하였으며, 73개월간의 조사 기간 중 전반적인 임플란트 성공률은 96.5%였다. 사용한 이식재는 이중골이식재인 Bio-Oss[®], 합성골인 tricalcium phosphate를 포함하였으며, 골이식재 사이에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않는다고 하였다.

본 연구에서는 임플란트 성공률과 함께 조직계측학적 분석을 시행하였다. 일정기간이 지난 후의 신생골 형성이 임플란트 성공과 비례관계에 있는 것은 아니지만, 이식골의 치유능력을 비교 평가하는 데는 유용할 것이다.⁹⁾ 본 연구인 Bio-ceraTM와 자가골을 병행 이식한 후 시행한 조직계측학적 결과는 24.86 ± 7.59 %의 신생골 형성과 36.92 ± 14.51 %의 잔존이식골을 보여주었다. 이번 연구에서 대조군을 설정하지 않았기에 다른 문헌들의 결과와 비교하였다. Froum⁹⁾은 자가골을 섞지않고, Bio-Oss[®]를 이식한 상악동 거상술을 시행하였고, 상악동 거상술 6개월 후 21.8 ± 6.51 %의 신생골형성과 25.6 ± 10.15 %의 잔존 이식골을 보고하였으며, paired t-test를 시행했을 때, 우리의 자료와 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2). Yildirim 등¹⁰⁾은 14.7%의 신생골과 29.7%의 잔존 Bio-Oss[®]가 있다고 하였다. 골이식후의 치유기간과 신생골 형성을 함께 연구한 문헌들에서, Froum 등¹¹⁾은 9개의 상악동에 Bio-Oss[®]를 자가골과 병행 혹은 단독 이식 후, 평균 신생골 부피는 6 - 9개월 후에 24%, 12 - 15개월 후에 33%라고 하였다. Valentini 등¹²⁾은 Bio-Oss[®]만을 단독으로 이식하고, 신생골을 측정할 결과 술 후 6개월에 21.08%, 술 후 12개월에 27.55%의 신생골 형성이 있다고 보고하였다. Lee 등¹³⁾도 14개의 상악동 거상술을 시행 후, bovine hyd-

Table 2. Comparison of histomorphometric results of Bio-cera and Bio-Oss[®]

	Bio-cera TM (n=10)		Bio-Oss TM (n=11)		P*
	Mean±SD	Range	Mean±SD	Range	
Vital bone (%)	24.86± 7.59	17.5-38.4	21.8± 6.51	11.0-30.0	0.056
Residual material (%)	36.92±14.51	21.0-63.2	25.6±10.15	16.0-41.0	0.862
Soft tissue (%)	38.20±13.19	19.0-59.8	52.6± 9.14	30.0-66.0	0.667

*Paired t test(n=10)

*Bio-Oss[®] results are from the Stuart J Froum's article (2008) in The International Journal of Periodontics & Research Dentistry

roxyapatite를 이식하고 collagen membrane으로 덮었을 때, 수술 6개월 후에는 신생골 형성이 18.3%, 수술 12개월 후에는 26.6%라고 보고하였다. 본 연구의 수술 6개월 후 신생골 형성 결과를 비교할 때, 위의 문헌들과 비슷하거나 양호한 신생골 형성을 보이는 것을 관찰할 수 있었으나, 문헌들과는 달리 본 연구에서는 자가골을 섞어서 이식한 환자가 대부분이고 한명에서만 Bio-ceraTM만을 사용하였다. 임플란트의 성공률에서는 Del Fabbro⁴⁾의 문헌에서 언급했듯이 병행이식이 골이식재만을 이식했을 때 보다 높은 성공률을 보여주지 않았지만, 조직형태학적 평가에서는 Moy 등¹⁴⁾에 의하면 자가골과 이종골을 함께 이식한 것이 자가골 단독 혹은 이종골 단독으로 이식한 것 보다 좋은 결과를 보이기에 이를 고려하여야겠다.

V. 결 론

본 연구는 칼슘포스페이트 나노-크리스탈로 코팅된 골이식재(Bio-ceraTM)를 이용한 상악동거상술 후, 임상적, 방사선학적, 조직계측학적으로 분석하고, 문헌상의 결과와 비교하였다. Bio-ceraTM는 2내지 6mm의 잔존골이 있는 퇴축된 상악구치부에서 효과적으로 상악골 이식재로 역할을 하였다. 이식후 감염이나 이상소견 없이 술후 6개월 째 임플란트를 식립할 수 있었으며, 임플란트는 보철물 장착시까지 97.05%의 성공률을 보였다. Bio-ceraTM는 Bio-Oss[®]와 유사한 정도의 신생골 형성을 보여(24.86±6.51%) 상악동거상술시 이식재로 효과적으로 사용될 수 있을 것으로 사료되었다.

References

1. Buser D, Mericske-Stern R, Bernard JP, Behneke A, Behneke N, Hirt HP, Belser UC, Lang NP: Long-term evaluation of non-submerged ITI implants. Part 1: 8-year life table analysis of a prospective multi-center study with 2359 implants. Clin Oral Implants Res 8 : 161, 1997.
2. Traini T, Degidi M, Sammons R, Stanley P, Piattelli A: Histologic and elemental microanalytical study of anorganic bovine bone substitution following sinus floor augmenta-

- tion in humans. J Periodontol 79 : 1232, 2008.
3. Zijdeveld SA, Schulten EA, Aartman IH, Ten Bruggenkate CM: Long-term changes in graft height after maxillary sinus floor elevation with different grafting materials: radiographic evaluation with a minimum follow-up of 4.5 years. Clin Oral Implants Res. 2009.
4. Daculsi G: Biphasic calcium phosphateconcept applied to artificial bone, implant coating and injectable bone substitute. Biomaterials 19 : 1473, 1998.
5. Boyne PJ, James RA: Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. J Oral Surg 38 : 613, 1980.
6. Sung SJ, Chung HJ, Park HJ, Kim OS, Kim YJ: The effect of the Ca-P coated DBBP on osseous regeneration in the rat calvarial bone defect. The Journal of the Korean Academy of Periodontology 34 : 475, 2004.
7. Wallace SS, Froum SJ: Effect of maxillary sinus augmentation on the survival of endosseous dental implants. A systematic review. Ann Periodontol 8 : 328, 2003.
8. Fugazzotto P, Vlassis J: Long-term success of sinus augmentation using various surgical approaches and grafting materials. Int J Oral Maxillofac Implants 13 : 52, 1998.
9. Froum SJ, Wallace SS, Cho SC, Nicolas E, Tarnow DP: Histomorphometric comparison of a biphasic bone ceramic to anorganic bovine bone for sinus augmentation: 6- to 8-month postsurgical assessment of vital bone formation. A pilot study. The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry 28 : 273, 2008.
10. Yildirim M, Spiekermann H, Biesterfeld S, Edelhoff D: Maxillary sinus augmentation using xenogenic bone substitute material Bio-Oss in combination with venous blood. Clin Oral Implants Res 11 : 217, 2000.
11. Froum SJ, Tarnow DP, Wallace SS, Rohrer MD, Cho SC: Sinus floor elevation using anorganic bovine bone matrix(OsteoGraf/N) with and without autogenous bone: A clinical, histologic, radiographic, and histomorphometric analysis-Part 2 of an ongoing prospective study. Int J Periodontics Restorative Dent 18 : 528, 1998.
12. Valentini P, Abensur D, Densari D, Graziani J, Hammerle C: Histological evaluation of Bio-Oss in a 2-stage sinus floor elevation and implantation procedure. Clin Oral Implants Res 9 : 59, 1998.
13. Lee Y-M, Shin S-Y, Kim J-Y: Bone reaction to bovine hydroxyapatite for maxillary sinus floor augmentation: Histologic results in humans. Int J Periodontics Restorative Dent 26 : 471, 2006.
14. Moy PK, Lundgren S, Holmes RE: Maxillary sinus augmentation: histomorphometric analysis of graft materials for maxillary sinus floor augmentation. J Oral Maxillofac Surg 51 : 857, 1993.

저자 연락처

우편번호 110-749
서울특별시 종로구 연건동 275-1
서울대학교 치과대학 구강악안면외과학교실
이종호

원고 접수일 2009년 04월 28일
게재 확정일 2009년 05월 25일

Reprint Requests

Jong-Ho Lee
Dept. of OMFS, College of Dentistry, Seoul National University #275-1 Yeongun-dong, Jongno-gu, Seoul, 110-749, Korea
Tel. 82-2-2072-2630 Fax. 82-2-766-4948
E-mail : leejongj@snu.ac.kr

Paper received 28 April 2009
Paper accepted 25 May 2009