

# 성견 3면 골내낭에서 Paste형 Calcium Sulfate 가 치주조직 치유에 미치는 영향

현석주, 김창성, 최성호, 조규성, 채중규, 김종관  
연세대학교 치과대학 치주과학교실, 치주조직 재생연구소

## I. 서론

치주치료의 궁극적인 목적은 치주질환에 의하여 상실된 치주조직의 재생에 있다. 치주조직재생은 치주질환에 의해 상실된 부위에 신부착과 신생골, 신생백악질과 새로운 치주인대섬유가 형성된 치유형태를 말한다. 1976년 Melcher는 이에 관여하는 세포로 치은상피, 치은결합조직, 치조골과 치주인대 등의 4가지 조직에서 유래하는 세포를 들고 결손부위에 도달하는 세포의 종류에 따라 치유양상이 결정된다고 하였다<sup>1)</sup>. 이때 치주인대세포는 미분화세포로 여러 가지 결합조직세포로 분화할 수 있는 능력으로 치주조직재생을 이루는데 큰 역할을 하는 것으로 보고되어 있다<sup>2)</sup>.

이 치주조직의 재생을 위해 골재생 및 신부착의 형성에 대한 연구가 행해졌으며, 여러 가지 치주조직 재생술식들이 개발되었는데, 차단막의 사용, 이식재의 사용, 치근 처치 등이 있다. 이 중 치근 처치는 단독으로 사용되기 보다는 재생을 돕는 보조적인 방법으로 사용된다.

-----  
교신저자: 김종관, 서울특별시 서대문구 신촌동 134

연세대학교 치과대학 치주과학교실, 우편번호 120-752

차단막의 경우는 치주조직 재생의 원리에 따라 치유에 결정적인 결과를 가져오는 치주인대세포만을 선택적으로 유도하는 방법으로 흡수여부에 따라 흡수성과 비흡수성으로 재료가 구분된다. 1982년 Nyman등은 차단막을 이용하여 효과를 보고하였으며, Gottlow등도 Teflon막을 차단막으로 사용하여 치주인대로부터 유래된 세포의 이주를 유도하여 유의성 있는 치주조직의 재생을 보고한 바 있다. 이 차단막의 사용은 장단점이 있으나, 실제로 불규칙한 결손부위의 형태에 안정적으로 적합하기가 어려우며, 차단막의 노출여부, 흡수기간, 판막의 상태 및 위치, 술자의 숙련도 등 다양한 요인들에 의해 성공여부의 차이가 크다고 할 수 있다<sup>3,4,5</sup>.

다음으로 술식의 한 가지가 골이식술인데, 그 이식 재료로 자가골, 동종골, 이종골 및 합성골이 있다<sup>6,7,8</sup>. 지금까지 자가골에서 골형성유도능이 가장 높은 것으로 알려져 왔으나, 부가적인 수술부위가 필요하고, 충분한 양을 얻기가 힘들며, 치근 흡수나 골유착을 일으킬 수 있는 제한점이 있다. 동종골의 경우에도 우수한 골형성능을 보고하고 있으나, 질병전이의 가능성과 충분한 골재생이 이루어지기 전에 흡수되는 단점이 있다. 따라서, 이런 단점을 보완하는 합성골의 연구가 증가되었는데, 골 형성 또는 유도 및 백악질형성을 유도할 수 있어야 하며 상피의 근단 이동을 억제하며 충분한 기간동안 공간유지기능을 수행 할 수 있으며 생체 적합성이 우수하며 사용하기 쉽고 경제적이어야 하는 등의 조건에 맞아야 한다.

이에 오래 전부터 여러 가지 합성재가 연구되어 왔는데 이중의 하나가 Calcium sulfate제제이다. Calcium성분의 골 대체물로서 Calcium sulfate는 지난 수년간 골 결손부 치료에 좋은 결과를 나타내었다. 1955년 Weinmann 등은 미분화 간엽세포가 조골 세포로 분화하는데 Calcium의 역할이 중요하다고 하였으며, Radentz와 Collings 등은 Calcium sulfate의 이식에서 보다 치밀하고 많은 골조직을 재생시킨다고 보고하였으며, 이 외에도 Peltier와 Orn, Bell 등의 연구에 의해 Calcium sulfate가 골 재생에 일익을 하며 생체적합성이 우수하며, 평균 흡수율이 4-7주라고 보고하였다<sup>9,10,11,12,13,14,15</sup>. 반면, Shaffer 등은 Calcium sulfate가 직접적인 골 유도 기능은 없는 것으로 보고하였다<sup>16</sup>. 이 후 Yamazaki 등이 Calcium sulfate가 BMP(Bone Morphogenetic Protein)의 운송체 역할에 대해 언급함과 Sottosanti 등이 DFDB(decalcified freeze-dried bone)와 함께 이식시 DFDB의 골유도기능의

촉진작용을 보고하였다<sup>17,18,19,20</sup>.

그러나, Calcium sulfate를 물과 혼합해서 사용했을 경우, 발생하는 경화열로 인한 조직에의 영향, 경화 후 기계적인 자극에 의한 파절로 치유가 방해 될 수 있는 점, 초기 치유기간에 빠르게 흡수되어 버리는 점 등이 문제로 대두되었다.

이에 본 연구에서는 Calcium sulfate의 탁월한 생체적합성, 사용상의 용이함, BMP의 Carrier로서의 기능을 그대로 유지하면서 경화열이 다량 발생하는 경화과정을 거치지 않으며 경화 후 점성을 가지므로 파절의 위험성이 없고 비교적 긴 흡수 기간을 가지므로써 결손부에서 오랜 동안 유지되어 부착상피의 근단이주를 억제하며 골유도 기능을 도와 줄 수 있는 Paste형 Calcium sulfate 합성재를 연구하게 되었다.

이에 본 연구에서는 차단막으로서의 기능과 골재생물질의 역할을 동시에 수행할 수 있을 것으로 사료되는 특수 제작된 Paste형의 Calcium sulfate를 성견 치주 3면 골내낭에 이식하였을 때 치주조직 재생에 미치는 영향에 대해 연구한 바 다소의 지견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

## II. 연구 재료 및 방법

### 가. 연구 재료

#### 1. 실험 동물

생후 1년 이상의 체중 15kg내외의 성견으로 성별 관계없이 4마리를 사용하였으며 실험 시작 전 치주 조직은 염증이 없는 건강한 상태였다.

#### 2. 실험 재료

실험 재료는 일본 GC에서 특수 제작된 paste형태의 Calcium Sulfate를 사용하였으며 성분은 Calcium Sulfate 51%, Zinc oxide 30%, Poly-vinyl Acetate 13%, Poly-t-Butylacrylate 5%, Butyl acetate 1%, Polyethylene glycol 등이었다.

### 나. 연구 방법

#### 1. 실험군 설정

4마리의 성견에서 제1소구치 원심면과 제3소구치 근심면에 형성한 16개의 3면 골결손부에 치은 박리 수술(Gingival flap surgery, GFS)만 시행한 부위를 대조군(8부위)으로, Paste 형의 Calcium Sulfate(CS)를 이식한 부위를 실험군으로(8부위) 설정하였다.

#### 2. 치조골 결손부 형성 및 외과적 처치

실험 동물을 concentrated sodium pentobarbital로 전신마취 시키고 실험 치아 부위를 2% Lidocaine HCl로 침윤 마취시킨다. 제 2 소구치 발치 후 6주 후, 치은 판막을 박리하고 제 1 소구치의 원심면과 제 3 소구치의 근심면에 골내낭을 형성한다(4mm×4mm×4mm, 깊이×근원심×협설폭경). 형성된 골내낭의 기저부위 치근 표면에 ¼Round bur로 notch를 형성하여 참고점으로 하였다. 설정된 각각의

실험군부위의 골내낭에 Paste형 Calcium sulfate를 이식 후 판막을 봉합하고, 술 후 2주간 0.12% 클로르헥시딘 용액으로 1 일 2회 구강 세척을 시켰다. 7-10일 후 봉합사를 제거하고, 술 후에는 soft diet를 투여하였다. 실험 동물은 술 후 8주에 정맥 주사마취하에 Perfusion방법으로 희생시키고 실험부위를 포함하여 block section하였다(사진부도 1,2,3).

### 3. 조직학적 관찰

실험부위를 포함하여 적출한 조직을 10% formalin에 10일간 고정시키고 5% formic acid로 2주간 탈회시킨 후 통법에 따라 paraffin에 포매하고, 5 $\mu$ m 두께의 근원심축 절편을 약 80 $\mu$ m의 간격으로 serial section하여, 한 block 당 가장 중심쪽 section 3개씩을 Hematoxylin-Eosin 염색한 후 광학 현미경으로 검경하였다. 조직학적 관찰 사항은 접합 상피의 근단 이동, 염증 세포의 침윤 정도, 이식체의 흡수 상태, 신생 백악질과 신생골의 형성 정도, 치주 인대 재생과 교원질 섬유 배열 상태 등을 관찰하였다(사진부도 4,5,6,7,8,9,10,11,12,13).

### 4. 조직 계측학적 관찰

백악 법랑 경계(CEJ)와 reference notch(N)를 참고점으로 삼고, 백악 법랑 경계와 reference notch까지의 거리를 defect height(DH)로 하였다. 치은 변연에서 접합 상피까지의 최하단 까지를 접합 상피 길이(JE)로 하고, 접합 상피 하단에서 신생 백악질 상단까지를 결합 조직 유착(CTA)으로, reference notch에서 신생 백악질 형성 상단까지를 신생 백악질 형성(NC)으로, reference notch에서 신생골 형성 상단까지를 신생골 형성(NB)으로 계측하였다(Fig1).

### 5. 통계적 분석

각 측정지수의 평균과 표준 편차를 구하고, Mann-Whitney U test를 시행하여 대조군과 실험군을 비교하였다(Table1).

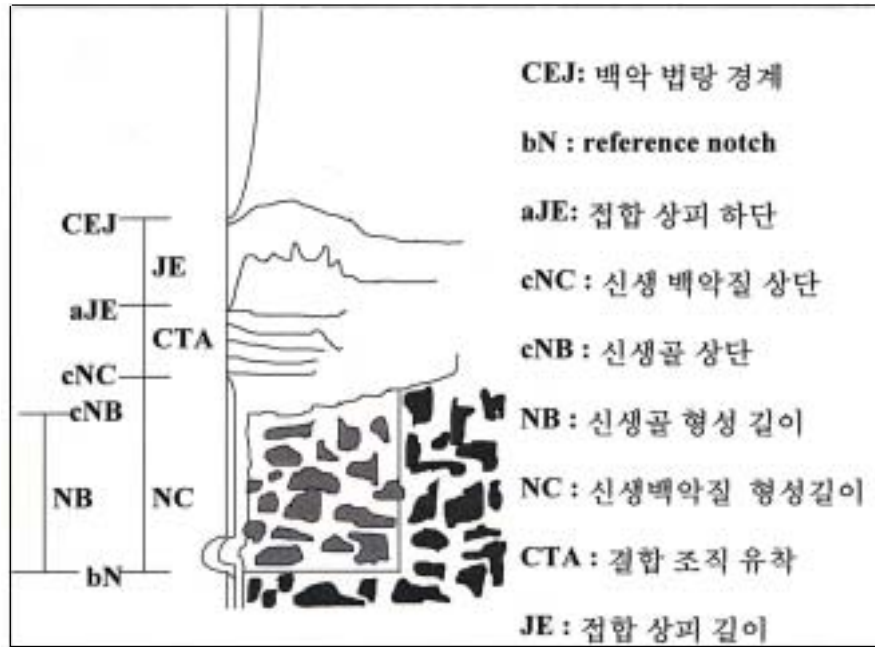


Fig 1. A schematic diagram depicting the landmarks and the parameters used in histomorphometric analysis

### Ⅲ. 연구 성적

#### 가. 조직학적 관찰

##### 1. 대조군(Gingival Flap Surgery)

육안으로 보아 염증 상태는 보이지 않았으며 건강한 치은 상태를 보였다. 접합상피의 증식은 비교적 길지 않으며 상피 주변에 염증 증상도 보이지 않았다. 긴 접합상피를 보이지 않은 반면 결합조직 부착의 길이가 비교적 길고 결합조직 내 염증세포는 거의 관찰되지 않았으며 결합조직의 섬유방향은 대부분 치아장축과 평행하게 배열되어 있으며, 성글게 분포되어있는 교원 섬유와 치은 섬유아세포의 배열을 볼 수 있었다. 신생백악질은 치관측 부위에는 무세포성, 무섬유성 백악질로 치근면을 따라 얇게 비교적 적은 양으로 형성되어 있는 것으로 보이며, 신생백악질 외부에는 cementoblast가 일렬로 배열되어 관찰된다.

참고점 상방으로 신생골이 형성되었으며 신생골과 치근면 사이의 치주인대에는 풍부한 교원 섬유와 신생혈관 그리고 치주인대 세포들이 관찰되었다. 전체적으로 염증 세포의 침윤은 볼 수 없었고, 골 유착이나 치근의 흡수도 볼 수 없었다 (사진부도 4,5,6).

##### 2. 실험군(Calcium Sulfate)

육안 상으로 염증 상태 없이 건강한 치은 모양이 관찰되었다. 접합상피는 비교적 길지 않은 억제된 치근단 쪽으로의 증식을 보이며, 접합상피 주변에는 염증 증상은 보이지 않았다. 결합조직 유착은 대조군보다 약간 적은 부착 길이를 보이며 대조군과 마찬가지로 섬유의 방향은 대부분 치아 장축에 평행한 방향이었으나, 간혹 백악질내 섬유가 매입되어 있는 것으로 보이는 Sharpey's fiber형태가 보이기도 하였다. 결합조직 내에 Calcium sulfate 이식재의 일부가 아직 흡수되지 않은 채 남아있는 것이 관찰되며 이식재의 입자 사이사이에 염증세포가 침윤되어 있었

나. 이 염증세포는 Macrophage, neutrophil, multinucleated cell등이 모두 보여 급성과 만성 염증반응을 동시에 보여 주고 있다. 대부분이 neutrophil이며 중간중간에 Calcium sulfate 이식재를 흡수하는 다핵형 백혈구를 볼 수 있었으며 그 사이사이에 이미 흡수된 공포가 관찰되었다.

신생백악질은 비교적 많은 양이 관찰되며 대조군과 마찬가지로 무세포성, 무섬유성 백악질로 형성되어 있었다. 신생골의 경우는 비교적 많은 양이 생성된 것으로 보이며 대조군보다 비교적 큰 골소주의 형태와 주변에 Osteoblast의 활발한 활동을 볼 수 있으며 수적으로도 대조군보다 많았다. Calcium sulfate가 아직 흡수되지 않은 경우는 흡수되지 않은 이식재 입자들이 신생골 상방 결합조직내에 묻혀져 보이며 고배율 상에서는 묻혀진 입자들의 주변 뿐 아니라 내부에서도 신생골 형성이 관찰되는 것을 볼 수 있었다. 생성된 신생골 내부에서도 아직 흡수되지 않은 Calcium sulfate가 관찰되었다(사진부도 7,8,9,10,11,12,13).

## 나. 조직계측학적 관찰

### 1. 접합상피의 길이

접합상피의 길이는 대조군, 실험군에서 각각  $0.52 \pm 0.26\text{mm}$ ,  $0.56 \pm 0.25\text{mm}$ 로 나타났으며 유의성 있는 차이는 없었다(Table 1).

### 2. 결합조직유착의 길이

결합조직유착의 길이는 대조군, 실험군에서 각각  $1.74 \pm 1.06\text{mm}$ ,  $1.28 \pm 0.57\text{mm}$ 로 나타났으며 유의성 있는 차이는 없었다(Table 1).

### 3. 신생백악질 형성의 길이

신생백악질 형성의 길이는 대조군, 실험군에서 각각  $1.86 \pm 0.80\text{mm}$ ,  $2.77 \pm 0.86\text{mm}$ 로 나타났으며 유의성 있는 차이가 있었다( $P < 0.01$ )(Table 1).



#### 4. 신생골 형성의 길이

신생골 형성의 길이는 대조군, 실험군에서 각각  $2.01 \pm 0.95\text{mm}$ ,  $2.62 \pm 0.81\text{mm}$ 로 나타났으며 유의성 있는 차이는 없었다(Table 1).

Table I. Histomorphometric analysis of periodontal repair in 3-wall intrabony defects following surgical implantation calcium sulfate paste(CS paste) and gingival flap surgery. (GFS)

(Unit : mm)

|    | GFS(N=8)                       | CS(N=8)                          |
|----|--------------------------------|----------------------------------|
| DH | $4.23 \pm 0.78$                | $4.64 \pm 0.80$                  |
| JE | $0.52 \pm 0.26(13.0 \pm 6.50)$ | $0.56 \pm 0.25(14.0 \pm 6.25)$   |
| CT | $1.74 \pm 1.06(43.5 \pm 26.5)$ | $1.28 \pm 0.57(32.0 \pm 14.2)$   |
| NC | $1.86 \pm 0.80(46.5 \pm 20.0)$ | $2.77 \pm 0.86(69.2 \pm 21.5)^*$ |
| NB | $2.01 \pm 0.95(50.2 \pm 23.7)$ | $2.62 \pm 0.81(65.5 \pm 20.2)$   |

mean(mm)  $\pm$  S.D., ( ) ; mean(%)  $\pm$  S.D.

\* : Statistically significant difference compared to Control group,  $P < 0.01$

## IV. 총괄 및 고찰

치주치료의 목적은 치주질환에 의하여 상실된 치주조직의 재생이라 할 수 있다. 따라서 치주조직의 재생을 얻기 위하여 재생의 기전을 계속적으로 연구하였는데, Melcher는 이에 관여하는 치은상피, 치은결합조직, 치조골과 치주인대에서 유래하는 세포를 들고 이 세포의 종류에 따라 치유양상이 결정된다고 하였다<sup>1)</sup>. 이때 치주인대세포가 미분화세포로 치주조직 재생에 큰 역할을 하는 것으로 보고되어 있으며, Nyman등도 치주인대세포의 치주조직재생에서 중요한 위치를 시사하였다<sup>2)</sup>. 이에 치주치료는 적당한 골이식재와 차단막의 사용으로 재생을 유도하려는 방향으로 나아가며, 또한 재생에 연관되어 있는 BMP(Bone Morphogenetic Protein) 등을 임상에 사용하려는 시도가 연구되고 있다.

차단막의 사용은 그 장점에 비해 사용상의 비흡수성 재료인 경우 2차 수술의 필요성, 골결손의 형태에 따른 적용의 한계성, 골내 공간의 안정된 유지 여부, 흡수성인 경우 흡수시기 등 다양한 요인에 의해 그 결과가 결정되며, 그 용도가 근래에는 차단막 자체로서의 기능보다 골이식재의 보호 및 안정된 유지, 창상의 안정에 이용되는 경우가 있으며, 골이식재에 의해 차단막의 기능도 상호적으로 그 본래의 효과가 더욱 상승되는 경우가 보고되고 있다<sup>9,12)</sup>.

골이식재는 여러 가지가 다양하게 사용되어지고 있으며, 그 중에 Calcium sulfate제재가 사용되고 있다. 이 제재는 1950년도 정형외과 영역에서 처음으로 임상적으로 사용되었으며, 치과영역에서도 Calcium sulfate제재의 칼슘염 성분의 골 재생 유도기능을 기대하여 사용하여 왔으나 그 효과는 크게 없는 것으로 보고되었다<sup>10,11,22)</sup>.

이전의 Calcium sulfate제재는 비교적 짧은 경화반응을 거치며 일단 경화되면 단단히 경화되며 경화 시 경화열이 발생하였다. 이 제재는 사용 시 여러 가지모양으로 성형이 가능하므로 다양한 골소실 형태에 접합이 긴밀하여 골내낭의 공간확보가 용이하며 창상의 안정에 비교적 큰 도움이 되는 것으로 알려졌다. 또한, 생체

적합성이 우수하며 단단한 경화로 치밀한 차단효과로 상피의 하방이동을 억제하며 칼슘염 성분이 골형성에 도움을 주는 것으로 기대가 되며 약 4주 내외에서 흡수되어 골형성과정에서 적어도 방해는 하지 않는 것으로 보여졌다. 광범위한 골소실에 사용할 수 있어서 특히 경제적이다.

하지만, 이전의 연구에서 제기되어 온 경화열의 발생으로 인한 치유과정의 방해여부, 단단한 경화반응으로 제재가 파절될 경우 공간유지확보가 적당히 유지되지 않는 점과 날카로운 파절면의 야기로 인해 흡수되기 전 오히려 상처를 만들 수 있는 점, 골형성의 과정에 비해 비교적 빠르게 흡수되어 버리는 점, 그리고 과연 Calcium sulfate제재 자체로서 골 재생유도능이 있는지에 대해 문제가 논의되어 왔다.

이에 본 연구에서는 경화열의 발생을 최소화하며 경화 후 높은 파절빈도를 없앨 수 있으며 경화속도가 빠르지 않으며 흡수속도를 약간 지연시켜 공간 유지를 골형성과정과 조화될 수 있는 재료로 기존의 Calcium sulfate제재에 Zinc oxide, Polyvinyl acetate 등을 첨가하여 paste type으로 제작하였다. 따라서, 파절이나 경화열의 우려는 거의 없었다.

본 실험에서 접합상피의 하방이동은 대조군에서  $0.52 \pm 0.26\text{mm}$ (결손부 깊이의 13.0%), 실험군에서  $0.56 \pm 0.25\text{mm}$ (결손부 깊이의 14.0%)로 나타났으며, 유의성 있는 차이는 없었다. 두 군 모두에서 상피의 하방이동은 억제된 것으로 생각되며, 이것은 이전의 1면 골내낭에서도 비슷한 결과로서 수술시 안정된 봉합으로 인한 창상의 유지로 fibrin clot이 보호되므로, 유의성이 나타나지 않은 것으로 사료된다. 또한, 본 실험은 3면 골내낭이므로 봉합에 의한 창상의 유지가 더욱 용이할 것으로 생각된다<sup>23,24,25,26</sup>.

결합조직 부착은 대조군에서  $1.74 \pm 1.06\text{mm}$ (결손부 깊이의 43.5%), 실험군에서는  $1.28 \pm 0.57\text{mm}$ (결손부 깊이의 32.0%)로 나타났으며 대조군과 실험군간의 유의성 있는 차이는 없었다. 김 등의 이전의 연구에서보다 비교적 긴 결합 조직유착을 보이며 대조군과 실험군 모두 결합 조직섬유의 배열은 치아장축과 평행한 방향으로 성기게 주행하는 것을 비슷하게 볼 수 있었다.

백악질의 형성은 대조군에서  $1.86 \pm 0.80\text{mm}$ (결손부 깊이의 46.5%), 실험군에서

는  $2.77 \pm 0.86\text{mm}$ (결손부 깊이의 69.2%)로 나타났으며, 대조군과 실험군간의 유의성있는 차이가 있었다( $P < 0.01$ ). 대조군에서는 이전의 연구와 비슷한 정도의 결합조직 유착을 보이며, 이에 비해 실험군에서는 비교적 많은 양의 신생 백악질이 형성되었다. 신생백악질은 대부분 무세포성, 무섬유성 백악질로 notch 하방의 기존의 백악질보다 얇고 맑은 색을 띠는 고운 경계를 가진 모양으로 상아질을 덮고 있다. notch 부위에서는 비교적 세포(cementocyte)가 새로 생긴 백악질 주위에 보이거나 치관쪽으로 올라 갈수록 그 수는 희박해지는 것을 볼 수 있었다. 역시 두께도 notch 부위에서 더 두꺼워진 것을 볼 수 있으며 특히, 실험군에서 백악질이 두꺼워진 부분에 신생치조골과의 섬유의 배열이 치근에 수직되게 배열되어 백악질에 얇게 삽입되어 있는 것을 관찰할 수 있었다. 신생백악질의 유의성있는 차이는 paste형 Calcium sulfate제제가 백아세포의 분화에 어떤 도움을 직접 주는 것인지, 아니면 이전보다 장기간 공간유지를 함으로써 백아세포의 분화와 이주에 도움을 주어 간접적으로 신생백악질 형성을 활성화시킬 수 있는 것으로 추측할 수 있으나, 그 차이를 유의성있게 관찰하기는 어려운 것으로 생각된다.

신생골의 형성은 대조군에서는  $2.01 \pm 0.95\text{mm}$ (결손부 깊이의 50.2%), 실험군에서는  $2.62 \pm 0.81\text{mm}$ (결손부 깊이의 65.5%)로 나타났으며 두 군간에 유의성있는 차이는 없었다. 골결손부의 형태에 따라 치조골의 재생에 차이가 있는데, Mellonig, Quintero 등에 의하면 치료 6개월 후 1 면 골결손부는 2.6mm(61%), 2 면 골결손부는 1.8mm(62%), 3 면 골결손부는 2.9mm(73%)의 치조골 재생은 보였다. 즉 골결손부의 면이 많을수록 세포의 공급이 많아지고 이식재의 유지가 좋아져서 재생의 예후가 좋다. 이번 실험에서는 3 면 골결손부이므로 Calcium sulfate제제의 골재생능이 충분히 뛰어나다 하더라도 그 차이가 유의성있게 발현되기는 힘들 것이다. 이 실험은 이식 8주후의 결과로서 실험군에서 Calcium sulfate제제를 거의 모든 실험부위에서 발견할 수 있었다. 이전의 Calcium sulfate제제의 흡수속도는 Peltier등에 의하면 개의 요골에 이식한 후 관찰한 결과 45-72일에 모두 흡수된다고 보고하였으며 Radentz와 Collings에 의하면 성견의 치조골 결손부위에서 3-6주에 흡수되는 것으로 나타났다<sup>12,13</sup>). 본 실험에서는 Calcium sulfate제제가 신생골의 변연부위나 결합조직내에 염증세포에 둘러싸여 주로 발견되며 주위에 osteoid나

골아세포가 발견되지 않은 것으로 보아 직접적인 골재생능은 관찰할 수 없었다. 결합조직 내에 발견되는 Calcium sulfate는 많은 염증세포가 관찰되며 어떤 경우는 큰 공포가 관찰되기도 하는데 이것은 paste형의 Calcium sulfate에 포함된 첨가재료에 의한 것으로 사료된다. 첨가재료에 대한 생체적합성에 대해서는 더 연구가 필요하리라 생각된다<sup>45)</sup>.

이상의 연구에서 볼 때 paste형의 Calcium sulfate제제는 경화열을 최소화하였으며 흡수시기를 약간 늦추므로써 혈병의 유지 및 창상의 안정과 공간 확보로 유의성있게 신생백악질을 유도할 수 있는 제재로 생각된다. 하지만, 제재 자체의 골유도능이나 첨가재료의 생체적합성은 등은 연구가 좀더 이루어져야 하겠다.

## V. 결 론

본 연구는 성견에서 외과적으로 형성된 깊이4mm 넓이4mm의 3면 골내낭에 치주박리 소파수술만 한 군을 대조군으로 하고 Paste형 Calcium sulfate를 이식한 군을 실험군으로 하여 시술한 후 8주 후에 희생하여 치유 결과를 조직학적으로 관찰한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 접합상피의 길이는 대조군, 실험군에서 각각  $0.52 \pm 0.26\text{mm}$ ,  $0.56 \pm 0.25\text{mm}$ 로 나타났으며 유의성 있는 차이는 없었다.
2. 결합조직유착의 길이는 대조군, 실험군에서 각각  $1.74 \pm 1.06\text{mm}$ ,  $1.28 \pm 0.57\text{mm}$ 로 나타났으며 유의성 있는 차이는 없었다.
3. 신생골 형성의 길이는 대조군, 실험군에서 각각  $2.01 \pm 0.95\text{mm}$ ,  $2.62 \pm 0.81\text{mm}$ 로 나타났으며 유의성 있는 차이는 없었다.
4. 신생백악질 형성의 길이는 대조군, 실험군에서 각각  $1.86 \pm 0.80\text{mm}$ ,  $2.77 \pm 0.86\text{mm}$ 로 나타났으며 유의성 있는 차이가 있었다( $P < 0.01$ ).

이상의 결과로 볼 때 특수 제작된 Paste형 Calcium sulfate는 백악질 형성을 증진시키는 데 도움이 되며 재료의 생체 적합성을 개선하면 치주조직 재생에 우수한 재료가 될 수 있다고 사료된다.

## 참 고 문 헌

1. Melcher, A.H. : On the repair potential periodontal tissues., J. Periodont., 47: 125, 1976.
2. Cortellini, P., Pini Prato, G., Tnetti, M.S. : Periodontal regeneration of human infrabony defects, I. Clinical measure., J. Periodont., 64: 254, 1963.
3. Gottlow, J. et al : New attachment formation in the human periodontium by guided tissue regeneration, J. Clin. Periodont., 13: 604, 1986.
4. Pontoriero, R., Nyman, S., Lindhe, J., Rosenberg, E., Sanavi, F. : Guided tissue regeneration in degree II furcation-involved mandibular molars, J. Clin. Periodont., 15: 247, 1988.
5. Selvig, K.A., Kersten, B.G. and Wikesjo, U.M.E. : Surgical treatment of intrabony periodontal defects using expanded polytetrafluoroethylene barrier membranes : Influence of defect configuration on healing response, J. Periodont., 64: 730, 1993.
6. Becker, W., Becker, B.E., Caffesse, R.: A comparison of deminealized freeze-dried bone and autologous bone to induce bone formation in human extraction sockets, J. Periodont., 65: 1128-1133, 1994.
7. Becker, W., Urist, M.R., Tucker, L.M., Becker, B.E., Ochsenbein, C.: Human demineralized freeze-dried bone.: Inadequate induced bone formation in athymic mice, A preliminary study. J. Periodont., 66: 822-828, 1995.
8. Dragoo, M.R., Sullivan, H.C.: A Clinical and histological evaluation of autogenous iliac bone grafts in humans, II. External root resorption, J. Periodont., 44: 614, 1973.
9. Bell, W. H. : Resorption characteristics of bone and bone substitutes, Oral Surg., 17: 650, 1964.
10. Calhoun, N.R., Greene, G.W., Blackledge, G.T. : Effects of plaster of Paris implants on osteogenesis in the mandible of dogs, J. Dent. Res., 42: 1244,

- 1963.
11. Peltier, L.F. : The use of plaster of Paris to fill defects in bone, *Ann. Surg.*, 146: 61, 1957.
  12. Peltier, L.F., Orn, D. : The effect of the addition of plaster of Paris to autogenous and homogenous bone grafts in dogs, *Surg. Forum.* 8: 571, 1958.
  13. Radentz, W.H., Collings, C.K. : The implantation of plaster of Paris in the alveolar process of the dog, *J. Periodont.*, 36: 357, 1965.
  14. Urist, M.R.: Bone formation by osteoinduction, *Science*, 150: 893, 1965.
  15. Weinmann, L.P. and Sicher, H. : *Bone and Bones*, Ed. 2. St. Louis, C.V. Mosby Co. 38: 1955.
  16. Shaffer, C.D., App, G.R. : The use of plaster of Paris in treating infrabony periodontal defects in humans, *J. Periodont.*, 42: 685, 1971.
  17. Sottosanti, J.S. : Calcium sulfate : A biodegradable and biocompatible barrier for guided tissue regeneration, *Compend. Comt. Ed.*, 13(3): 226, 1992.
  18. Sottosanti, J.S. : Calcium sulfate is a safe, resorbable barrier adjunct to implant surgical procedures, *Dental Implantology Update*, 4: 69, 1993.
  19. Sottosanti, J.S. : Aesthetic extraction with calcium sulfate and the principle guided tissue regeneration, *Pract. Periodont. & Aesthetic Dent.*, 5: 61, 1993.
  20. Yamazaki, Y., Oida, S. Akimoto, Y. : Response of mouse femoral muscle to an implant of a composite of bone morphogenetic protein and plaster of Paris, *Clin. Orthop*, 234 :240, 1988.
  21. Karing, T., Nyman, S., Gottlow, J., Laurell, L: Development of the biological concept of guided tissue regeneration—animal and human studies, *Periodontol* 2000, 1: 26–35, 1993.
  22. Frame, J.W., Rout, P.G., Browne, R.M.: Ridge augmentation using solid and porous hydroxyapatite particles with and without autogenous bone or plaster, *J Oral Maxillofac Surg.*, 45: 771–777, 1987.



23. Wikesjö, UME., Nilveus R. Periodontal repair in dogs: Effect of wound stabilization on healing, *J. Periodont.*, 61: 719-724, 1990.
24. Wikesjö, UME., Nilveus R. : Periodontal repair in dogs : Healing patterns in large circumferential periodontal defects, *J. Clin. Periodont.*, 18: 49-591, 1991.
25. Wikesjö UME., Claffey N, Egelberg : Periodontal repair in dogs; Effect of heparin treatment of the root surface, *J. Clin. Periodont.*, 18: 60-64, 1991.
26. Wikesjö UME., Nilveus RE, Selvig KA. : Significance of early healing events on periodontal repair, A review. *J. Periodont.*, 63: 158-165, 1992.
27. Bahn, S.L. : Plaster : A bone substitute., *Oral Surg.*, 21: 672, 1966.
28. Barnett J.D., Mellonig J.T., Gray J.L., Towle H.J.: Comparison of freeze-dried bone allograft and porous hydroxyapatite in human periodontal defects, *J. Periodont.*, 60: 231-237, 1989.
29. Bier, S. J. : Plaster of Paris : A periodontal surgical dressing, *N. Y. state Dent. J.*, 36: 347, 1970.
30. Boyne, P.J., Cooksey, D.E., : The use of cartilage and bone implants in restoration of edentulous ridge, *J. Am. Dent. Assoc.*, 71: 1426-1435, 1965.
31. Habal M.B., Reddi A.H.: Bone grafts & bone substitutes. Philadelphia: W.B. Saunders Co., 1992.
32. Hiatt, W.H., Schallhorn, R.G., Aaronian, A.J.: The induction of new bone and cementum formation. IV. Microscopic examination of the periodontium following human bone and marrow allograft, autograft and nongraft periodontal regenerative procedures, *J. Periodont.*, 49: 495-512, 1978.
33. Libin, B.M., Ward, H.L., Fishman, L.: Decalcified, lyophilized bone allografts for use in human periodontal defects, *J. Periodont.*, 46: 51, 1975.
34. Mellonig, J.T.: Decalcified freeze-dried bone allografts as an implant material in human periodontal defects, *Int. J. Periodont. Res.*, 4(6): 41, 1984.

35. Mellonig, J.T.: Freeze-dried bone allografts in periodontal reconstructive surgery, Dent. Clin. North Am., 35: 504, 1991.
36. Mellonig, J.T.: Bone allografts in periodontal therapy, Clin. Orthop., 324: 116-125, 1996.
37. Nade, S., Burwell, R.G.: Decalcified bone allografts in periodontal reconstructive surgery, Dent. Clin. North Am., 35: 504, 1991.
38. Ouhayoun, J.P.: Influence of biomaterials in the healing pattern of bony defects in miniature pig mandible, J. Dent. Res., 68(special issue): Abstract No. 1944, 1989.
39. Stahl, S.S., Froum, S.J., Kyshner, L.: Periodontal healing following open debridement flap procedures II. histologic observation, J. Periodont., 53: 15, 1982.
40. Steiner, S.R., Crigger, M., Egelberg, J.: Connective tissue regeneration to periodontally diseased teeth. II. Histologic observations of cases replaced flap surgery, J. Periodont. Res., 16: 109, 1981.
41. Urist, M.R., Dowell, T.A., Hay, P.H., Strates, B.S.: Inductive substrates for bone formation, Clin. Ortho., 59: 59, 1968.
42. Urist, M.R., Strates, B.S.: Bone morphogenic protein, J. Dent. Res., 50: 1392, 1971.
43. Wikesjö, UME., Sigurdsson, T.J. : Guided tissue regeneration : Is it a reproducible technique. J. Periodont. Implantol. Orale., 13: 243-257, 1994.
44. Wikesjö, UME., Periodontal repair in dogs : Connective tissue repair in supraalveolar periodontal defects, [Thesis].Malmö, Sweden: Lund University, 1991.
45. 김종관 : 성견1면 치조골 결손부에서 특수제조된 Calcium sulfate Paste가 치주조직에 미치는 영향, 대한치조과학회지 Vol. 29, No. 1, 1999.
46. 김현영, 채중규 : 성견의 3면 골내낭에서 calcium sulfate를 탈회냉동건조골과 혼합이식 및 차단막으로 사용할 시의 치주조직의 치유효과, 연세 치대 논문집

Vol. 10, 1995.

47. 정유선, 김종관 : 성견 3면 골내낭에서 calcium sulfate를 calcium carbonate와 혼합이식 및 차단막으로 사용할 시 치주조직의 치유효과, 연세 치대 논문집 Vol. 10, 1995.

48. 최미령, 조규성, 채중규, 김종관 : 성견의 3면 골내낭에 calcium carbonate와 calcium sulfate의 혼합이식이 치주조직 치유에 미치는 영향, 대한치주과학회지 24: 633, 1994.

## 사진부도 설명

사진부도 1. 상악 치아에 형성된 3면 골결손부.

4mm 깊이, 4mm 근원심, 4mm 협설경 폭경으로 형성.

사진부도 2. 형성한 골내낭에 이식한 Calcium Sulfate Paste.

사진부도 3. 봉합 후.

사진부도 4. 대조군의 소견(HE×20)

신생골이 다소 적게 형성되고 접합상피의 하방증식이 일어나 있다.

사진부도 5. 대조군의 소견(HE×40)

과도한 접합상피 증식이 관찰된다.

사진부도 6. 대조군의 소견(HE×40)

비교적 적은 신생골 형성과 결합조직을 볼 수 있다.

사진부도 7. 실험군의 소견(HE×20)

접합상피의 하방이동이 적고 신생골의 형성이 보인다.

사진부도 8. 실험군의 소견(HE×40)

접합상피의 근단이동이 억제되어 보인다.

사진부도 9. 실험군의 소견(HE×100)

결합조직의 배열이 치아장축에 수직된 배열이 보인다.

사진부도 10. 실험군의 소견(HE×100)

신생골 상방부위에 염증세포가 관찰된다.

사진부도 11. 실험군의 소견(HE×100)

신생골 내부에 덜 흡수된 재제가 관찰된다.

사진부도 12. 실험군의 소견(HE×200)

신생골 부위에 결합조직의 배열이 치아장축에 수직되게 보인다.

비교적 성숙된 신생백악질이 관찰된다.

사진부도 13. 실험군의 소견(HE×200)

신생골 상방의 결합조직 주위의 신생백악질의 소견이다.

### 사진부도 약자 풀이

NB : 신생골 CT : 결합조직 NC : 신생백악질 T : 치근 bN : 참고점  
aJE : 접합상피 하단 JE : 접합상피 Infla : 염증소견 V : 공포

## 사진부도(1)



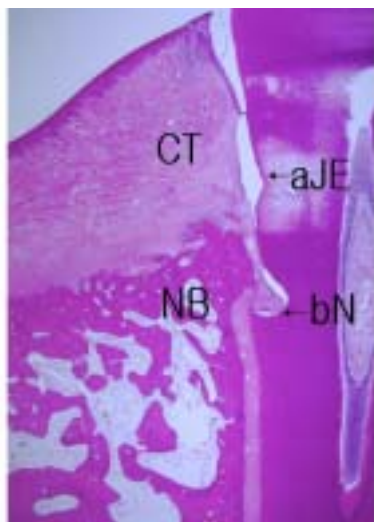
사진부도 1. 골결손부 형성



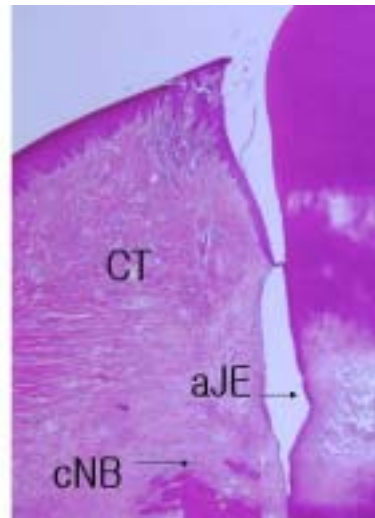
사진부도 2. Calcium Sulfate Paste 이식



사진부도 3. 봉합 후

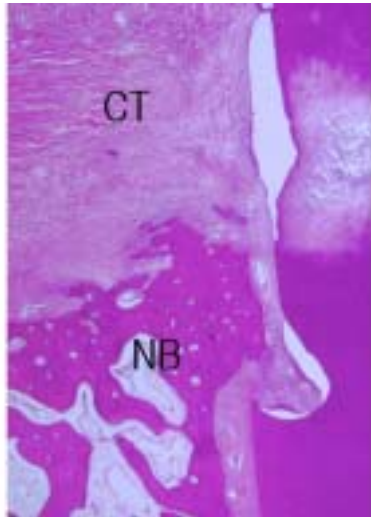


사진부도 4. 대조군의 소견(HE×20)

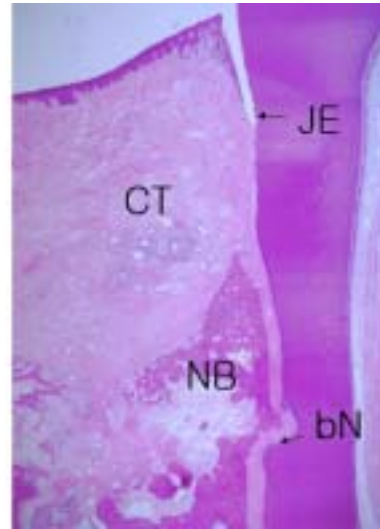


사진부도 5. 대조군의 소견(HE×40)

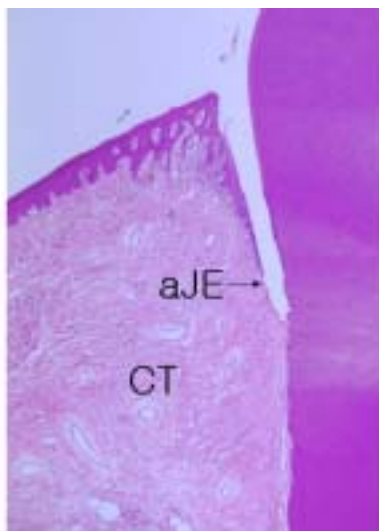
## 사진부도(2)



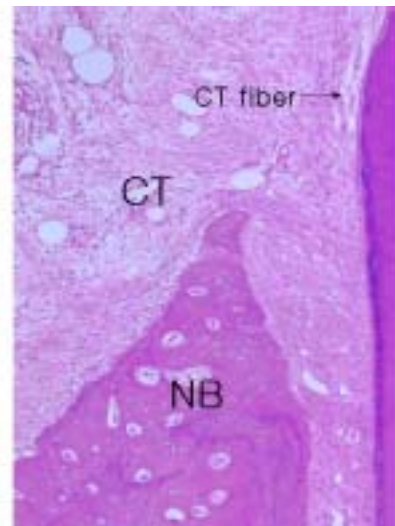
사진부도 6. 대조군의 소견(HE×40)



사진부도 7. 실험군의 소견(HE×20)

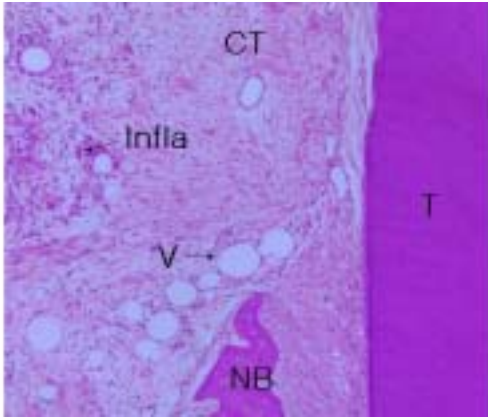


사진부도 8. 실험군의 소견(HE×40)

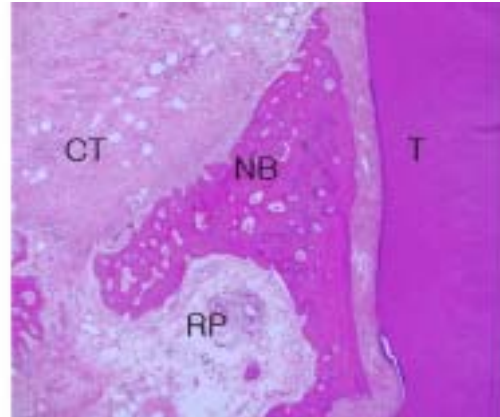


사진부도 9. 실험군의 소견(HE×100)

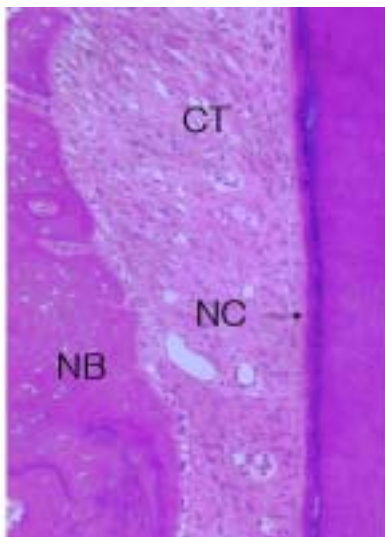
### 사진부도(3)



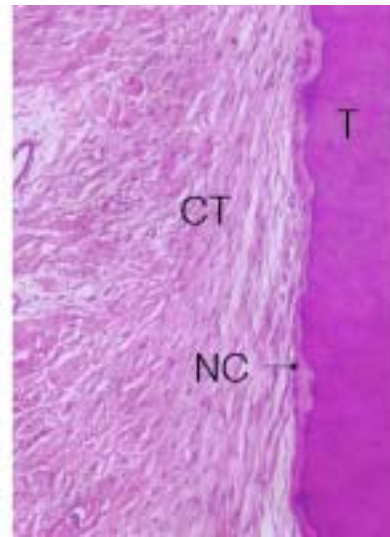
사진부도 10. 실험군의 소견(HE×40)



사진부도11. 실험군의 소견(HE×100)



사진부도12. 실험군의 소견(HE×200)



사진부도13. 실험군의 소견(HE×200)



## ABSTRACT

### THE EFFECTS OF PASTE TYPE CALCIUM SULFATE ON THE PERIODONTAL HEALING OF 3-WALL INTRABONY DEFECTS IN DOGS

Suk-Ju Hyun, Chang-Sung Kim, Seong-Ho Choi, Kyoo-Sung Cho, Jung-Kiu  
Chai, Chong-Kwan Kim

Department of Periodontology, College of Dentistry, Yonsei University,  
Research Institute for Periodontal regeneration

There are numerous kind of materials and techniques to regenerate the periodontal tissue which has been lost due to destructive periodontal disease, including bone graft material. Many bone graft materials have been reported and among these materials, synthetic material has been developed fin the long time because of its sufficient supply economically. Calcium sulfate which was evaluated as including much calcium, has been used in the clinical field. In the dental field calcium sulfate has been used as bone graft material and Kim reported that improved bone formation and more amount of new attachment after grafting calcium sulfate. but, because calcium sulfate has the problem that it generates the heat in setting period and resolves fast, we need to evaluate the effect of the improved calcium sulfate on periodontal tissue.

The present study evaluates the effect of paste type calcium sulfate on the epithelial migration, alveolar bone regeneration, cementum formation and gingival connective tissue attachment in intrabony defect in dogs. Four millimeter deep and four millimeter wide 3-wall defects were surgically created in the mesial or distal aspects of premolars or molars. the test group received paste-type calcium sulfate with a flap procedure and the control group

underwent flap procedure only. Histologic analysis after 8 weeks of healing revealed the following results :

1. The length of epithelial growth(the distance from CEJ to the apical end of JE) was  $0.52 \pm 0.26$ mm in the control and  $0.56 \pm 0.25$ mm in the test group. there was no statistically significant difference between the two groups.
2. The length of connective tissue adhesion was  $1.74 \pm 1.06$ mm in the control and  $1.28 \pm 0.57$ mm in the test group. there was no statistically significant difference between the two groups.
3. The length of new bone was  $2.01 \pm 0.95$ mm in the control and  $2.62 \pm 0.81$ mm in the test group. there was no statistically significant difference between the two groups.
4. The length of new cementum was  $1.86 \pm 0.80$ mm in the control and  $2.77 \pm 0.86$ mm in the test group. there was a statistically significant difference between the two groups.( $P < 0.01$ )

These results suggest that the use of paste type calcium sulfate in 3-wall intrabony defects has significant effect on new cementum formation , but doesn't have any significant effect on the prevention of junctional epithelium migration and new bone formation.

Finally, the paste type calcium sulfate that is used in this study is suggested to be the material that can have a significant effect on the periodontal healing, if its biocompatibility is improved.

---

Key words : periodontal regeneration, calcium sulfate, bone graft