

# 성건의 3면 골내낭에 calcium carbonate와 calcium sulfate의 혼합이식이 치주조직 치유에 미치는 영향

연세대학교 치과대학 치주과학교실

최미령 · 조규성 · 채중규 · 김종관

## I. 서 론

치주질환에 의해 파괴되었던 치주조직의 재생은 오랫동안 치주치료의 궁극적인 목표로 되어 왔다. 그러나 debridement와 치근 활택술을 포함하는 전통적인 외과적 치주치료들은 연조직 염증의 해소에 따라 치주낭 깊이의 감소를 가져오지만 긴 접합상피로 치유되어 완전한 치주조직의 재생을 얻지 못하는 것으로 알려져 있다.

1976년 Melcher등<sup>21)</sup>은 치주인대에서 유래한 세포만이 섬유가 삽입된 신생백악질, 골조직 재생, 치주인대에 의한 부착 모두를 가져올 수 있다고 하였다. 1980년 Nyman등<sup>22)</sup>은 millipore filter를 이용한 임상실험에서 선택적으로 치주인대 세포를 증식시켜 병변이 있었던 치근면에 신생백악질과 함께 섬유 삽입을 관찰할 수 있었다. 따라서 차단막을 이용하는 치주조직 유도재생술(guided tissue regeneration, GTR)이 많이 시행되었으나<sup>2, 15)</sup> 이들은 결합조직에 의한 신부착을 얻을 수는 있으나 언제나 골조직의 재생이 동반되지는 않았다. 심지어 골조직 재생에는 선택적인 세포의 증식보다는 철저한 치근활택술과 구강위생이 더 큰 영향을 미친다고 생각되었다<sup>2, 15, 22)</sup>.

따라서 골조직의 재생을 얻기 위하여 골결손 부위에 이식재를 이식하는 방법이 사용되어

왔으며 저렴까지 골형성 유도능에 있어 자가골 이식이 가장 유리한 어식재로 알려져 있다. 그러나 이는 부가적인 수술부위를 필요로 하고, 이식시 필요한 형태의 부여가 어려우며 충분한 골재생이 이루어지기 전에 흡수된다는 단점이 있었다<sup>18, 32)</sup>. 또한 신선한 자가골을 이용하는 경우 치근흡수가 종종 관찰되었다<sup>22)</sup>.

이에 골조직 재생을 유도하는 물질에 대한 연구가 이루어졌으며 1967년 Urist등<sup>38)</sup>은 동종 골을 이용한 실험에서 어떤 단백질이 골조직 이외의 결합조직 내에서도 골형성을 보이는 골형성 유도능을 갖고 있다는 것을 발표하였다. 후에 이를 Bone Morphogenetic Protein(BMP)이라고 명명하게 되었으며 BMP의 추출방법과 성질에 대한 연구들이 이루어지고 있다<sup>40)</sup>. 이를 근거로 자가골 이식의 단점을 어느 정도 보완할 수 있는 동종골이식도 골조직의 재생을 위하여 활발하게 이용되었으나 이들은 여전히 숙주의 거부반응이나 감염 가능성등이 완전히 해결되지 못한 상태이므로 조작이 쉬우면서도 체내에서 안전하고 골형성을 유도할 수 있는 합성골 이식재에 대한 관심은 계속되고 있다.

Calcium sulfate(CS)는 1892년 처음 골대체 물질로 소개된 이후로 골결손 부위의 치료를 위해 사용되어 왔다. 1957년 Peltier등<sup>28)</sup>은 개의 요골에 CS block을 이식한 결과 골외막을 남겨놓고 이식한 경우에서 골조직의 재생이 두

드러지게 나타났으며 CS는 골조직의 재생에 보조적인 역할을 수행할 수 있다고 보고하였다. 1963년 Calhoun<sup>5)</sup>은 하악의 파절로 인한 골결손부위에 CS를 이식한 동물실험에서 120일후 이식재를 사용하지 않은 대조군에 비하여 2배 이상의 골조직 재생을 얻을 수 있었다. 1970년 Bier<sup>6)</sup>는 치주병소에 CS를 사용한 후 3년동안 임상 및 방사선학적 관찰 결과를 보고하였는데 3면 골내낭의 경우가 가장 우수한 결과를 보였으며 동요도나 치주낭깊이를 포함한 임상지수가 현격히 향상된 것으로 나타났다. 그러나 이는 CS의 골형성 유도능에 의해서가 아니라, 단지 치유기간동안 상처를 안정시키고 상피의 근단이동을 억제하거나 혈병의 유지, 공간유지 기능 등에 의하여 골조직에 다소의 질적 향상을 가져온 결과로 생각되었다<sup>4, 5, 7, 29, 31)</sup>.

이외에 많이 사용된 합성골 이식재는 골조직과 화학적으로 비슷한 calcium phosphate (CP로서 beta-tricalcium phosphate( $\beta$ -TCP)와 Hydroxyapatite(HA)이다. 그러나  $\beta$ -TCP는 골형성 유도능이 없었으며<sup>2)</sup> 그 흡수 속도가 골형성 속도와 부합되지 않았다. 임상적으로 HA는  $\beta$ -TCP보다 성공적인 결과를 보이면서 역시 골형성 유도능은 없으나 골형성 전도능이 있다. 즉 연조직에 접한 부위에는 섬유성 결합조직으로 둘러 싸이는 치유를 보이지만 속주의 골조직에 인접한 부위에서는 보다 많은 골조직의 재생을 관찰할 수 있었다. 그러나 지금까지는 매우 안전하고 생체반응이 우수한 재료로 생각되는 HA도 조직내에서 흡수되지 않으므로 장기간 사용시에 골조직의 재형성을 방해할 가능성을 배제할 수 없었다<sup>7, 11, 12, 24, 30)</sup>.

한편 자연산 산호는 화학적으로 99% calcium carbonate(CC)로서 미세구조가 골조직과 매우 유사한 특징이 있다<sup>17, 36)</sup>. 따라서 산호의 구조를 갖는 HA를 이용하여 기존의 HA보다 우수한 결과를 얻을 수 있었으며<sup>17, 28, 44)</sup> CC자체도 골형성 유도능은 없으나 골형성 전도능이 있으며 체내에서 흡수되는 것으로 알려져 있다<sup>16, 27, 46)</sup>. 1985년 Souyris<sup>36)</sup>은 자연산 산호를 이용한 동물실험에서 조직학적으로 골조직의 재생을 관찰할 수 있었으며, 골결손부의 형태유지 측

면에서 Porite 종류가 우수하고 치주병소에서는 *Fungia* 종류를 분말형태로 사용하여 임상적인 개선을 보였다고 보고하였다.

그러나 이들 합성골 이식재는 임상적인 개선은 보이지만 대부분이 골조직의 재생보다는 결손 부위를 채우는 성질에 의해서 나타난 결과라고 할 수 있으며 골조직 재생에 있어서는 일관된 결과를 보고하지 못하고 있다. 따라서 최근에는 GRT과 병행하는 이식방법, 자가골이나 동종골, BMP등 골형성 유도능이 있는 재료와 혼합이식하는 방법, 서로의 단점을 보완할 수 있는 합성골 이식재끼리 혼합이식하는 방법이 소개되고 있다<sup>1, 7, 11, 13, 14, 19, 20, 24, 30, 32, 35, 37, 39, 41, 42, 45)</sup>. 대부분의 혼합이식이 단독 사용의 경우보다 어느 정도 서로의 단점을 보완할 수 있는 것으로 나타났으며 그중 CS는 생체반응이나 흡수속도에 있어 다시 각광받기 시작하여, 모양을 형성하기 어려운 입자형태의 합성골 이식재의 cohesive matrix로 사용되거나 골형성 유도능을 갖는 재료의 전달 매체로 많이 이용되어 그 효과를 인정받고 있다<sup>11, 13, 32, 35)</sup>.

이에 아직 혼합이식에 연구된 바 없는 CC와 CS의 혼합이식이 치주조직 재생에 어떤 영향을 미치는지 알아보고 CC, CS의 혼합 비율을 달리하였을 때 어떤 차이가 있는지 알아보기 위하여 본 연구를 시행하여 다소의 지견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

## II. 연구재료 및 방법

### 가. 연구재료

본 연구에 사용된 실험 동물은 생후 1년 이상된 체중 15kg내외의 잠종 성견으로 성별에 관계없이 3마리를 사용하였으며, 실험 시작전 치주조직은 염증이 없는 건강한 상태였다.

실험에 사용된 재료는 porous resorbable calcium carbonate<sup>†</sup>와 medical grade calcium sulfate<sup>‡</sup>를 사용하였다.

<sup>†</sup> Biocoral, Inotabl Co., France

<sup>‡</sup> sterile medical grade Calcium Sulfate, Edgemark

## 나. 연구방법

### 1. 실험적 치조골 결손부 형성

Entobar\* 30mg/kg을 성견의 죽근 정맥내에 주사하여 전신마취시키고 실험 부위를 2% Lidocaine HCl로 침윤 마취하였다. 충분한 치조골 결손을 형성하기 위하여 상악 좌측 제2소구치, 상악 우측 제1소구치를 발치하였다. 2개월의 치유기간 경과후 같은 방법으로 전신, 국소 마취시킨후 협설로 치은 판막을 박리하였다. 상악 좌측 제1소구치 원심면, 상악 좌측 제3소구치 근심면, 상악 우측 제2소구치 근심면의 인접 치조골에 외과적으로 4mm×4mm×4mm 크기의 3면 골내낭을 형성하였다. 형성된 골내낭의 기저부에 해당하는 인접 치아의 치근면에 notch를 형성하여 기준점으로 삼았다. 이때 1/4 round bur로 생리식염수로 세척하면서 저속엔진을 이용하여 시행하였다.

### 2. 실험과정

형성된 치조골 결손부에 치근활택술만 시행한 부위를 대조군으로, CC와 CS를 8:2의 비율로 혼합이식한 부위를 실험 1군, 5:5의 비율로 혼합이식한 부위를 실험 2군으로 하였으며 혼합이식시에는 CC와 CS를 부피비로 생리식염수에 혼합하여 결손부위에 이식하였다. 박리된 치은판막은 이식물이 노출되지 않도록 봉합하였다. 1주후 봉합 견사를 제거하고 수술 후 처음 2주간 항생제\*를 투여하고 2% Chlorhexidine 용액으로 치유기간동안 매일 치태조절하였다. 수술후 8주째 실험동물을 희생하여 실험부위를 적출하였다.

### 3. 조직학적 관찰

적출한 조직을 10% 중성 formalin에 3일간 고정시키고, formic acid로 1주간 탈회시킨 후 통법에 따라 paraffin 포매하였다. 각 군마다 근원심방향의 연속 절편을 80μm간격, 4μm 두께로 5개의 절편을 만들어 Hematoxylin-Eosin

염색 후 광학 현미경\*\*으로 다음 사항을 관찰하였다.

- 가) 접합상피의 근단이동
- 나) 결합조직의 회복 정도
- 다) 신생백악질의 형성
- 라) 이식재 주위의 신생골형성 양상 및 정도
- 마) 이식재의 흡수 정도
- 바) 염증세포의 침윤상태
- 사) 치근흡수 및 골유착 상태

### 4. 조직 계측학적 관찰

광학 현미경을 이용하여 각각의 대조군과 실험군에 대하여 백악법랑경계로부터 접합상피의 근단부까지의 길이(JE), 신생백악질의 생성없이 결합조직이 직접 치근면에 부착된 길이(CT), notch의 기저부로부터 신생백악질의 치관쪽 첨단까지의 길이(NC), notch의 기저부로부터 재생된 치조골능까지의 길이(NB), 신생백악질과 함께, 또는 신생백악질 없이 치유된 부분을 포함한 총결합조직에 의한 부착 길이(CTA)를 측정하였다(Fig. 1).

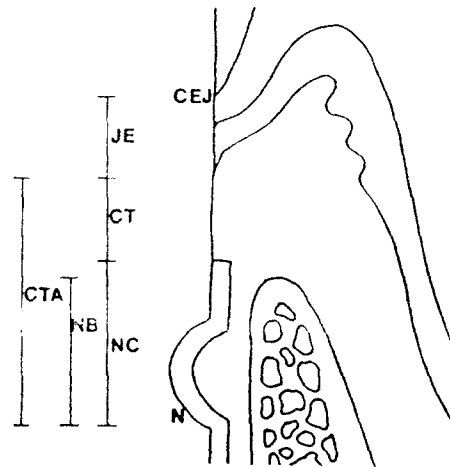


Fig. 1.

\* Entobar, 한림 제약

\* Terramycin, 한국 pfizer, 250mg/day, IM

\*\* OLYMPUS VANOX-S

측정한 길이를 각 군별로 평균, 표준편차를 구하여 Mann-Whitney Analysis로 각군간에 유의성있는 차이가 있는지 살펴보고, 각 군에서 신생백악질의 량과 신생골 형성량 사이의 상관관계를 알아보기 위하여 Pearson Correlation Analysis를 이용하였다.

### III. 연구성적

#### 가. 대조군

접합상피의 근단이동은  $1.81 \pm 1.24\text{mm}$ 였으며 심한 염증반응은 발견되지 않았다. 치근 활택술을 시행한 부위에 신생백악질이 근단부위의 백악질과 연장된 형태로 형성되었으나 그 량이  $1.42 \pm 0.64\text{mm}$ 에 그쳤으며 신생골형성도 골결손부위의 남아있는 골조직에서부터 시작되었지만  $0.59 \pm 0.55\text{mm}$ 로 매우 적었다(사진부도 1, 2, Table 1).

#### 나. 실험 1군

접합상피의 근단이동은  $0.51 \pm 0.54\text{mm}$ 로 치근 활택술이 시행된 면에서는 거의 상피의 이주가 없었으나 대조군과 통계적으로 유의성있는 차이는 없었다. 치은조직의 염증반응, 이물질반응 등의 유해한 반응도 나타나지 않았다. 이식부위에 CS는 흡수되어 전혀 관찰할 수 없었고 CC는 표면에 약간의 흡수양상을 보이며 여전히 남아 있었다.

치근활택술을 시행한 부위에  $2.53 \pm 0.94\text{mm}$ 의 신생백악질이 형성되어 이는 대조군과 유의성있는 차이를 보였으며 주위에 백악아세포가 함께 관찰되었다. 신생백악질은 골결손부위 기저부의 기존의 백악질과 연결되어 있었으며 치관쪽으로 갈수록 그 두께는 얇아지고 일부 부위에서는 신생백악질 없이 결합조직의 섬유가 치근면과 평행하게 배열되어 있는 것을 관찰할 수 있었다. 백악질의 형성이 없는 곳에도 치근의 흡수나 골유착의 증거는 나타나지 않았고 단지한 경우에서 notch내부의 치근면에 파골세포와 유사한 다핵거대세포가 발견되었다.

신생골 형성은 이식재와 관계없이 남아있던

골조직에서 부터 연장되어 생성된 골조직이 골결손부의 치관쪽과 치근면과 인접한 근단부위에 나타났으며 그 정도는  $2.27 \pm 0.61\text{mm}$ 로 대조군에 비하여 유의성있는 차이를 보였다. 한편 남아있는 CC 주위는 대부분이 결합조직으로 채워져 있으나 CC 인접부위에 골조직의 재생이 관찰되었다. CC 인접부위의 신생골은 기존의 골조직에 가까운 부위에서 더 많이 형성된 양상을 띠고 있으며 형성된 골조직의 형태는 아직 미성숙한 상태로 보이고 조골세포에 의해 둘러싸여 있었다. 전체적으로 신생골형성 정도는 신생백악질이 형성된 범위내에서 이루어져 신생백악질 량과 신생골형성량 사이에 상당한 상관관계를 보였다( $p < 0.01$ ).

CC의 흡수의 증거는 뚜렷이 관찰되지 않았으나 CC 표면은 대부분이 불규칙한 형태로 변성되어 있었고, 일부 CC 인접면에 Howship's Lacunae와 함께 파골세포와 유사한 다핵거대세포가 관찰되었다(사진부도 3, 4, 5, Table 1, 2).

#### 다. 실험 2군

접합상피의 근단이동은  $0.73 \pm 0.70\text{mm}$ 로 실험 1군과 마찬가지로 거의 없었으며 대조군, 실험 1군과 통계적으로 유의성있는 차이는 없었다. 치근의 흡수나 골유착은 관찰할 수 없었다. CS는 역시 발견되지 않았으며 CC는 역시 흡수된 표면 형태를 보이면서 실험 1군보다 소량 남아 있었다.

신생백악질은 골결손 부위의 기저부에 기존의 백악질과 연결되어 형성되었는데 그 양은  $2.23 \pm 0.96\text{mm}$ 로 대조군에 비하여 유의성있는 차이를 보였으며, 실험 1군에 비하여 다소 적었으나 통계적 차이는 없었다. 신생백악질의 두께는 치관쪽으로 갈수록 얇아지고 백악아세포와 함께 관찰되었다.

신생골형성은  $2.05 \pm 0.56\text{mm}$ 로 실험 1군보다 적었으나 통계적으로 유의성있는 차이는 없었다. 그러나 골재생의 양상에 있어서 실험 1군과 차이점을 보였는데 실험 2군에서는 신생골형성이 골결손부위를 채우는 점에서는 실험 1군에 못 미치지만 기존의 골조직으로부터 연결되어

Table 1. Measurements of Periodontal Regeneration. (mm)

	JE	CT	NC	NB	CTA	
control	mean (±SD)	1.18 (±1.24)	1.40 (±0.84)	** 1.42 (±0.64)	* 0.59 (±0.55)	2.82 (±1.24)
	median	1.00	1.68	1.32	0.63	3.00
	range	0.00-3.40	0.14-2.99	0.46-2.37	0.00-1.36	0.60-4.0
group 1	mean (±SD)	0.51 (±0.54)	0.96 (±0.61)	2.53 (±0.94)	* 2.27 (±0.61)	* 3.65 (±0.76)
	median	0.29	1.03	2.38	2.55	3.67
	range	0.00-1.54	0.00-2.22	0.92-4.0	0.97-3.08	2.49-4.93
group 2	mean (±SD)	0.73 (±0.70)	1.07 (±0.85)	2.23 (±0.96)	2.05 (±0.56)	3.31 (±0.71)
	median	0.48	0.70	1.80	1.92	3.59
	range	0.00-1.80	0.10-2.59	1.01-3.93	1.14-2.83	2.22-4.08

control : n=15

\* statistically significant difference p < 0.01

group 1 : n=15

\*\* statistically significant difference p < 0.05

group 2 : n=15

JE : junctional epithelium

CT : connective tissue adhesion

NC : new cementum

NB : new bone

CTA : connective tissue healing

Table 2. Correlation Coefficients for New Cementum & New Bone

	correlation coefficient
control	0.20
group 1	0.86*
group 2	0.00

\* statistically significant difference p < 0.01

형성된 골조직과 CC 인접부위에 형성된 골조직이 거의 구별되지 않을 정도로 CC 인접부위의 골형성이 많았다. 따라서 실험 2군의 골조직 재생이 이루어진 이식부위에서는 CC가 형성된 골조직에 매몰되어 있는 양상을 보였다. 역시 형성된 골조직은 조골세포가 나란히 배열되어 있고 미성숙골의 형태를 띠고 있었다.

CC 흡수의 증거는 뚜렷이 발견되지 않았으나 실험 1군과 마찬가지로 CC 표면이 불규칙한 형태로 변성된 것을 관찰할 수 있었다(사진부도 6, 7, 8, Table 1).

#### IV. 총괄 및 고찰

골조직의 재생은 골조직의 형성을 유도하는 물질이 주로 혈관주위에 위치하는 간엽세포를 자극하여 이들을 조골세포나 조연골세포로 분화시킴으로써 시작된다. 이 골형성 유도능을 가지는 세포기질 성분은 1967년 Urist<sup>38)</sup>에 의하여 Bone Induction Principle(BIP)라는 이름으로 소개되었으나 후에 Bone Morphogenetic Protein(BMP)으로 명명되었으며, Sampath<sup>39)</sup>는 osteogenin이라는 이름으로 연구하였다. BMP와 Osteogenin이 화학적으로 동일한지 아직 잘 알려져 있지 않으나 그 성질에 있어 유사성이 있다. BMP는 골, 연골, 상아질 등에서 산처리 후에 얻을 수 있는 50000 dalton 이상의 acid insoluble macromolecular protein이며 이 물질이 골조직 재생을 일으키는 기전은 morphogenetic field theory에 의한다. 즉 모든 결합조직의 간엽세포는 BMP의 유도에 의하여 조골세포, 조연골세포로 분화된 잠재능을 갖고 있으므로 BMP를 이용한 실험들이 abdominal pouch, muscle등 골형성과 관련이 없는 조직에서도 골조직의 형성을 얻을 수 있었다<sup>9, 39, 45)</sup>.

그러나 이러한 골형성 유도능에 근거한 이식물(자가골이식 및 동종골이식)의 몇가지 한계점 때문에 생체반응이 양호하고 임상적인 증진을 보이는 합성골 이식재가 현재까지 많이 사용되고 있으며 연구의 대상이 되고 있다. 1975년 Frame<sup>10)</sup>은 이상적인 골이식재의 조건

으로 나쁜 조직반응이 없고 주위 골조직이 자라 들어올 수 있는 소공을 갖을 것, 골형성후 체내에서 흡수될 것, 소독이 가능하고 제작이 쉬울 것 등을 들고 있다. CS는 1892년 처음으로 골대체물로 소개된 이후 꾸준히 연구되고 있는 재료이면서 치과의사에게 가장 익숙한 재료들 중의 하나이며 생체반응이 매우 우수하다<sup>9, 29, 31)</sup>. 초창기에 CS의 합성골 이식재료의 가능성은 Ca, P성분의 유리가 골재생을 촉진시킬 것이라는 기대였으나<sup>29)</sup> 실제 그 효과는 거의 없는 것으로 밝혀졌다<sup>4)</sup>. 그 후의 연구에 의하여 CS는 골형성 유도능은 없지만<sup>4, 5, 29, 34)</sup> 골형성에 보조적인 역할을 담당할 수 있으며 골형성 속도와 잘 부합되는 흡수속도를 갖는 재료로 알려졌다. CS의 흡수속도는 이식부위, 숙주의 나이 등에 영향을 받을 수 있으며 1957년 Peltier등<sup>29)</sup>은 개의 요골에 이식한 후 조직학적 검사한 결과 45~72일에 모두 흡수된다고 보고하였으며, 1964년 Bell<sup>5)</sup>은 개의 근육에 이식한 후 방사선학적 관찰 결과 CS가 자가골이식의 경우보다 빠른 흡수속도를 보여 2주에 모두 흡수되는 것으로 나타났다. 1970년 Bier<sup>6)</sup>는 치주병소에 이식한 후 임상, 방사선학적 관찰 결과 3~5주 사이에 완전히 소실되었다고 보고하였다. 이들은 모두 심한 염증반응이나 이물질반응없이 치유되었으며 어느 정도는 골형성 전도능이 있는 것으로 나타났다<sup>4, 6)</sup>. 이외에 CS가 골조직 재생에 미치는 영향은 치유기간동안 조골세포가 자라 들어오는 동안 공간을 유지하는 효과와<sup>4, 5, 29)</sup> 상피의 근단이동을 차단하는 효과<sup>6, 31, 34)</sup>에 의한 것으로 평가되고 있다. 하지만 대부분 사람의 치주병소에서는 골조직의 재생보다 결합조직에 의한 신부착을 얻는 결과를 보였다<sup>34)</sup>. 즉 CS는 Frame이 제시한 이상적인 이식재의 조건에 생체친화성, 흡수속도, 소공의 부여 가능성, 실용성의 면에 있어 잘 부합되지만 목표하는 골재생을 유도할 수 없는 단점이 있다.

CS와 마찬가지로 골형성 유도능은 없지만 임상적인 개선을 얻을 수 있는 재료로서 현재까지 가장 많이 이용되고 있는 합성골 이식재는 Hydroxyapatite(HA)이며 그 화학적 조성이 골조직과 매우 유사하다. 1987년 Holmes등<sup>18)</sup>은

HA와 자가골 이식을 비교한 동물실험에서 악골의 형태결합의 개선에 HA가 더 우수하다는 결과를 보였다. 그러나 이러한 골조직의 재생도 골형성 전도능에 의한 것이고 대부분의 경우 HA입자는 실험기간 동안 흡수되지 않았고<sup>7, 11, 28, 46)</sup> 조직학적으로 섬유성 결합조직에 의하여 둘러싸이는 형태로 치유되었다<sup>7, 28, 46)</sup>. 이렇게 HA가 자체의 골형성 유도능이 결여됨에 따라 골조직의 재생 능력을 증진시키기 위하여 골형성 유도능이 있는 자가골, 또는 동종골이식과 HA의 혼합이식이 연구되었다. 1985년 Block등<sup>7)</sup>은 자가골과 HA를 개의 치조골에 이식한 후 16주에 HA만 사용한 경우보다 신생골 형성, 혈관 공급에서 우수한 결과를 보였으나 1987년 Frame등<sup>11)</sup>은 악골의 형태결합에 자가골과 HA를 혼합이식하여 HA만 사용한 경우에 비하여 차이를 발견할 수 없었다. 그러나 1990년 Pettis등<sup>30)</sup>은 쥐의 하악에 탈회처리한 골과 HA를 4:1의 부피비로 혼합이식한 결과 21일 후에 HA단독 이식의 경우에 골형성이 없는 반면 혼합이식한 경우에 입자사이에서 골형성을 관찰할 수 있었다. 1992년 Gongloff<sup>14)</sup>은 하악의 결손부위에 자가골과 HA를 혼합이식한 임상 실험에서 임상적으로는 우수한 결과를 보였지만 골형성량은 다양하게 나타났다고 보고한 바 있다.

한편 자연산 산호의 골격구조를 그대로 유지하면서 화학적으로 순수한 HA로 치환된 제품인 coralline replamine-formaed HA가 많이 이용되고 있는데, 이는 자연산 산호의 골격구조가 골조직의 구조와 매우 유사하다는 데에 착안한 그동안의 연구결과 기존의 HA보다 우수하다고 알려져 있기 때문이다<sup>17)</sup>. 뿐만 아니라 자연산 산호는 그 구조에 따라 몇가지 종류로 분류되며 특유의 성질을 갖는데 일반적으로 체내에서 염증반응이나 이물질반응을 일으키지 않고 HA와 달리 서서히 흡수되며 조직학적으로 신생골 형성이 동반되었다<sup>16, 36)</sup>. 본 연구에 사용된 CC는 Genius Porite 종류의 산호에서 추출된 porous resorbable CC로서 화학적으로 99%가 CC이고 이들은 aragonite 결정상태로 존재하며 구조는 해면골을 닮은 100~200 $\mu$ m의

소공을 지닌 재료이다<sup>47)</sup>. 1991년 임등<sup>46)</sup>은 개의 골내 치주낭에 이 CC를 이식하여 접합상피 차단효과와 함께 2주부터 신생골형성을 보여 HA보다 빠르고 많은 량의 골조직의 재생과 신부착을 얻을 수 있었다. 1992년 Ohgushi등<sup>27)</sup>은 쥐의 피하조직에 이식한 실험에서 골수조직과 함께 이식한 경우에 HA, CC 모두 약 3주경에 골형성을 보이기 시작했으며 CC 주변에 다핵거대세포, 탐식세포가 더 많이 관찰되어 CC입자는 불규칙한 표면으로 변성되는 것으로 관찰하였다. CC의 흡수는 carbonic anhydrase에 의해 이루어지는데 파골세포가 이 효소를 분비하기도 하므로 CC를 흡수하는 세포가 파골세포라고 여겨지기도 한다<sup>16)</sup>. 1987년 Guillemine등<sup>16)</sup>은 개의 장골 결손부에서 99% CC의 흡수에 대하여 연구하였는데 해면골 부위에서 2주에, 피질골부위에서 4주에 흡수가 시작되어 해면골에서 6주, 피질골에서 8주에 모두 흡수되고 신생골로 대체되는 것을 관찰하였다. 또한 재료의 흡수와 신생골 형성은 거의 동시에 이루어지며 carbonic anhydrase의 기능을 억제하는 acetazolamide의 첨가에 의하여 골조직의 재생이 현격히 감소하는 것으로 보아 신생골의 형성을 위하여 재료의 흡수는 필수적인 과정이라고 보고하였다. 한편 1991년 임등<sup>46)</sup>의 개를 이용한 연구에서는 CC의 흡수가 16주까지는 완결되지 않은 것으로 보고하였다. 즉 CC는 조직내에서 흡수되면서 동시에 입자주변에 골조직의 재생이 이루어져서 임상적인 개선을 보이며 HA보다 Frame의 이상적인 이식재의 조건에 더 잘 부합된다고 생각된다.

골조직의 재생효과를 증진시키기 위하여 두 가지 이식재를 혼합이식하는 방법이 1980년대 이후 시도되었는데 혼합이식 초기에는 주로 BMP에 근거한 골형성 유도방법이었다<sup>39, 41)</sup>. 그러나 최근에는 합성골 이식재끼리도 서로의 단점을 보완하기 위하여 혼합이식이 시도되고 있다. HA의 경우는 골형성 유도능이 없을 뿐 아니라 치유기간동안 입자가 이주하는 성질이 있어 형태부여가 어려운 단점이 있다. 이에 HA와 함께 사용할 수 있는 cohesive matrix로서 fibrin, collagen, CS가 이용되고 있는데 1988년

Rawling<sup>32)</sup>은 두개골의 결손부에 HA와 CS를 혼합이식하여 입자의 이주를 감소시킬 뿐 아니라 신생골 형성도 더욱 증진되는 결과를 얻었으며 1991년 Geist등<sup>12)</sup>은 cohesive matrix로서 collagen과 CS를 비교한 동물실험에서 CS가 Collagen에 비하여 생체반응이나 효과에 있어 우수하다는 결론을 얻었다. 이와 같이 CS는 cohesive matrix로서의 기능외에도 우수한 생체반응과 빠른 흡수성, 공간 유지 기능, 상피의 근단이동을 차단하는 기능 등이 계속적으로 혼합이식에 이용되는 이유가 되고 있다. 1993년 Georgiade등<sup>13)</sup>은 HA와 CS를 2:1 또는 1:1의 비율로 혼합이식한 임상연구에서 두 경우 모두 비슷하게 만족스러운 결과를 얻었으며 단독 사용한 경우에 비하여 다루기 쉬워지고 CS의 흡수는 골형성 속도와 잘 부합되며 HA의 기능에 영향을 미치지 않았다.

본 연구에서는 골형성 전도능이 있고 점차 흡수되는 성질의 CC와, CC보다 빠른 흡수성을 가지고 생체반응이 우수한 CS를 혼합이식하였다. 8주후의 조직학적 관찰 결과 CC입자는 표면으로부터 흡수가 시작되어 불규칙하게 변성되었으며 대조군보다 우수한 골조직 재생과 신부착을 얻을 수 있었다. 접합상피의 근단이동은 실험군과 대조군에서 유의성있는 차이가 없었으나 대조군의 변이역이 넓게 나타났다. 이는 3면 골내낭의 치유가 대조군에서도 비교적 양호하다는 것과 치근환탈출만으로는 접합상피의 근단이동을 일정하게 방지하지는 못한다는 것을 보여준다. 또한 이 혼합이식이 골조직의 재생과 신부착에 기여하는 것은 상피의 근단이동을 차단하는 효과에 의한 것이 아니라는 것을 시사한다.

또한 신생백악질과 치근면주위에 형성된 골조직사이에 섬유가 수직적으로 삽입되는 것을 관찰할 수 있었다. 이는 거의 재생된 치조정까지 이르러 1991년 임등<sup>46)</sup>의 연구결과와 동일한 결과를 보였으며 실험 1군에서는 신생백악질의 량과 신생골 형성량 사이에 상당한 연관성을 보였다. 그러나 실험 2군에서는 그 상관관계가 없었다. 1983년 Aukhil등<sup>2)</sup>은 치주조직 유도재생술을 이용한 동물실험후 골조직의 재생과

신생백악질의 형성사이에 상당한 상관관계가 있음을 보고하면서 골조직재생을 위하여 신생백악질 형성을 먼저 유도할 수 있는 방법이 바람직하다고 하였다. 그러나 1984년 Gottlow등<sup>15)</sup>은 역시 치주조직 유도재생술을 이용한 동물실험에서 골조직의 재생이 신생백악질의 생성과 상관관계가 없다고 하여 이 상관관계에 대한 연구가 계속되어야 할 것으로 사료된다.

신생골형성과 재료의 흡수양상은 1992년 Ohgushi등<sup>27)</sup>의 연구와 비슷한 양상을 보였다. 실험 1군과 실험 2군 사이에는 실험 1군에서 다소 많은 신생골형성이 있었지만 통계적으로 유의성있는 차이는 없어서, HA와 CS를 2:1, 1:1로 혼합이식한 후 임상적 결과에 있어 차이가 없었던 1993년 Georgiade등<sup>13)</sup>의 연구와 유사한 결과를 보였다. 그러나 CC 입자 인접부위에 생성된 신생골의 량과 질에 있어서는 실험 2군이 실험 1군에 비하여 우수한 결과를 보여 CS는 CC의 골형성 전도능을 향상시키는 것으로 생각된다. 즉 혼합이식시에 CC의 비율이 높아지면 결손부의 회복에 있어서는 더 우수하지만 CC 인접부위의 골조직 재생의 질에 있어서는 CS의 비율이 높아짐에 따라 더욱 향상되는 것으로 나타났다. 1966년 Bahn<sup>4)</sup>은 CS의 성질에 대한 연구에서 국소적으로 Ca 이온의 농도가 증가되면 골형성을 가속화시킬 수 있다고 한 바 있다. 또한 Ohgushi<sup>27)</sup>등은 CC인접부위의 신생골 형성부위에서 Ca 이온의 농도가 증가되는 것을 관찰하였다. 한편 이는 화학적으로는 모두 calcium phosphate이지만 다른 흡수성을 가진 HA와  $\beta$ -TCP를 혼합이식하여 연구한 1992년 Nery등<sup>24)</sup>의 결과와 비교할 만하다. 개의 치조골에 유발시킨 치주병소에서 HA/ $\beta$ TCP를 65/35, 85/15의 비로 혼합 이식한 경우가 50/50, 100/0, 0/100의 비에 비하여 부착 회복에 있어 우수한 결과를 보여 본 연구의 결손부 회복에 있어 실험 1군과 실험 2군 사이에 차이가 없었던 것과 유사한 양상을 보이지만, 조직학적인 골조직의 재생과 신부착에 있어 85/15가 가장 우수한 것으로 관찰되어 본 연구와는 대조를 보였다.

본 연구 결과 실험군이 대조군에 비하여 조



직학적으로 우수한 치유를 보일 뿐 아니라 CC는 지속적으로 흡수되고 입자주변의 골형성이 여전히 진행중인 것으로 보아 결국 모두 골조직으로 대체될 가능성이 있으므로 CC와 CS는 골조직의 재생을 위하여 우수한 혼합이식재라고 사료된다.

그러나 본 연구는 건강한 치주조직에 실험적으로 골결손부를 형성하여 혼합이식하는 방법을 사용하여 연구결과에 나타난 신부착은 엄밀한 의미에서 재부착을 얻은 것이라 할 수 있으며, 이 전의 다른 연구들이 지적한 바 있는대로 CS를 혼합하여 골결손부위에서 경화시키는 방법이 적절한 점도를 얻을 수는 있지만 CS의 경화시 발생하는 경화열이 치주조직의 치유에 나쁜 영향을 줄 수도 있을 것이다<sup>29)</sup>.

한편 1990년 Mellonig<sup>29)</sup>은 골조직 재생에 대한 논문 검토에서 신부착 뿐 아니라 골조직 재생을 위하여 이식재를 이용하는 것이 더 유리하다고 하였다. 또한 HA를 비롯한 대부분의 합성골 이식재가 골조직의 재생을 얻기보다 골결손부위를 채워서 회복시키는 효과만이 있다고 하면서 물리적 차단막, 화학요법제, 이식재, biologic response modifier의 혼합사용을 앞으로 연구해야 할 방향으로 제시하고 있다. 1991년 Nyman<sup>26)</sup>은 선택적인 세포증식의 골조직 재생 가능성에 대하여 검토하였는데 치주조직 유도재생술을 이용한 방법이 자가골이식이나 동종골이식의 단점을 보완할 수 있으며 공간을 유지할 수 있는 방도를 찾는다면 골조직 재생을 위하여 이식재의 대용품으로 충분한 가능성이 있다고 하였다. 그러나 1992년 Wikesjo<sup>43)</sup>은 치주조직의 치유과정을 검토하면서 치주조직의 재생이 선택적인 세포의 증식이나, 이식재의 골형성 유도 또는 전도능에 의해서라기 보다 이들이 부수적으로 가져올 수 있는 초기 혈병의 유지와 상처 안정 효과 때문이라고 주장하였다. 이러한 최근의 연구들을 고려할 때 CC와 CS를 혼합이식한 본 연구는 앞으로 장기간의 실험기간을 포함하는 연구가 필요한 것으로 생각되며 혼합이식이 우수한 결과를 보이는 기전에 대한 모형을 제시할 수 있는 연구로 발전되어야 할 것이다.

## V. 결 론

치주질환에 의해 파괴된 치주조직의 재생을 위해 현재 사용되고 있는 합성골 이식재의 한계점을 극복하기 위하여 혼합이식 방법이 많이 시도되고 있는데 지금까지 연구된 바 없는 calcium carbonate(CC)와 calcium sulfate(CS)의 혼합이식이 성견의 골내낭 재생에 미치는 효과를 알아보기 위하여 본 연구를 시행하였다. 본 연구에 사용된 CC는 자연산 산호에서 추출하여 골형성 전도능을 갖는 것으로 알려져 있으며, CS는 빠른 흡수성과 우수한 생체반응을 보이며 골조직의 재생에 보조적인 역할을 할 수 있는 재료이다. 성견의 소구치부위 치조골에 4mm×4mm×4mm 크기의 3면 골내낭을 형성한 후 치근활택술만 시행한 부위를 대조군, CC와 CS를 8:2의 비율로 혼합 이식한 경우를 실험 1군, 5:5의 비율로 혼합이식한 경우를 실험 2군으로 정하고 8주 후에 희생하여 조직학적으로 관찰하여 다음의 결과를 얻었다.

1. 대조군, 실험군 모두에서 염증반응이나 이물질반응이 없었으며 실험군에서 CS는 흡수되어 관찰할 수 없었고 CC는 흡수 양상이 관찰되었다.
2. 신생백악질 형성은 각 실험군에서 대조군( $1.42 \pm 0.64\text{mm}$ )보다 통계적으로 유의성 있는 증가를 보였으나( $p < 0.05$ ) 실험 1군( $2.53 \pm 0.94\text{mm}$ )과 실험 2군( $2.23 \pm 0.96\text{mm}$ ) 사이에는 통계적 차이가 없었다.
3. 신생골형성은 대조군( $0.59 \pm 0.55\text{mm}$ )에 비하여 실험군에서 유의성 있는 증가가 있었으며( $p < 0.01$ ) 실험 1군( $2.27 \pm 0.61\text{mm}$ )과 실험 2군( $2.05 \pm 0.56\text{mm}$ ) 사이에는 유의성 있는 차이가 없었다.
4. 접합상피의 근단이동 정도는 대조군( $1.18 \pm 1.24\text{mm}$ )과 실험 1군( $0.51 \pm 0.54\text{mm}$ ), 실험 2군( $0.73 \pm 0.70\text{mm}$ ) 사이에 통계적으로 유의성 있는 차이가 없었다.
5. 대조군과 실험군에서 신생골 형성은 대부분 신생백악질 형성범위내에서 이루어졌으며 실험 1군에서 신생백악질 형성량과 신생골 형성량 사이에 유의성 있는 상관관계를 보

였다( $C=0.8611$ ,  $p<0.01$ ).

이상의 결과로 보아 CC와 CS의 혼합이식은 생체반응이 우수하고 신생백악질 형성과 신생골 형성에 있어 효과적이며, 혼합비율 8 : 2와 5 : 5 사이에 성견의 3면 골내낭 치유에는 큰 차이가 없는 것으로 사료되었다.

### 참고문헌

1. Anderegg, C. R., Martin, S. J., Gray, J. L., Mellonig, J. T., Gher, M. E. : Clinical Evaluation of the Use of Decalcified Freeze-Dried Bone Allograft With Guided Tissue Regeneration in the Treatment of Molar Furcation Invasion. *J. Perio.* 1991 ; 62 : 264-268.
2. Aukhil, I., Simpson, D. M., Schaberg, T. V. : An Experimental study of new attachment procedure in beagle dogs. *J. Perio. Res.* 1983 ; 18 ; 643-654.
3. Aukhil I., Pettersson, E., Suggs, C. ; Guided Tissue Regeneration. An experimental procedure in beagle dogs. *J. Perio* ; 1986 ; 57 ; 727-734.
4. Bahn, S. L. ; Plaster ; A bone substitute. *O. S., O. M. & O. P.* 1966 ; 21 ; 672-681.
5. Bell W. H. ; Resorption characteristics of bone and bone substitutes. *O. S., O. M. & O. P.* 1964 ; 17 ; 650-657.
6. Bier, S. J. ; Plaster of Paris ; A periodontal surgical dressing. *N. Y. state Dent. J.* 1970 ; 36 ; 347-352.
7. Block, M. S., Kent, J. N. ; Healing of Mandibular Ridge Augmentation Using Hydroxyapatite With and Without Autogenous bone in Dog. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 1985 ; 43 ; 3-7.
8. Calhoun, N. R., Greene, G. W., Blackledge, G. T. ; Effect of Plaster of Paris Implant on Osteogenesis in the Mandible of Dog. *J. Dent. Res.* 1963 ; 42 ; 1244.
9. Dubuc, F. L., Urist, M. R. ; The Accessibility of the Bone Induction Principle in Surface-Decalcified Bone Implant. *Clin. Ortho. and Rel. Res.* 1967 ; 55 ; 217-223.
10. Frame, J. W. ; A composite of porous calcium sulfate dihydrate and cyanoacrylate as a substitute for autogenous bone. *J. Oral Surg.* 1980 ; 38 ; 251-256.
11. Frame, J. W., Rout, P. G. J. Browne, R. M., ; Ridge Augmentation Using Solid and Porous Hydroxyapatite Particles With and Without Autogenous Bone or Plaster. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 1987 ; 45 ; 771-777.
12. Geist, C. E., Stracher, M. A., Grove, A. S. ; Orbital Augmentation by Hydroxyapatite-Based Composites. *Ophth. Plast. Reconstr. Surg.* 1991 ; 7(1) ; 8-22.
13. Georgiade, N. G., Hanker, J., Ruff, G., Levin, S. ; The Use of Particulate Hydroxyapatite and Plaster of Paris in Aesthetic and Reconstructive Surgery. *Aesth. Plast. Surg.* 1993 ; 17 ; 85-92.
14. Gongloff, R. K. ; Alveolar Ridge Augmentation with Collagen Tubes Containing Bone and Hydroxyapatite. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 1992 ; 21 ; 12-16.
15. 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.
16. Guillemin, G., Patat, J. L. ; The use of coral as a bone graft substitute. *J. Biomed. Mat. Res.* 1987 ; 21 ; 557-567.
17. Holmes, R., Mooney, V., Bucholz, R., Tencer, A. ; A Coralline Hydroxyapatite Bone Graft Substitute. *Clin. Orthopaed. and rel. Res.* 1984 ; 188 ; 252-262.
18. Holmes, R. E., Hagler, H. K. ; Porous Hydroxyapatite as a Bone Graft Substitute

- in Mandibular Contour Augmentation : a histomeric study. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 1987 ; 45 ; 421–429.
19. Hotz, G. ; Alveolar Ridge Augmentation with Hydroxyapatite Using Fibrin Sealant for Fixation. Part I. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 1991 ; 20 ; 204–207.
  20. Hotz, G. ; Alveolar Ridge Augmentation with Hydroxyapatite Using Fibrin Sealant for Fixation. Part II. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 1991 ; 20 ; 208–213.
  21. Melcher, A. H. ; On The Repair Potential of Periodontal Tissue. *J. Periodontol.* 1976 ; 76 ; 256–260.
  22. Mellonig, J. T., Bowers, G. M. ; Regenerating Bone in Clinical Periodontics. *J. Am. Dent. Assoc.* 1990 ; 121(4) ; 497–502.
  23. Nagahara, K., Isogai, M., Shibata, K., Meenaghan, M. ; Osteogenesis of Hydroxyapatite and Tricalcium Phosphate Used as a Bone Substitute. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* 1992 ; 7 ; 72–79.
  24. Nery, E. B., LeGeros, R. Z., Lynch, K. L., Lee, K. ; Tissue Response to Biphasic Calcium Phosphate Ceramic with Different Ratio of HA/bTCP in Periodontal Osseous Defect. *J. Periodontol.* 1992 ; 63 ; 729–735.
  25. Nyman, S., Lindhe, J., Karring, T., Rylander, H. ; New Attachment following Surgical Treatment of Human Periodontal Disease. *J. Clin. Periodontol.* 1982b ; 9 ; 290–296.
  26. Nyman, S. ; bone Regeneration using the Principle of Guided Tissue Regeneration. *J. Clin. Periodontol.* 1991 ; 18 ; 494–498.
  27. Ohgushi, H. O., Okumura, M., Yoshikawa, T., Inoue, K., Senpuku, N., Tamai, S. ; Bone formation process in porous calcium carbonate and hydroxyapatite. *J. Biomed. Mat. Res.* 1992 ; 26 ; 885–895.
  28. Olin, P. S., Ettl, R. C. Schaffer, E. M. ; Improved pontic/tissue relationship using porous coralline hydroxyapatite block. *J. Prosthet. Dent.* 1991 ; 66 ; 234–238.
  29. Peltier, L. F. Bickel, E. Y., Lillo, R., Thein, M. S. ; The Use of Plaster of Paris to Fill Defects in Bone. *Anal. of Surg.* 1957 ; 146 ; 61–69.
  30. Pettis, G. Y., Kaban, L. B., Glowacki, J. ; Tissue Response to Composite Ceramic Hydroxyapatite/Demineralized Bone Implant. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 1990 ; 48 ; 1068–1074.
  31. Randentz, W. H., Collings, C. K. ; The Implantation of Plaster of Paris in the Alveolar Process of the Dog. *J. Perio.* 1965 ; 36 ; 357–364.
  32. Rawing III, C. E., Wilkins, R. H., Hanker, J. S. Georgiade, N. G., Harrelson, J. M. ; Evaluation in Cats of New Material for Cranioplasty : a Composite of Plaster of Paris and Hydroxyapatite. *J. Neurology* 1998 ; 69 ; 269–275.
  33. Sampath, T. K., Reddi, A. H. ; Homology of bone-inductive protein from human, monkey, bovine, and rat extracellular matrix. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 1983 ; 80 ; 6591–6595.
  34. Shaffer, C. D., App, G. R ; The Use of Plaster of Paris in Treating Infrabony Periodontal Defects in Humans. *J. Perio.* 1971 ; 42 ; 685–690.
  35. Sottosanti, J. S. ; Aesthetic Extraction With Calcium Sulfate And Te Principles of Guided Tissue Regeneration. *PP & A.* 1993 ; Vol. 5 ; No. 5 ; 61–69.
  36. Souyris, F., Pellequer, C., Payrot, C., Servera, C. ; Coral ; a New Biomedical Material. *J. Max. Fac. Surg.* 1985 ; 13 ; 64–69.
  37. Stahl, S. S., Froum, S. ; Human Intrabony Lesion Responses to Debridement, Porous Hydroxyapatite Implants and Teflon

- Barrier Membranes. *J. Clin. Periodontol.* 1991 ; 18 ; 605-610.
38. Urist, M. R., Siverman, B. F., Buring, K., Dubuc, F. L., Rosenberg, J. M. ; The Bone Induction Principle. *Clin. Ortho. and Rel. Res.* 1967 ; 53 ; 243-283.
  39. Urist, M. R., Lietze, A., Dawson, E. ; b-Tricalcium Phosphate Delivery System for Bone Morphogenetic Protein. *Clin. Orthopaed. and rel. Res.* 1984 ; 187 ; 277-280.
  40. Urist, M. R., Kovacs, S., Yates, K. A. ; Regeneration of an enchondroma defect under the influence of an implant of human bone morphogenetic protein. *J. Hand Surg.* 1986 ; 11A ; 417-419.
  41. Urist, M. R., Nilsson, O., Rasmussen, J., Hirota, W., Lovell, T., Schmalzreid, T., Finerman, G. A. M. ; Bone Regeneration under the Influence of a Bone Morphogenetic Protein(BMP) Beta Tricalcium Phosphate(TCP) Composite in Skull Trephine Defects in Dog. *Clin. Orthopaed. and rel. Res.* 1987 ; 214 ; 295-304.
  42. Wikesjo, M. E., Bogle, G. C., Nilveus, R. E. ; Periodontal Repair in Dog : Effect of a Composite Graft Protocol on Healing in Supraalveolar Periodontal Defects. *J. Periodontol.* 1992 ; 63 ; 107-113.
  43. Wikesjo, M. E., Niveus, R. E. Selvig, K. A. ; Significance of Early Healing Events on Periodontal Repair ; A Review. *J. Perio.* 1992 : 63. 158-165.
  44. Wolford, L. M., Wardrop, R. W., Hartog, F. & J. M. ; Coralline Porous Hydroxyapatite as a Bone Graft Substitute in Orthognatic Surgery. *J. Oal Maxillofac. Surg.* 1987 ; 45 ; 1034-1042.
  45. Yamazaki, Y., Oida, S., Akimoto, Y., Shioda, S. ; Response of Mouse Femoral Muscle to an Implant of a Composite of Bone Morphogenetic Protein and Plaster of Paris. *Cli. Orthopaed. Rel. Res.* 1988 ; 234 ; 240-249.
  46. 임순연, 채중규 ; Porous Resorbabel Calcium Carbonate가 성견 치조골 결손부 치유에 미치는 영향. 대한 치주과학회지 1991 ; 21 ; 365-275.
  47. 최은정, 조규성 ; 골내 치주낭에서 expanded polytetrafluoroethylene 차단막과 calcium carbonate 이식효과에 대한 임상적 연구. 대한치주과학회지 게재 예정, 1994.

## 사진부도설명

- 사진부도 1. 대조군(H-E, ×10)  
접합상피의 근단이동이 관찰됨.
- 사진부도 2. 대조군(H-E, ×20)  
신생백악질의 형성이 없는 부위에 치근면에 평행한 방향으로 배열된 결합조직 섬유가 관찰됨.
- 사진부도 3. 실험1군(H-E, ×5)  
형성된 골결손 부위에 이식재와 신생골 형성이 관찰됨.
- 사진부도 4. 실험1군(H-E, ×20)  
신생백악질과 신생골 사이에 치근면에 수직적으로 배열, 삽입된 결합조직 섬유가 관찰됨.
- 사진부도 5. 실험1군(H-E, ×20)  
CC 인접부위에 신생골이 조골세포와 함께 나타나며 골결손부의 기저부에서 골조직의 재생량이 더 많다.
- 사진부도 6. 실험2군(H-E, ×5)  
형성된 골결손 부위에 이식재와 신생골 형성이 관찰됨.
- 사진부도 7. 실험2군(H-E, ×20)  
신생백악질과 신생골 사이에 치근면에 수직적으로 배열, 삽입된 결합조직 섬유가 관찰됨.
- 사진부도 8. 실험2군(H-E, ×20)  
CC가 형성된 신생골에 매몰되어 있는 양상을 보임.

사진부도에 표기된 약자 풀이

CC : calcium carbonate

N : noth

NB : 신생골

NC : 신생백악질

OB : 조골세포

T : 치아

논문사진부도 ①

사진부도 1.

사진부도 2.

사진부도 3.

사진부도 4.

논문사진부도 ②

사진부도 5.

사진부도 6.

사진부도 7.

사진부도 8.

## EFFECT OF COMPOSITE GRAFT OF CALCIUM CARBONATE AND CALCIUM SULFATE ON THE PERIODONTAL REGENERATION OF 3-WALL INTRABONY DEFECTS OF ADULT DOGS

Mi-Ryung Choi, Kyoo-Sung Cho, Jung-Kiu Chai, Chong-Kwan Kim

*Department of Periodontology, College of Dentistry, Yonsei University*

Synthetic bone graft materials have been used for the regeneration of periodontal tissue lost due to periodontal disease, but the limitations of these materials had prompted the use of composite grafts. Among those, a composite graft of calcium carbonate(CC) and calcium sulfate(CS) is one of those materials that has not been studied extensively. CC, which is extracted from a natural coral, is known to possess osteoconductive property. SC can play an adjunctive role in the regeneration of bone tissue, and has shown good resorbability and biocompatibility.

This study was conducted in order to investigate the effects of CC and CS composite graft to the regeneration of bone in the intrabony defects of dogs. 3-wall intrabony defects of size of 4mm×4mm×4mm were created in the alveolar bone in the premolar areas. Then those defects that were treated with root planning only were designated as control, while the experimental group 1 and 2 each received the CC and CS composite grafts in the ratio of 8 : 2 and 5 : 5 the animals were sacrificed after 8 weeks and the specimens were histologically analyzed. The results were as follows :

1. No inflammation or foreign body reaction were observed in all subjects. CS has not been seen due to complete resorption, and resorption pattern of CC was observed.
2. Significant differences( $p < 0.05$ ) in new cementum formation were observed between control( $1.42 \pm 0.64$ mm) and experimental groups(group 1 ;  $2.53 \pm 0.94$ mm, group 2 ;  $2.23 \pm 0.96$ mm) but the difference between the two experimental groups was not significant.
3. Significant differences( $p < 0.01$ ) in new bone formation were observed between control ( $0.59 \pm 0.55$ mm) and experimental groups(group 1 ;  $2.27 \pm 0.61$ mm, group 2 ;  $2.05 \pm 0.56$  mm) but the difference between the two experimental groups was not significant.
4. The extent of apical epithelial migration has shown no significant difference between control( $1.18 \pm 1.24$ mm) and experimental groups(group 1 ;  $0.51 \pm 0.54$ mm, group 2 ;  $0.73 \pm 0.70$ mm).
5. The extent of bone formation was generally limited to the extent of cementum formation for all groups, and significant correlation was found in the amount of bone formation and cementum formation in experimental group 1.( $r = 0.86$ ,  $p < 0.01$ )

These results suggest that the composite graft of CC and CS is biocompatible and effective in the new bone and new cementum formations. In the case of 3-wall intrabony defects of dogs, the composite ratio of 8 : 2 and 5 : 5 had shown no significant differences in the healing.

KEY WORDS : bone regeneration, calcium carbonate, calcium sulfate, composite graft.