

치과 임플란트 주위 인공 골 결손부 수복용 골 이식재 비교 평가

오선영 · 김수관 · 박주철* · 김진수**

조선대학교 치과대학 구강악안면외과학교실, 구강조직학교실*, 구강악안면방사선과**

Abstract

EVALUATION OF BONE GRAFT MATERIALS IN THE TREATMENT OF ARTIFICIAL BONE DEFECTS AROUND DENTAL IMPLANT

Sun-Young Oh, Su-Gwan Kim, Joo-Cheol Park*, Jin-Soo Kim**

Dept. of Oral & Maxillofacial Surgery, Rehabilitation of Tissue Defects in Oral and Maxillofacial Region, Dept. of Oral Histology, Dept. of Oral & Maxillofacial Radiology**, College of Dentistry, Chosun University*

To evaluate the effects of allografts, xenografts, and bone substitutes on bone formation in peri-implant bone defects, forty Avana implants were inserted into both tibiae of 10 adult rabbits and artificial bone defects (2×2×2 mm) were prepared to the right and left of the implants. The control group received no bone graft, while the defects in the experimental groups were filled with particulate dentin-plaster of Paris (tooth ash), DFDB, or Bio-Oss. The animals were sacrificed 4 or 8 weeks after surgery and specimens were observed by light microscopy.

The results were as follows. New immature bone was observed at 4 weeks in the control group, and this new bone was mature lamellar bone at 8 weeks. New immature bone was observed at 4 weeks in the tooth ash group, and similar new immature bone showing good osseointegration was seen at 8 weeks. Active new bone formation was observed at 4 weeks in the DFDB and Bio-Oss groups and mature new bone that was indistinguishable from the adjacent normal bone was seen at 8 weeks.

These results indicate that bone graft material accelerates new bone formation, bone maturation, and osseointegration.

Key words : Particulate dentin-plaster of Paris, DFDB, Bio-Oss

1. 서 론

임플란트는 장기간의 예후 관찰 결과 성공률이 높다¹⁾. 그러나 초기에는 임플란트를 식립하기에 충분하고 안전한 치조골만을 선택적으로 식립하였기 때문에 현재의 관점에서 보면 높은 성공율을 보이는 것은 당연하다. 그러나 장기 사용에 따른 임플란트 주위골 소실이 필연적으로 수반되고, 또한 열악한 치조골에도 임플란트를 식립하도록 관련재료와 술식들이 다양하게 소개되고 있다. 그러나 임플란트와 관련되어 골 증식 또는 골 충전이 필요로 하는 경우에 주로 자가골을 이용한 방법들이 부수적인 외과적인 손상을 감수하면서도 상대적으로 안전하고 높은 성공율을 얻을 수 있다²⁾.

골 이식재로는 자가골^{3,4)}, 동종골^{5,6)}, 이종골^{7,8)}, 합성골⁹⁾을 이용한다. 이중 자가골이 이식후 예후가 가장 좋다고 알려져 있으나, 얻을 수 있는 골량의 한계성, 부가적인 공여부의 수술을 요한다는 점, 술후 예상치 못한 만기 흡수 등의 단점이 있다^{10,11)}. 동종골은 환자에 따라 후천성 면역결핍 증후군과 같은 감염의 가능성이 있어 사용을 거부하는 경우도 있어서¹²⁾ 그 대용물로서 합성골⁹⁾이나 이종골^{7,8)} 등이 다양하게 연구, 개발되어 왔다. 이종골 이식재는 송아지로부터 주로 얻어지며 가공과정에 따라 다른 무기질 성분도 포함될 수 있으나 거의 모든 유기질은 제거되고 인체 골조직과 유사한 수산화 인회석과 약간의 carbonate와 tricalcium phosphate를 가지며 그 구조 또한 인체 해면골 조직과 비슷하다

^{13,14)} 또한 공급이 제한되지 않고 다루기가 용이하며, 감염성 질환의 전파가 희박하다는 장점이 있으나, 단지 골 전도성 기질(osteoconductive substance)로서 수동적 골격체(scaffold)의 역할만을 한다¹⁵⁾.

치아회분말(particulate dentin)의 주 구성성분은 수산화 인회석이다. 수산화인회석 과립이 경화될 때까지 그 과립을 유지하는 것이다. 보통 초기 안정화 단계가 이뤄지는데 약 3-4주 걸린다.

연석고(plaster of Paris)는 쉽게 사용이 가능하고 무균 처리가 가능하며 경제적이고 완전하게 그리고 빨리 흡수되는 생체에 적합한 재료이다. 연석고는 치아회분말의 지지체로 작용하여 효과적인 delivery system을 제공한다¹⁶⁾.

치아회분말과 연석고의 혼합 매식의 장점들에는 이물질과 염증성 반응의 부재, 골유도성, 흡수성, 즉각적인 사용 가능성, 경제성 등이 있다¹⁶⁾.

탈회 동결 건조골(DFDB)은 신속한 골유도 능력과 함께 이식편의 흡수가 적을 뿐만 아니라 이식거부 등과 같이 면역역성이 감소되어 수용자에게 외상을 주는 단점이 없다^{17,18)}.

Bio-Oss (Geistlich-Pharma, Wolhusen, Switzerland)는 유기물질을 제거하기 위해 화학적으로 처리된 비유기질의 우골이다. 이것은 멸균된 후 숙주의 면역반응을 일으키지 않고 이식재로서 사용될 수 있다. 또한 매우 높은 골 전도성^{19,20)}을 가지므로 골 재생을 유도한다¹⁹⁾. 시간이 경과함에 따라 이식재는 생리적인 골개조상태를 거치며 주위 골과 융합한다. 이처럼 많은 종류의 골 이식재가 존재하나 임상과정에서 골 이식재를 결정할 시 이중 어떤 골을 임플란트 주변 골 결손부에 이식시 더 나은 결과가 나오는 지에 대해서 현재 많은 결과가 보고되고 있지는 않다.

본 연구의 목적은 임플란트 주변 골결손부에 Particulate Dentin-plaster of Paris와 DFDB, Bio-oss[®] 등을 이용하여 초기 골 재생을 조직학적으로 비교, 평가하여 이중 골이 임플란트 주변 골 부족을 치유하는 데 미치는 역할을 알아보는 데 있다.

II. 실험 재료 및 방법

A. 실험동물 및 매식 재료

실험동물로 동일 조건 하에 일정기간 사육한 태생1년 이상 체중 3~4kg 내외의 가토 10마리를 사용하였다.

매식 재료로는 직경 3.3mm, 길이 8cm 의 Temporary pin implant(AVANA dental implant, Busan, Korea)를 이용하였다. 수복용 골 이식재로는 치아회분말 1.0g 및 치과용 연석고 0.5g을 2:1로 혼합한 Ash, DFDB, Bio-oss[®]를 사용하였다.

B. 골 결손부 형성과 임플란트 식립 및 골 이식재 이식

가토의 양측 경골 부위에 대조군(AVANA implant), 실험 1군(AVANA implant 및 ash, plaster), 실험 2군(AVANA implant 및 DFDB), 실험 3군(AVANA implant 및 Bio-oss[®])으로 하여 4주, 8주로 실험, 희생하였다.

마취하에 임플란트 매식부위 골 노출을 위해 crestal incision을 시행하고 골막을 박리한 뒤 Avana implant surgical kit와 electric handpiece를 사용하여 좌측에 2개, 우측에 2개의 임플란트 매식을 위한 골 형성을 시행하였다. 임플란트 수용부의 골 형성이 완료된 후 저속의 핸드피스에 2mm 직경의 bur 로 멸균 생리 식염수 관주 하에 너비 2mm, 길이 2mm, 깊이 2mm의 골 결손부를 임플란트의 좌측과 우측에 각각 형성하고 임플란트 매식 후 좌측 하단부의 임플란트 식립 부위를 대조군으로 하여 아무런 골 이식을 시행하지 않았고 좌측 상단부의 임플란트 식립 부위를 실험 1군으로 하여 Ash를 이식하였으며 우측 하단부의 임플란트 식립 부위는 실험 2군으로 하여 DFDB를 이식하였으며 우측 상단부의 임플란트 식립 부위는 실험 3군으로 하여 Bio-oss를 이식하였다. 판막으로 이식재와 결손부를 충분히 덮을 수 있도록 하여 3-0 vicryl 봉합사로 봉합하였다. 수술이 끝난 후 gentamicin을 근육주사하였다.

C. 동물 희생 및 조직 표본 제작 관찰

실험 동물의 희생 전에 수술 부위의 염증유무와 치유정도를 육안으로 확인하고 시술후 4주, 8주에 각각 5마리씩 동물을 희생하여 경골을 분리한 뒤 수술 부위를 부검용 톱으로 주변 골을 포함한 임플란트를 블록으로 제거하였다. 제거된 시편은 즉시 70% alcohol에 6일간 고정하였으며 알코올 세척을 통해 탈수시킨 후 glycol-metacrylate resin (spurr Low-viscosity Embedding media, Polysciences, Warrington, PPA, USA)에 포매하였다. 중합시킨 시편을 high-precision diamond disc(Low speed diamond Wheel Saw 650, SBT, San clemente, CA, USA)를 사용하여 임플란트 장축방향으로 200 μ m 두께로 절단한 후 최종적으로 lapping and polishing machine(OMNILAP 2000, SBT, San clemente, Ca., USA)을 사용하여 30 μ m 두께로 연마하였다.

각 임플란트 당 2개의 슬라이드를 제작하였으며 Villanueva osteochrome bone stain(San Clemente, CA, USA)을 시행한 후 광학현미경(Olympus BX50, Tokyo, Japan)으로 관찰하였다.

Table 1. Bone Healing Pattern of Defect According to Various Bone Graft Materials

	4 weeks		8 weeks		
	New Bone Formation	Osseo-integration	Osseo-integration	Retained New Bone	Maturation
Control	+	+	+	++	+
Ash	+ / ++	+ / ++	++	++	+ / ++
DFDB	++	++	++	+	++
Bio-Oss	++	++	+++	+	+++

+ : initial healing state
 ++ : moderate healing state
 +++ : well healing state

D. 평가기준

이종골의 흡수 정도, 신생골의 형성 정도 및 성숙 정도, 골 유착 정도, 계면에서의 골 형성, 골 성장 정도 등을 관찰하여 치유 양상에 따라 등급을 분류하였다.

III. 실험 결과

1. 대조군 (Control group)

임플란트 매식체는 피질부를 관통하여 골수의 수질부에 이르기까지 수직방향으로 잘 매식되어 있었다. 매식 후 4주에서는 피질골의 골막과 골내막 부위에 미성숙 신생골이 형성되고 있었으며 임플란트 계면은 신생골에 의한 골 유착의 소견을 보였다 (Fig. 1).

매식 후 8주에서는 신생골이 임플란트 계면과 양호한 골 유착 소견을 보였으나 골내막 부위에서는 신생골의 증판화와 같은 골 성숙과정도 관찰되었다 (Fig. 2).

2. 실험 1군 (Ash)

매식 후 4주에서는 피질골의 골내막 부위에서 미성숙 신생골이 형성되고 있었으나 임플란트 계면에서 신생골에 의한 골유착 소견이 관찰되었으나, 미성숙 신생골이 잔존하여 골의 성숙이 잘 이루어지지 않았다. 완전한 골 유착 양상은 관찰되지 않았다 (Fig. 3).

매식 후 8주에서는 골의 성숙이 완전히 이루어지지 않은 상태였으며 미성숙 신생골이 잔존하고 있었으나 대체로 양호한 골 유착 소견을 보였다 (Fig. 4).

3. 실험 2군 (DFDB)

매식 후 4주에서는 임플란트 계면을 따라 신생골에 대한 양호한 골 유착 소견을 보였으며 골내막과 골의 막 부위에

서 활발한 신생골 형성이 관찰되었다 (Fig. 5).

매식 후 8주에서는 임플란트 계면에 공극이 없을 정도로 골 유착이 증진되어 있었고 신생골과 기존 피질골을 구분하기 어려운 정도로 골 성숙이 진행되어 있었으며 골내외막에서 신생골 형성 소견은 관찰되지 않았다 (Fig. 6).

4. 실험 3군 (Bio-oss)

매식 후 4주에서는 신생골의 형성이 활발히 진행되어 임플란트 계면에 공극이 보이지 않을 정도로 양호한 골유착 소견을 보였다 (Fig. 7).

매식 후 8주에서는 완전한 골 유착이 일어난 소견을 보였으며 증판화와 골개조 그리고 석회화 기질 침착등과 같은 기존골과 구분할 수 없을 정도로 높은 신생골의 성숙도를 나타냈다. 잔존된 신생골의 형성은 보이지 않았다 (Fig 8).

IV. 총괄 및 고안

이상적인 골이식재의 요구조건은 골모 세포의 증식과 골 전도성에 따른 골생성이 있어야 하며, 간엽세포를 통한 골 유도성이 있어야 한다. 임플란트에 적용된 이식재는 임플란트를 안정화 하고 초기 형성된 골이 골 개조되어 성숙한 증판골을 이루어야 한다. 매식된 이식재는 다음과 같은 세 가지 방법을 통하여 골을 형성한다고 알려져 있다^{21,22,11,12)}. 첫째는 골생성(osteogenesis)으로서 이는 이식재 안에 살아 남아있는 골모세포와 전구세포가 매식체 주위에서 골화반응을 일으킬 수 있는 능력을 가짐으로써 신생골의 형성이 이루어진다는 것을 일컫는다. 형성된 신생골의 양은 살아있는 이식세포의 수에 비례하며, 해면골과 골수 이식에서 보인다. 둘째, 골전도(osteoconduction)는 이식부 주위 골의 유기질 또는 무기질 성분의 숙주의 미분화 간엽세포들이 연골모세포, 골모세포들을 제공하여 이식된 물질을 기질로 하여 골을 형성하는 것을 말한다. 이 때 매식된 이식재는 매식부 내측으로의 혈관화를 위한 비계(scaffold)로서의 역할만을

하며 그 후 이식체의 흡수와 신생 골의 침착이 반복적으로 나타나게 된다. 이러한 현상을 이행성 골대체(creeping substitution)라고 한다. 셋째는 골유도(osteoinduction)로서 이는 매식체내의 어떤 화학구조를 가진 물질이 매식부 주위에 있는 숙주의 미분화 간엽세포들을 연골모세포, 골모세포로 변환하게끔 유도하여 골 형성이 이루어지게 하는 것이다.

골 조직은 내적 또는 외적인 개체의 조건에 따라 지속적인 개조 과정과 손상의 치유과정이 진행되는 재생능력이 매우 높은 동적인 조직이라는 특성을 갖고 있으며, 이 같은 재생 능력은 골 조직의 양, 강도 및 형태 유지에 필수적이다. 성숙 개체의 골량과 강도는 골 개조 현상에 의해 유지되며, 골 개조는 선행되는 파골 세포에 의한 골 흡수와 이에 뒤따르는 조골세포에 의한 골 형성이라는 상반된 두 과정이 정교히 조절되면서 연속적으로 진행되어 이루어진다.

치아회분말과 치아연석고의 혼합 매식재는 1992년 개발이 시작되어 다양한 실험 과정을 거쳐 안정성과 유효성이 입증되었으며 일부 환자들의 동의 하에 임상실험이 시행되어 양호한 성적을 얻기도 하였다^{23,24}. 이는 주성분이 수산화인회석인 치아회분말과 주성분이 환산칼슘 반수석고인 석고를 무게비 2:1로 혼합한 재료로서 생체 친화성이 있는 골전도성 매식재료이며 생리식염수로 혼합한 후 경화되면서 매식 재료의 유동성을 최소화할 수 있으며 매식후 시간이 경과하면서 서서히 흡수될 수 있는 물질이다²⁵.

치아회분말과 치아연석고의 혼합 이식재는 다음과 같은 여러 가지 장점들을 갖고 있다. (1) 현저한 이물반응 또는 염증이 없고, (2) 골 전도 능력 보유, (3) 흡수성, (4) 쉽게 조작이 가능하며, (5) 가격이 저렴하다. 치아석고는 신생골과 직접적인 접촉을 보이며 생리 식염수와 짧은 시간동안 혼합하면 안정적이고 견고한 이식재료의 역할을 하면서 분말의 유동성을 최소화할 수 있다²⁶. 또한 치아회분의 세포독성 및 과민성 검사를 시행한 김 등²⁵의 동물 실험 연구에 의하면 세포독성이 없고 특이한 알러지 반응도 없어 생체에 안심하고 사용할 수 있는 것으로 나타났다.

김 등²⁶은 치아 회분 석고 혼합제로 악골 결손부를 수복한 10명의 환자에 대한 후향적 연구를 시행하였으며 이식 재료는 유용하고 쉽게 조작이 가능한 골 대체재료라고 언급한 바 있다. 또한 김 등^{26,27,28}은 이를 이용한 임플란트 주변 골 결손부의 재건을 위해 사용된 연구에서도 우수한 골-임플란트간 접촉이 형성됨을 보고한 바 있어 치아석고가 임상에 널리 사용될 수 있음을 보여주었다. 국소적인 경조직 결손부 수복, 임플란트 식립후 노출된 표면의 피개, 조직유도 재생술 등에 치아회분말을 널리 사용할 수 있으며 타 생체재료와 함께 사용할 수도 있고 자가골 이식과 동시에 사용하면 상호 장점을 증강시키면서 아주 유용한 효과를 발휘할 수 있다.

탈회 동결 건조골에 의한 골 유도 과정은 이식골 기질내의 골유도 단백질의 영향으로 숙주의 골형성 전구세포가 활성화 되어 연골이나 골을 생성하는 과정이다. 또한 이식 골은 혈관과 섬유조직의 성장을 유도하는 골전도효과가 나타나 골의 증식과 안정성에 기여한다고 하였다^{29,30,12}.

Bio-Oss(Osteohealth)는 유기물질을 제거하기 위해 화학적으로 처리된 비유기질의 우골이다. 이것은 멸균된 후 숙주의 면역반응을 일으키지 않고 이식체로서 사용될 수 있다¹⁹. 또한 매우 높은 골전도성²⁰을 가지므로 골 재생을 야기 시킨다¹⁹. 시간이 지나면서 이식체는 생리적 골개조(remodeling) 상태를 거치며 주위 골과 융합된다. 비유기질 골은 홀로 혹은 차폐막과 함께 사용될 수 있는데, 치주 질환으로 인한 결손부위, 임플란트 주위의 열개나 천공, 그리고 상악동 골절단시에 사용될 수 있다. 커다란 치조제 증대술시 비유기질골은 자가골과 혼합하여 사용하였을 때 성공적인 결과를 나타낸다¹¹.

비유기질골은 다양한 치료 상황에서 사용됐다. 골내 결손부위나 상악동 증대, 골유도 재생술(GBR)이나 상악의 심한 흡수, 그리고 임플란트 주위에서 사용되었다. 비유기질골과 교원질의 혼합이 실험적으로 유도된 개의 골내 결손부위에서 연구되었다²⁰. 이 물질이 매식된 장소에서는 특별한 국소적 혹은 전반적인 부작용이 전혀 나타나지 않았다. 임플란트 주위에서의 골결손부위를 치료함에 있어서 Bio-Oss의 유용성을 연구하기 위하여 개의 모델이 사용되었다³¹. 이때 Bio-Oss는 서로 결합되었고 결과적으로 신생골로 대체되어서 골전도 물질의 기준을 만족시켰다. 게다가 Bio-Oss를 사용한 커다란 결손부위나 정상 골부위 모두의 골내 임플란트 주위에서 비슷한 질과 양의 골유착 상태가 관찰되었다.

비교연구에서 2cm의 임계크기의 골결손부위(critical-sized defect)가 다공성의 골광물(Bio-Oss)과 생체활성유리(PerioGlas, Block Drug)로 치료된후 골재생정도가 비교되었다³². 골재생물질 식립 4주 및 8주 후 다공성 골광물(bone mineral)은 생활성 유리보다 훨씬 더 방사선 불투과성인 새로운 골로 채워졌다. 골광물로 치료된 12결손부 중 9부위가 8주 후에 완전히 치료되었으며 생체활성유리로 치료된 12부위 중 1부위만 치료되었다.

골 재생 유도물질의 효과를 측정하기 위해서는 자연적으로 절대치유가 불가능한 결손임계치수(critical size defect)^{33,34}만큼의 인위적인 손상을 주어야 정확한 평가를 얻을 수 있을 것으로 예측된다. 사람의 악골에서 골성장에 의하지 않고 섬유성 결합 조직으로 치유되는 결손임계치수는 아직 명확하게 결정되지 않았으며¹⁴ 보통 백서의 결손임계치수를 4-8mm로 보고하였는데³⁵ 동물의 연령, 손상부위, 내인성 요인에 의해 차이가 나므로 정확한 결손임계치수를 결정하기는 어렵다. 본 연구에서는 가토를 대상으로

하였는데 모든 군의 결손부 크기를 너비 2 mm, 길이 2mm, 깊이 2mm의 골 결손부를 직경 3.3mm, 길이 8 cm 임플란트 좌측, 우측에 각각 형성하였으며 실험기간을 4주, 8주로 하여 골 형성 효과를 평가하였다.

본 연구 결과에 의하면 탈회 동결 건조골 보다 이중골인 Bio-oss가 골 성숙도나 골 유착도 측면에서 4주 소견에서는 거의 동일한 양상을 보이며 8주 소견에서는 양호한 양상을 보인다. 이는 결손 임계 치수가 실험 조건상 약간 제한이 있었으며 이 때문에 이식부 주위골의 유기질 또는 무기질 성분의 숙주의 미분화 간엽세포들이 연골모세포, 골모세포등을 충분하게 제공하여 이식된 물질을 기질로 하여 골을 형성하는 데 큰 장애가 없었던 것으로 사료된다.

V. 결 론

가토의 양측 경골에 임플란트를 식립한 후 임플란트의 좌, 우측에 2×2×2 mm의 결손부에 각각 Particulate Dentin-plaster of Paris와 DFDB, Bio-oss®등을 이식한 후 4주, 8주에 실험 동물을 희생하여 골 결손부의 골 형성과 임플란트 계면을 광학현미경으로 비교 관찰하여 다음과 같은 결과들을 얻었다.

1. 대조군에서 매식 후 4주에서는 피질골의 골막과 골내막 부위에 미성숙 신생골이 형성되고 있었으며 신생골과 임플란트 계면은 대체로 양호한 골 유착의 소견을 보이고 있었으며 매식 후 8주에서는 신생골이 성숙골로 대체되어 가는 양상 이었으나 골 내막 부위에서는 신생골의 형성이 계속되고 있었으며 임플란트 계면과 양호한 골 유착 소견을 보였다.
2. 실험 1군에서 Ash를 이식시 매식 후 4주에서는 골 유착이 개시되고 있는 상태를 보였으며 매식 후 8주에서는 골의 성숙이 진행 중에 있으며 미성숙 신생골이 잔존하고 있었다.
3. 실험 2군과 실험 3군에서 DFDB와 Bio-oss를 이식시 매식 4주 후에 신생골 형성이 왕성한 소견을 보였으며 임플란트 계면을 따라 양호한 골 유착 소견을 보였으며, 매식 후 8주에서 골 유착이 증가되었고 신생골과 피질골을 구분하기 어려울 정도로 성숙된 소견을 보였다.

이상의 결과들로 보아 임플란트 주변 골 형성에 이중골 이식재를 사용하는 경우 임플란트 계면에서의 골 형성 시작 시기를 앞당기고 골 결손부의 신생골 양을 증가시키며 골 성숙도를 향상시킬 것으로 사료되었다.

참고문헌

1. Adell R, Lekholm U, Rockler B, et al : A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 10:387, 1981.

2. Naber CL, O'Leary TJ : Autogenous bone grafts. *Case reports. Periodontics* 5:251, 1967.
3. Boyne PJ : Autogenous cancellous bone and marrow transplants. *Clin Ortho* 73:109, 1970.
4. Schaberg SJ, Petri WH, Gregory FW, et al : A comparison of freeze dried allogenic and fresh autogenous vascularized rib graft in dog radial discontinuity defects. *J Oral Maxillofac Surg* 43:932, 1985.
5. Thilander B, Stenstorm S : Bone healing after implantation of some hetero- and alloplastic materials: An experimental study of the guinea pig. *Cleft Palate J* 7:540, 1970.
6. Thilander B, Stenstorm S : Maxillary growth after implantation of Surgicel in clefts of the maxilla. *Scand J Plast Reconstr Surg* 8:52, 1974.
7. Nisbet NW : Immunology of bone transplantation. *Clin Orthop Res* 47:199, 1966.
8. Urist MR, Iwata H : A chemo sterilized antigen-extracted autodigested alloimplant for bone bank. *Arch Surg* 110:416, 1975.
9. Jarcho M : Biomaterial aspects of calciumphosphate. *Dent Clin N Am* 30:25, 1986.
10. Boyne PJ : Induction of bone repair by various bone grafting materials, hard tissue growth, repair and remineralization. *Ciba Found Symp* 11:121, 1973.
11. Glowacki J, Mulliken JB : Induced osteogenesis for repair and construction in the craniofacial region. *Plast Reconstr Surg* 65:553, 1980.
12. Yim CJ : Oral and maxillofacial reconstruction with bone allograft. *J Kor Acad Maxillofac Plast Reconstr Surg* 19:217, 1997.
13. Callan DP, Rohrer MD : Use of bovine derived hydroxyapatite in the treatment of edentulous ridge defects : A Human clinical and Histologic Case report. *J Periodontol* 6:575, 1993.
14. Jensen SS, Aaboe M, Pinholt E M : Tissue reaction and material characteristics of four bone substitutes. *Int. J Oral Maxillofac Implant* 11:55, 1996.
15. Stevenson S : Enhancement of fracture healing with autogenous and allogenic bone grafts. *Clinical Orthopedics Related Res* 355:239, 1998.
16. Kim SG, Kim YK : Bone grafting, material using particulate dentin. Narae Publishing Inc, 2003.
17. Schwartz Z, Mellonig JT, Carnes DL Jr, et al : Ability of commercial demineralized freeze-dried bone allograft to induce new bone formation. *J Periodontol* 67:918, 1996.
18. Shigeyama Y, D Errico JA, Stone R, et al : Commercially-prepared allograft material has biological activity in vitro. *J Periodontol* 66:478, 1995.
19. Hislop WS, Finlay PM, Moos KP : A preliminary study into the uses of anorganic bone in oral and maxillofacial surgery. *Br J Oral maxillofac Surg* 31:149, 1993.
20. Pinholt EM, Bang G, Haanaes HR : Alveolar ridge augmentation in rats by Bio-Oss. *Scand J Dent Res* 99:154, 1991.
21. Bursten AH, Einhorn TA, Kopman CR, et al : The healing of segmental bone defects induced by demineralized bone matrix. *J Bone Joint Surg* 66:274, 1984.
22. Glowacki J, Mulliken JB : Demineralized bone implants. *Clin Plast Surg* 12:233, 1985.
23. Kim SG, Chung CH, Kim YK, et al : Use of Particulate Dentin-Plaster of Paris Combination with/without Platelet-Rich Plasma in the Treatment of Bone Defects Around Implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 17:86, 2002.

24. Kim YK, Yeo HH, Yang IS, et al : Implantation of toothash combined with plaster of Paris : Experimental study. *Kor Acad Maxillofac Plast Reconstr Surg* 16:122, 1994.
25. Kim YK, Kim SG, Lee JH : Cytotoxicity and hypersensitivity test of toothash. *Kor Acad Maxillofac Plast Reconstr Surg* 23:391, 2001.
26. Kim SG, Kim YK, Yeo HH : Grafting of large defects of the jaws with a particulate dentin-plaster of paris combination. *Oral Surg Oral Med Oral Patho* 88:22, 1999.
27. Kim YK, Yeo HH : An experimental study on the tissue reaction of toothash implanted in mandible body of the mature dog. *Kor Acad Maxillofac Plast Reconstr Surg* 15:129, 1993.
28. Kinney JH, Lane NN, Haupt DL : In vivo, three-dimensional microscopy of trabecular bone. *J Bone Miner Res* 187:289, 1984.
29. Brugnami F, Then PR, Moroi G, et al : Histologic evaluation of human extraction sockets treated with demineralized freeze-dried bone allograft(DFDBA) and cell occlusive membrane. *J Periodontol* 67:821, 1996.
30. Urist MR : A bone morphogenetic system in residues of bone matrix in the mouse. *Clin Orthop* 91:210, 1973.
31. Berglundh T, Lindhe J : Healing around implants placed in bone defects treated with Bio-Oss. An experimental study in the dog. *Clin Oral Implant Res* 8:117, 1996.
32. Zitzmann NU, Naef R, Schärer P : Resorbable versus non-resorbable membranes in combination with Bio-Oss for guided bone regeneration. *Int J Oral Maxillofac Implants* 12:844, 1997.
33. Hollinger JO, Kleinschmidt JC. : The Critical size defect as an experimental model to test bone repair materials. *J Craniofac Surg* 1:60, 1990.
34. James CK, Jeffrey OH : Animal models in bone reserach. *Bone Grafts and Bone Substitutes*. WB Saunders, 1992, p.133.
35. Bosch C, Melsen B, Vargervik K : Importance of the critical-size bone defectn testing bone-regenerating materials. *J Craniofac Surg* 9:310, 1998.

저자 연락처

우편번호 501-825

광주광역시 동구 서석동 421번지

조선대학교 치과대학 구강악안면외과학교실

김수관

원고 접수일 2003년 8월 11일

게재 확정일 2003년 8월 31일

Reprint Requests

Su-Gwan Kim

Dept. of OMFS, School of Dentistry, Chosun University

421, Seosuk-Dong, Dong-Gu, Gwangju City, Korea, 501-825

Tel. 82-62-220-3815 Fax. 82-62-228-7316

E-mail : SGCKIM@mail.chosun.ac.kr

Paper received 11 August 2003

Paper accepted 31 August 2003

사진부도 ①



Fig. 1. Control group (4 weeks). New immature bone was observed around the dental implants (Villanueva osteochrome bone stain, $\times 40$).

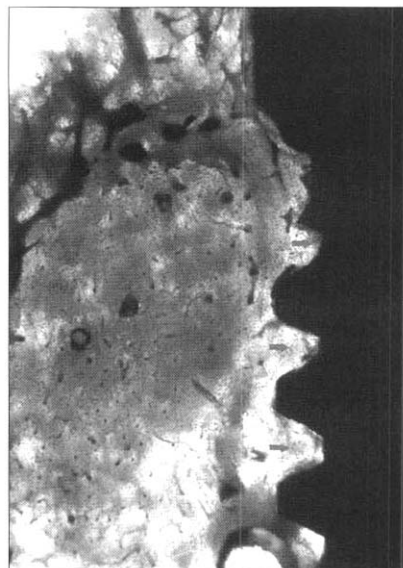


Fig. 2. Control group (8 weeks). The new bone had become mature lamellar bone. New bone formation was continued and osseointegration had occurred (Villanueva osteochrome bone stain, $\times 40$).

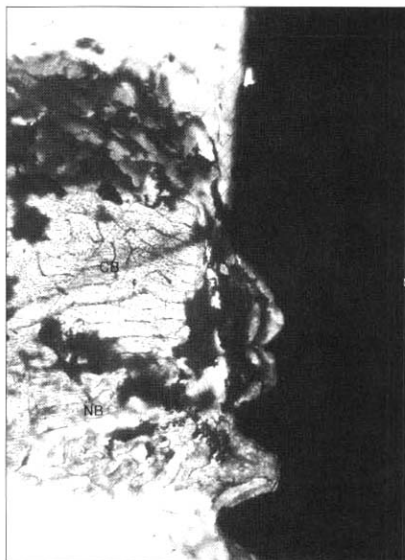


Fig. 3. Experimental group (tooth ash, 4 weeks). New immature bone was seen, but the implants were poorly osseointegrated (Villanueva osteochrome bone stain, $\times 40$).

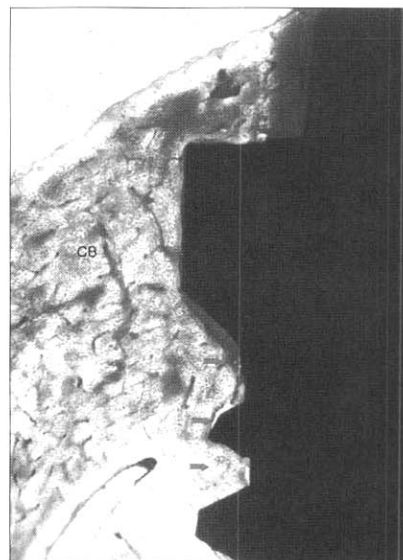


Fig. 4. Experimental group (tooth ash, 8 weeks). New immature bone remained, but the implants were moderately osseointegrated (Villanueva osteochrome bone stain, $\times 40$).

사진부도 ②

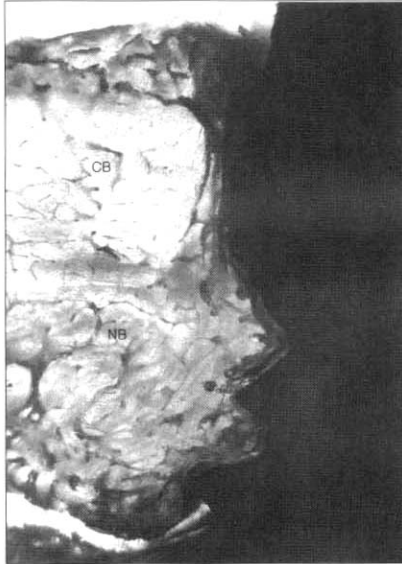


Fig. 5. Experimental group (DFDB, 4 weeks). Active new bone formation was observed and the implants were well osseointegrated (Villanueva osteochrome bone stain, $\times 40$).

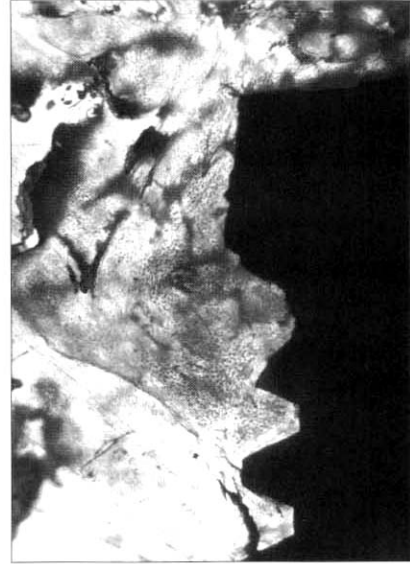


Fig. 6. Experimental group (DFDB, 8 weeks). The new bone was mature and indistinguishable from adjacent normal bone (Villanueva osteochrome bone stain, $\times 40$).

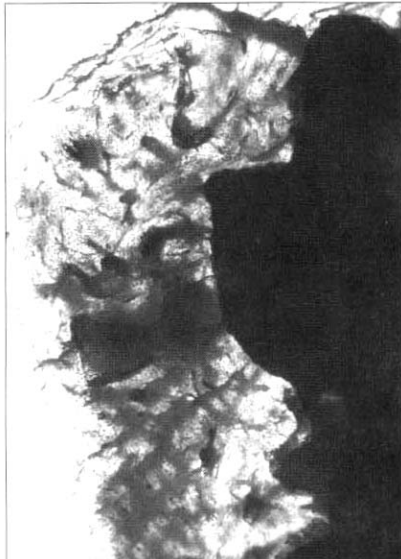


Fig. 7. Experimental group (Bio-Oss, 4 weeks). Active new bone formation was observed and the implants were well osseointegrated (Villanueva osteochrome bone stain, $\times 40$).

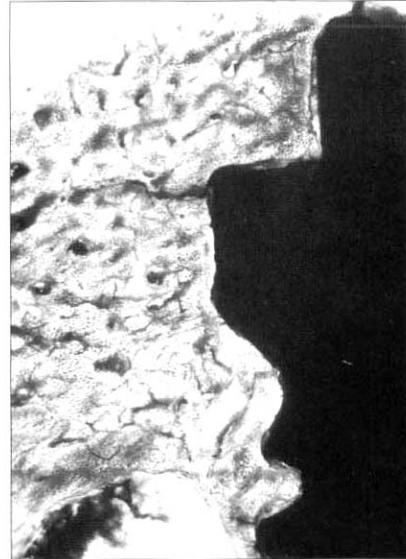


Fig. 8. Experimental group (Bio-Oss, 8 weeks). The new form bone was mature and indistinguishable from adjacent normal bone. There was no new bone formation around the dental implants (Villanueva osteochrome bone stain, $\times 40$).