

합성골 이식체인 Macroporous biphasic calcium phosphate를 이용한 사람의 상악동 거상술-증례 보고

이지연, 정의원, 김창성, 최성호, 조규성

연세대학교 치주과학교실, 치주조직재생연구소

I. 서 론

상악 구치부는 상악동의 함기화가 심한 경우나 골량이 임플란트를 식립하기에 충분하지 않은 경우, 임플란트 식립이 어렵거나 불가능하고 성공률 또한 감소하게 된다. 따라서, 임플란트 식립 전에 임플란트와 보철물을 지지할 수 있는 충분한 골량을 획득하기 위하여 상악동 거상술이 시행된다. 임플란트 식립을 위한 상악동 거상술은 Boyne와 James (1980)¹⁾에 의해 처음으로 시행되었고, 뒤이어 여러 학자들에 의해 수정 및 발전되어 왔다.^{2),3)}

상악동 거상술시 골이식술이 병행되며 사용된 골이식체는 임플란트의 고정과 골융합을 제공하게 된다. 현재 상악동 거상술은 상악 구치부 임플란트 식립에 불충분한 골량을 가진 환자들에서 흔히 사용되는 술식이나, 어떤 골이식체를 사용하는 것이 가장 효과적인지에 대해서는 아직도 논란이 있다.

상악동 거상술 뿐 아니라 골유도재생술에서도 자가골은 조직거부반응이 없고 예견성이 높은 재료로 인정되어 왔다.^{1),3),4),5),6)} 그러나, 이러한 사실에도 불구하고 자가골은 골채취를 위한 제 2의 수술이 불가

피하며 상악동 거상술에 이용하기에는 구강내 자가골만으로는 골채득량이 한계가 있어, 이를 대체할 수 있는 합성골에 대한 많은 연구가 이루어져 왔다. 최근에는, 합성골 이식체인 Hydroxyapatite(HA)와 beta-tricalcium phosphate(β -TCP)을 혼합한 골 대체물질에 대한 연구가 이루어졌다. HA는 신생골이 성장할 수 있는 훌륭한 골격을 제공할 수 있으나 재생능에 있어서는 평가가 회의적이었던 반면, β -TCP는 치아주위의 골결손부위에서 신생골 형성 능력이 있음이 증명되었으나 흡수속도와 양상은 예견성이 낮았다.^{7),8),9),10)} 따라서, 안정성 높은 재료인 HA와 생물학적 활성도가 높은 재료인 β -TCP를 적절히 혼합함으로써 합성골의 흡수와 신생골 형성 간에 완벽한 균형을 이룰 수 있을 것으로 생각된다.^{11),12)} HA와 β -TCP의 가장 적절한 혼합비율을 알아내고자 하는 연구가 이루어졌는데, HA의 비율이 β -TCP의 비율보다 높은 것이 골결손 내에서 신생골 형성을 촉진한다고 밝혀졌다.^{11),13)} Nery와 LeGeros(1992)¹¹⁾, Dalcusi(1989, 2005)^{7),8)} 등의 연구에서 60%의 HA와 40%의 β -TCP를 혼합하는 것이 골대체물질로서 가장 이상적인 혼합비율이라고 주

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

장한 바 있으며, 이를 상용화한 것이 Macroporous biphasic calcium phosphate(MBCP)이고 신생골의 성장 및 석회화를 용이하게 하는 다공성구조를 지니고 있다.¹¹⁾

최근 연구에서는 자가골을 혼합하지 않더라도 HA나 β -TCP를 단독으로 사용하여 상악동 거상술을 시행하였을 때 자가골 단독 사용시와 유사하거나 그에 견줄만한 결과를 보여주고 있다.^{14),15),16),17)} 그러나, 서로 다른 이식재들을 혼합하여 각 이식재가 갖고 있는 한계를 극복하고 장점을 최대한 살리고자 하는 시도가 이루어져 왔고, 자가골이나 탈회냉동건 조동종골을 합성골과 혼합함으로써 신생골의 형성을 유도 및 촉진할 수 있음이 밝혀진 바 있다. 이러한 이유로 이 실험에서는 Irradiated cancellous bone and marrow (ICB)가 사용되었는데, 이는 방사선 조사를 통하여 항원성 및 병원성을 제거한 동결동종골

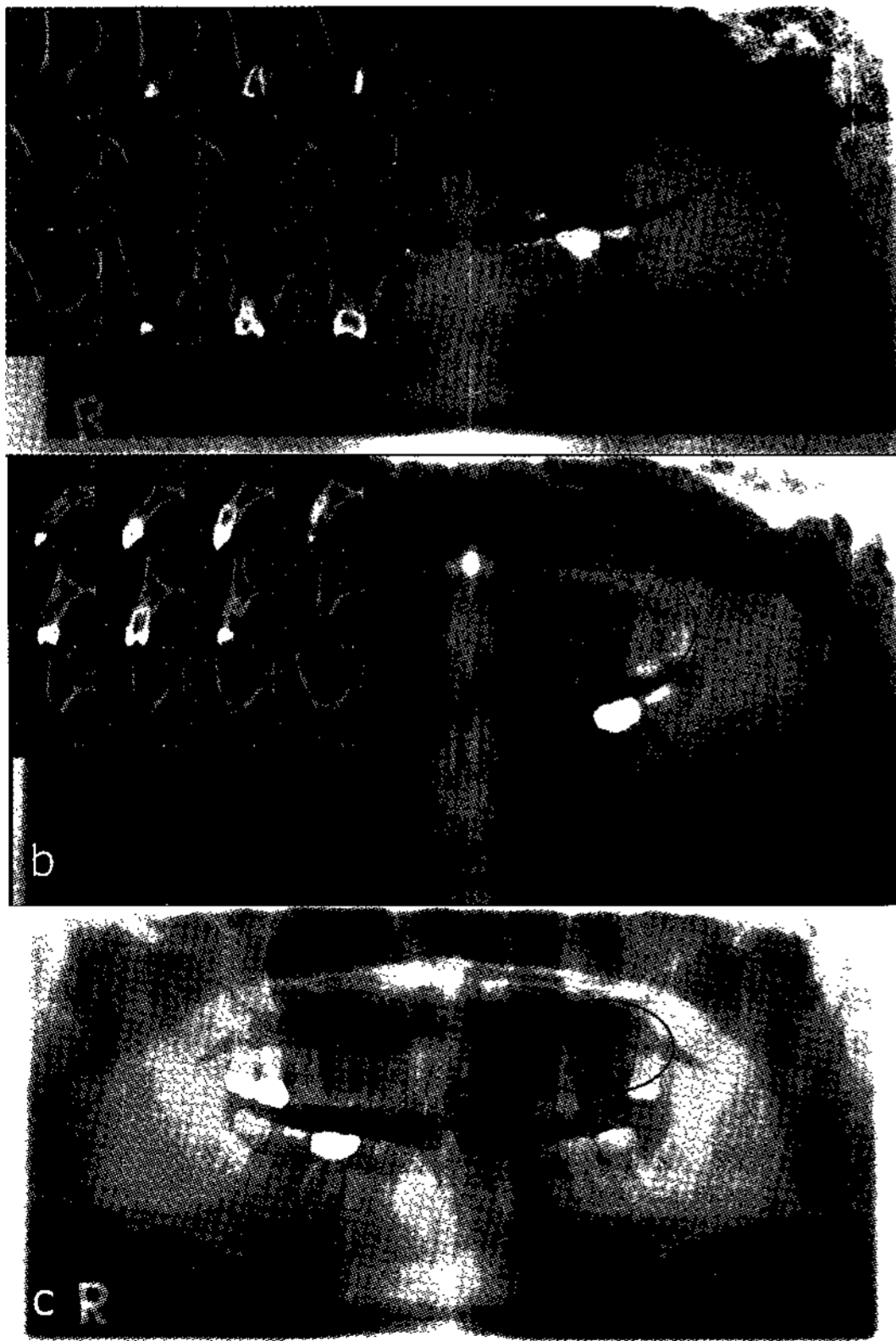


Figure 1. 술전 방사선 소견. 모든 환자에서 임플란트 식립에 부족한 골량(5mm 미만)을 나타내고 있다. (a) Case 1 (b) Case 2 (c) Case 3

로서 골유도능 및 골전도능을 갖고 있다고 믿어지고 있다.

이번 증례보고에서는 임상적, 조직학적 분석을 통하여 MBCP를 단독으로 사용한 상악동 거상술과 MBCP와 ICB의 혼합물을 사용한 상악동 거상술, 그리고 MBCP와 자가골을 혼합한 상악동 거상술 이후의 상악동 내 골재생을 평가해 보고자 하였다.

II. 연구대상, 재료 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 구치부 잔존치조제의 높이가 5mm 미만으로¹⁸⁾(Figure 1), 임플란트 식립을 위해 상악동 거상술이 필요한 세 명의 환자 (남자 2명/ 여자 1명; 평균 35.7세)를 대상으로 하였으며, 이들은 모두 전신적으로 건강한 비흡연자들이었다. 시험 자체의 목적과 방법, 그에 따르는 위험성에 대해 사전에 충분히 설명하였으며 환자들은 이에 동의하였다.

2. 연구재료

본 연구에 사용된 골이식재 중 자가골의 경우 하악지에서 채득하였고 (Figure 2), 입자크기가 250~1000um인 합성골 (MBCPTM Biomatlante Sarl, France)과 방사선조사된 골수 및 망상골 (ICB, Rocky mountain tissue bank, U.S.A.)을 사용하였다.



Figure 2. 하악지에서 채득 후(a) 분쇄한 자가골(b)

3. 연구방법

(1) 상악동 거상술

Epinephrine 1:100,000을 함유한 2% lidocaine(Kwangmyung Pharm., Seoul, Korea)으로 국소마취 후 상악결절로부터 잔존치조제의 근심치아의 근협측선각까지 치조정 수평절개와 열구절개, 그리고 충분한 협측 수직절개를 시행하여 전충판막을 거상하였다. 다이아몬드 라운드 버(diamond round bur)를 이용하여 충분한 주수하에 상악동 측벽에 외측창 골절제술을 시행하여 내측으로 골절시킨 후 상악동막을 거상하였다. 첫 번째 환자에서는 상악동 거상술에 MBCP를 단독으로 사용하였고(Case 1), 두 번째 환자에서는 MBCP와 ICB의 혼합물을 사용하였으며(Case 2), 세 번째 환자에서는 MBCP와 자가골의 혼합물을 사용하였다(Case 3). MBCP와 ICB의 혼합비율은 부피비 50:50이었으며 MBCP와 자가골의 혼합비율은 부피비 80:20이었다. 자가골은 환자의 동측 하악지에서 블록으로 채취한 후(Figure 2-a) bone crusher(Bone Crusher, Stainless Steel, G. Hartzel & Son., In., Germany)를 이용해 분쇄한 뒤 사용하였다(Figure 2-b). 골이식재를 충전 후 흡수성 콜라겐 막(Collatape)을 외측창에 위치시킨 후 판막을 재위치시켰으며 5-0 흡수성 봉합사(Polyglactin 910, Braided absorbable suture, Ethicon, Johnson & Johnson Int., Edinburgh, U.K.)로 봉합하였다. 수술 10일 후에 발사를 시행하였다. 상악동 거상술 과정은 Figure 3에 나타나 있다.



Figure 3. 상악동 거상술 술식 (a) 술전 임상소견 (b) 외측창 골절제술 시행 후 내측으로 골절시킨 소견 (c) 상악동막을 거상 후 이식재를 충전한 소견 (d) Collatape으로 외측창을 피개한 소견

(2) 조직절편 채득

상악동 거상술 8개월(평균 239일) 후, epinephrine 1:100,000을 함유한 2% lidocaine으로 국소마취한 다음 임플란트 식립을 위해 전충판막을 거상하였다. 내측직경이 2.0mm인 trephine bur(Si, West Palm Beach, RL., U.S.A.)를 이용하여 상악동 거상술 시 형성되었던 외측창 부위에서 조직절편을 채득하였다(Figure 4). 임플란트 식립 후 판막을 재위치시키고 5-0 흡수성 봉합사로 봉합하였다.

(3) 조직절편 준비 및 분석

조직절편은 10% buffered formalin에 10일간 고정시키고 물로 충분히 헹군 뒤 5% formic acid에서 14일간 탈회시킨 후 통법에 따라 파라핀에 포매하여 종단면으로 5 μ m 두께의 조직절편을 제작하였다. Hematoxylin-Eosin 중염색을 시행한 후 광학현미경으로 검경하고 분석하였다.

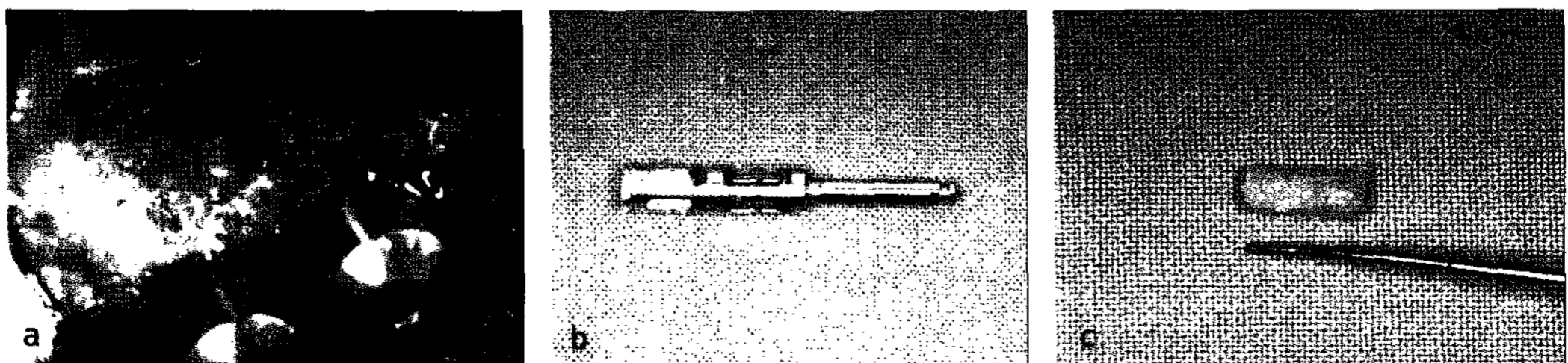


Figure 4. 조직절편 채득 과정 (a) 임플란트 식립 후 외측창 절제술 시행 부위에서 조직절편을 채득한 후 소견 (b) 조직절편 채득에 사용한 trephine drill (c) 채득한 조직절편

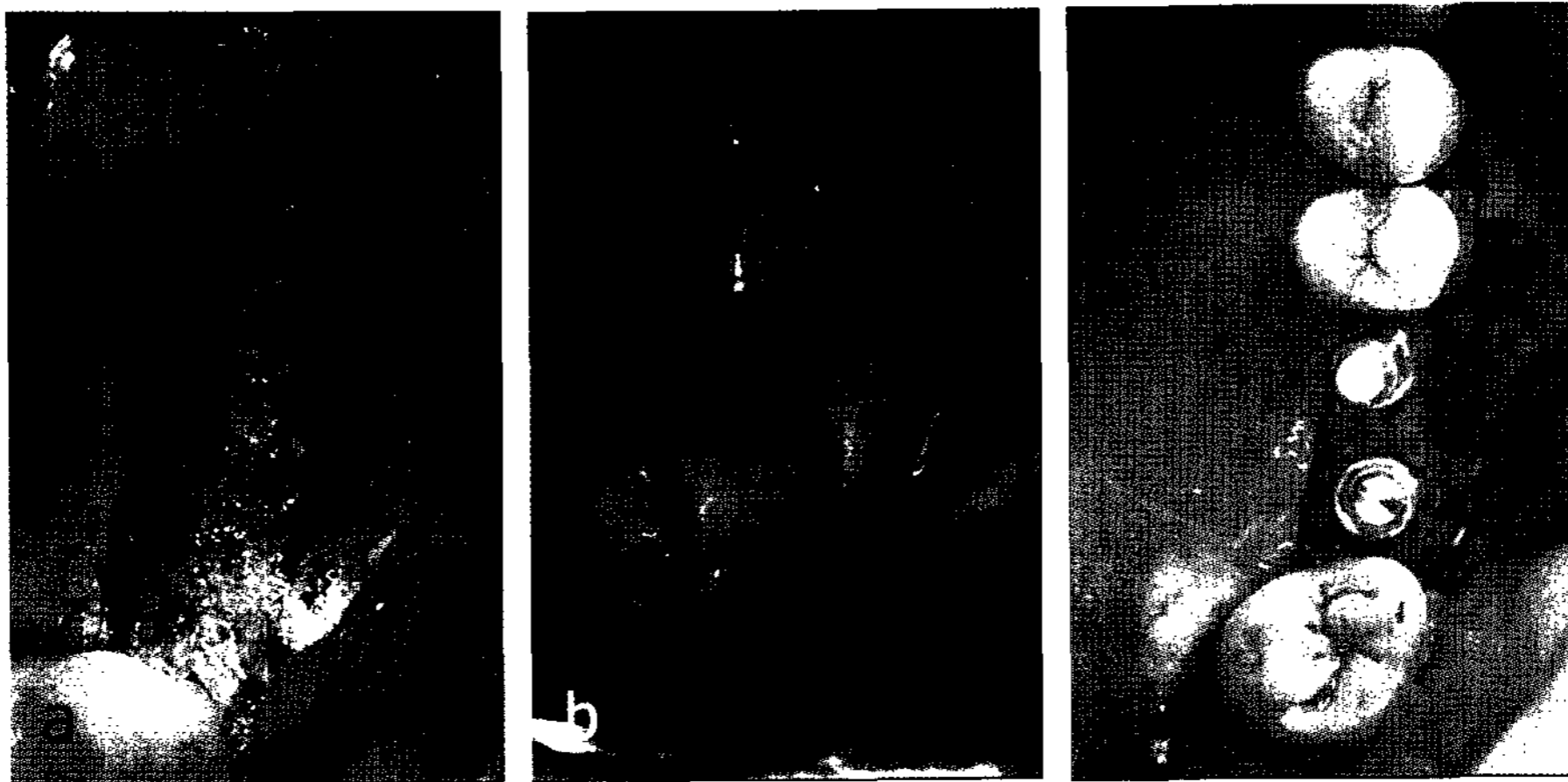


Figure 5. 임플란트 식립시 소견 (a) Case 1: MBCP를 이식재로 사용한 환자 소견 (b) Case 2: MBCP와 ICB를 50:50으로 혼합하여 사용한 환자 소견 (c) Case 3: MBCP와 자가골을 80:20으로 혼합하여 사용한 환자 소견

III. 연구성적

1. 임상소견

세 환자 모두 상악동 거상술이 시행된 부위는 정상적인 치유과정을 보였으며 감염, 상악동염, 심한 상악동막 천공과 같이 임플란트의 예후에 영향을 미칠 수 있는 합병증은 발생하지 않았다. 임플란트 식립시, 이식재를 상악동 내에 충전하기 위해 형성되었던 외측창 부위는 주변골과 자연스러운 이행을 보였으며 외측창 골절제술을 시행한 변연은 확실히 구분하기 어려웠다(Figure 5). 세 환자 모두에서 임플란트 식립시 훌륭한 1차 고정을 얻어 식립과 동시에

healing abutment를 연결하였다.

술후 약 6개월 후 보철물을 연결하였으며, 세 환자 모두 정상적인 방사선 소견을 보이고 있다(Figure 6). MBCP를 이식재로 사용한 환자(Case 1)에서 변연골의 흡수를 보이고 있으나 이는 사용한 임플란트(TiUnite™, Nobel Biocare, Göteborg, Sweden)의 특징적인 소견으로 정상적인 골 반응이라고 사료된다.

2. 조직학적, 조직계측학적 소견

조직 시편을 광학현미경으로 관찰하였을 때 이식재의 흡수를 동반한 신생골의 형성을 관찰할 수 있



Figure 6. 부하를 가한 후의 방사선 소견, (a) Case 1: MBCP를 이식재로 사용한 환자 소견 (부하 후 2개월 경과) (b) Case 2: MBCP와 ICB를 50:50으로 혼합하여 사용한 환자 소견 (부하 후 4개월 경과) (c) Case 3: MBCP와 자가골을 80:20으로 혼합하여 사용한 환자 소견 (부하 후 6개월 경과)

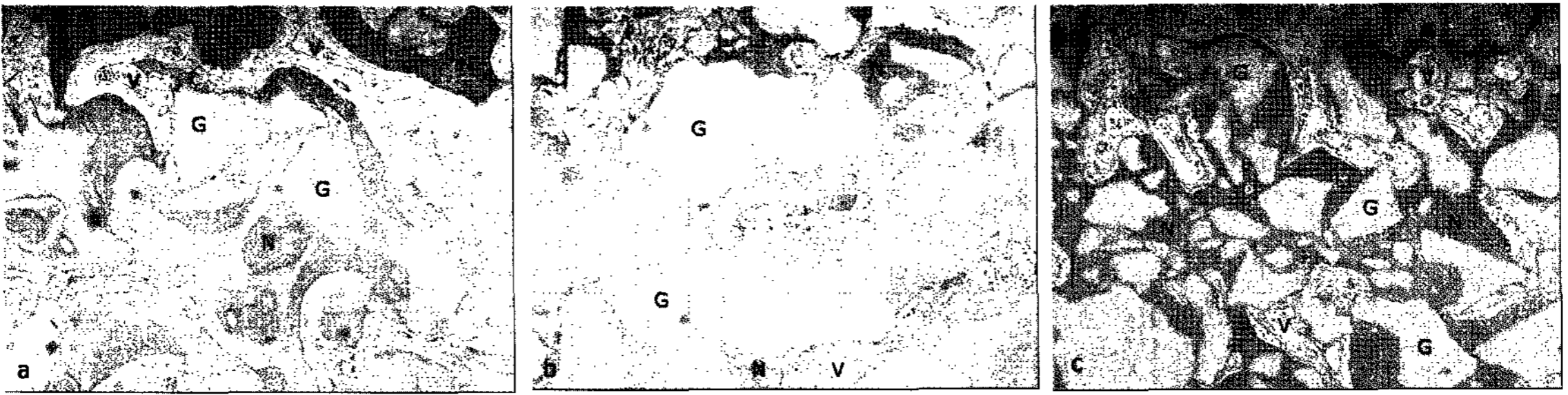


Figure 7. 조직 소견: 남아 있는 MBCP particle(G)이 신생골(N)에 파묻혀 있는 양상을 보이며, 신생조직은 풍부한 혈관(V)과 성긴 결체조직으로 구성되어 있다. (a) Case 1: MBCP를 이식재로 사용한 환자의 조직소견 (b) Case 2: MBCP와 ICB를 50:50으로 혼합하여 사용한 환자의 조직소견 (c) Case 3: MBCP와 자가골을 80:20으로 혼합하여 사용한 환자의 조직소견 (X100)

었다. 이식재와 신생골은 서로 긴밀한 접촉 관계를 보이고 있었으며, 대부분의 MBCP 이식재 입자들은 신생골을 포함한 신생 조직 내에 파묻혀 있는 양상이었다(Figure 7). 신생골에서는 신생골의 특징이라 할 수 있는 골소와(lacunae)내의 골세포를 관찰할 수 있었으며, 신생골의 골수강은 풍부한 혈관조직으로 구성된 신생결합조직으로 구성되어 있었다. 신생 조직내에서는 중성구나 대식세포와 같은 염증 세포들은 관찰할 수 없었으며 이식재에 대한 거부반응 역시 관찰할 수 없었다.

MBCP 이식재 입자는 연보라색으로 관찰되며 신생혈관과 신생골이 관통 혹은 침습하는 양상으로 보였는데, 이는 MBCP의 골전도성을 보여 준다고 할 수 있다. 강화대 소견에서는 MBCP 이식재 입자와 신생골 간의 접촉면이 매우 불규칙적인 것을 관찰할

수 있는데, 이는 이식재의 흡수와 신생골의 형성이 동시에 일어나고 있음을 미루어 짐작케 한다(Figure 8). 그러나, 이러한 관찰과 추정에도 불구하고, 광학 현미경 하에서는 6개월 이상의 시간이 경과한 후 채득한 조직시편에서 여전히 MBCP 이식재가 상당량 발견되는 것으로 미루어 MBCP가 느리게 흡수된다는 사실만 확인할 수 있을 뿐, 골유도능이나 파골활성이 있는지에 대해서는 판단을 내리기 어렵다.

두 번째 환자에서 MBCP와 함께 사용된 골이식재인 ICB는 신생골과 유사한 색으로 관찰되나 골소와가 비어 있어 신생골과 명확히 구분할 수 있으며, 신생골과 비교하였을 때 reversal line이나 basophilic line이 불명확하였다(Figure 9).

조직계측 결과는 Table 1에 요약되어 있다. 신생골은 Case 1, 2, 3에서 각각 25.37%, 26.74%,

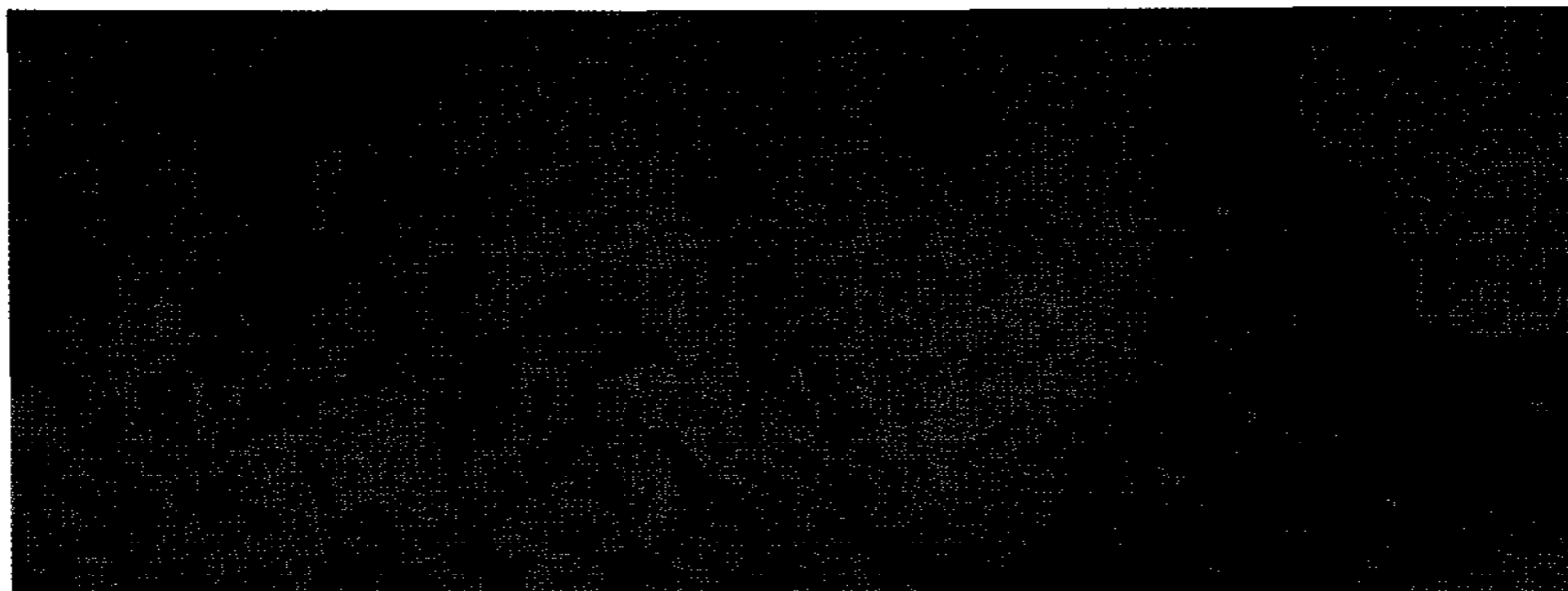


Figure 8. Case 3: MBCP와 자가골을 80:20으로 혼합하여 사용한 환자의 조직소견 (a) 남아 있는 MBCP particle(CT)의 표면이 신생골(N)에 의해 침습되는 듯한 소견을 보인다(X100). (b) (a)의 확대 소견, MBCP particle과 신생골 간의 접촉면이 매우 불규칙적인 소견을 보인다 (arrow head)(X400).

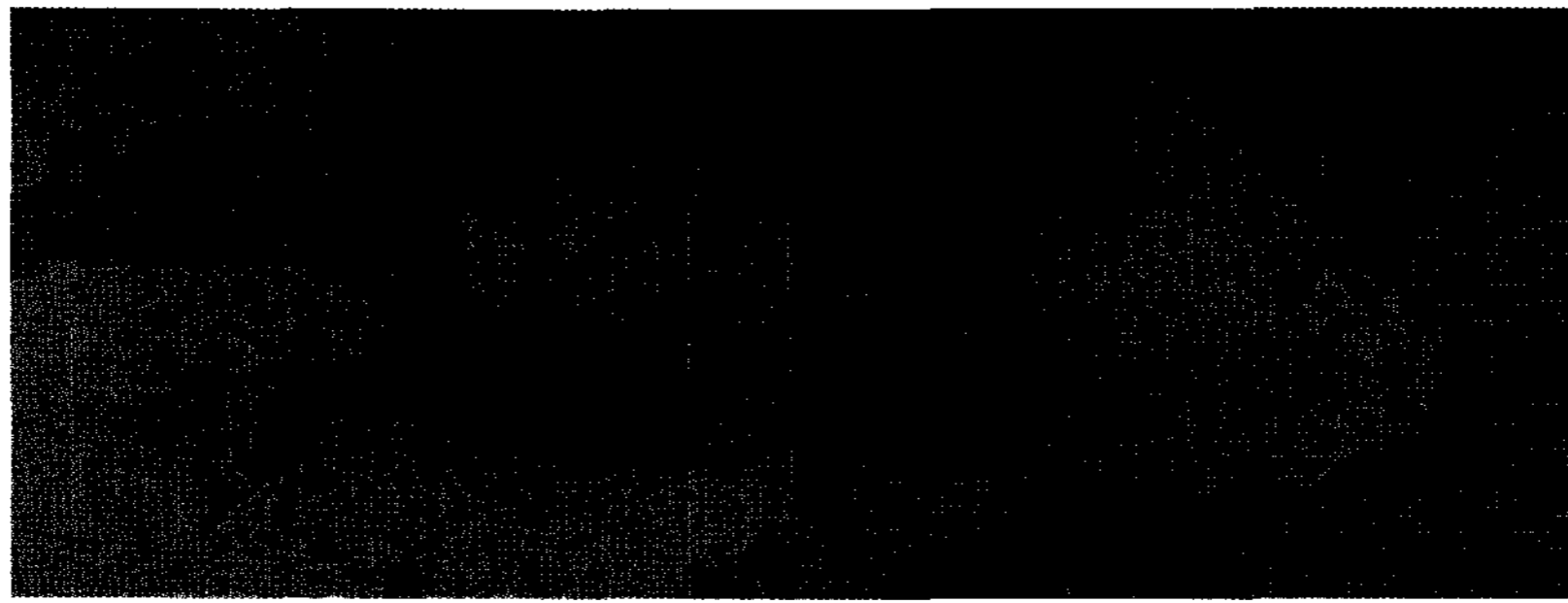


Figure 9. Case 2: MBCP와 ICB를 50:50으로 혼합하여 사용한 환자의 조직소견. (a) ICB는 신생골과 유사한 색을 띄고 있으나 신생골과 달리 비어있는 골소와가 특징이며 신생골에 의해 둘러싸여 있고 그 경계는 뚜렷하다(arrow)(X100). (b) (a)의 확대 소견, 조골세포가 즐지어 있는 양상(arrow head)이 관찰되며, 신생골 내의 골소와에서는 골세포가 관찰된다(arrow) (X400).

Table 1. 조직계측결과

	MBCP particle surface	New bone surface	Soft tissue & marrow surface
Case 1(MBCP only)	15.16%	25.37%	59.47%
Case 2(MBCP+ICB)	5.04%	28.76%	66.20%
Case 3(MBCP+Auto)	5.04%	26.74%	68.24%

28.76%로 계측되었으며 흡수되지 않고 남아있는 MBCP 입자는 15.16%, 5.04%, 5.04%로 계측되었다. 신생골의 비율은 세 명의 환자에서 큰 차이를 보이지 않았으나, 흡수되지 않고 남아있는 MBCP 입자의 경우 MBCP 만을 사용한 첫 번째 환자에서 가장 비율이 컸다.

IV. 총괄 및 고찰

상악구치부 골소실이 심하였거나 상악동의 함기화가 심한 경우 골량이 불충분하여 임플란트 식립에 장애로 작용하게 되는데, 이런 경우 상악동 증대술이 요구된다. 1996년 The Academy of Osseointegration Sinus Consensus Conference에서 골이식재로는 자가골이 상악동 증대술에 적합하다고 증명한 바 있으며 더 나아가 동종골, 이종골, 합성골 등도 상악동 증대술에 사용할 수 있으나 더 많은 연구가 필요하다고 언급한 바 있다¹⁹⁾. 자가골은 탁월한 골형성능, 조직학적 적합성 등 많은 장점을 갖고 있으나, 자가

골을 채득하기 위한 제2의 수술이 불가피한 점, 구강 내에서는 충분한 양의 자가골을 얻기 어려운 점 등이 그 한계로 지적되고 있다^{20),21)}. 이를 극복하기 위해 다양한 종류의 동종골, 이종골, 합성골 등이 소개되어 왔는데 이들의 골형성능에 대해서는 논란이 많으며, 상악동 거상술에 사용되었을 때 어떤 종류의 골이식재를 사용하는 것이 최상의 결과를 낼 수 있을지에 대해서도 논쟁의 여지가 있다.

최근, Bovine hydroxyapatite를 상악동 증대술에 사용한 많은 연구 결과를 볼 수가 있는데^{10),15),16),19),22),23),24),25),26),27),28)}, 이 이종골 이식재는 인체의 경조직에 훌륭한 조직적합성을 가지며, 조직학적 및 조직계측학적 연구에서 좋은 결과를 보여주고 있다^{6),10),16),23),25)}. 그러나, 이 이식재는 흡수속도가 매우 느리다는 특성 때문에, 신생골 재생을 위한 골격 제공에는 탁월한 효과를 낼 수 있으나 반면 빠른 골대체에는 부적합하다는 단점을 지니고 있다^{7),11)}.

본 증례보고에서 사용된 MBCP는 이식재의 흡수와 신생골의 성장을, 생물학적 활성도가 낮고 안정

적인 HA와 반대로 활성도가 높은 재료로 알려진 β -TCP을 적절한 비율로 혼합함으로써 생산된 합성골으로써, 인체 내에서 골이식재의 점진적인 흡수와 함께 칼슘, 인 이온의 방출이 신생골 성장의 씨앗으로 작용하게 할 수 있다고 보고되고 있다⁷⁾.

합성골 단독으로 사용되었을 때 임플란트 식립시 충분한 고정을 얻을 수 있을 정도의 신생골 형성이 가능한 지에 대해서는 논란이 있어 왔으나, 세 증례에서는 fixture 식립 후 healing abutment 혹은 healing cap을 바로 장착하여 구강 내 노출이 가능할 정도의 훌륭한 고정을 얻을 수 있었다. 물론, 식립시 골질은 상악 구치부에서 예상할 수 있을 정도로 soft하였으므로, 정상 직경의 drill보다 작은 직경의 drill을 final drill로 사용하거나 osteotome을 사용하여 bone compaction을 시행하는 등, 식립 방법에 수정을 가하였다.

Merkx등(2003)²⁹⁾도 자가골을 상악동 증대술에 사용했을 때 4~6개월 경과시에는 합성골만을 사용한 경우보다 신생골의 양이 더 많았으나 치유기간을 더 길게 두었을 시에는 합성골을 이용한 경우에도 자가골을 이용한 경우만큼 신생골의 양이 증가함을 보였다. 특히 Tadjodin등(2000)²⁶⁾은 10명의 환자에서 자가골과 합성골을 혼합한 실험군과 자가골만 사용한 대조군을 비교하였는데 술 후 16개월 쯤의 신생골 양은 차이가 없었다. 또한 Froum 등(1998)²³⁾, Hising 등(2001)³⁰⁾, Hallman 등(2002)¹⁶⁾도 이종골이나 합성골을 자가골을 혼합하거나 혼합하지 않고 단독으로 상악동 증대술에 사용하여 결과를 비교하였는데, 최종적으로 임플란트의 생존률에서는 통계적으로 유의성 있는 차이를 보이지 않았고, 조직계측학적으로도 신생골의 양이 유사했음을 보인 바 있다.

본 증례보고에서도 골형성능 혹은 골형성유도능이 있는 것으로 알려진 자가골과 ICB를 각각 두 번째 환자와 세 번째 환자에 MBCP와 혼합하여 사용하였으나 조직학적, 조직계측학적 평가에서 혼합여부와 관계없이 신생골이 발견되었으며 이들의 양 역시 세 환자 사이에 큰 차이를 보이지 않았다.

다만, 위에서 언급된 여러 연구에서도 자가골 혼합 이식이 합성골 혹은 이종골의 단독 이식시보다 신생골 성장 속도가 더 빠를 것이라는 의견을 내고 있어 임플란트의 생존률이나 충분한 양의 신생골 형성 뿐 아니라, 빠른 시일 내에 임플란트 식립을 위한 환경을 만들어 주는 것 또한 관건이라 할 수 있는 상악동 증대술에서 합성골, 이종골의 단독 이식 시에는 잔존골의 높이 및 골질의 평가 등을 통해 적절한 임플란트 식립 시기 및 loading 시기를 결정하는 것 또한 임상적으로 중요하리라 생각된다.

본 증례보고는 증례 수의 부족함과 치유기간의 차이 등으로 비교시 어려움이 있었으나 언급한 바대로 골이식재의 흡수와 동시에 신생골 형성을 관찰할 수 있었으며 보다 장기적인 관찰과 증례 수의 증가, 골재생 정도를 객관적으로 평가할 수 있는 기준이 필요하리라 사료된다.

V. 결 론

본 증례보고는 HA와 β -TCP를 혼합하여 제작된 합성골 이식재인 MBCP를 사용한 상악동 증대술에 대한 임상적, 조직학적, 조직계측학적 평가를 목적으로 하였다. 상악 구치부 잔존치조제의 높이가 5mm 미만으로 임플란트의 즉시 식립이 불가능한 3명의 건강한 성인 환자를 대상으로 하여 첫 번째 환자(case 1)에서는 MBCP만을 단독으로 사용하였고 두 번째 환자(case 2)에서는 골유도능이 있는 것으로 여겨지는 동종골 이식재인 ICB를 MBCP와 50:50의 부피비로 혼합하여 사용하였으며 세 번째 환자(case 3)에서는 하악지 부분에서 자가골을 채취하여 MBCP와 약 20:80의 부피비로 혼합하여 사용하였다. 세 환자는 6~10개월의 치유기간을 거친 뒤 임플란트 식립을 위한 1차 수술을 시행했으며 이 때 외측창골절제술을 시행한 부위에서 채득한 골조직을 이용하여 조직학적으로 평가하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 세 환자에서 모두 임플란트 식립시 훌륭한 초

기 고정을 얻을 수 있었으며, 외측창 골절제술을 시행한 부위는 외측창의 경계를 구분하기 어려울 정도로 혼화가 잘 일어났음이 관찰되었다.

2. 신생골조직은 MBCP 입자들과 긴밀한 접촉을 하고 있으며, 그 경계가 불규칙한 것으로 미루어 이식재의 흡수와 신생골 침착이 동시에 일어나는 것으로 생각할 수 있다.
3. 신생골 조직 외에도 결합조직 내에서 신생혈관과 다량의 콜라겐 섬유조직이 관찰되었다.
4. 신생골의 양은 세 환자에서 유사하게 측정되었으며, 잔존하는 MBCP 입자의 양은 MBCP만을 사용한 첫 번째 환자에서 가장 크게 측정되었다.

이상의 결론으로부터 합성골 이식재인 MBCP를 사용한 상악동 증대술은 골유도능 혹은 골재생능을 가진 자가골이나 동종골과 굳이 혼합하지 않더라도 임상적, 조직학적으로 유사한 결과를 낼 수 있으리라 예견할 수 있다.

VI. 참고문헌

1. Boyne PJ, James RA. Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *J Oral Surgery*. 38;613-616, 1980.
2. Tatum H. Maxillary and sinus implant reconstruction. *Dent Clin North Am* 30;207-229, 1986.
3. Wood RM, Moore DL. Grafting of the maxillary sinus with intraorally harvested autogenous bone prior to implant placement. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 3;209-214, 1988.
4. Block MS, Kent JN. Sinus augmentation for dental implants: The use of autogenous bone. *J Oral Maxillofac Surg*. 52;332-333, 1997.
5. Momtaheni DM, Schweizer K, Muenchinger F. Technique for stabilization of autogenous cancellus bone grafts in sinus lift procedures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 78;14-16, 1994.
6. Moy PK. Maxillary sinus augmentation. Histomorphometric analysis of graft material for maxillary sinus floor augmentation. *J Oral Maxillofac Surg*. 51;857-862, 1993.
7. Daculsi G, LeGeros RZ, Nery E, Lynch, Kerebel B. Transformation of biphasic calcium phosphate ceramics in vivo: Ultrastructural and physicochemical characterization. *J Biomed Mater Res*. 23; 883- 894, 1989.
8. Daculsi G, Passuti N, Martin S, Deudon C, Legeros Rz, Raheer S. Macroporous calcium phosphate ceramic for long bone surgery in human and dogs. Clinical and histologic study. *J Biomed Mater Res* 24;379-396, 1990.
9. Gauthier O, Bouler JM, Agaudo E, Pilet P, Daculsi G. Macroporous biphasic calcium phosphate ceramics: influence of macropore diameter and macroporosity percentage on bone ingrowth. *Biomaterials* 19;133-139, 1998.
10. Karabuda C, Odzemir O, Tosun T, Anil A, Olgaç V. Histologic and clinical evaluation of 3 different grafting materials for sinus lifting procedure based on 8 cases. *J periodontol*. 72;1436-1442, 2001.
11. Nery EB, LeGeros RZ, Lynch KL, Lee K. Tissue response to biphasic calcium phosphate ceramic with different ratios of HA/ β -TCP in periodontal osseous defects. *J Periodontol* 63;729-735, 1992.
12. Yamada S, Heymann D, Bouler JM, Daculsi G. Osteoclastic resorption of calcium phos-

- phate ceramics with different hydroxyapatite/beta-tricalcium phosphate ratios. *J Biomed Mater Res*. 37;346–52, 1997
13. Klein CPAT, Driessen AA, De Groot K. Biodegradation behavior of various calcium phosphate materials in bone tissue. *J Biomed Mater Res*. 17;769–784, 1983.
 14. Szabo G, Hyus L, Coulthard P, Maiorana C, Garagiola U, Barabas J, Nemeth Z, Hrabak K, Suba Z. A prospective multicenter randomized clinical trial of autogenous bone versus beta-tricalcium phosphate graft alone for bilateral sinus elevation: histologic and histomorphometric evaluation. *Int J Oral Maxillofac Implants*. May–Jun; 20(3):371–81, 2005.
 15. Hallman M, Cederlund A, Lindskog S, Lundgren S, Sennerby L. A clinical, histologic study for bovine hydroxyapatite in combination with autogenous bone and fibrin glue for maxillary sinus floor augmentation. *Clin Oral Impl Res* 12;135–143, 2001.
 16. 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* 17;635–643, 2002.
 17. Hallman M, Sennerby L, Zetterqvist L, Lundgren S. A 3-year prospective follow-up study of implant-supported fixed prostheses in patients subjected to maxillary sinus floor augmentation with a 80:20 mixture of deproteinized bovine bone and autogenous bone. Clinical, Radiographic and resonance frequency analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg* 34;273–280, 2005.
 18. Zitzmann NU, Schärer 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* 85;8–17, 1998.
 19. Wallace SS, Froum SJ. Effect of maxillary sinus augmentation on the survival of endosseous dental implants. A systematic review. *Ann Periodontol* 8;328–343, 2003.
 20. Lauri SWS, Kaban LB, Muliken JB, Murray JE. Donor site morbidity after harvesting rib and iliac bone. *Plastic and Reconstructive Surg*. 73;933–938, 1984.
 21. Sommers BN, Eisenstein SM. Donor site pain from the ileum: a complication of lumbar spine fusion. *J Bone Joint Surg Br* 71–B;677–680, 1984.
 22. Armand S, Kirsch A, Sergent C, Kemoun P, Brunel G. Radiographic and histologic evaluation of a sinus augmentation with composite bone graft: A clinical case report *J Periodontol* 73;1082–1088, 2002.
 23. Froum SJ, Tarnow DP, Wallace SS, Rohrer MC, Cho SC. Sinus floor elevation using anorganic bovine bone matrix(Osteograft/N) with and without autogenous bone: A clinical, histologic, radiographic, and histomorphometric analysis—Part 2 of an ongoing prospective Study. *Int J Periodont Rest Dent* 18;529–543, 1998.
 24. Hatano N, et al. A Clinical long-term radiographic evaluation of graft height changes after maxillary sinus floor augmentation with a 2:1 autogenous bone/xenograft mixture and simultaneous placement of dental implants. *Clin Oral Impl Res* 15;339–345, 2004.
 25. Mangano C, Bartolucci EG, Mazzocco C. A new porous hydroxyapatite for promotion of

- bone regeneration in maxillary sinus augmentation: clinical and histologic study in humans. *Int J Oral Maxillofac Implants* 18;23–30, 2003.
3. Tadjoeidin ES, De Lange GL, Holzmann PJ, Kuiper L, Burger EH. Histological observations on biopsies harvested following sinus floor elevation using a bioactive glass material of narrow size range. *Clin Oral Impl Res*. 11;334–344, 2000.
 7. Tadjoeidin ES, DE Lange GL, Lyaruru DM, Kuiper L, Burger EH. High concentration of bioactive glass material (BioGran) vs. autogenous bone for sinus floor elevations: Histomorphometrical observations on three split mouth clinical cases. *Clin Oral Impl Res*. 13;428–436, 2002.
 28. Yildirim M, Spiekermann H, Biesterfeld S, Edelhoff D. Maxillary sinus augmentation using xenogenic bone substitute material Bio-Oss in combination with venous blood: A histologic and histomorphometric study in humans *Clin Oral Impl Res* 11;217–229, 2000.
 29. Merckx MA, Maltha JC, Stoelinga PJ. Assessment of the value of anorganic bone additives in sinus floor augmentation: a review of clinical reports. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2003 Feb;32(1):1–6.
 30. Hising P, Bolin A, Branting C. Reconstruction of severely resorbed alveolar ridge crests with dental implants using a bovine bone mineral for augmentation. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2001 Jan–Feb; 16(1):90–7.

Maxillary Sinus Augmentation Using Macroporous Biphasic Calcium Phosphate (MBCPTM) : Three Case Report With Histologic Evaluation

Ji-Hyun Lee, Ui-Won Jung, Chang-Sung Kim, Seong-Ho Choi, Kyoo-Sung Cho

Department of Periodontology, Research Institute of Periodontal Regeneration, College of Dentistry, Yonsei University, Seoul, Korea

Background

Several bone grafting materials have been used in sinus augmentation procedures. Macroporous Biphasic Calcium Phosphate(MBCPTM) consists of the mixture of 60% HA and 40% β -TCP. Therefore, it can provide good scaffold for the new bone to grow owing to HA, in the other hand, it can have bioactivity for bone remodeling owing to β -TCP. The purpose of this study was to evaluate bone formation following maxillary sinus augmentation using MBCPTM by means of histologic analysis.

Material and Method

MBCPTM was placed as a primary bone substitute for maxillary sinus augmentation. Three patients were selected after evaluation of their medical dental examination. MBCPTM only, MBCPTM combined with Irradicated cancellous bone and MBCPTM combined with autogenous bone were used for each patient. After about eight months, bone biopsies were harvested for histologic evaluation and fixtures installed.

Results

Eight months after surgery we observed new vital bone surrounding MBCPTM particle and the amount of new bone was about 30% even though there were discrepancies between specimens. This case report documents that MBCPTM when used as a grafting material for sinus floor augmentation whether combined other bone graft material or not, may lead to the predictable results for dental implants on posterior maxillary area with insufficient vertical height for fixture installation.