

## 하악골 결손부의 골형성에 미치는 Bioplant HTR®의 영향

최도현 · 유선열 · 김옥준\* · 허원실\*\*

전남대학교 치과대학 구강악안면외과학교실, 구강병리학교실\*, 국립의료원 구강악안면외과\*\*

### Abstract

#### THE EFFECT OF BIOPLANT HTR®(HARD TISSUE REPLACEMENT) ON OSTEOGENESIS OF THE MANDIBULAR BONE DEFECTS IN RABBITS

Do-Hyun Choi, Sun-Youl Ryu, Ok- Joon Kim\*, Won-Shil Huh\*\*

*Dept. of Oral & Maxillofacial Surgery, College of Dentistry, Chonnam National University*

*Dept. of Pathology, College of Dentistry, Chonnam National University\**

*Dept. of Oral & Maxillofacial Surgery, National Medical Center\*\**

The present study was performed to investigate the effect of HTR® (Hard Tissue Replacement) on osteogenesis in the mandibular bone defects. Eight adult male white rabbits weighing 2.5 to 3.0kg were used. Four bone defects (8mm in diameter and 4mm in depth) were made at the both mandibular body. In the control group, the right mesial bone defect was filled with blood clot and spontaneously healed. In the DFDB group, the right distal bone defect was filled with xenogenic demineralized freeze-dried bone. In the HTR® group, the left mesial bone defect was filled with HTR®. In the HTR®-membrane group, the left distal bone defect was filled with HTR® and covered with BioMesh membrane. The rabbits were sacrificed at 2, 4, 6 and 9 weeks after the operation and microscopic examination was performed. Results obtained were as follows:

In the control and DFDB groups, inflammatory cells and the fibrous connective tissue existed and the bone growth was slower than HTR® group by 6 week, and there was intervention of the soft tissue at 9 week. In the HTR® group, bone trabeculi extended between the HTR® particles without intervention of inflammatory cells and the connective tissue at 4 and 6 weeks. In addition, extensive osseous ingrowth into the HTR® particles was observed at 9 week. Bone formation was more active in the HTR® group than the control and DFDB groups. There was not obvious difference in the bone healing rate between the HTR® and the HTR®-membrane group.

These results suggest that the HTR® promotes osteogenesis in the bone defects and the HTR® group has no difference in comparison with the HTR®-BioMesh® membrane group in bone healing.

**Key words** : Hard Tissue Replacement, Osteogenesis

### I. 서 론

구강악안면 영역의 골결손부 수복에 있어서 면역학적 수용성과 숙주와의 친화성 등에서 자가골이 가장 좋은 재료로 생각되어 왔으며 다른 수복재의 골재생능을 평가하는 기준으로 삼아 왔다. 그러나 장골이식의 경우 보행 장애, 늑골이식의 경우 폐렴 또는 흉막의 열상 등과 같은 합병증이 발생

할 가능성이 있으며 채취할 수 있는 골량의 제한과 이식골의 흡수 등의 단점이 있다. 이로 인해 자가골을 대체하기 위한 골수복재의 개발이 계속되어 동종골이식<sup>1)</sup>, 이종골이식<sup>2)</sup> 및 합성골이식<sup>3)</sup>이 시행되고 있다.

Bioplant HTR® (Hard Tissue Replacement)은 최근에 개발된 합성골로서 3층으로 이루어져 있다. 내층은 PMMA (polymethylmethacrylate), 그 다음 층은 PHEMA

(polyhydroxyethylmethacrylate), 그리고 외층은 Hydroxyapatite로 코팅되어 있다<sup>4)</sup>. 입자는 다공성으로 되어 있으며 내부에 공간이 존재하므로 골이 입자 내부로 뻗어 들어가서 골과 단단하게 결합하며, 방사선불투과성이므로 이식 후 치유상태를 관찰할 수 있고, 물과 혈액에 잘 적셔지고 뭉치는 성질이 있어 성형이 가능하므로 여러 가지 병소에 사용할 수 있다<sup>5)</sup>. HTR<sup>®</sup>은 입자 표면이 음전하를 띠고 있어 양전하를 띠는 생체와 친화성을 가지므로 골형성을 촉진시키며, 음전하를 띠는 박테리아와 서로 밀어내는 작용을 하여 감염 가능성이 줄어든다<sup>6-7)</sup>.

조직유도재생술의 발전 과정에 차폐막을 이용하여 골결손부 내로 연조직의 증식을 억제시킴으로써 골재생이 가능하다는 것이 Dahlin 등<sup>8)</sup>에 의해 실험적으로 증명되어 골유도 재생술의 개념이 도입되었다. Dahlin 등<sup>9)</sup>에 의하면 골결손부에 차폐막을 사용한 실험군에서는 결합조직 세포의 유입이 차단되고 인접골로부터 유래된 골모세포들이 골형성을 용이하게 하여 골결손부가 완전히 골로 채워졌으나, 차폐막을 사용하지 않고 그대로 판막을 덮은 대조군에서는 기존골 변연부에서만 약간의 신생골이 형성되고 대부분 결합조직으로 채워져, 결합조직의 증식을 차단해야만 골결손부가 골로 채워진다는 것을 시사하였다. 그 후 Gore-Tex<sup>®</sup>와 같은 차폐막이 골유도재생술에 사용되어 우수한 임상 효과를 보였음에도 불구하고 수술 과정이 복잡하고 차폐막 노출과 같은 문제점이 있어, 최근에는 생분해성 차폐막의 개발이 진행되어 Guidor<sup>®</sup>, Vicryl<sup>®</sup><sup>10)</sup>, Resolut<sup>®</sup><sup>11)</sup> 등이 임상에 사용되고 있다.

이상과 같이 많은 연구가 진행되고 있으나 최근 합성골로 소개된 Bioplant HTR<sup>®</sup>의 골형성 과정과 주위 조직반응에 대해서는 아직 상세히 밝혀져 있지 않다. 또 차폐막 유무에 따른 Bioplant HTR<sup>®</sup>의 골형성능의 차이에 대해서도 알아볼 필요가 있다.

본 연구는 합성골인 HTR<sup>®</sup>이 골결손부의 골형성에 미치는 영향과 차폐막 유무에 따른 골형성능의 차이를 조직학적으로 평가하여 그 임상적 유용성을 알아보기 위해 시행되었다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

실험동물로는 체중 2.5~3.0kg의 뉴질랜드산 웅성 가토 8마리를 실험동물로 사용하였다. 직경 750 $\mu$ m의 입자 크기를 갖는 합성골 Bioplant HTR<sup>®</sup>(Hard Tissue Replacement, Bioplant Co., USA)과 이종탈회동결건조골(Xenogenic Demineralized Freeze-Dried Bone: DFDB, Pacific Coast Tissue Bank, USA)을 결손부 수

복용 이식재로 사용하였고, 차폐막으로는 BioMesh<sup>®</sup>(삼양사, 한국)를 이용하였다.

### 2. 실험방법

염산 Ketamine (케타라<sup>®</sup>, 유한양행, 한국)과 Xylazine (렘폰<sup>®</sup>, 바이엘, 한국)을 1 : 4의 비율로 혼합한 용액을 1 ml/kg씩 복강내주사하여 전신마취를 유도하였다. 가토의 하악골 부위의 털을 깎고 povidone iodine으로 소독한 다음, 수술 중 출혈을 줄이기 위해 epinephrine(1 : 100,000)을 함유한 2% Lidocaine HCl 4ml를 근육주사하였다. 하악 골체부 하연에 절개를 시행하고 박리하여 골면을 노출시켰다. 1,500RPM의 저속 엔진을 이용하여 No. 4 round bur로 생리식염수를 뿌리면서 좌우측 하악 골체부에 1cm 간격으로 직경 8mm, 깊이 4mm의 원형 골결손부를 각각 2개씩 인위적으로 형성하였다. 우측 근위 결손부에 혈병을 채워 치유시킨 것을 대조군으로, 우측 원위 결손부에 이종탈회동결건조골을 이식한 것을 DFDB군으로, 좌측 근위 결손부에 HTR<sup>®</sup>을 이식한 것을 HTR<sup>®</sup>군으로, 좌측 원위 결손부에 HTR<sup>®</sup>이식 후 Bio-Mesh<sup>®</sup>차폐막을 덮고 titanium screw로 고정한 것을 HTR<sup>®</sup>-차폐막군으로 하였다. 4-0 Vicryl<sup>®</sup>로 심부조직을 층별 봉합한 다음 3-0 silk로 피부봉합하였다. 이식 2주, 4주, 6주 및 9주 경과 후 가토의 혈관 내에 공기를 주입하여 희생시키고 골이식 부위를 포함하여 하악골을 절제하였다. 절취한 골편을 10% 포르말린 용액에 고정하고 10% 질산용액에서 탈회한 다음, 파라핀에 포매하여 4~5 $\mu$ m의 절편을 만들어 hematoxylin-eosin 염색 후 광학현미경으로 검경하였다.

## III. 결 과

### 1. 대조군

술후 2주에는 골결손부 경계부에서 부분적으로 신생 골소주가 형성되는 양상이 나타나고 골경계부를 확인할 수 있었으며, 신생 골소주 사이는 결합조직으로 채워져 있었다(Fig. 1). 4주에는 신생 골소주가 산재해 있고, 결합조직이 신생골 주위를 둘러싸고 있었다(Fig. 5). 6주에는 신생골이 부분적으로 성숙되어 있고, 신생골 주위를 결합조직이 둘러싸고 있었다(Fig. 9). 9주에는 골결손부에 성숙골이 산재되어 있고, 골수가 형성되는 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 13).

### 2. DFDB군

술후 2주에는 이식골 주위에 파골세포들에 의한 골흡수상이 관찰되며, 이식골 주위에 염증세포와 섬유성 결합조직이

관찰되었다(Fig. 2). 4주에는 신생골 주위에 골모세포가 위치하며, 치밀한 결합조직이 신생골을 둘러싸고 있었다(Fig. 6). 6주에는 골모세포의 배열이 신생골 주위에 더욱 뚜렷하며, 신생골은 더 성숙되어 있었다(Fig. 10). 9주에는 더욱 성숙된 층판골이 관찰되었다(Fig. 14).

### 3. HTR®군

술후 2주에는 HTR® 입자 사이에서 신생골이 관찰되고, 소성 결합조직이 HTR® 입자 주위를 둘러싸고 있으며, 염증소견이 관찰되었다(Fig. 3). 4주에는 2주보다 더 성숙된 골소주들이 HTR® 입자 사이로 뻗어 있고 골모세포들이 HTR® 입자 주위를 둘러싸고 있으며, 소성결합조직과 염증소견이 관찰되었다(Fig. 7). 6주에는 HTR® 입자 내부로 들어가 있는 치밀한 결합조직이 관찰되며, 4주에 비해 더욱 많은 성숙 골소주가 HTR® 주위를 둘러싸고 있었다(Fig. 11). 9주에는 HTR® 내부로 골의 내성장이 활발하게 이루어지고 있었다(Fig. 15).

### 4. HTR®-차폐막군

술후 2주에는 염증세포가 관찰되고 HTR® 입자 사이로 신생 골소주가 보이며(Fig. 4), 4주에는 신생골들은 더욱 증가하고 성숙되어 있었다(Fig. 8). 6주에는 골밀도가 4주에 비해 훨씬 증가되었고, 층판골들이 관찰되었다(Fig. 12). 9주에는 차폐막을 설치하지 않은 군과 비슷하게 성숙 층판골이 HTR® 입자 내부로 성장하고 있음이 관찰되었다.

## IV. 고 찰

HTR®은 치과 영역에 1968년 처음 소개되었으며<sup>12)</sup>, 그 기본 구조를 보면 3층으로 이루어져 있으며 가장 내층은 PMMA, 그 다음 층은 PHEMA, 그리고 외층은 Hydroxyapatite로 코팅되어 있다<sup>4)</sup>. PMMA층은 생체친화성이 있고 외부 충격에 부서지지 않으며 골형성이 완료된 후에도 흡수되지 않고 남아 골의 강도를 높게 유지시킨다. PHEMA층은 시술 후 방사선상에 조영성을 갖도록 하며 골형성 완료와 함께 생체에 흡수된다. Hydroxyapatite층은 골수 혈액과 반응하여 골형성과 골유합이 빨리 일어나도록 하고 숙주골과 화학적 결합을 하도록 한다<sup>4)</sup>. HTR®은 입자 크기에 따라 두 가지로 나누는데, HTR-40은 입자 크기가 작아 치주 병소에 이용되고 HTR-24는 직경 750 $\mu$ m로 더 큰 입자 크기를 갖는다. 입자 내부에는 300 $\mu$ m의 공간이 있는데 이와 같은 다공성 구조는 초기에 섬유성 혈관조직이 입자 내부로 뻗어 나갈 수 있게 한다<sup>13)</sup>. 본 연구에서는 직경 750 $\mu$ m의 입자 크기를 갖는 HTR-24를 실험재료로 사용하

여, HTR®이 골결손부의 골형성에 미치는 영향과 차폐막 유무에 따른 골형성능의 차이를 조직학적으로 평가함으로써 그 임상적 유용성을 알아 보았다.

본 연구결과에서 술후 2주에는 모든 군에서 염증세포가 많이 관찰되나, 4주에는 HTR®군에서는 대조군과 DFDB 군에 비해 염증 소견이 현저히 감소된 것을 볼 수 있었다. Ashman 등<sup>14)</sup>도 HTR®의 독성실험에서 골조직 또는 연조직과 오래 접촉하여도 염증이거나 면역반응이 일어나지 않는다고 하였다. Legaros 등<sup>15)</sup>은 쥐와 개를 대상으로 행한 실험에서 염증세포나 단핵구가 발견되지 않고 HTR®을 둘러싸고 있는 조혈세포가 골모세포로 분화되어 5주째에는 결합조직의 개재 없이 골을 형성한다고 하였다. 한편 DFDB 군에서 염증 소견이 비교적 많이 관찰되었던 것은 이종골인 사람의 DFDB를 사용한 때문이라 생각된다.

Cranin<sup>16)</sup>은 개를 대상으로 하여 HTR® polymer 내부와 주위에 섬유조직의 개재 없이 신생골이 재생되고, HTR® polymer로 덮혀 있는 치아 주위에는 상피조직이 증식되지 않음을 보고하였다. Ashman 등<sup>17,18)</sup>은 임상에서 발치 후 발치와에 HTR®을 충전하면 치조제가 낮아지는 것을 방지하고 또 치조제증대술시에도 예후가 양호하다고 하였다. Phillips 등<sup>19)</sup>은 치주질환으로 인한 골결손부 수복에 사용할 경우에도 좋은 결과를 얻었다고 보고하였다. Isaksson 등<sup>20)</sup>에 의하면 HTR®이 골유도성은 없으나 골전도성은 있으며 친수성과 혈액친화성이 있으므로 혈관조직의 침투를 용이하게 하여 2차 골침착을 증진시킨다고 하였는데, 이는 본 연구결과에서 4주에 골모세포들이 HTR® 입자 주위를 둘러싸고 있고 골소주들이 발달되어 있음과 관련있는 소견이었다. 본 연구결과에서 9주에는 Eppley 등<sup>5)</sup>의 연구에서와 같이 HTR® 내부 공간 속으로 골조직들이 활발히 뻗어 들어가 골재생이 되는 소견이 관찰되었다. 이상의 결과에서 HTR®은 염증반응이 적고 골결손부에서 골형성을 촉진시키는 합성골이식재이므로, 임상적 적용에 문제가 없을 것으로 생각된다.

1982년 Nyman 등<sup>21)</sup>이 치주질환 치료시에 치주낭 제거 후 신부착의 가능성을 조사할 목적으로 시행한 실험에서 조직유도재생술(Guided Tissue Regeneration)의 개념이 처음으로 치과영역에 도입되었다. 또 골결손부에 차폐막을 위치시켜 연조직 증식을 방지하면 결손부가 골조직으로만 회복된다는 골유도재생술(Guided Bone Generation)의 개념이 정립되었다<sup>8)</sup>. 이 개념은 여러 형태의 골결손부의 수복, 치조제증대술, 발치 후 즉시 임플란트매식술, 발치와증대술 등에 적용되어 왔다. Dahlin 등<sup>22)</sup>은 가토의 경골에 Bränemark 임플란트 매식 후 인위적으로 만든 골결손부에 차폐막을 설치한 군이 그대로 방치한 군에 비해 약 2배의 골재생을 보인다고 하였고, Hammerle 등<sup>23)</sup>은 가토의 두개골에 인위적으로 골결손부를 형성하고 Gore-Tex®로 덮은

지 3개월 후에 골결손부가 회복됨을 보고하였다.

현재까지 골유도재생술에 비흡수성 차폐막인 expanded-polytetrafluoroethylene (e-PTFE: Gore-Tex<sup>®</sup>)이 주로 사용되었으며 양호한 결과를 보여 왔다. 그러나 e-PTFE는 차폐막을 다시 제거하기 위한 2차수술이 필요하고 구강내에 노출되기 쉬워 감염의 우려가 높다<sup>24,26</sup>. 2차수술로 인한 단점을 극복하기 위해 흡수성 차폐막이 개발되었으나, 구강내로 노출시 초기에 막이 흡수되고 흡수가 일어나는 동안 염증반응이 따르는 것으로 보고되었다<sup>27</sup>. 이런 단점을 해결하기 위해 최근 생분해성 흡수성 차폐막이 개발되고 있다. 본 연구에서 골결손부에 HTR<sup>®</sup>만 이식한 경우와 골결손부에 HTR<sup>®</sup> 이식 후 흡수성인 Bio-Mesh<sup>®</sup> 차폐막을 덮고 titanium screw로 고정한 경우에 골형성능의 차이를 비교하였을 때, HTR<sup>®</sup>군과 HTR<sup>®</sup>-차폐막군 사이에는 뚜렷한 차이가 없이 모두 비슷한 골형성을 보였다. 이와 같은 결과로 미루어 볼 때, HTR<sup>®</sup>은 입자 표면이 음(-)전하(-8~-15 mV)를 띠고 있어 양(+)전하를 띠는 생체와 친화성을 가지므로 혈액에 적신 HTR<sup>®</sup>입자들은 덩어리가 되어 형태 조각이 쉽고<sup>6,7</sup>, 이식된 HTR<sup>®</sup> 입자 사이를 혈액이 강하게 결합시키고 있어 연조직 증식을 막으며, 음전하를 띠는 HTR<sup>®</sup> 입자 표면이 박테리아 세포 외벽의 음전하와 서로 밀어내 박테리아가 존재할 수 없게 만들어 주위 환경으로부터 감염 가능성이 줄어들기 때문에<sup>28</sup> HTR<sup>®</sup>을 사용하는 시술에는 차폐막이 불필요할 것으로 생각된다.

## V. 결 론

본 연구는 합성골인 Bioplant HTR<sup>®</sup>(Hard Tissue Replacement)이 하악골 결손부의 골형성에 미치는 영향과 차폐막 유무에 따른 골형성능의 차이를 알아보기 위하여 시행되었다.

체중 2.5~3.0kg의 뉴질랜드산 웅성 가토 8마리를 이용하여, 좌우 하악 골체부에직경 8mm, 깊이 4mm의 원형 골결손부를 각각 2개씩 형성하였다. 우측 근위 결손부에 혈병을 채워 치유시킨 것을 대조군, 우측 원위 결손부에 이종탈회건조골을 이식한 것을 DFDB군, 좌측 근위 결손부에 HTR<sup>®</sup>을 이식한 것을 HTR<sup>®</sup>군, 좌측 원위 결손부에 HTR<sup>®</sup> 이식 후 Bio-Mesh<sup>®</sup> 차폐막을 덮고 titanium screw로 고정한 것을 HTR<sup>®</sup>-차폐막군으로 하였다. 이식 2주, 4주, 6주 및 9주 경과 후 가토를 희생시키고 조직학적으로 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

대조군과 DFDB군에서는 HTR<sup>®</sup>군에 비해 술후 6주까지 염증세포와 섬유성 결합조직이 더 많이 관찰되고 시간 경과에 따른 골형성이 늦으며, 9주에는 골결손부가 골조직으로 완전히 채워지지 않고 연조직이 개재되어 있었다. HTR<sup>®</sup>군에서는 4주와 6주에 염증세포나 연조직의 개재없이 HTR<sup>®</sup>

입자 사이로 빠르게 골조직이 뻗어 들어 가고, 9주에는 입자 내부로 골이 내성장한 것을 볼 수 있었으며 대조군에서 보이는 연조직은 관찰할 수 없었다. 차폐막을 사용한 군과 사용하지 않은 군 사이에는 뚜렷한 차이가 없었다.

이상의 결과는 Bioplant HTR<sup>®</sup>이 골결손부에서 골형성을 촉진시키며 차폐막 유무에 따른 뚜렷한 차이가 없음을 시사한다.

## 참고문헌

1. Thilander B, Srenstrom S : Bone healing after implantation of some hetero and alloplastic materials: An experimental study on the guinea pig. *Cleft Palate J* 7:540-549, 1970.
2. 김영조, 엄인웅, 이동근, 김수남 : 냉동건조 탈회골편의 치유과정에 관한 조직학적 연구. *대한구강악안면외과학회지* 19(1):432-443, 1993.
3. Jarcho M : Calcium phosphate ceramics as hard tissue prosthetics. *Clin Orthop and Relat Res* 157:259-278, 1981.
4. Boyne PJ : Use of HTR in tooth extraction sockets to maintain alveolar ridge height and increase concentration of alveolar bone matrix. *Gen Dent* 43(5):470-473, 1995.
5. Epply BL, Sadove AM, German RZ : Evaluation of HTR polymer as a craniomaxillofacial graft material. *Plast Reconstr Surg* 86(6):1085-1092, 1990.
6. Friedenber ZB, Brighton CT : Bioelectric potentials in bone. *J Bone Joint Surg* 48(5):915-923, 1966.
7. Krukowski M, Shively RA, Osdoby P, Epply BL : Stimulation of craniofacial and intramedullary bone formation by negatively charged beads. *J Oral Maxillofac Surg* 48:468-475, 1990.
8. Dahlin JC, Lindhe S, Gottlow J, Karring T, Nyman S : Healing of bone defects by guided regeneration. *Plast Reconstr Surg* 81(5):672-676, 1988.
9. Magnusson I, Batich C, Collins BR : New attachment formation following controlled tissue regeneration using biodegradable membranes. *J Periodontol* 59:1-7, 1988.
10. Caton J, Greenstein G, Zappa U : Synthetic bioabsorbable barrier for regeneration in human periodontal defects. *J Periodontol* 65:1037-1045, 1994.
11. Greenstein G, Caton J : Biodegradable barriers and guided tissue regeneration. *J Periodontol* 2000 1:36-45, 1993.
12. Ashman A : Acrylic resin tooth implant. *NY J Dent* 41:65-68, 1971.
13. Holmes RE, Wardrop RW, Wolford LM : Hydroxyapatite as a bone graft substitute in orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 46:661-671, 1988.
14. Ashman A, Moss LM : Implantation of porous polymethylmethacrylate resin for tooth and bone replacement. *J Prosthet Dent* 37:657-665, 1977.
15. Legros RE, Amler HB : HTR polymer as an implant material. *J Biomed Mater Res* 24:1079-1089, 1990.
16. Cranin AN : Animal experimentation with a polymeric bone substitute material. abstracted. *Proceedings of the Third World Biomaterials Congress*, April 21-25, 1986.
17. Ashman A, Bruins P : A new immediate hard tissue replacement(HTR)<sup>™</sup> for bone in the oral cavity. *J Oral Implantol* 10:419-454, 1982.
18. Ashman A : Applications of HTR polymer in dentistry. *Compend Contin Educ Dent* 10:330-336, 1988.

19. Yukna RA : HTR polymer grafts compared to debridement in periodontal osseous defects. *J Periodontol* 61:633-641, 1990.
20. Isaksson S, Alberius P, Klinge B : Influence of three alloplastic materials on calvarial bone healing: An experimental evaluation of HTR-polymer, lactomer beads, and a carrier gel. *Int J Oral Maxillofac Surg* 22:375-381, 1993.
21. Nyman S, Lyndhe J, Karring T, Rylander H : New attachment following surgical treatment of human periodontal disease. *J Clin Periodontol* 9:290-296, 1982.
22. Dahlin C, Senneryby 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* 4(1):19-25, 1989.
23. Hammerle CHF, Schmid J, Olah AJ, Lang NP : Osseous healing of experimentally created defects in the calvaria of rabbits using guided bone regeneration. *Clinical Oral Implant Research* 3:144-147, 1992.
24. Grevstad H, Leknes K : Ultrastructure of plaque associated with polytetra- fluoroethylene(PTFE) membranes used for huded tissue regeneration. *J Clin Periodontol* 20:193-198, 1993.
25. Tempro P, Nalbandian J : Colonization of retrieved polytetrafluoroethylene membranes: Morphological and microbiological observations. *J Periodontol* 64:162-168, 1993.
26. Warrer K, Karring T, Nyman S, Gogolewski S : Guided Tissue regeneration using biodegradable membranes of polylactic acid or polyurethane. *J Clin Periodontol* 19:633-644, 1992.
27. Balshi TJ, Hernandez od, Cuttler RH, Hertzog CF : Treatment of osseous defect using vicryl mesh (polyglactin910) and the Branemark implant: A case report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 6:87-91, 1991.
28. Ashman A, Sirakian A, Klein M, Simons A, Cranin N : The use of a particulate, microporous, calcified copolymer as a ridge maintenance device in dogs. *J Vet Dent* 12(2):53-58, 1995.

#### 저자연락처

우편번호 100-799  
서울시 중구 을지로 6가 18-79  
국립의료원 치과/구강악안면외과  
최도현

원고 접수일 2000년 12월 19일  
게재 확정일 2001년 01월 08일

#### Reprint requests

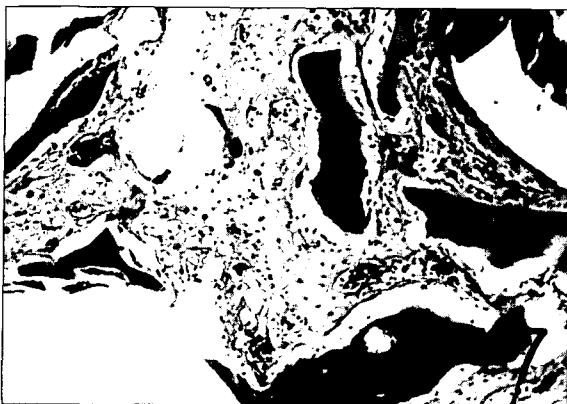
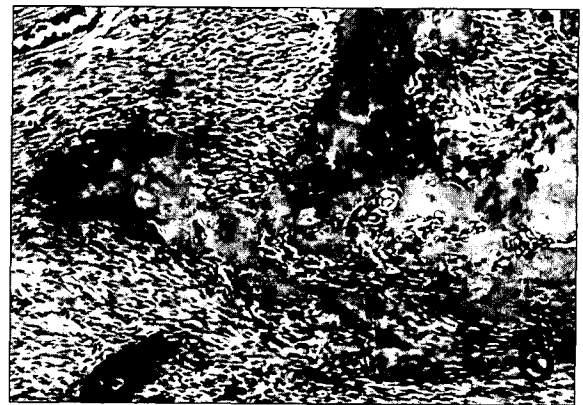
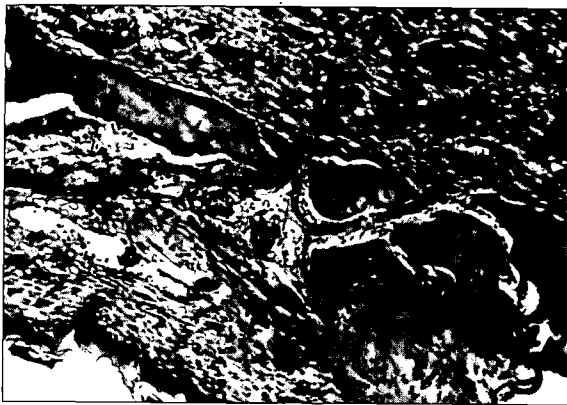
Do-Hyun Choi  
Dept. of Dentistry/OMFS, National Medical Center  
18-79, 6-Ga, Ulchi-Ro, Chung-Gu, Seoul, 100-196, Korea  
Tel. 02)2260-7257 Fax. 02)2265-9555

Paper received 19 December 2000  
Paper accepted 8 March 2001

### 사진부도 설명

- Fig. 1. The immature bone formation. the control group at 2 weeks after the operation(H & E, ×100).
- Fig. 2. The bone resorption at the grafted bone by osteoclast. the DFDB group at 2 weeks after the operation (H & E, ×100).
- Fig. 3. The loose fibrous tissues surrounding the HTR particles and the new bone formation between the HTR particles. the HTR group at 2 weeks after the operation(H & E, ×100).
- Fig. 4. The inflammatory cells are accumulated and bone trabeculae is observed between the HTR particles. the HTR -membrane group at 2 weeks after the operation(H & E, ×100).
- Fig. 5. The fibrous connective tissues surround the immature bone. the control group at 4 weeks after the operation(H & E, ×100).
- Fig. 6. Osteoblasts around DFDB. the DFDB group at 4 weeks after the operation(H & E, ×100).
- Fig. 7. The mature bone trabeculae climbs well-defined margins of the HTR granule. the HTR group at 4 weeks after the operation(H & E, ×100).
- Fig. 8. The new bone is more matured. the HTR -membrane group at 4 weeks after the operation (H & E, ×100).
- Fig. 9. The new bone is more matured. the control group at 6 weeks after the operation(H & E, ×100).
- Fig. 10. The arrangement of osteoblasts is definately seen around the new bone. the DFDB group at 6 weeks after the operation(H & E, ×100).
- Fig. 11. The dense connective tissues extend into the HTR particle. the HTR group at 6 weeks after the operation(H & E, ×100).
- Fig. 12. The bone density is increased. the HTR -membrane group at 6 weeks after the operation (H & E, ×100).
- Fig. 13. The mature bones are in the bone defect and bone marrow formation is seen. the control group at 9 weeks after the operation(H & E, ×100).
- Fig. 14. The bone marrow is matured. the DFDB group at 9 weeks after the operation (H & E, ×100).
- Fig. 15. The bone growth into the HTR particle. the HTR group at 9 weeks after the operation (H & E, ×100).
- Fig. 16. There is no difference in comparison with the HTR group. the HTR -membrane group at 9 weeks after the operation(H & E, ×100).

사진부도 ①



사진부도 ②

