

β -TCP를 이용한 상악동 점막거상술
Sinus augmentation with β -TCP

황경균, 심광섭

한양대학교 의과대학 치과학교실 구강악안면외과

Reprint requests

Kyung-Gyun Hwang D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Division of Oral & Maxillofacial Surgery,

Department of Dentistry

College of Medicine, Hanyang University

#17, Haengdang-Dong, Seongdong-Gu, Seoul, 133-792, Korea

Tel : 02-2290-8671, 8676

Fax : 02-2290-8678

E-mail : hkg@hanyang.ac.kr

- Abstract -

Sinus augmentation with β -TCP

Kyung-Gyun Hwang, Kwang-Sup Shim

*Division of Oral & Maxillofacial Surgery,
Department of Dentistry, College of Medicine, Hanyang University*

Sinus floor augmentation has been proven an effective treatment procedure to increase bone volume in the posterior edentulous maxilla. Autogenous bone considered to be the best material for reconstructive bone surgery and has been successfully used as a graft material to augment posterior maxilla. However, the collection of autogenous bone required extra risks for morbidity and complaints. So, various bone graft materials included β -tricalcium phosphate(β -TCP) has been introduced for replacing the autogenous bone. The objective of this clinical study was to determine the predictability of endosseous implant placed in a maxillary sinus with β -TCP grafting.

We performed sinus elevation with β -TCP to install the implant in the 10 maxillary cases. The prosthetic procedure was performed 6-9 months after. The implant-prosthetics was checked about 1 year. We checked the implant and measured the maximum bite force to evaluate the function of the implant.

There was not observed the specific problem and complication in dental implant and maxillary sinus in the grafted materials. The maximum bite force was 558N in case of natural tooth, 365N in implant without grafting, 318N in implant with β -TCP grafting. There was no significant difference between with and without sinus grafting on maximum bite force($p>0.05$).

As though the long term check-up is needed, the grafting of β -TCP as a osteoconductive materials can expand the volume and induce dense new bone formation in maxillary sinus. So, this short-term results support that β -TCP can be a suitable material for sinus augmentation.

Key words : maxillary sinus, augmentation, bone graft, β -TCP, maximum bite force

I. 서론

상악의 치조골 퇴축이 심한 경우, 임플란트를 이용한 구강기능의 회복은 종종 비강과 상악동이라는 구조물에 의해 제한을 받는다. 특히 상악 구치부 치아상실에 따른 상악동저의 하강(pneumatization)은 잔존 치조골의 높이를 감소시킨다. 잔존 치조골의 감소는 일반보철치료를 이용한 구강기능회복 뿐만아니라, 임플란트를 이용한 구강기능회복을 어렵게 만든다. 상악동저의 하강이 있는 경우, 임플란트를 이용한 구강기능회복을 시행하기 위해서는 잔존 치조골의 높이를 증가시키는 외과적 술식이 시행되어야 한다¹⁻⁵⁾. 상악동저 점막거상술은 상악동저의 점막을 거상 후 골이식을 시행하여, 치조골의 증대를 시키는 외과적 술식으로 Boyne 등이⁶⁾ 처음 소개한 이후 Tatum⁷⁾, Wood등⁸⁾ 에 의해 변형되어 사용되고 있다. 증대된 치조골에 인공치아의 식립은 잔존 치조골의 상태에 따라서 동시에 시행되기도 하고, 골이식을 한 후 일정기간이 지난 다음 시행되기도 한다.

상악동저에 이식하는 골이식 재료로는 악골의 재건에서 Golden standard로 알려져 있는 자가골을 주로 사용하였다. 자가골 이식은 골재생능과 생체적합성 및 면역반응에 유리하지만, 이식골 채취를 위한 부가적인 수술과 감염 및 이식골의 흡수가 발생할 수 있으므로, 최근에는 자가골 대신 동종골, 이종골 또는 생체 친화성이 우수한 골대체재료를 많이 사용한다⁹⁻¹¹⁾. 하지만, 동종골, 이종골은 후천성 면역결핍증후군의 발생, 오염된 혈액과 조직을 통한 전염, 다른 종으로부터 질병의 전염의 위험 가능성이 제기되고 있다. 그래서 최근 생체 친화성이 우수한 수산화인회석, 생체유리, 생체도재, polymer등의 합성 골대체재료가 연구, 개발되고, 임상에서 사용되어지고 있다⁴⁾.

인공 골대체재료로는 Calcium-sulfate이 처음 사용되었으나, 조기에 흡수됨으로 해서 충분한 골성장을 유도하지 못하였다. 이후 골과 유사한 구조를 가진 HA, 생체유리, 생체도재등이 인공골재료로 소개되어 왔다. 생체 내에 존재하는 수산화인회석은 결정의 표면에 존재하는 이온의 구조로 인해서 순수한 수산화인회석과는 달리 반응성이 높다고 보고 되고 있어, 최근 생체 내에서 반응성이 높은 수산화인회석이나 생체 도재등에 대한 연구가 활발하다. 이 중 β -TCP는 혈액이나 조직을 매개로하는 감염으로부터 위험성을 제거할 수 있는 무균의 인공 생체친화성 골대체재료이다. β -TCP는 미세기공으로 연결된 생체활성 재료로 HA보다 높은 용해도를 보이며, 다른 calcium phosphate ceramics보다 빠른 흡수를 보이고, 골형성을 촉진하는 한편 용출, 흡수의 과정을 거쳐 자가골로 치환될 수 있고 보고 되고 있다¹²⁾.

골내 임플란트의 안정성과 골유착은 저작과 기능시 발생하는 임플란트와 조직계면에서의 하중의 분산에 중요한 역할을 한다. 임플란트의 안정성과 골유착에 대한 임상적 측정방법은 타진반응, 방사선사진, Periotest, 공명주파수, 최대 교합력을 이용한 측정방법이 소개되고

있다¹³⁾. 이 중 최대 교합력(maximum bite force)은 저작기능의 한 척도로 치의학 영역에 많이 사용되고 있다¹⁴⁻¹⁷⁾. 임플란트의 최대 교합력을 측정함으로써 단순한 임플란트의 골유착정도가 아니라, 저작 시 임플란트의 임상적 상태와 예후를 평가할 수 있을 것이다.

따라서 본 논문은 상악구치부에 상악동 점막거상술을 시행과 β -TCP 이식한 후 임플란트를 식립한 환자의 인공치아에서의 최대 교합력을 자연치와 상악동저 점막거상술을 시행하지 않은 환자의 인공치아의 최대 교합력과 비교함으로써, β -TCP가 상악동저 점막거상술시 골 대체재료로서의 임상적 이용가능성을 알아보고자 하였다.

II. 연구재료 및 방법

1. 환자 분포

상악 구치부의 결손으로 임플란트 식립을 위해 내원한 환자 중 상악동저 잔존치조골 양이 4-6mm인 환자에서 상악동저 점막거상술과 β -TCP 이식을 시행하고, 임플란트를 식립하였다. 식립된 임플란트 종류와 환자의 연령은 다음과 같다(Table 1).

2. 수술방법

후상치조신경 및 비구개신경의 전달마취와 구개측 점막에 침윤마취를 시행하였다. 치조정 절개를 시행하였다. 이 때 전방은 상악동 전방 변연보다 앞쪽에 위치시키고, 후방은 상악결절의 후연에 위치시킨다. 상악결절부의 접근 및 시야를 용이하게 하고, 구조물의 노출을 위해 상악결절부에 긴장완화 절개를 시행하였다. 전방의 수직 긴장완화 절개는 상악동의 전방 벽에서 적어도 10mm 전방에 형성하였다. 전층의 골점막피판을 박리함으로써 상악의 외측벽과 관골의 일부를 노출시켰다. 외측 접근골창의 형성은 소독된 생리식염수로 충분히 냉각하면서 회전기구를 이용하여 원형으로 시행하였다. 외측접근창의 상연은 연조직 견인 상연의 5 mm하방에서 시행하였고, 하연은 상악동저에서 최소한 2-3 mm정도 상방에 형성을 하였다. 원형으로 형성된 외측 접근골창과 점막을 조심스럽게 분리시켰다. 골막 기저 혹은 부비동 점막기저를 하방연을 따라 외측 접근창내로 넣어서 점막이 천공되지 않도록 거상을 시행하였다. 상악동저의 내측에 충분한 이식골의 충전 을 위해서 내측에 β -TCP를 충분히 충전한 다음 인공치아를 식립하였다(Fig. 1, 2). 인공치아의 협측부위의 빈공간에 충분한 양의 β -TCP를 충전하였다. 봉합은 3-0 혹은 4-0의 vicryl을 이용하여 장력이 없게 봉합하였고, 인공치아의 healing cap은 구강 내에 노출시켰다(Fig. 3). 환자를 술후 1개월, 3개월, 6개월, 9개월에 follow-up후 파노라마를 촬영 후 이식골 상태를 관찰하였고(Fig. 4), 보철물은 6-9개월 사이에 시행하였다.

3. 교합력측정

β -TCP를 이용한 상악동저 점막거상술 식립된 인공치아의 저작기능을 평가하기 위하여 교합력 측정기 GM 10[®] (Nagano Keiki Co., Japan)을 사용하였다(Fig 5). 최대교합력 측정은 다음과 같이 세군으로 나누어 측정하였다. 보철물이 존재하지 않은 건강한 성인의 구치부를 Group 1로, 상악 구치의 가용골의 높이가 충분하여 상악동저에 골이식 없이 임플란트를 식립한 환자의 인공치아를 Group 2, β -TCP를 이용한 상악동저 점막거상술을 시행한 환자의 인공치아를 Group 3으로 분류하였다. 세군에서 각각 측정된 최대교합력의 평균값을 비교하기 위해서 SPSS을 이용하여, One-way ANOVA(p=0.05)를 시행하였다.

III. 연구 성적 및 결과

1) 임상 결과

총 11명의 환자에서 β -TCP를 이용하여 상악동저 점막거상술과 동시에 골이식을 하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 증례 2의 경우는 상악동저 치조골의 높이가 2mm 정도로 일차로 점막거상과 골이식을 시행하였고, 9개월 이후에 임프란트를 식립하였다. 이식된 β -TCP에 감염소견은 없었고, 상악동내의 합병증은 발견되지 않았다. 이 경우는 다시 6개월 후 이차 수술을 시행하고 보철물을 장착하였다. 증례 9의 경우는 #26번 위치의 임프란트는 수술 당시 골의 치유가 완전하지 못해서 #27번에만 임프란트 시행하고, 9개월 이후 #26부위에 임프란트를 식립하여, 총 15개월이후에 보철물 장착을 시행하였다(Table 1).

2) 최대교합력 측정

치주질환에 이완되지 않은 건강한 성인의 상악구치는 평균 연령이 45.6세인 총 70명에서 측정하였다. Group 1의 최대교합력은 평균 558 ± 20.6 N으로 세군 중에서 높은 수치를 보였다. 상악의 가용골의 상태가 좋아서 10-12mm 임프란트를 골이식이나 상악동저 점막거상술 없이 식립한 평균 연령 48.5세의 11명의 환자를 대상으로 분류된 Group 2의 최대교합력은 365 ± 12.7 N으로 Group 1보다는 낮은 수치를 보였다. 상악구치부위에 상악동저 점막거상술을 시행하고, β -TCP를 단독으로 이용하여 임프란트를 식립하고 보철물을 시행한 평균연령 49.8세 9명의 환자에서 최대교합력은 318 ± 20.4 N로 세군 중에서 가장 낮은 수치가 관찰되었다(Table 2). 이 중에서 1군과 2,3군의 최대교합력은 유의할 만한 차이를 보였지만($p < 0.05$), 2군과 3군의 최대교합력의 차이는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$).

IV. 총괄 및 고찰

인공치아를 식립하기 위한 골이식재료로 널리 사용되고 있는 것은 자가골이다. 자가골은 다른 골대체재료에 비해 이식편에 살아있는 조골세포 및 전구조골간엽세포가 많아 골형성기전에 의해 치유가 되고, 면역학적 거부반응이나 질환의 전파의 우려가 없다. 하지만, 자가골 이식은 공여골 채취를 위한 부가적인 수술과 감염 및 공여할 수 있는 골의 양에 있어서 한계가 있다¹⁸⁻¹⁹⁾. 그러므로, 최근에는 자가골 대신 동종골, 이종골이나 생체 친화성이 우수한 골대체재료를 많이 사용한다. 동종골과 이종골은 현재 임상에서 많이 사용되고 있지만, 감염, HIV등의 전염성 질환을 완전히 배제하지 못한다는 단점을 갖고 있어, 많은 나라에서는 사용을 엄격히 규제하고 있는 실정이다. 이로 말미암아 생체친화성이 우수한 수산화인회석, 생체유리, 생체도재, polymer등의 합성 골대체재료들이 개발되고, 실제 임상에서 사용되어지고 있다^{4,20)}. 이 중 β -TCP는 무균의 인공재료로 혈액이나 조직을 매개로하는 감염으로부터 위험성을 제거할 수 있는 생체친화성 골대체재료이다. β -TCP는 미세기공으로 연결된 생체활성 재료로 HA보다 높은 용해도를 보이며, 다른 calcium phosphate ceramics보다 빠른 흡수를 보이고, 골형성을 촉진하는 한편 용출, 흡수의 과정을 거쳐 자가골로 치환될 수 있다고는 보고와 함께 임상에서도 소개되어, 인공치아와 관련된 골이식술을 위한 인공골 대체재료로 최근 사용되어지고 있다²¹⁻²³⁾.

골조직의 60-70%는 무기결정으로 구성되는데, 골의 무기결정은 골의 기계적 강도를 높게 할 뿐만 아니라 생리적으로 조직액 내의 Ca, PO₄ 와 같은 무기이온의 저장고로서 역할을 한다. 골조직의 무기결정은 일반적으로 수산화인회석의 결정구조를 가지고 있다. 하지만 골 결정의 표면에 존재하는 이온의 구조는 순수한 수산화인회석과는 달리 반응성이 매우 높다고 알려져 있다²⁴⁾. 생체 내에 존재하는 수산화인회석과 비슷한 구조를 가지는 인공대골대체 재료를 개발하기 위한 시도는 100년 전에 Calcium-sulfate로 시작되었지만, 조기에 빠른 흡수로 인해서 충분한 골의 성장을 유도하지 못하였다. 이 후 수산화인회석, 생체유리, 생체도재, polymer등에 대한 물리적 화학적 성질을 연구하였으나, 아직까지는 골의 무기결정과 비슷한 물리적 화학적 성질이 비슷한 인공합성물은 소개되지 않고 있다. 골과 유사한 구조를 가진 구조로 HA나 β -TCP등이 소개되고 있지만, 이식 후 이식재료의 흡수 또는 골형성 유도(osteinduction)라는 측면에서는 만족할 만한 결과를 보여주지 못하고 있다²⁵⁻²⁷⁾.

Ducheyne등은 ceramic들이 골로 대체되는 과정을 용해, 침전, 이온 변화, 침착, 화학주성, 세포 부착과 증식, 세포 분화, 세포외 기질 형성라는 기전에 주변 환경 또는 골과 반응한다고 보고하고 있다. Lu 등은 TCP의 생체분해성이 물리적, 화학적인 용해 또는 분해과정을 거치는 단계와 파골세포와 식세포의 분해과정에 의해서 일어나고, 이식초기에는 주로 물리 화학적인 분해과정이 주를 이루고, 후반기로 갈수록 세포와 관련된 형태의 흡수를 보이면

서, 골개조 현상이 일어난다고 보고하였다^{27,28}). Wiltfang등은 α 와 β -TCP의 흡수양상을 살펴본 연구에서 TCP의 흡수양상은 α 와 β 에서 4주에서 비슷하고, 16주에서는 α 형이 70%, β 형이 40% 존재, 68-86주에서는 둘 다 10%이하로 남게 된다는 보고와 함께, 인공치아는 5-6개월 이후에나 식립 하여야 한다고 주장하고 있다²³). 본 교실에서 시행된 동물실험 결과를 보면, 4주에서는 이식된 β -TCP의 흡수나 주변의 골형성은 관찰되지 않았고, 8주나 12주로 갈수록 조골세포들의 활성화 골형성단백질의 활성이 증가하는 것으로 보아서 이식된 β -TCP의 골형성과정은 초기의 물리, 화학적 흡수부터 시작해서 8-12주경에서부터 세포와 관련된 골형성과정이 일어나는 것으로 관찰되었다. β -TCP가 완전히 흡수되는 시기는 Szabo 등은 12-18개월에 완전히 흡수되고 해부학적으로나 기능적으로 골로 대체된다고 한다²⁹). BCP(HA+ β -TCP)의 경우는 BCP(25/75)가 pure한 β -TCP 보다 흡수가 빠르다고 한다.

Misch²⁾는 상악 구치부의 잔존 치조골의 높이가 10mm이하인 경우 상악동저 점막거상술의 적응증이 될 수 있다고 하였으며, 5-8mm인 경우는 상악동저 점막거상술과 동시에 임프란트를 식립할 것을 추천하였고, 4-5mm이하인 경우에는 상악동저 점막거상술을 우선적으로 시행한 후 지연 임프란트 식립술을 추천하였다. Kim³⁰⁾등은 상악의 구치가 심하게 퇴축되어 2-3mm의 잔존 치조골이 남아있는 경우에 장골을 block골 형태로 이식하고, 이식된 골편은 screw로 고정한 후 동시에 임프란트를 식립하여, 좋은 예후를 얻을 수 있었다고 보고하고 있다. 본 교실에서는 상악동저 점막거상술을 이용한 골이식술과 동시에 임프란트를 식립할 수 있는 지는 잔존치조골에서 임프란트의 초기안정을 획득할 수 있는지에 따라 결정하였다. 많은 증례에서 초기 안정을 얻을 수 있는 잔존치조골의 높이는 식립되는 임프란트 fixture의 길이의 1/2정도가 적절한 것으로 관찰되었다. 상악에서는 대부분 10-12mm정도의 임프란트를 식립하므로 잔존치조골이 5-6mm인 경우는 거상술과 동시에 임프란트를 식립하는 것을 추천할 수 있다.

임프란트 식립을 위해 점막을 절개할 때 절개선의 위치에 대해서 Kent 등³¹⁾은 부착치은이 넓은 경우 부착치은과 비부착치은의 경계부에 절개를 시행하고, 부착치은이 좁은 경우에는 치조정 부위에 절개를 시행하거나, 구개측에 절개를 시행할 수 있다고 보고하였다. 일반적으로 상악동저 점막 거상술과 골이식술을 동시에 시행할 경우에는 구개측 절개를 시행하여 식립된 임프란트와 이식된 골을 완전 피개하여 구강내로 노출되지 않도록 하였다. 본 교실에서는 잔존치조골의 높이가 5mm전후인 경우에는 치조정 부위에서 절개를 시행하였고, 임프란트를 동시에 식립하여 1회법으로 fixture를 노출시키는 방법을 사용하였다. 피관은 4-5mm정도의 잔존 치조골에 의해 지지되고, 상악동에 이식된 골을 완전히 피개할 수 있어, 술 후 이식재료의 노출이나 이식골부의 감염 증상은 발생하지 않았다. 잔존치조골의 골량이 5mm정도일 경우에 치조정 절개를 시행하고, 구개측 피관을 적게 박리를 하면 치조골

부위의 혈액공급을 충분하게 이곳에 피관이 놓여진다면 충분히 치유가 될 수 있으므로, 1회법의 방법을 사용하여 수술의 횟수도 줄이고, 정기적으로 임프란트의 상태도 평가할 수 있다는 장점이 있다.

임프란트의 안정성과 골유착의 임상적 측정은 임프란트의 성공여부를 평가하는데 중요하다. 주위 골내에서 임프란트의 안정성은 치유와 골형성에 필수적이며, 임프란트와 조직 계면에서 발생하는 저작과 기능 시에 하중을 적당히 분산시키는데 중요한 역할을 한다. 골유착은 기본적으로 조직학적인 개념이므로 임상적, 방사선학적인 개념으로 골유착의 정도를 정확하고 객관적으로 평가하기는 힘들다. 일반적으로 임프란트의 안정성과 골유착에 대한 측정을 위해서는 가역적인 임상적 실험방법을 이용하는데, 타진반응, 방사선사진, Periotest, Resonance Frequency Analysis(RFA)등이 있다¹³⁾. 타진반응이나 방사선사진은 임프란트의 안정성을 간단하게 평가할 수 있는 방법이지만, 안정성의 정도를 정량화하기는 어렵다. 그래서, Periotest나 RFA등이 임상에서 임프란트의 안정성을 정량할 수 있는 방법으로 많이 사용되고 있다. 하지만, Periotest는 측정값의 재현성에 대한 문제점이 있다는 보고들이 제기되어, 최근에는 RFA를 많이 사용하고 있지만, RFA 또한 매번 측정시 마다 보철물을 제거해야되고, 측정시에 경비가 많이 든다는 단점과 함께 임프란트가 기능상태에는 측정할 수 없다는 단점이 있다.

현재 임프란트의 안정성 또는 골유착 정도를 평가하는 측정방법들은 임프란트의 정적인 즉, 임프란트의 골내 위치 시에, 안정성에 대한 평가만 이루지고 있지만, 임프란트의 기능상태에서 안정성에 대한 평가는 객관적인 방법으로 측정하기는 어려운 실정에 있다. 그래서 본 연구에서는 과거 악골에 가해지는 저작력에 대한 연구에 사용되던 최대교합력을 인공치아에서 측정하여, 인공치아의 기능시에 안정성과 골유착정도에 대한 평가를 시도하였다. 하지만, 최대교합력도 아직은 개관적이기 보다는 환자의 주관적인 판단에 많이 영향을 받기 때문에 장비의 보완이 필요할 것으로 사료된다. 구치부위의 최대교합력에 대한 연구를 살펴보면, Harle F 등은 건강한 치아를 가진 젊은이의 최대교합력은 구치부는 660N, 소구치부는 480 N이라고 보고하였고¹⁵⁾, Miura H 등은 건강한 성인 남자는 408N, 여성은 243.5N¹⁶⁾, Miyaura는 연령과 성별에 따라 최대교합력은 달라지고, 40-60대에서는 남성은 500N, 여성은 300N 전후의 최대교합력이 관찰된다고 보고하고 있다¹⁷⁾. Keinfelder JW 등은 splinting에 따라서 최대교합력의 차이는 달라진다고 보고하고 있다¹⁴⁾. 본 연구에서 50대의 건강한 치아에서는 558N으로 다른 연구와 비슷한 최대교합력을 보인 반면, 임프란트의 경우는 상악동저 점막거상술시행의 여부에 상관없이 365, 318N 정도의 값을 보였다. 이 연구결과로 본다면, 잔존치조골이 임프란트의 초기고정을 부여할 정도로 충분할 경우에는 β -TCP 단독으로 이식도 효과적인 골대체재료로 고려할 수 있다고 사료된다. 하지만, 최대교합력에 대한 증례별, 인종별, 성별등 여러 변수에 대한 보다 체계적이고, 객관적인 연구가

필요하다.

결론

상악 구치부의 결손으로 인공치아식립을 위해 내원한 환자 중 상악동저 잔존치조골 양이 5-7mm 정도의 환자에서 상악동저 점막거상술을 시행하고, β -TCP를 단독으로 골이식을 시행하여 2년 정도의 follow-up 후 양호한 결과를 얻었다. 최대교합력은 상악동저 점막거상술을 시행하지 않은 임플란트와 β -TCP를 이용한 상악동저 점막거상술을 시행한 임플란트의 상호 교합력간에는 유의차가 없음을 볼 수 있었다. 그러므로, β -TCP는 상악동저 골이식시 자가골의 치환 재료로서의 이용가능성이 높다고 사료된다. 보다 효율적인 골대체재료로 사용하기 위해서는 지속적인 장기간의 추적조사와 β -TCP의 생체내에서 작용에 대한 지속적인 임상 및 기초적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고 문헌

1. Isaksson S : Evaluation of three bone grafting techniques for severely resorbed maxillae in conjunction with immediate endosseous implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994;9:679-688.
2. Misch C : Maxillary sinus augmentation for endosteal implants. *Int J Oral Implantol* 1987;4:49-58.
3. Kim SG, Kim SM, Park IS : Maxillary sinus graft for endosseous implant placement : Review of the Literatures. *J Kor Oral Maxillofac Surg* 2000;26:527-532
4. Merckx MAW, Maltha JC, Stoelinga PJW : Assessment of the value of anorganic bone additives in sinus floor augmentation: a review of clinical reports. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2003;32:1-6.
5. Lee SJ, Jang HS, Lee BK, Kwon JJ, Rim JS : A clinical study of maxillary sinus lift for dental implant. *J Kor Plast Reconstr Surg* 1999;21:376-381.
6. Boyne PJ, James RA. Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. *Oral Surg* 1980;38:613-616.
7. Tatum H : Maxillary and sinus implant reconstructions. *Dent Clinics North Am* 1986;30:207-229.
8. Wood RM, Moore DL : Grafting of the maxillary sinus with intraorally harvested autogenous bone prior to implant placement. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1988;3: 209-214.
9. Goldberg VM, Stevenson S : Nature history of autograft and allograft. *Clin Orthop* 1987;225:7-16.
10. Oklund SA, Prolo DJ, Gutierrez RV et al : Quantitative comparison of healing in cranial fresh autografts, and allografts in canine skull defects. *Clin orthop* 1986;205:269-291.
11. Lemperle SM, Calhoun CJ, Curran RW et al : Bony healing of large cranial and mandibular defects protected from soft tissue interposition : a comparative study of spontaneous bone regeneration, osteoconduction, and cancellous autografting in dogs. *Plast Reconstr Surg* 1998;101:660-672.
12. Wiltfang J, Schlegel KA, Schultze-Mosgau S et al : Sinus floor augmentation with beta-tricalciumphosphate (beta-TCP): does platelet-rich plasma promote its osseous integration and degradation? *Clin Oral Implants Res* 2003;14:213-218.
13. Cho IH : Clinical Application of Resonance Frequency Analysis on Implant Restoration. *J Kor Dent Assoc* 2003;41:148-152.
14. Kleinfelder JW, Ludwigt K : Maximal bite force in patients with reduced periodontal tissue support with and without splinting. *J Periodontol* 2002;73:1184-1187.
15. Ewers R, Harle F : Experimental and clinical results of new advances in the treatment of facial trauma. *Plast Reconstr Surg* 1985;75:25-31.

16. Miura H, Watanabe S, Isogai E, Miura K. Comparison of maximum bite force and dentate status between healthy and frail elderly persons. *J Oral Rehabil.* 2001 ;28:592-595.
17. Miyaura K, Matsuka Y, Morita M, Yamashita A, Watanabe T. Comparison of biting forces in different age and sex groups: a study of biting efficiency with mobile and non-mobile teeth. *J Oral Rehabil* 1999;26:223-227
18. Marx RE : Autogenous grafting in oral and maxillofacial surgery: Philosophy and particulars of autogenous bone grafting. *Oral Maxillofac Surg North Am* 1993; 5:599-612.
19. Marx RE, Stevens MR : Morbidity from bone harvest in major jaw reconstruction: A randomized trial comparing the lateral anterior and posterior approaches to the ileum. *J Oral Maxillofac Surg* 1988;48:196-203.
20. Jensen OT, Shulman LB, Block MS, Iacono VJ : Report of the Sinus Consensus Conference of 1996. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998;13 Suppl:11-45.
21. Wiltfang J, Schlegel KA, Schultze-Mosgau S et al : Sinus floor augmentation with beta-tricalciumphosphate (beta-TCP): does platelet-rich plasma promote its osseous integration and degradation? *Clin Oral Implants Res* 2003;14:213-218.
22. Ogoose A, Hotta T, Hatano H, et al : Histological examination of beta-tricalcium phosphate graft in human femur. *J Biomed Mater Res* 2002;63:601-604.
23. Wiltfang J, Merten HA, Schlegel KA, et al : Degradation characteristics of alpha and beta tri-calcium-phosphate (TCP) in minipigs. *J Biomed Mater Res* 2002;63:115-121.
24. Ducheyne P, Qiu Q. Bioactive ceramics: the effect of surface reactivity on bone formation and bone cell function. *Biomaterials* 1999;20:2287-2303.
25. Gisep A, Wieling R, Bohner M, et al : Resorption patterns of calcium-phosphate cements in bone. *J Biomed Mater Res* 2003;66A:532-540.
26. Manjubala I, Sivakumar M, Sureshkumar RV, et al : Bioactivity and osseointegration study of calcium phosphate ceramic of different chemical composition. *J Biomed Mater Res* 2002;63:200-208.
27. Lu JX, Gallur A, Flautre B et al : Comparative study of tissue reactions to calcium phosphate ceramics among cancellous, cortical, and medullar bone sites in rabbits. *J Biomed Mater Res* 1998;42:357-367.
28. Lu J, Descamps M, Dejou J et al : The biodegradation mechanism of calcium phosphate biomaterials in bone *J Biomed Mater Res* 2002;63:408-412
29. Szabo G, Suba Z, Hrabak K et al : Autogenous bone versus β -tricalcium phosphate graft alone for bilateral sinus elevations(2-and 3-dimensional compute tomographic, histologic,and histomorphometric evaluations) : preliminary results. *Int J Oral Maxillofac Implant* 2001;16:681-692.
30. Kim MJ, Kim TY, Hwang KG et al : Subantral augmentation with autogenous bone graft for simultaneous implant installation. *J Kor Maxillofac Surg* 2000;26:644-651

31. Kent JH, Block MS : Simultaneous maxillary sinus floor bone grafting and placement of hydroxylapatite-coated implants. J Oral Maxillofac Surg 1989;47:238-242.

Table 1. The Case summary of sinus elevation with β -TCP and dental implant.

Case	Age/Sex	Missing Site	Timing of installation	Implant	Prosthetics	Prognosis
1	F/45	15,16	S	ITI	8M	Good
2	M/40	15-17	D	ITI	9M, 15M	Good
3	M/64	14	S	ITI	8M	Good
4	M/50	14,15,16	S	ITI	8M	Good
5	M/35	15,16	S	ITI	8M	Good
6	M/62	16	S	Swissplus	9M	Good
7	F/58	16	S	Swissplus	9M	Good
8	M/48	16,17	S	ITI	9M	Good
9	F/46	26,27	S,D	Swissplus	9M, 15M	Good
10	M/50	26	S	Swissplus	on going	Good
11	M/45	26,27	S	Swissplus	on going	Good

S: Simultaneous, D: Delayed

Table 2. The Maximum bite force on teeth and dental implant.

	Grup 1	Group 2	Group 3
Age	45.6 ± 9.3	48.5 ± 9.9	49.8 ± 6.3
Maximum bite force	558 ± 20.6 N	365 ± 12.7 N	318 ± 20.4 N

사진 부도

Fig. 1 : The β -TCP was grafted in the maxillary sinus. for implant imstallation.

Fig. 2 : Implant was installed with β -TCP grafting (a, b).

Fig. 3 : The mucosal suture was done like as non-submerged type.

Fig. 4 : The panoramic views of the pre-(a) and post-(b) operation.

Fig.5 : The device for maximum bite force (Occlusal force-meter GM 10[®])