

상악동 거상술에서 biphasic calcium phosphate의 조직학적 평가

김민수¹, 홍지연¹, 김성태¹, 박순호², 박성현³, 정성민², 조규성¹, 최성호¹

¹ 연세대학교 치과대학병원 치주과학교실, 치주조직재생연구소

² (주) 덴티움

³ (주) 제노스

Histologic evaluation of biphasic calcium phosphate in maxillary sinus augmentation

Min-Soo Kim¹, Ji-Youn Hong¹, Sung-Tae Kim¹, Sun-Hyo Park², Sung-Hyun Park³, Sung-Min Chung², Kyoo-Sung Cho¹, Seong-Ho Choi¹

¹ Department of Periodontology, Research Institute for Periodontal Regeneration, College of Dentistry, Yonsei University

² Dentium Co.

³ GENOSS Co.

Abstract

It has been very challenging for clinician to place dental implants on posterior maxilla region due to limited bone quantity and poor bone quality. In an effort to place dental implants with proper length, maxillary sinus augmentation was considered and has been performed. Various bone graft materials have been used in sinus augmentation procedures. One of the commonly used material is biphasic calcium phosphate which is the mixture of HA and β -TCP. It has been considered as a good scaffold for the new bone. Its biocompatibility and osteoinductive property for bone remodeling has been proved to be proper for sinus augmentation procedure. The aim of this study was to evaluate the new bone formation in maxillary sinus by applying biphasic calcium phosphate as a sinus graft material throughout different healing period after surgery. 3 patients were selected after dental examination and biphasic calcium phosphate was used as a bone substitute for maxillary sinus augmentation. After healing period(7, 8.5, 10 months), core biopsies were taken using trephine bur for histologic evaluation. Bone specimens were prepared and inspected using microscope.

All patients were healed uneventfully. Histologic evaluation revealed that biphasic calcium phosphate particles were surrounded by newly-formed bone. Between particles and newly-formed bone, osteoid tissues were infiltrated. It was found that the newly-formed bone contained osteocytes. Resorption of alloplastic material was found between new bone and biphasic calcium phosphate on their interface.

Within the limit of this study, it can be concluded that biphasic calcium phosphate when used as a grafting material for sinus floor augmentation may lead to the predictable results, and that it may be considered appropriate graft material for sinus augmentation from the findings in this study.

Keywords : sinus augmentation, biphasic calcium phosphate, histology, synthetic bone material
(*Implantology* 2008; 12: 24~35)

*이 논문은 2005년도 정부(교육과학기술부 기초과학 연구사업)의 재원으로 지원을 받아 수행된 연구임 (R13-2003-013-02001-0).

I 서론

임

프란트는 성공적인 골유착을 통해 환자의 기능과 심미를 만족시키는 술식이다. 하지만 상악 구치부의 경우 여러 가지 조건으로 인해 임프란트 식립에 제한적인 부위로 여겨져 왔다. 대개 상악동의 함기화나 치조골의 흡수 등으로 인해 충분치 않은 잔존골이 남아 있는 경우 임프란트의 식립 자체가 불가능하거나 성공률의 감소 등을 가져오게 된다. 또한 상악 구치부의 골질은 대개 다른 부위에 비해 불량한 것이 보통이며 특히 하악 전치부에 비해서는 5~10배 가량 낮은 골밀도를 보이기도 한다¹⁾. 이런 경우에 주로 사용되는 상악동 거상술은 처음 Boyne 등²⁾에 의해 기술 되었고 뒤 이어 여러 학자들에 의해 수정, 변형되어 사용되어 왔다.

상악동 거상술에서 이식재의 선택은 성공에 가장 중요한 요소 중의 하나이다. 자가골, 동종골, 이종골, 합성골 등의 수많은 인공 골 대체 물질들이 사용되어 왔지만 어떤 것이 가장 이상적인 결과를 가져오는 지에 대해서는 아직 논란이 많다. 임프란트 술식에 사용되는 이식재는 (1) 골이 자라 들어오고 임프란트가 치유되는 기간 동안 충분한 공간을 유지 시킬 수 있어야 하며, (2) 이식재가 안정된 위치에 고정되고 임프란트가 유착된 후 보철물 수복이 이루어 질때까지 안정성을 유지해야 하며, (3) 골전도성을 가져 부근의 세포들이 골을 형성하는 데에 도움을 주어야 하며, (4) 그 스스로가 골로 대체되어야 하며, (5) 환자에게 불편감을 줄이면서 임프란트 식립을 쉽게 해주어야 하며, (6) 예견성 있는 성공률을 가져야 한다³⁾.

1996년 The Academy of Osseointegration Sinus Consensus Conference에서는 자가골이 상악동 거상술에 가장 적합하다고 하였으며 또한 동종골, 이종골,

합성골 등도 상악동 거상술에 사용할 수 있으나 더 많은 연구가 필요하다고 언급한 바 있다⁴⁾. 자가골은 탁월한 골형성능, 조직학적 적합성 등 많은 장점을 갖고 있으나, 자가골을 채득하기 위한 제2의 수술이 불가피한 점, 구강 내에서는 충분한 양의 자가골을 얻기 어려운 점 등이 그 한계로 지적되고 있다⁵⁾. Kim 등⁶⁾은 panoramic 방사선 사진을 통하여 골량과 임프란트 길이의 변화율을 평가 했을 때 자가골의 혼합 비율을 낮추거나 또는 자가골을 혼합하지 않은 골이식재를 사용하였을 때 상악동 내에서 장기간 동안 안정적으로 유지된다고 주장하였다. 또한 동종골과 이종골의 경우 면역반응이나 감염 등의 부작용이 생길 수 있는 가능성과 느린 흡수속도로 인한 빠른 골대체로의 부적합성 등을 가져 그 사용이 제한되고 있다.

따라서 최근 합성골 대체 물질에 대한 연구가 많이 이루어 지고 있는데 이는 부가적인 수술 부위를 형성하지 않고도 충분한 양의 이식재를 얻을 수 있을 뿐만 아니라 생체적합성을 가지고 충분히 공간을 유지 시키면서도 골 재생을 돕는 장점을 갖는다.

특히 그 중에서도 hydroxyapatite(HA)와 tricalcium phosphate(TCP)는 인체의 골내 무기질과 그 성상과 구성 성분이 비슷하여 많은 연구의 대상이 되어 왔다⁷⁾. 대개 HA를 기본으로 하는 이식재의 경우 비흡수성이거나 혹은 흡수의 속도가 느리며 TCP가 함유된 물질의 경우 좀더 빠른 속도로 흡수되는 것이 대부분이다⁸⁾. 따라서 HA와 TCP의 비율을 조절함으로써 생체 내에서의 흡수속도 및 골로 대체되는 속도를 조절하여 구강 내 혹은 정형외과 영역에 널리 쓰여 왔다⁹⁻¹¹⁾.

본 연구에 사용된 biphasic calcium phosphate는 HA와 β -TCP를 주성분으로 하는데 HA구조체 위에 β -TCP가 얇게 코팅된 구조를 갖고 있으며 골생성에 가장 이상적인 HA와 TCP의 비율인 70:30의 비율을 갖고 있다. HA는 체내에서 천천히 분해되면서 신생골이 형성

되어 조직화될 때까지 안정된 scaffold의 역할을 하며 용해성이 우수하여 흡수성이 빠른 β -TCP는 새로운 골의 형성을 촉진하게 된다.

본 연구의 목적은 합성골 이식체인 OSTEON을 이용하여 상악동 거상술을 시행한 세 건의 증례에서 골편을 채득한 후 조직학적으로 관찰하여 그 성상을 보고 하는 것이다.

II 연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

본 연구에서 사용된 골 이식재(OSTEON, GENOSS Co., Korea)는 100% 합성골로서 동종골이나 이종골에서 우려되는 면역반응이 없다. 따라서 상악동 거상술에 효과적으로 쓰일 수 있으며 골 전도성 재료(Osteoconduction material)로서 골조직이 재료 내로 성장되어 들어 올 수 있도록 최적 크기의 기공을 갖는 다공체이다. 이는 생체 친화성, 구조적 안정성, 생체적 항온성을 갖고 있으며 혈관생성, 세포 부착, 골 결정체 침전, 골성장의 과정을 거쳐 골성장을 전도할 수 있는 골전도 지지체의 역할을 할 수 있다.

Table 1. Biphasic calcium phosphate products

Product	Particle size (mm)	Volume (cc)
GBG0510	0.5~1.0	0.25
		0.5
		1.0
GBG 1020	1.0~2.0	0.25
		0.5
		1.0

Min-Soo Kim et al: Histologic evaluation of biphasic calcium phosphate in maxillary sinus augmentation. *Implantology* 2008

Biphasic calcium phosphate를 주로 사용할 수 있는 분야로는 치조골 증대술, 발치와 보존, 치주 결손부의 충전, 임플란트 주변 손실부 충전, 상악동 거상술이 있으며, 각각 GBG0510과 GBG1020의 두 가지 종류로 생산된다(Table 1).

2. 연구 방법

구치부 잔존치조제의 높이가 5mm 미만¹²⁾으로, 임플란트 식립을 위해 상악동 거상술이 필요한 환자 세 명을 대상으로 하였으며, 이들은 모두 임플란트의 절대적 금기증을 갖고 있지 않은 사람들로 구성되어 있었다. 세 명 모두 상악동 거상술시에 biphasic calcium phosphate를 이식 재료 사용 하였으며 각자 7.5개월, 8개월, 10개월의 치유 기간을 거친 후 이식부위의 골을 Trepine bur를 이용하여 채취하였다. 각각의 조직시편을 Label하여 Buffered neutral formalin(Sigma-aldrich) 용액에 2주간 고정시킨 후 조직표본을 70% 알코올, 80% 알코올, 90% 알코올, 100% 알코올 순으로 알코올 농도를 증가시키면서 탈수를 실시하였다. 탈수가 완료된 조직표본은 알코올과 Technovit 7200레진 (Heraeus KULZER, Germany) 혼합액(1:3, 1:1, 3:1 비율)으로 레진 비율을 높여가면서 하루씩 침투시켰고 최종 Technovit 7200원액에 일주일 동안 Vacuum과 shaking을 하면서 침투를 완료하였다. 침투가 끝난 조직은 UV Embedding system(KULZER EXAKT 520, Germany)으로 레진을 경화시켰다. 경화가 끝난 시편은 EXAKT Diamond cutter(KULZER EXAKT 300, Germany)를 이용하여 Material의 중앙부를 중심으로 조직 슬라이드를 만들었고 조직 절편 두께는 초기 200 μ m로 자른 후 EXAKT Grinding machine (KULZER EXAKT 400CS, Germany)으로 15 μ m 두께가 되도록 연마하여 조직 표본을 만들었다. 이 조직표본은 H&E 염색을 실시한 후 광학현미경으로 골 형성 양상을 관찰하였다.

3. 연구 대상

1) Case 1

환자는 62세 남자였으며 전신병력으로는 협심증과 위염이 있었다. 2005년 11월 2일 우측 상악동 거상술시 측방 접근법을 이용, 골 이식재로는 biphasic calcium

phosphate 1020을 2cc 사용하였다. 술후 7.5개월이 지난 뒤(2006년 5월 29일) 외경 4.0mm, 내경 3.3mm의 Trepine drill(XTP3404, Dentium Co., Korea)을 이용하여 치조정에서 골을 채취함과 동시에 직경 4.3mm, 길이 10mm의 SimpleLine 임플란트(OIFX604310QA, Dentium, Korea)를 식립하였다.

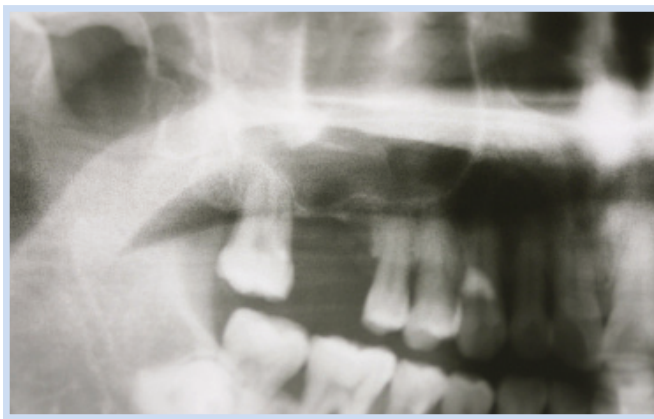


Fig. 1. Before Bone graft (2005,10,12)
 Min-Soo Kim et al: Histologic evaluation of biphasic calcium phosphate in maxillary sinus augmentation. *Implantology* 2008

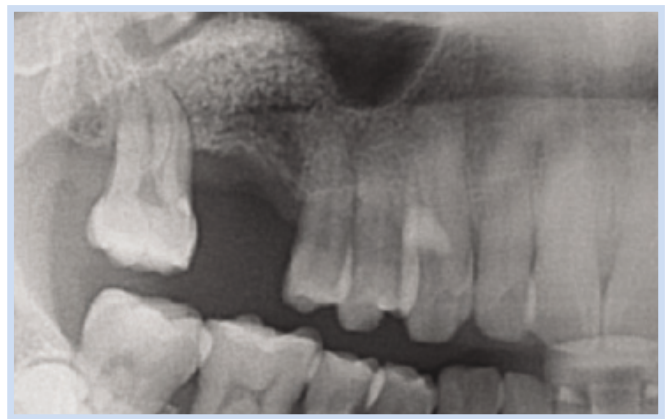


Fig. 2. 7.5 months after bone graft (2006,05,29)
 Min-Soo Kim et al: Histologic evaluation of biphasic calcium phosphate in maxillary sinus augmentation. *Implantology* 2008

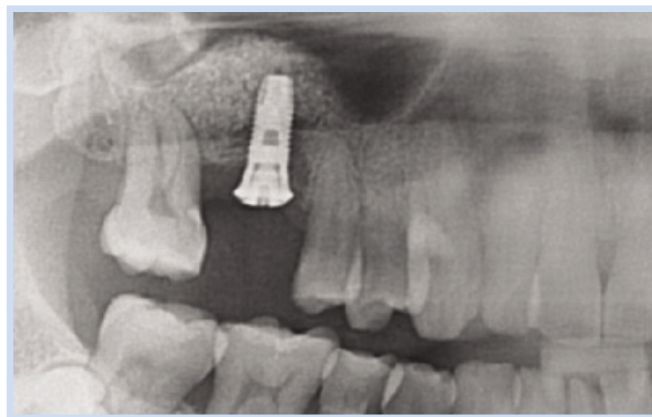


Fig. 3. After implant placement (2006,05,29)
 Min-Soo Kim et al: Histologic evaluation of biphasic calcium phosphate in maxillary sinus augmentation. *Implantology* 2008

2) Case 2

환자는 63세 여자였으며 전신병력으로는 식전 glucose level 160, 식후 glucose level 180~200을 보이는 당뇨를 갖고 있었다. 2006년 5월 26일 좌측 상악동 거상술시 biphasic calcium phosphate 1020 4cc를 테트라사이클린과 혼합하여 상악동 내에 이식한 뒤 resorbable collagen membrane (Neomem, Citagenix Inc., Quebec, Canada)을 사용, 외측창을

피개 하였고 상악 좌측 제1 대구치와 제2 대구치에 임플란트를 식립하였다. 이후 2006년 10월 18일(8개월 후) 상악 좌측 제1 대구치 부위의 임플란트를 골융합 실패로 제거하였고 2007년 01월 22일 동일 부위에서 Trepine drill(XTP3404, Dentium Co., Korea)을 이용하여 교합면 방향에서 골편을 채취한 뒤 직경 4.3mm, 길이 10mm의 임플란트(MF4310AH, Dentium Co., Korea)를 재식립 하였다.

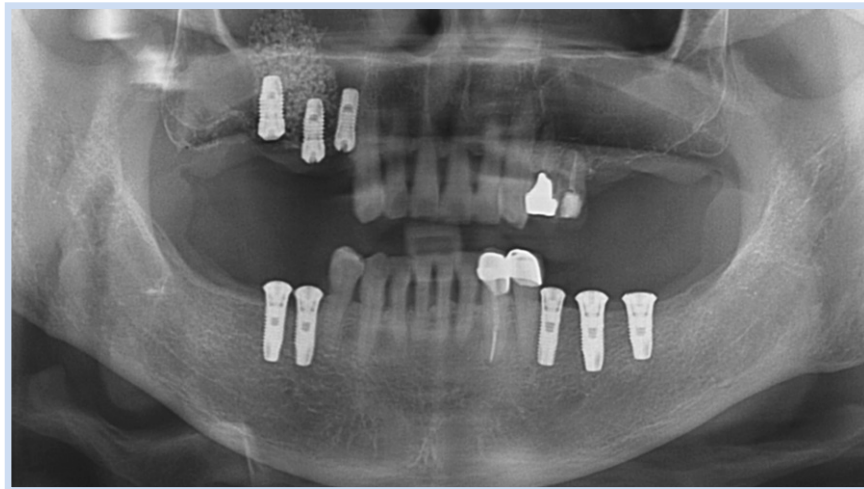


Fig. 4. Before bone graft on left Mx, sinus
 Min-Soo Kim et al: Histologic evaluation of biphasic calcium phosphate in maxillary sinus augmentation.
 Implantology 2008



Fig. 5. After implant placement on left Mx, posterior area (2007,01,22)
 Min-Soo Kim et al: Histologic evaluation of biphasic calcium phosphate in maxillary sinus augmentation.
 Implantology 2008

3) Case 3

환자는 75세 여자였으며 고혈압으로 2005년부터 혈압약을 복용해 온 과거 병력이 있으며 10년째 아스피린을 복용 중 이었다. 2006년 7월 10일에 우측 상악동 거상술시 biphasic calcium phosphate 1020 1.5cc를 테트라사이클린과 혼합하여 상악동 내에 이식한 뒤 resorbable collagen membrane (Neomem,

Citagenix Inc., Quebec, Canada)을 사용, 외측창을 피개 하였다. 2007년 5월 16일(10개월 후) 상악 우측 제2 대구치 부위에서 Trepine drill(XTP3404, Dentium Co., Korea)을 이용하여 골편을 채취한 후 직경 4.3mm, 길이 10mm의 SimpleLine 임플란트 (OIFX604310, Dentium Co., Korea)를 식립하였다.

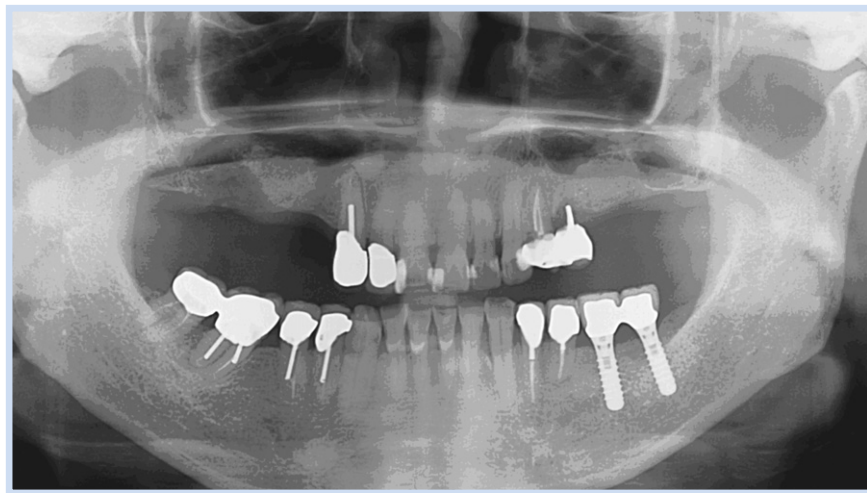


Fig. 6. After bone graft
 Min-Soo Kim et al: Histologic evaluation of biphasic calcium phosphate in maxillary sinus augmentation. *Implantology* 2008

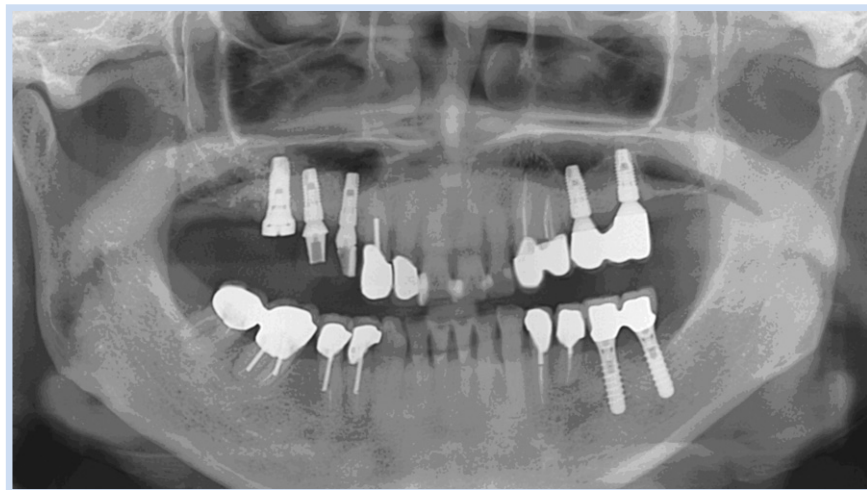


Fig. 7. After implant placement
 Min-Soo Kim et al: Histologic evaluation of biphasic calcium phosphate in maxillary sinus augmentation. *Implantology* 2008

Ⅲ 연구 결과

1. 임상적 관찰

세 명의 환자 모두 치유 과정에서 특이할 만한 소견은 없었으며 합병증 또한 발병하지 않았다.

2. 조직학적 관찰

1) Case 1

7.5 개월 후 채취한 골 조직에서는 특이할 만한 염증 반응은 나타나지 않았으며 정상적으로 치유가 된 소견을 보이고 있었다. 골이식재 주위로 신생골이 자라 들어와 있는 소견을 확인할 수 있었으며 이식된 biphasic calcium phosphate의 사이는 osteoid tissue로 구성되어 있었다. 고배율 사진에서는 biphasic calcium phosphate 주변부의 calcified bone이 관찰되었고 calcified bone 내부에 많은 osteocyte를 확인할 수 있었다(figure 8, 9, 10).

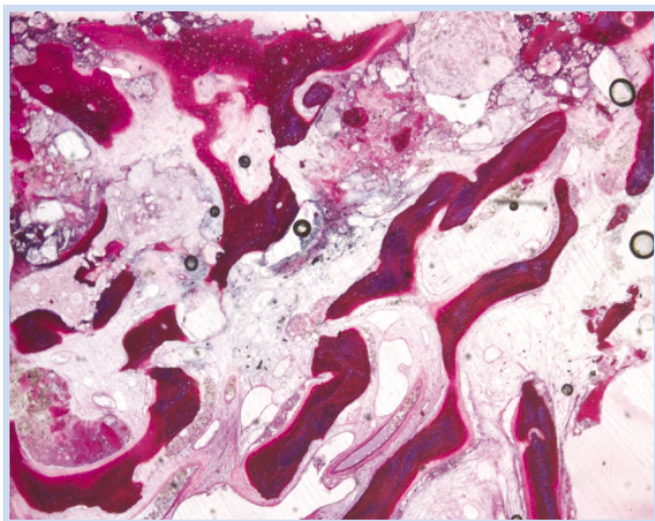


Fig. 8. Case 1 / Date : 2006. 05 / Period : 7,5 months / Site : #16 / H&E staining / x40 magnification
Min-Soo Kim et al: Histologic evaluation of biphasic calcium phosphate in maxillary sinus augmentation. Implantology 2008

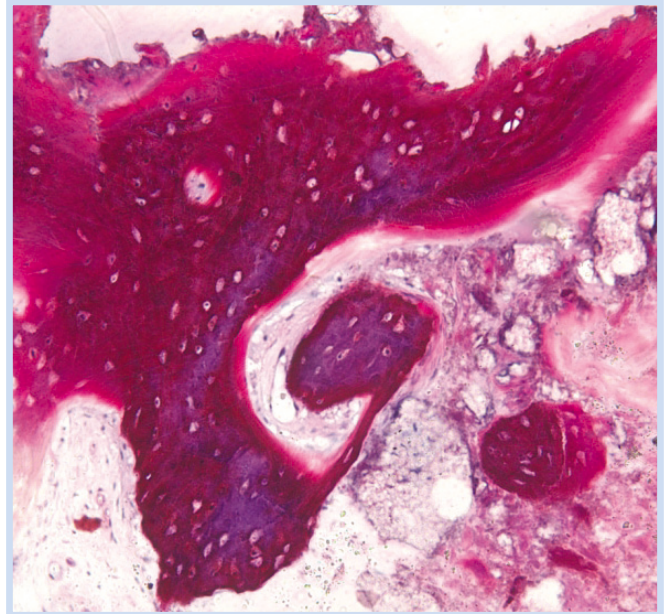


Fig. 9. Case 1 / Date : 2006. 05 / Period : 7,5 months / Site : #16 / H&E staining / x200 magnification

Min-Soo Kim et al: Histologic evaluation of biphasic calcium phosphate in maxillary sinus augmentation. Implantology 2008

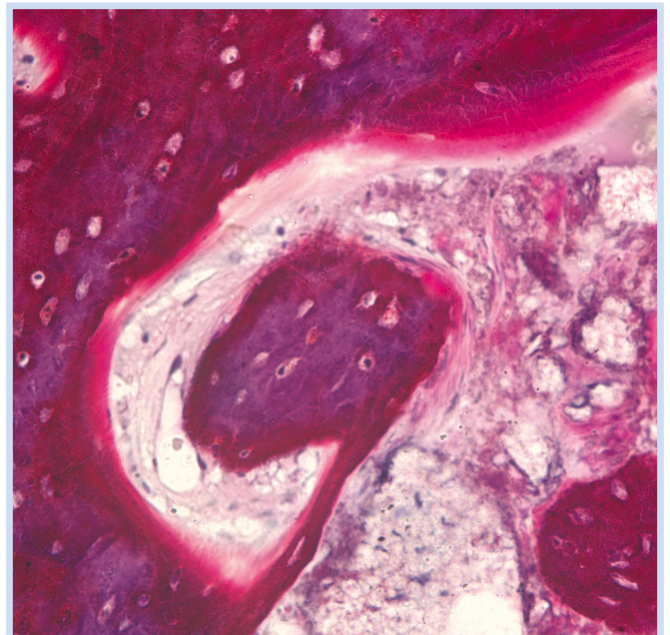


Fig. 10. Case 1 / Date : 2006. 05 / Period : 7,5 months / Site : #16 / H&E staining / x400 magnification
Min-Soo Kim et al: Histologic evaluation of biphasic calcium phosphate in maxillary sinus augmentation. Implantology 2008

2) Case 2

8개월 후에 채취한 조직 시편의 양상도 크게 다르지 않았다. 이식재와 신생골은 접촉되어 있었으며 대부분의 biphasic calcium phosphate 입자는 신생 조직 내

에 둘러싸여 있는 형상이었다. 신생골과 결합조직은 이식재 입자 주변에서 많이 관찰 되었으며 일부 이식재의 경우 흡수 양상을 보이고 있었다(figure 11, 12, 13).



Fig. 11. Case 2 / Date : 2007. 01 / Period : 8 months / Site : #26 / H&E staining / x12.5 magnification
 Min-Soo Kim et al: Histologic evaluation of biphasic calcium phosphate in maxillary sinus augmentation. *Implantology* 2008

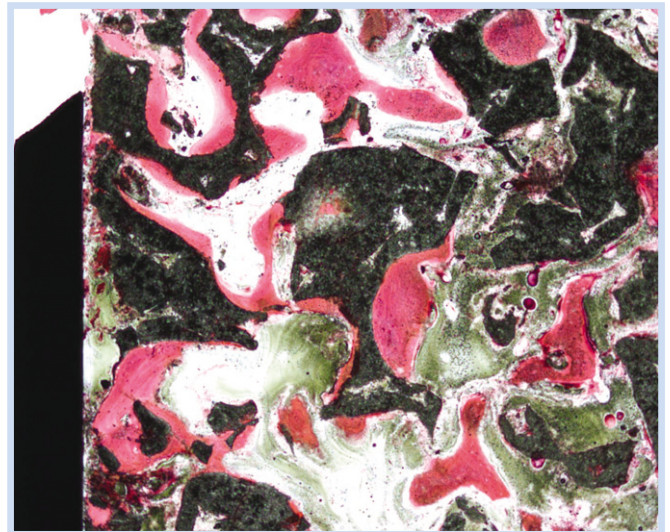


Fig. 12. Case 2 / Date : 2007. 01 / Period : 8 months / Site : #26 / H&E staining / x40 magnification
 Min-Soo Kim et al: Histologic evaluation of biphasic calcium phosphate in maxillary sinus augmentation. *Implantology* 2008

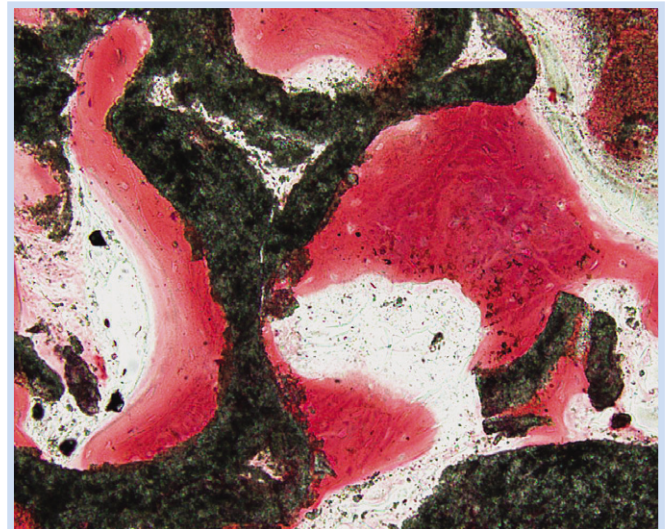


Fig. 13. Case 2 / Date : 2007. 01 / Period : 8 months / Site : #26 / H&E staining / x100 magnification
 Min-Soo Kim et al: Histologic evaluation of biphasic calcium phosphate in maxillary sinus augmentation. *Implantology* 2008

3) Case 3

세번째 환자의 조직 시편에서 신생골은 이식재 주변으로 좀더 두껍게 형성된 양상을 보였다. 신생골과 이식재는 긴밀한 접촉을 보이고 있었으며 대부분 신생 조직에 파묻혀 있는 모습이였다. 특히 biphasic calcium phosphate 내부로 신생골이 침습하는 양상을 관찰할 수 있었다. 또한 10개월이 지난 후에도 이식재가 대부분 관찰 되는 것으로 보아 biphasic calcium phosphate가 느리게 흡수된다는 사실을 확인할 수 있었다(figure 14).

조직 계측학적 관찰 결과 신생골의 비율은 31.6%로 계측되었으며 흡수되지 않고 그대로 남아있는 biphasic calcium phosphate 입자는 41.9%로 계측되었다(table 2)



Fig. 14. Case 3 / Date : 2007. 05 / Period : 10 months / Site : #17 / H&E staining / x100 magnification

Min-Soo Kim et al: Histologic evaluation of biphasic calcium phosphate in maxillary sinus augmentation. Implantology 2008

Table 2. Histometrical result of CASE 3

Area	Size (mm ²)	Portion(%)
Total area	7.92	100
OSTEON area	3.32	41.9
Bone area	2.51	31.6

Min-Soo Kim et al: Histologic evaluation of biphasic calcium phosphate in maxillary sinus augmentation. Implantology 2008

IV 고찰

상악동 거상술은 상악 구치부의 임플란트 식립이 어렵거나 힘든 경우 충분한 골량을 획득하기 위해 시행한다. 상악동 거상술에는 여러가지 골이식재가 사용되는데 그 중 본 연구에서는 biphasic calcium phosphate를 이용하였다.

Biphasic calcium phosphate는 인체의 뼈와 유사한 구조를 가지는 골전도성 합성 골이식재 (osteoconductive synthetic bone graft)로 HA와 β -TCP로 이루어져 있다. 생체적합성과 골전도성이 뛰어난 HA가 내부로 연결된 다공성 구조의 지지체 (interconnected porous scaffold)를 형성하고, 그 위에 β -TCP가 얇게 코팅되어 있으며 약 77% 이상의 높은 기공율을 갖는다. Biphasic calcium phosphate는 체내에 이식되었을 때 빠르게 흡수되어 뼈의 증착과 성장을 촉진하고, 치주 결손부, 임플란트 주변의 손실부, 상악동 거상술, 발치부 충전, 치조골 증대를 목적으로 사용되며, 3차원적으로 연결된 크고 작은 기공들의 내부로 신생골의 형성이 일어난다.

3차원적으로 잘 발달된 300~500 μ m 크기의 기공은 biphasic calcium phosphate의 가장 큰 특징으로서 주변골로부터 뼈가 전도되어 신생골이 생성되는 공간을 제공한다. 인체 뼈의 기공은 biphasic calcium

phosphate의 기공보다 작은 190~300 μ m으로 알려져 있는데, 이식 후 biphasic calcium phosphate의 지지체 내부로 신생골이 자라 들어와 인체 뼈의 기공과 매우 비슷한 크기 및 구조를 갖게 된다(Figure 15, 16, 17).

Biphasic calcium phosphate는 HA와 β -TCP 성분으로 이루어져 있으며, 성분비는 약 70:30 이다. HA는 뼈의 주요 무기질로서 인체 내 존재하는 뼈의 약 70%를

차치한다. HA는 독성반응, 염증반응, 면역반응 등이 전혀 없는 우수한 생체적합성을 보인다. 또한, 생체친화성이 높아 주위 뼈에 골전도를 일으켜 주위뼈와 화학적인 결합을 이루는 인공뼈 이식재료이다. 또한 β -TCP는 HA와 함께 흡수성 생체재료로 많이 사용되며, HA에 비해 단기간에 생체조직에 의해 분해될 수 있으므로 biphasic calcium phosphate의 표면에 생체활성을 나타낸다.

또한 Biphasic calcium phosphate는 HA와 β -TCP의 이상적인 혼합 비율을 갖고 있으며 신생골의 성장 및 석회화를 용이하게 하는 다공성 구조를 갖고 있어서 골결손 내에서 신생골 형성을 촉진한다고 밝혀졌다. 이는 빠른 용해로 인한 이온 유출로 골아세포의 접착을 가능하게 하는 β -TCP와 신생골이 구조적으로 보다 안정화될 때까지 지지해주는 HA성분이 최적의 혼합비를 갖기 때문으로 알려져 있다^{11, 13, 14}. Lee등¹⁵은 biphasic calcium phosphate를 사용하여 거상한 상악동에서 8개월 후 생검을 시행 하였을 때 biphasic calcium phosphate 입자 주위로 신생골이 형성되고 이러한 신생골에서는 골소와(lacunae)내의 골세포를 관찰할 수



Fig. 15. Human bone
Min-Soo Kim et al: Histologic evaluation of biphasic calcium phosphate in maxillary sinus augmentation. Implantology 2008

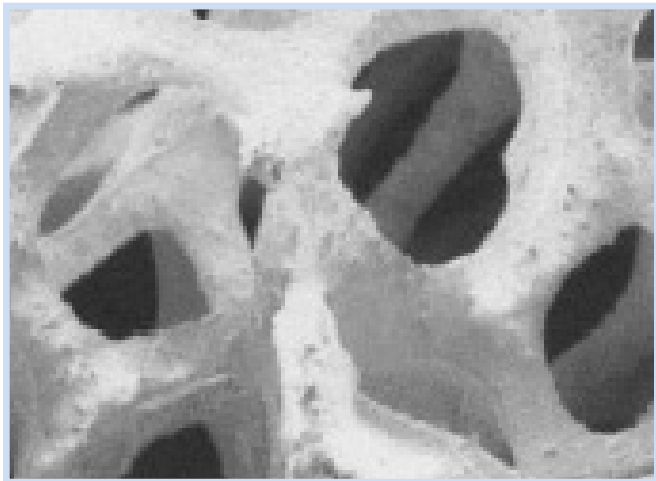


Fig. 16. Biphasic calcium phosphate surface
Min-Soo Kim et al: Histologic evaluation of biphasic calcium phosphate in maxillary sinus augmentation. Implantology 2008

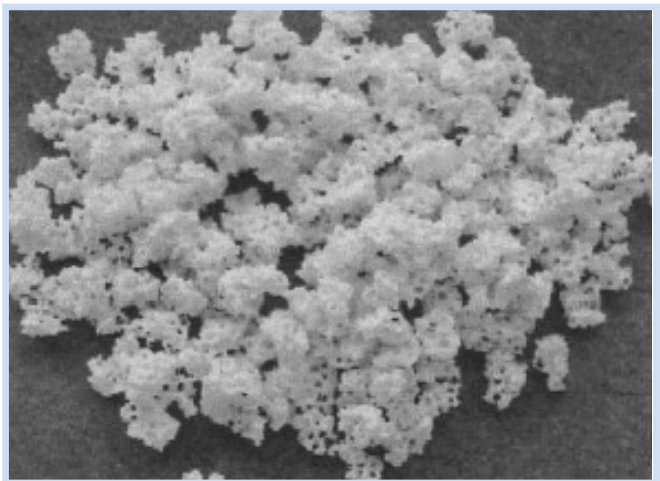


Fig. 17. Biphasic calcium phosphate particles
Min-Soo Kim et al: Histologic evaluation of biphasic calcium phosphate in maxillary sinus augmentation. Implantology 2008

있었으며, 신생골의 골수강은 풍부한 혈관 조직으로 구성된 신생결합조직으로 구성되어 있었다고 발표 하였다. Yon^등⁶⁾은 117명의 상악동 거상술을 받은 환자에서 258개의 임프란트에 대해 10년간의 관찰결과를 발표 하였는데 순수한 합성골만 이식한 경우에도 임프란트의 생존율은 여타 재료에 비해 통계학적으로 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.

본 연구에서 상악동 거상술 후 일정 기간이 지난 후 채취한 골조직을 조직학적으로 관찰한 소견의 경우 치유기간(7.5개월, 8개월, 10개월)에 따른 조직학적 소견의 차이는 없었다. 세 증례 모두 이식재 사이의 공간에 신생골이 형성된 양상을 보였다. 또한 신생골과 이식재는 접촉되어 있었으며 특히 biphasic calcium phosphate 내부로 신생골이 침습하는 양상을 관찰할 수 있었다. 또한 모든 시편에서 이식재가 흡수되지 않고 관찰되는 것으로 보아 biphasic calcium phosphate가 느리게 흡수된다는 사실을 확인할 수 있었다. 신생골과 결합조직은 이식재 입자 주변 변연부를 따라서 많이 관찰되었으며 일부 이식재의 경우는 변연부에서 불규칙적인 흡수 양상을 보이고 있었다. 모든 시편에서 특이할 만한 염증 반응은 나타나지 않았으며 따라서 정상적으로 치유가 된 소견을 보이고 있었다. 대부분 신생골과 이식된 biphasic calcium phosphate의 사이는 osteoid tissue로 구성되어 있었으며 고배율 사진에서는 biphasic calcium phosphate 주변부에는 내부에 많은 osteocyte를 함유한 calcified bone을 관찰할 수 있었다.

위와 같은 결과로 볼 때, biphasic calcium phosphate는 상악동 내에 이식할 경우 신생골 형성과 이식재의 적절한 흡수의 균형을 보여 바람직한 이식재의 요건을 갖추었다고 할 수 있다. 하지만 본 연구의 경우 증례 수가 세 건에 불과하고 그 치유 기간에도 어느 정도의 차이가 있었으므로 자세한 비교 평가에는 어려움이 있었다. 그

러나 이식재의 흡수를 동반한 활발한 신생골의 형성을 모든 증례에서 관찰할 수 있었으며 이는 보다 장기적인 관찰이나 대조군을 동반한 앞으로의 심도 있는 연구를 통해 좀더 나은 결과를 이끌어낼 수 있는 기초가 될 수 있을 것이다.



참고문헌

1. Misch CE, Qu Z, Bidez MW. Mechanical properties of trabecular bone in the human mandible: implications for dental implant treatment planning and surgical placement. *J Oral Maxillofac Surg* 1999;57:700-706; discussion 706-708.
2. Boyne PJ, James RA. Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *J Oral Surg* 1980;38:613-616.
3. Block MS, Degen M. Horizontal ridge augmentation using human mineralized particulate bone: preliminary results. *J Oral Maxillofac Surg* 2004;62:67-72.
4. Wallace SS, Froum SJ. Effect of maxillary sinus augmentation on the survival of endosseous dental implants. A systematic review. *Ann Periodontol* 2003;8:328-343.
5. Hallman M, Sennerby L, Lundgren S. A clinical and histologic evaluation of implant integration in the posterior maxilla after sinus floor augmentation with autogenous bone, bovine hydroxyapatite, or a 20:80 mixture. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002;17:635-643.
6. Kim JS, Lee SK, Chae GJ, et al. A radiographic evaluation of graft height changes after maxillary sinus augmentation and placement of dental implants. *J Korean Acad Periodontol* 2007;37:277-286.
7. Bohner M. Calcium orthophosphates in medicine: from ceramics to calcium phosphate cements. *Injury* 2000;31 Suppl 4:37-47.
8. Jensen SS, Brogini N, Hjorting-Hansen E, et al. Bone healing and graft resorption of autograft, anorganic bovine bone and beta-tricalcium phosphate. A histologic and histomorphometric study in the mandibles of minipigs. *Clin Oral Implants Res* 2006;17:237-243.
9. LeGeros RZ, Lin S, Rohanizadeh R, et al. Biphasic calcium phosphate bioceramics: preparation, properties and applications. *J Mater Sci Mater Med* 2003;14:201-209.
10. Schwartz C, Liss P, Jacquemaire B, et al. Biphasic synthetic bone

- substitute use in orthopaedic and trauma surgery: clinical, radiological and histological results. *J Mater Sci Mater Med* 1999;10:821-825.
11. Nery EB, LeGeros RZ, Lynch KL, Lee K. Tissue response to biphasic calcium phosphate ceramic with different ratios of HA/beta TCP in periodontal osseous defects. *J Periodontol* 1992;63:729-735.
 12. Zitzmann NU, Scharer P. Sinus elevation procedures in the resorbed posterior maxilla. Comparison of the crestal and lateral approaches. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998;85:8-17.
 13. Klein CP, Driessen AA, de Groot K, van den Hooff A. Biodegradation behavior of various calcium phosphate materials in bone tissue. *J Biomed Mater Res* 1983;17:769-784.
 14. Daculsi G, LeGeros RZ, Nery E, et al. Transformation of biphasic calcium phosphate ceramics in vivo: ultrastructural and physicochemical characterization. *J Biomed Mater Res* 1989;23:883-894.
 15. Lee JH, Jung UW, KIM CS, et al. Maxillary sinus augmentation using macroporous biphasic calcium phosphate(MBCP) : Three case report with histologic evaluation. *J Korean Acad Periodontol* 2006;36:567-577.
 16. Yon JY, Chae GJ, Jung UW, et al. Long-term evaluation of implant placed in sites grafted by lateral window approach on maxillary sinus; a 10-year retrospective study. *J Korean Acad Periodontol* 2007;37:691-704.

교신저자 : 최성호

우편번호 : 120-752, 서울특별시 서대문구 신촌동 134 연세대학교 치과대학 치주과학교실

전자우편 : shchoi726@yuhs.ac