

임플란트 주위 골 결손부의 이식재 크기에 따른 재생 효과 비교 연구

오홍균, 홍기석*, 정진형, 임성빈

단국대학교 치과대학 치주과학교실

The comparative study - the regenerative effect depends on size of bone graft material in bone loss site around dental implant

Hong-kyun O, Ki-Seok Hong*, Chin-Hyung Chung, Sung-Bin Yim

Department of Periodontology, School of Dentistry, Dan Kook University

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this study is to investigate on the regenerative capacity by using different size of graft materials around bony defect around implant.

Material and Methods: Dental implant fixtures(Bio-TIS, Korea) were placed into the tibia of 8 rabbits. After placement of implant, artificial defects were created for each group, and the size of bone graft materials were used according to each designated group. 4 weeks after surgery, 8 rabbits were sacrificed. The histologic and histomorphometrical study were done for comparison of the regenerative capacity using 80-90 μ m and 200~1000 μ m size of grafting materials of OCS-B[®].

Result: Matured bone formation was significantly increased more in Group E1(80-90 μ m) than in Group E2(200~1000 μ m). Group E1(80-90 μ m) showed more significant augmentation in marginal length of graft material per unit area than Group E2(200~1000 μ m). Group E1(80-90 μ m) showed more interspace in graft material than Group E2(200~1000 μ m). Control group showed no new bone formation around and inside of implanted fixture.

Conclusion: Small grafting material size has great influence on bone regeneration.

(J Korean Acad Periodontol 2008;38:493-502)

KEY WORDS: Regenerative capacity; dental implant defect; Bone graft materials.

서론

치주 치료의 최종 목적은 질환의 진행을 정지시키는 것 뿐 아니라 이미 파괴된 지지 조직을 기능적인 측면에서는 물론 심미적인 측면에서도 원래의 자연적인 상태를 재생시키는 데 있고 이러한 목적을 이루기 위해 다양한 재료와 수술 방법이 사용되어져 왔다. 이러한 노력에도 불구하고 치아가 상실되었을 때 임플란트를 이용하여 상실된 치아를 회복하는 술식이 최근 널리 사용되고 있으나 위축된 치조골은 성공적인 임플란트 식립을 방해하는 가장 큰 원인 중 하나이다. 그 이유는 임플란트가 완벽하게 유지되어 기능을 수

행하고 심미적인 면을 충족시키는데는 충분한 양의 골이 필수적이기 때문이다¹⁾.

발치 후 잔존 치조골의 흡수는 주로 초기에 많이 발생하며 치주질환, 치근 또는 치조골 파절, 광범위한 우식, 그리고 치근단 병소와 같은 결과로 진전된 골의 흡수가 있는 경우에 더 심하게 된다. 또한 이와 같은 치아의 발거는 골과 연조직의 심한 상실을 가져오게 되며 임플란트 수술과 보철물 제작을 어렵게 만드는 요인이 된다. 무치악 상태가 오래 지속되면 치조골이 흡수되면서 수평적 혹은 수직적으로 골량이 부족해진다. 수직적으로 골흡수가 진행된 경우엔 하치조신경, 상악동, 비강과 같은 주요 해부학적 구조물까지의 가용골 높이가 부족하여 임플란트 식립 후 임플란트-치관 비율이 불량해지거나 긴 임플란트를 식립하는 과정에서 주요 해부학적 구조물을 침범할 위험성이 증가된다. 또한 수평적 골 흡수가 진행된 경우엔 적절한 폭경의 임플란트 식

Correspondence: Dr. Ki-Seok Hong

Department of Periodontology, School of Dentistry, Dan Kook University, San 8, Sinbu-dong, Cheonan-si, Choongnam, 330-716, Korea.
E-mail: periohong@dankook.ac.kr, Tel: 041-550-1983, Fax: 041-550-1983
Received: Jun 18, 2008; Accepted: Aug 27, 2008

립이 어렵고 식립하더라도 협설측으로 골 열개가 발생하여 임플란트 나사선이 노출되는 결과를 초래하게 된다. 따라서 치조골이 위축되었을 때 안정적인 임플란트 식립을 위해서는 치조골을 증대시킬 필요가 있으며 치조골 증대를 위한 방법으로 골유도재생술식(Guided bone regeneration: GBR)이 소개되었다²⁻⁵⁾.

Melcher, Gottlow, Dahlin 등⁶⁻⁸⁾에 의하여 조직유도재생술(Guided tissue Regeneration: GTR)의 개념이 소개된 이후 임상적 유용성이 보고되면서 이러한 생역학적인 개념은 GBR 이론의 근간을 이루게 되었다. Dahlin 등⁹⁾은 골 결손부위에서 비흡수성 차폐막의 일종인 Expanded-poly-tetrafluoroethylene(e-PTFE)막을 사용하여 골유도 재생을 관찰하였으며 유의성 있는 골 재생을 관찰하였다고 보고하였다. 이러한 골유도재생술식은 위축된 치조골에 임플란트 식립시 형성되는 열개형 결손부¹⁰⁻¹²⁾뿐만 아니라, 발치와 동시에 임플란트를 즉시 매식할 경우에 흔히 나타나는 임플란트 주위 골 결손부^{13,14)}에서도 우수한 신생골 재생을 이룰 수 있다고 보고하였으며, 이는 차단막이 골형성을 위한 혈병을 보호하고, 판막의 압력에 의해 결손부위가 눌리는 것을 방지하여 신생골 형성을 위한 공간을 유지시켜 주기 때문이라고 하였다.

또 다른 골 증대 방법으로 골 이식을 통한 다양한 치료가 소개되어 왔고 자가골을 채취하여 이식하는 방법은 보편적인 방법이 되었다¹⁵⁾. 자가골을 채취하는 부위는 구강내와 구강외 부위로 구분할 수 있는데 골량이 제한적이며 이차적인 창상 부위의 형성이 필요하다. 이 외에 여러 가지 동종골 이식이 사용되어져 왔으나, 질환의 전파 가능성을 완전히 배제할 수 없고, 대부분의 재료가 단지 수동적인 골 형성의 뼈대로서만 작용한다고 보고되고 있으며 세포 수준에서 골 형성을 유도할 수 있는 능력이 있는지는 의심스럽다¹⁶⁾.

이종골 이식은 골량의 제한이 없고 이차적 창상이 형성되지 않는 장점을 가지고 있다¹⁷⁻²¹⁾. 이 중 우골에서 단백질 성분을 제거한 이종골 이식재가 현재 임플란트 치료와 연관된 골재건 수술에서 광범위하게 사용되고 있다. 우골을 이용한 이종골 이식재는 1960년대에 대중적으로 사용되었으나, 시술 후 자가 면역 질환의 발생이 보고된 이래로 그 사용이 감소되었다²²⁻²⁴⁾. 그 이후로 단백질을 분리해내는 기술적인 사항이 개선됨에 따라 1990년대 들어 그 사용이 점차 증가하였고 이러한 탈단백 우골의 사용과 관련하여 많은 성공적인 결과가 보고되고 있다²⁵⁻²⁹⁾. 상악동 골 이식술과 치조제

증강술을 포함한 골재생 수술에 있어서 우골을 자가골과 혼합하거나, 단독 사용시의 우골 유래의 이종골 이식재의 비교적 장기간의 높은 성공률이 보고되었다³⁰⁻³³⁾. 유기질 성분이 제거된 후의 탈단백 우골은 인간의 골조직에서의 망상골 구조와 다공성, 높은 표면적의 구조적 특징성, 인간의 골조직과 유사한 화학적 조성 및 미소결정(crystallite)의 미세구조로 인해 넓은 표면적을 제공하고, 혈관과 골형성 세포의 내부성장을 촉진하여 결과적으로 골 형성을 증가시키는 것으로 알려졌다. Cortellini에 의하면 결손부의 구성요소를 기준으로 골재생량을 분석하면 골벽수가 적은 곳에서 층마다 골재생 정도의 차이가 많다고 하였는데 3벽성에 비해 2벽성이, 2벽성에 비해 1벽성의 골결손 형태에서 골재생이 어렵다고 보고하였다. Dahlin은 매식체 주위의 열개결손에 골재생을 시도하는 임상 연구를 진행하여 재생에 필요한 공간의 크기가 골재생량을 좌우하고 재생범위를 제한한다고 보고하였다⁹⁾. 따라서 공간의 확보가 어려운 열개형 골결손부의 골재생이 다른 형태의 골결손부보다 어렵다. 오늘날에는 임플란트 술식과 함께 이식하는 골 이식 재료의 입자 크기가 골유도 활성화에 중요한 역할을 함이 보고되고 있으며 새로 형성된 골질에도 영향을 미친다고 보고되고 있다. Groeneveld와 Tadjoein 등에 의해 상악동 거상술에 사용되는 탈회골(Demineralized bone matrix: DBM)과 생체 유리(bioactive glass)의 이상적인 크기가 연구되어 왔다. 그러나 아직 이상적인 입자 크기에 대해서는 불명확한 실정이고 많은 논란의 대상이다.

따라서 본 연구에서는 임플란트 식립 시 흔히 나타나는 열개형 골 결손부에 서로 다른 크기의 이종골을 이식하고 임플란트 주위 골 재생의 양상을 조직 병리학적으로 관찰하고 그 효과를 비교해 보기로 하였다.

재료 및 방법

1. 연구 대상 및 재료

체중 3.0~3.5 kg의 한국산 잡종 토끼 8마리를 사용하였고, 가토는 실험 시작 전 전신적 질환이 없는 건강한 상태였다. 식립에 사용한 임플란트는 Spider II[®](Φ3.7×8.0 mm, (주)Bio-TIS, 한국)를 사용하였고 골이식을 위한 재료로서 이종골인 OCS-B[®](Osteo-Conductive Substitute Bone, (주)나이백, 한국)를 이용하였다(Fig. 1~3).

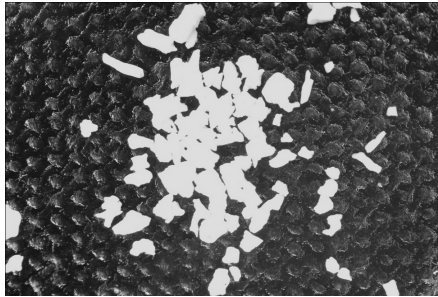


Figure 1. OCS-B® (Osteo-Conductive Substitute Bone, NIBEC Co, KOREA).

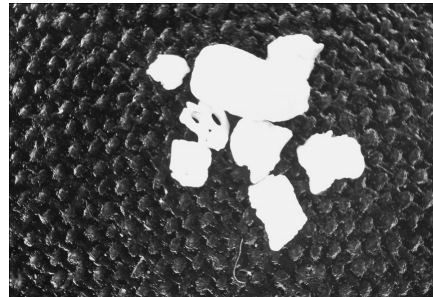
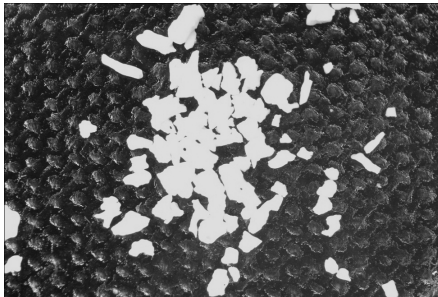


Figure 2. OCS-B® (80~90 μm) & OCS-B® (200~1000 μm).

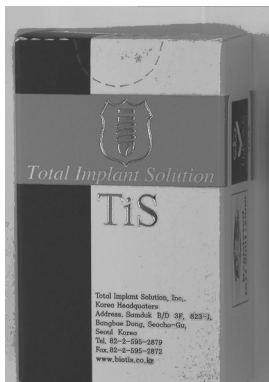


Figure 3. Implant fixture-Spider II® (Φ3.7×8.0 mm)(Bio-TIS Co, KOREA).

2. 연구 방법

1) 실험 동물의 준비

실험 동물은 Ketamine HCl(Ketalar®, 유한양행, 한국) 0.2 ml/kg을 근육 주사하여 진정시킨 후 5%포도당 주사액 (100 cc/hour, IV)을 외과적 술식이 끝날 때까지 투여하였다. 마취를 유지하기 위하여 Ketamine HCl(0.1 ml/kg, IV)과 Xylazine HCl(Rompun®, 한국 바이엘, 0.1 ml/kg, IM)을 평균 20분 간격으로 번갈아 투여하였다. 시술부인 좌측 대퇴부의 체모는 완전히 제거하였다.

2) 외과적 수술

시술부에 2% Lidocaine HCl(1:80,000 Epinephrine)로 침윤 마취하고 No. 15 blade로 절개한 후 대퇴골이 노출될 수 있도록 근육과 골막을 박리하였다. 대퇴골 상방부에 주수하 골삭제를 시행하고 3.7×8.0 mm 임플란트를 2 cm 간격으로 3개를 식립하였다. 식립 후 임플란트의 외측부 골에 fissure bur로 골 결손부를 형성하였다. 골 결손부에 이중 골인 OCS-B®(Osteo-Conductive Substitute Bone, (주)나이벡, 한국)을 이식하였는데 실험 1군엔 200~1000 μm 입자 크기의 OCS-B®를 80~90 μm의 크기로 분쇄한 후 이식

하였고, 실험 2군엔 200~1000 μm 입자 크기의 OCS-B[®]를 이식 하였다. 대조군에는 골 결손부를 형성한 뒤 골이식은 시행하지 않았다.

봉합은 흡수성 봉합사(4-0 Vicryl)를 이용해서 시행하였고 술 후 항생제 Amikacin sulfate(Amiktam[®], 근화제약)를 근주하였다. 수술이 끝난 후 5일간 하루 2회 항생제 Gentamicin sulfate(Gentamicin[®], 녹십자수의약품)와 진통제 Methylprednisolone(메치솔[®], 근화제약)를 투여하였다.

3) 조직병리학적 검사

① 표본 제작 및 관찰

가토를 4주 후에 희생시킨 후 10% 중성 포르말린에 고정하고, 알코올과 아세톤으로 농도를 높여가면서 탈수한 후 레진과 아세톤의 비율을 점차 높여가면서 포매를 위해 진공 부란기에 72시간 처리하였다. 기포를 제거하고 70도에서 16 시간동안 중합한 후 레진 포매한 조직편을 다이아몬드 톱(South bay technology, USA)을 사용하여 200 μm 두께로 절단한 후 약 150 μm 두께의 연마표본을 제작하였다.

Hematoxilin & Eosine 염색을 시행하고 투과광학현미경(Optiphot[®], Nikon, Japan $\times 40$, $\times 100$)으로 관찰하여 골 입자의 크기와 골입자 사이의 공간, 그리고 골입자가 형성하는 변연길이를 관찰하였고 편광현미경(Optiphot-POL[®], Nikon, Japan $\times 40$, $\times 100$)을 이용하여서는 골의 성숙도와 성숙정도에 따른 골의 양을 관찰하였다.

② 측정 방법

각각의 매식체당 3개의 연마표본을 제작하고 각각의 표본을 편광현미경 하에서 상부로부터 2번째 나사선 부위의 함요부를 100배의 배율로 촬영한 다음 투명 트레이싱 용지

를 겹쳐서 색상별로 각각의 윤곽을 트레이싱 한 후 이를 IPTK version 5.0을 이용하여 색깔별 면적을 산출하였고(각 군당 24장의 촬영 결과물을 분석), H&E 염색 후 형태가 나타난 이식재의 면적을 단위 면적당($8 \times 3.5 \text{ cm}$)으로 측정하여 IPTK로 측정한 단위 면적에서 차감함으로써 흡수가 일어나지 않은 이식물질 사이 면적을 산출하였으며 단위 면적당 이식재가 형성하는 변연길이를 산출하였다. 산출된 측정치는 ANOVA test와 T-test를 이용하여 유의성에 대한 평가를 시행하였다. 이식물질은 실험기간동안 모두 흡수되지 않았으며 잔여 이식물질을 바탕으로 위의 측정을 하였다.

결과

1. 편광현미경 관찰

1) 골이식재를 이식하지 않은 매식체 주변으로서 매식체 주변에 골의 형성이 전혀 발생하지 않았다(Fig. 4, 5).

Light purple area(-)는 광화조직이 형성되지 않음을 나타내고 blue area(*)는 신생골 조직으로서 석회화가 시작되는 부분이며 yellow area(+)는 광화가 진행되어 석회화가 많이 발생된 부분을 나타낸다(Fig. 6~9).

편광현미경하에서 실험 1군(80~90 μm)의 이식재를 이식한 임플란트 표면에서보다 석회화가 진행된 골의 양이 증가되는 소견을 보이며, 임플란트 표면에 형성된 골의 접촉면도 실험 1군(80~90 μm)에서 많은 접촉성 골을 형성하였으며 미성숙골의 양도 실험 1군(80~90 μm)에서 그 양이 감소됨으로써 실험 1군(80~90 μm)에서 빠르게 골이 형성되어 성숙되었음을 나타내었다(Fig. 7, 9).

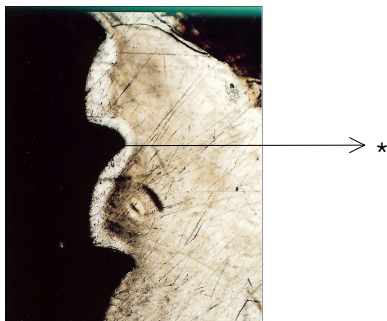


Figure 4. 4 weeks after surgery—no graft material area : transmitted microscopic view $\times 40$, *: area of no bone.

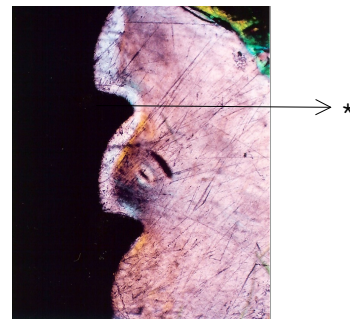


Figure 5. 4 weeks after surgery—no graft material: polarization microscopic view $\times 40$, *: area of no bone.

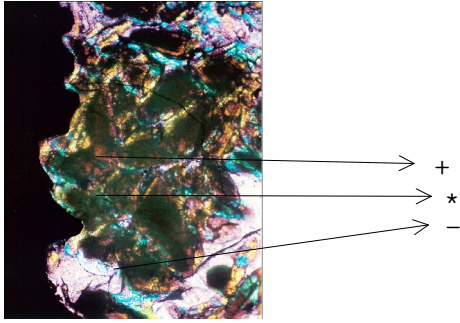


Figure 6. 4 weeks after surgery-200~1000 um particle size graft materials area - polarization microscope x40, +: area of mineralization, *: area of mineralization started, -: area of no mineralization.

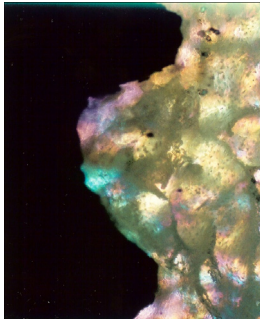


Figure 7. 4 weeks after surgery -200~1000 um particle size graft materials area-polarization microscope x100.

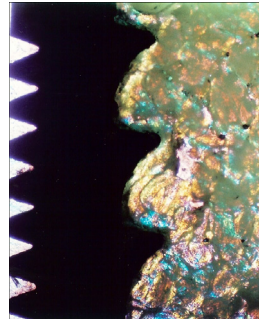


Figure 8. 4 weeks after surgery-80~90 um particle size graft materials area-polarization microscope x40.

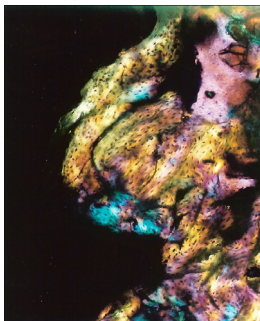


Figure 9. 4 weeks after surgery-80~90 um particle size graft materials area-polarization microscope x100.

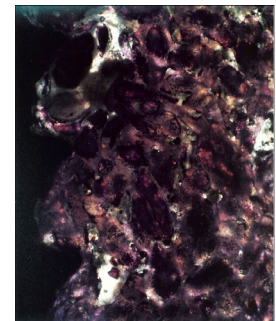
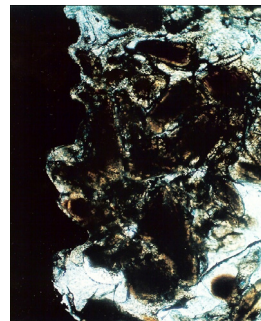


Figure 10, 11. 4 weeks after surgery-Comparison 80~90 um & 200~1000 um particle size graft material area -polarization microscope x40.

2) 실험 1군(80~90 um)에서 실험 2군(200~1000 um)에서보다 임플란트에 접촉한 신생골이 더욱 거리가 밀접하였다(Fig. 10, 11).

3) 통계학적 분석

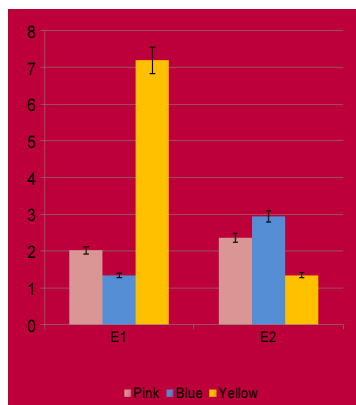
통계학적 분석결과 입자가 작은 군에서 성숙된 골의 양이

현저히 많았으며 골의 형성이 안 된 부위는 소폭이나마 입자의 크기가 작은 군에서보다 적었으나 통계학적 의미는 없었다. 미성숙된 골의 양은 굵은 입자를 사용한 군에서 많이 존재하였으며 통계학적으로 유의성이 있었다(Table 1, Fig. 12).

Table 1. Quantitative Comparison of Different Bone Characteristics Following Different Sized Graft Materials (Mean(inch²)±S.D)

	Pink	Blue	Yellow
E1	2.023±0.112	1.340±0.074	7.186±0.624*
E2	2.365±0.121	2.945±0.147*	1.347±0.068

Pink: No mineralized area, Blue: Immature bone area, Yellow: Mature bone area *: P<0.05

**Figure 12.** Quantitative comparison of different bone characteristics following different sized graft materials. Pink: No mineralized area, Blue: Immature bone area, Yellow: Mature bone area *: P<0.05.**Table 2.** Intersubstance Space of Different Size Graft Materials (Mean(inch²)±S.D *: P<0.05)

	Intersubstance space
E1	11.950±1.026*
E2	9.936±0.852

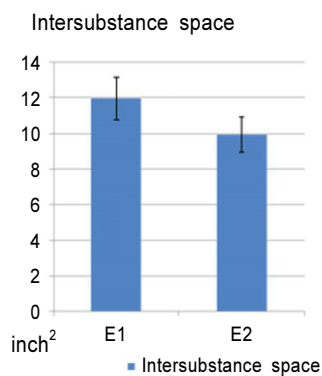
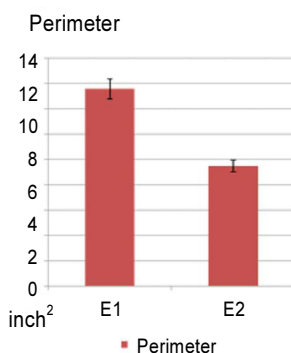
**Figure 13.** Intersubstance space of different size graft materials. *: P<0.05

Table 3. Perimeter of different size graft materials(Mean(inch) \pm S.D *: $P<0.05$)

	Perimeter
E1	77.815 \pm 5.023*
E2	47.370 \pm 4.263

**Figure 14.** Perimeter of different size graft materials, *: $P<0.05$

2. 투과광학현미경 관찰

1) 간극 공간(Intersubstance space)

입자를 이식 시 형성되는 이식재 사이의 간극공간은 입자가 작은 군에서 간극공간이 많이 나타났으며 통계학적으로 유의성이 있었다(Table 2, Fig. 13).

2) 변연길이(Perimeter)

입자를 이식 시 형성되는 단위면적당 입자가 차지하는 변연길이(perimeter)는 입자가 작을수록 상당히 많은 주변길이를 형성하였다(Table 3, Fig. 14).

고찰

많은 이전의 연구에서 이상적인 임플란트 식립을 위해 치조골의 결손부가 없어야 한다고 보고하고 있지만, 임플란트 식립 시 흔히 나타나는 골열개, 골천공, 환상형 골결손 등으로 인해서 골유도재생술(Guided bone regeneration : GBR)이 필요하며 이와 병행하여 많은 종류의 이식재와 기술들이 임플란트 주위의 골 결손부를 효과적으로 정상골로 대체시키기 위하여 개발되어 왔다^{1,10,12,13)}. Jovanovic는 이식재를 사용하여 임플란트와 접촉한 신생골을 재형성 할 수

없다고 보고하였으며, Schenk 등은 골결손부가 형성된 후 4개월 안에 완전한 골의 재생은 이루어지지 않는다고 보고함으로서 이종골을 이용한 이식재의 사용에 대해 비판적인 견해를 피력하였다. 그러나 오늘날 개선된 이종골의 처리방법에 의해 생산된 이식재는 임상적으로나 조직학적으로 골유도 및 재생에 기여한다는 것은 이론의 여지가 없는 것으로 알려져 있으며, 다른 최근의 가토를 이용한 연구에서도 6주 정도에 거의 골 결손부가 정상화 된다는 사실을 보고하였다¹⁰⁾. 조 등은 성견을 이용한 실험에서 임플란트 주위 결손부에 골유도재생술을 하고 편광현미경으로 관찰 시 4주 때 골 생성이 최고에 이르고 8~12주에는 점점 감소한다고 보고하였다. 이번 연구의 치유기간도 앞서의 연구를 지침으로 4주 후 골 생성량을 알아보았다.

현재까지 자가골이 'Gold standard' 임에는 부인할 수 없는 사실이지만, 이종골 이식재도 인체의 경조직에 훌륭한 조직 적합성을 가지며 조직학적 및 조직 계측학적 연구에서도 좋은 결과를 보여주고 있다. 하지만 이종골은 흡수속도가 매우 느리다는 특성 때문에 신생골 재생을 위한 골격 계공에는 탁월한 효과를 낼 수 있으나, 빠른 골 대체에는 부적합하다는 단점을 지니고 있다. 이러한 단점을 최소화하기 위하여 이식재에 여러 가지 방법으로 변화를 주어서 골반응을 개선시키려고 노력하는 바, 본 저자는 이식재 입자크기

의 변화에 따른 골조직의 반응을 연구함으로써 임상에 적용 가능한지의 여부를 알아보고자 본 연구를 시행하였다. 이번 연구에서 작은 입자 크기(80~90 μm)의 이중골이 큰 입자 크기(200~1000 μm)의 이중골보다 성숙한 골의 생성에 더 나은 결과를 보였다. 입자의 크기에 따른 표면적의 차이와 입자 사이의 간격 등이 실험 결과에 영향을 미쳤을 것으로 사료된다. 작은 입자 크기(80~90 μm)의 이중골에서 나온 결과가 나온 이유를 이전의 연구와 비교하여 가능성을 살펴보면 첫째, 표면적을 증가시킨다. 둘째, 이러한 표면적의 증가는 미분화간엽세포의 조골세포로의 분화를 촉진시킴으로써 결과적으로 골유도작용을 유도한다.

입자 크기가 중요한 것은 그것이 골 생성을 증진하는 능력과 흡수되는 기간에 영향을 미치기 때문이다. 이러한 가능성에 대해 여러 선행들의 연구를 살펴보면 Klawitter, Pederson, Nathanson, Bobyn 등은 입자 사이의 공간이 100 μm 보다는 커야 하고 그 이유는 적절한 혈관화와 골생성이 100 μm 이상의 공간에서 이루어지기 때문이라고 보고하였다. Mowlem은 작은 골입자가 골 형성을 증진시킨다고 보고하였고 Robinson 등은 Osseous coagulum technique을 사용하여 작은 골입자를 만들면 큰 골입자들보다 빠른 흡수와 대체를 보인다고 하였으며 또한 작은 bone particle의 사용시 골 형성을 증진시킨다고 하였다. 그리고 Rivault 등은 100 μm 정도 크기의 자가골 사용시 골아세포의 분화가 더욱 증진되었다고 보고하였으며 또한 Jonck는 동물실험에서 고운 입자의 골(12~25 μm)을 사용시 신생골 형성이 증진된다고 하였다. 상악동 거상술 실험에서도 Hui Xu 등은 입자가 작은(300~500 μm) 경우와 입자가 큰(800~1000 μm) 이중골 이식재의 신생골 형성 결과를 알아보는 비교실험에서 입자가 작은 경우에 더 나은 골전도능을 보였다고 보고 하였으나 이와는 반대되는 견해로서 Hall 등은 입자크기가 중요하지 않다는 보고를 하였으며 또한 Urist는 가토를 이용하여 DFDB(Demineralized Freezed Dried Bone)를 사용한 실험에서 250~450 μm 의 골입자를 썼을 때 골 형성이 억제되었고 1000~2000 μm 의 골입자를 사용했을 때 더 나은 결과를 보였다고 보고하였다. 그리고 Fucini 등도 250~500 μm 의 작은 입자의 이식재와 850~1000 μm 의 큰 이식재의 골이식시 유의할 만한 차이가 없다고 보고하였다. 따라서 아직까지 골입자의 크기에 따라 골 생성 정도가 명확히 증진된다는 견해에는 이견이 존재하나 대체로 작을수록 좋다는 보고가 최근 많이 보고 있으며 본 연구에서도 이

식재 입자의 크기가 작을수록 골 형성의 양이나 질적인 면에서 더 나은 결과를 보여주었다.

Pinholt 등은 백서 실험에서 생체 유래 탈단백우골은 우수한 골 형성 능력을 보여주며 흡수가 가능하다고 보고하였고, Klinge 등은 가토 두개부에 형성된 골 결손부에서 매식된 생체 유래 탈단백우골은 우수한 골 형성 능력을 보여주며 2주부터 다핵세포에 의한 거대세포에 의하여 흡수가 일어났다고 보고하였다. 하지만 부정적인 결과도 있었는데 Young 등, Artzi 등에 의하면 이식재의 골 형성은 관찰되었지만 흡수는 보이지 않았다고 보고하였다. 이번 연구에 사용된 OCS-B[®]는 탈단백 우골로써 대조군에서는 골이식을 시행하지 않고 실험군에 골이식을 시행하였다. 결과는 대조군에서는 골 생성이 거의 되지 않은 반면 실험군에서는 골 생성이 이식재를 중심으로 나타남으로써 본 연구에 사용한 OCS-B[®]는 골전도능 또는 골유도능이 있음을 명확하게 보여 주었다고 사료된다.

우골은 골 대체제로서 가장 흔히 사용되는 재료로서 본 연구에 사용된 OCS-B[®]는 탈지, 탈단백된 우골의 뼈 분말로써 내부 표면적이 크며, 결정체 공간과 미세터널 구조로 이루어져 혈관과 골의 내부 성장을 도모한 이식재이다. 우골을 화학처리하고 300°C에서 열처리과정을 거쳐 골의 유기질 성분을 제거하는 다른 탈단백 우골과는 달리 생체 적합성 및 골전도능의 필수적인 요소인 최대 Carbon 양의 보존 온도인 600°C 정도의 온도에서 열처리하여 지질 단백질을 제거하며, 화학 처리하여 염증 반응과 면역거부 반응을 줄였다는 장점이 있다. 또한 뼈를 화학 처리한 후에 분쇄하는 기존의 방법과 다르게 분쇄한 후에 화학 처리하는 기법을 사용하여 주사전자 현미경 하에서 관찰되는 불순물인 미세 분말을 없앴고, 잔류 단백질의 불용화처리를 하였다. 이식재의 종류에 따라 골형성 정도가 차이가 있는데 이는 이식재의 흡수 속도와 골형성 정도는 비례 관계가 있으며, 흡수성을 증가시킨다는 것은 골형성능을 증가시킨다는 뜻과 일맥상통하는 바, 본 연구에 사용한 OCS-B[®]는 흡수 속도 또한 기존 제품에 비해 20~30% 개선이 되었다고 보고된 바 있다.

현재 시판중인 임플란트의 대부분은 grade 4 티타늄인 cpTi로 제작되었는데 이번 실험에 사용된 매식체는 grade 5로 제작된 Spider II((주)Bio TIS, 한국)이었다. Ti-6Al-4V로 구성된 grade 5 티타늄합금은 순수한 티타늄보다 항복강도 및 파절 강도에서 우수함이 보고되어 왔고, 또한 훌륭한

생체 친화성 및 낮은 독성 등의 특성도 있어 최근의 임플란트 제작에 적용되고 있다. Spider II((주)Bio TIS, 한국)는 상방부의 미세나사선 구조가 골흡수를 최소화하며 Resorbable Blast Media로 처리된 임플란트 표면구조를 가지고 있다.

이번 연구에서 4주의 짧은 치유기간 동안 이중골 이식재의 크기에 따른 효과를 알아보기에는 충분한 결과를 얻었다. 하지만 신생골을 위한 최소한의 시간은 아직 불확실하고 시간에 의존하여 신생골이 나타남은 많은 연구에서 보고되고 있다. 앞으로 더욱 긴 치유기간의 부여, 이식재 크기의 다양화, 다양한 크기의 이식재를 혼합하여 이식하는 방법 등의 실험을 통해 명확히 규명되지 않은 부분인 이식재 크기에 따라 골 생성 정도가 어떠한지 알아봐야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

- Vincente JC, Lopez-Arranz JS. Tissue regeneration in bone defects adjacent to endosseous implants: An experimental pilot study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2000;20:41-49.
- Buser D, Dula K, Belser U, Hirt H-P, Berthold H. Localized ridge augmentation using guided bone regeneration. I. Surgical procedure in the maxilla. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1993;13:29-45.
- Buser D, Dula K, Belser U, Hirt H-P, Schenk RK. Lateral ridge augmentation using autografts and barrier membranes: A clinical study with 40 partially edentulous patients. *J Oral Maxillofac Surg* 1996;54:420-422.
- Nevins M, Mellonig JT. The advantages of localized ridge augmentation prior to implant placement: A staged event. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1994;14:97-111.
- Fugazzotto PA, Shanaman R, Manos T, Shectman R. Guided Bone regeneration around titanium implants: Report of the treatment of 1,503 sites with clinical reentries. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1997;17:292-299.
- Melcher AH, Accursi GE. Osteogenic capacity of periosteal and osteo-periosteal flaps elevated from parietal bone of the rat. *Arch Oral Biol* 1971;16:573-580.
- Gottlow J, Nyman S, Karring T, Lindhe J. New attachment formation as the result of controlled tissue regeneration. *J Clin Periodontol* 1984;11:494-503.
- Dahlin C, Alberius P, Lindhe A. Osteopromotion for cranioplasty. An experimental study in rats using a membrane technique. *J Neurosurg* 1991;74:487-491.
- Dahlin C, Andersson L, Lindhe A. Bone augmentation at fenestrated implants by an osteopromotive membranetechnique. A controlled clinical study. *Clin Oral Implants Res* 1991;2:159-165.
- Dahlin C, Sennerby L, Lekholm U, Linde A, Nyman S. Generation of new bone around titanium implants using a membrane technique: An experimental study in rabbits. *Int J Oral Maxillofac implants* 1989;4:19-25.
- Becker W, Becker BE. Guided tissue regeneration for implants placed into extraction sockets and for implant dehiscences: Surgical techniques and case reports. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1990;10:377-391.
- Becker W, Becker BE, Handlesman M et al. Bone formation at dehiscenced dental implant sites treated with implant augmentation material: A pilot study in dogs. *Int J Periodont Rest Dent* 1990;10:93-101.
- Lazzara R. Immediate implant placement into extraction sites: Surgical and restorative advantages. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1989;9:333-343.
- Becker W, Lynch SE, Lekholm U et al. A comparison of three methods for promoting bone formation around implant placed into immediate extraction sockets: e-PTFE membrane alone or with either PDGF and IGF-1 or DFDB. *J Periodontol* 1992;63:929-940.
- Schallhorn RG, Hiatt WH, Boyce W. Iliac transplants in periodontal therapy. *J Periodontol* 1970;41(10):566-580.
- Schallhorn RG, Hiatt WH. Human allografts of iliac cancellous bone and marrow in periodontal osseous defects I. Rationale and methodology. *J Periodontol* 1971;42(10):642-647.
- Uchida A, Nade SM, McCartney ER, Ching W. The use of ceramics for bone replacement. A comparative study of three different porous ceramics. *J Bone Joint Surg Br* 1984;66:269-275.
- Chang RC, Kao AS. Biomechanical and histological studies of particulate hydroxyapatite implanted in femur bone defects of adult dogs. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2000;29:54-56.
- Strub JR, Gaberthuel TW, Firestone AR. Comparison of tricalcium phosphate and frozen allogenic bone implants in man. *J Periodontol* 1979;50:624-629.
- Uchida A, Nade SM, McCartney ER, Ching W. Growth of bone marrow cells on porous ceramics in vitro. *J Biomed*

- Mater Res 1987;21:1-10.
21. Vaccaro AR. The role of the osteoconductive scaffold in synthetic bone graft. *Orthopedics* 2002;25:571-578.
 22. Sculean A, Chiantella GC, Windisch P et al. Healing of intra-bony defects following treatment with a composite bovine-derived xenograft(Bio-Oss Collagen) in combination with a collagen membrane (Bio-Gide PERIO). *J Clin Periodontol* 2005;32:720-724.
 23. Wenz B, Oesch O, Horst M. Analysis of the risk of transmitting bovine spongiform encephalopathy through bone grafts derived from bovine bone. *Biomaterials* 2001;22:1599-1606.
 24. Clokie CML, Sandor GKB. Bone. present and future. In: Babbush CA. *Dental implants: the art and science*. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 2001;70.
 25. 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* 1998;18:528-543.
 26. John HD, Wenz B. Histomorphometric analysis of natural bone mineral for maxillary sinus augmentation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19:199-207.
 27. Landi L, Pretel RW Jr, Hakimi NM, Setayesh R. Maxillary sinus floor elevation using a combination of DFDBA and bovine-derived porous hydroxyapatite: a preliminary histologic and histomorphometric report. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2000;20:574-583.
 28. Aiorana C, Redemagni M, Rabagliati M, Salina S. Treatment of maxillary ridge resorption by sinus augmentation with iliac cancellous bone, anorganic bovine bone, and endosseous implants: a clinical and histologic report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;15:873-878.
 29. Mellonig JT. Human histologic evaluation of a bovine-derived bone xenograft in the treatment of periodontal osseous defects. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2000;20:19-29.
 30. 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* 2005;34:273-280.
 31. Norton MR, Odell EW, Thompson ID, Cook RJ. Efficacy of bovine bone mineral for alveolar augmentation: a human histologic study. *Clin Oral Implants Res* 2003;14:775-783.
 32. Piattelli M, Favero GA, Scarano A, Orsini G, Piattelli A. Bone reactions to anorganic bovine bone (Bio-Oss) used in sinus augmentation procedures: a histologic long-term report of 20 cases in humans. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999;14:835-840.
 33. Sartori S, Silvestri M, Forni F, Icaro Cornaglia A, Tesei P, Cattaneo V. Ten-year follow-up in a maxillary sinus augmentation using anorganic bovine bone (Bio-Oss). A case report with histomorphometric evaluation. *Clin Oral Implants Res* 2003;14:369-372.