

## 백서에서 치아회분과 석고 매식 후 두개 결손부의 생물물리적 성질에 관한 실험적 연구

조선대학교 치과대학 구강악안면외과학교실\*  
조선대학교 치과대학 치과재료학교실\*\*

김영균\* · 고영무\*\*

### BIOMECHANICAL STUDY OF THE CALVARIAL DEFECTS AFTER IMPLANTATION OF THE TOOTHASH AND PLASTER IN THE RAT

\*Young-Kyun Kim, D.D.S. M.S.D. Ph.D

\*\*Young-Mu Ko, D.D.S. M.S.D.

*\*Dept. of Oral and Maxillofacial Surgery, College of Dentistry, Chosun University*

*\*\*Dept. of Dental Material College of Dentistry, Chosun University*

*The purpose of this investigation was to determine the biomechanical property of calvarial defects reconstructed using toothash, plaster and tooth-plaster mixture.*

*Full-thickness bony defects were made on the rat calvaria with size of 10mm×10mm. Group 1 was filled with toothash only, group 2 : toothash-plaster mixture, and group 3 : plaster only. The defects were allowed to heal for 12 and 20 weeks before killing the animals. Light microscopic examinations was taken after 12 week after operation. The hardness was evaluated for test of mechanical property.*

*The following results were obtained :*

- 1. In light microscopic examination 12 week after operation, there were no inflammatory and foreign body reaction. Implanted particles were resorbed gradually or united directly with newly formed bone.*
- 2. In hardness test, the hardness of newly formed bone was lower than that of normal bone and there was significant difference( $P<0.01$ ). The site of new bone formation has enough hardness to resist the mechanical stress.*

*These results suggest that toothash and plaster are biocompatible and osteoconductive material.*

## I. 서 론

경조직 결손부의 수복을 위해 자가골 이식이 가장 이상적인 것으로 인식되었으며 과거부터 현재까지 가장 많이 사용되고 있는 이식재료이지만, 공여부의 필요성, 흡수 등의 단점이 있어서 사용상 제한을 받고 있다. 따라서 신선 자가골을 대용하기 위한 재료 개발이 활발히 이루어져왔고, 냉동건조, 방사선 조사, 압열 멸균처리한 동종골 및 이종골에 대한 연구가 진행되었으며, 임상에도 사용되기도 하였다. 그러나 이러한 것들은 재혈관화가 늦고 면역거부 반응, 질환전염 가능성 등의 단점을 내재하고 있다. 따라서 인공적으로 제작한 합성부원형자 물질이 개발되기에 이르렀고, 특히 외형결손부의 재건을 위해서는 이식물의 임상적 유효성이 중요한 것이 아니고, 이식후 변화없이 장기간 유지되는 것이 중요하기 때문에 두부, 관골부, 상악골 전방부, 그리고 턱등의 증강술과 같은 심미성형술에서는 아주 유용하게 사용될수도 있다<sup>1,2,3,4</sup>. 합성부원형자 물질중 Ceramic 계통의 Hydroxyapatite 제제가 가장 많이 이용되고 있으며, 실험적 연구 및 임상적 연구가 부단히 지속되고 있다. 그러나 가공상의 문제와 가격이 비싼것이 단점으로 제기되고 있으며, 분말형을 단독으로 매식할 경우에는 유지에 상당한 문제점이 발생하게 된다. 이러한 문제점을 해결하고자 저자 등은 치과에서 발치후 폐기처리되는 치아들을 재활용하여 이용하기로 하였으며, 면역거부반응을 억제하고자 윤동이 제시한 방법대로 950°C의 휘니스에서 고온처리한 후, 약제분말기로 미세한 분말을 제작하던 주성분이 Hydroxyapatite인 매식제를 생산할 수 있게 되었다<sup>1,2,3</sup>. 치아회분말에 대한 실험적 검증은 윤 등<sup>5,6</sup>과, 김등<sup>1,2,3</sup>이 수년간 시행한 연구에서 이루어졌고, 임상에서 충분히 사용할 수 있는 가능성이 제시된 바있다. 그러나 치아회분말을 단독 매식할 경우엔 역시 정위치에 유지시킬 수 없는 문제점이 있다. 따라서 유지력을 증강시키고자 생체적합성이 있으며, 흡수성이고 골전도 능력이 있으며, 시중에서 쉽게 구할 수 있고 가격이 저렴한 치과용 연

석고를 혼합매식하기에 이르렀으며, 김등<sup>2,3</sup>의 기존 연구에서 실험적 및 임상적으로 사용 가능성이 검증되었다. 김등<sup>7</sup>은 이상적인 혼합배율을 결정하고자 백서에서 혼합매식술에 관한 비교실험연구를 시행하여 치아회분과 석고를 무게비 2:1로 섞어 매식하는 경우에 가장 양호한 골유합이 이루어지는 소견을 보고하였다. 또한 김<sup>6</sup>은 동결건조경막을 이용한 골유도 재생술을 도입하여 치아회분과 석고혼합매식술에 적용한 실험적 연구를 통하여 더욱 활발한 골 치유 능력을 입증한 바 있으며 치아회분과 석고혼합매식제를 Block 형태로 제작하여 백서의 악골 결손부에 매식한 후 치유과정을 연구하여 골결손부 재건에 사용 가능성을 검증하였다. 치아회분과 석고 혼합제 매식 후 치유과정에 관한 실험적 연구가 수년간 시행되어 왔으나 매식 후 일정 기간 경과 후 시편을 채취하여 신생골 형성부위와 잔존 매식제의 물리적 성질에 관한 연구는 시행된 바 없으며 실제로 골 치유가 이루어진 후 치유된 부위가 정상골에 가깝게 물리적 성질을 회복하는 것은 상당히 중요하고 특히 악골은 골치유가 이루어진 후 외력에 저항할 수 있는 충분한 강도를 보유하여야 한다. 따라서 본 연구에서는 매식 12주 및 20주후 시편을 채취하여 12주제 조직 병리학적 관찰을 시행하여 결손부가 치유되는 생물학적 과정을 평가하고 또한 정상골에서 결손부 쪽으로 형성된 신생골의 기계적 경도를 측정하여 정상골과 비교함으로써 매식물의 치유과정을 기계적인 측면에서 관찰하고자 본 실험을 계획하게 되었다.

## II. 연구 재료 및 방법

### 1. 연구 재료

#### 1) 실험동물

동일 조건에서 일정기간 사육한 태생 6주 이상 체중 200gm 이상의 Sprague-Dawley계 백서 60마리를 대상으로 하였다.

#### 2) 매식재료

사람에서 발거된 상태가 양호한 치아들을 생리 식염수로 세척한 후, 950°C 휘니스에서

30분간 회화하여 약제분말기를 이용하여 100 mesh의 미세한 입자 크기로 제작하여 사용하고 또한 치과에서 빈번히 사용되고 있는 Plaster of Paris를 매식제로 하였다. 치아회분 단독 매식(실험 1군), 치아회분과 석고를 무게비 2 : 1로 혼합한 재료(실험 2군), 석고 단독매식(실험 3군)으로 분류하였다. 실험전 까지 Ethylene oxide gas로 멸균처리하여 보관하였다.

## 2. 연구 방법

### 1) 실험방법

Ether를 흡입시켜 전신마취시킨 후 술전에 감염방지 목적으로 Gentamycin을 근육주사한 후 수술부를 제모 소독하였다. 2% Lidocaine HCl (1 : 10만 Epinephrine)을 지혈목적으로 주사한 후, 두개골 정중부에 절개하여 골 막을 노출시켰다. 노출된 두개골의 정중양부에 #1/4 round bur를 이용하여 10×10mm 크기의 원형 전층 골 결손을 야기시킨 후, 미리 준비한 매식재료를 즉각 이식하고, 골 막을 포함하여 충별로 견고히 봉합하였다. 술후 감염방지 목적으로 3일간 Gentamycin 0.05ml/kg을 하루 1회 근육주사하였다.

### 2) 실험동물의 희생

실험 후, 12 및 20주째 Ether를 과도 흡입시켜 희생한 후 두부를 절단하여 10% buffered formalin 용액에 고정하여 보관하였다. 12주군은 각 실험군당 10마리씩 배정하였고 20주군은

6마리씩 배정하였다. 또한 정상골의 평균 경도를 측정하기 위해 정상적으로 사육된 생후 20주, 체중 300gm 내외의 백서 5마리를 희생하여 10×10mm 크기의 두개골을 전층으로 채취하였다.

### 3) 연구결과 관찰 방법

#### 가. 조직병리학적 관찰

실험 12주째 각 실험군당 4마리를 희생시킨 후 매식된 경계부를 포함하여 조직편을 채취한후, 고정, 탈회 및 파라핀 포매과정을 거쳐 시편을 6 $\mu$ m의 두께로 절단하고 Hematoxylin-Eosin으로 이중염색하여 광학현미경으로 염증 반응 이물반응 유무, 신생골 형성 정도와 매식물의 상태를 비교 분석하였다.

#### 나. 경도측정

정상골 시편 5개와 각 실험군당 6마리에서 골 결손부와 주위 정상골을 포함하여 시편을 채취하여(Fig. 1) 원형으로 다듬고 100% 알코올에 담아 2시간에 증발시킨 후 Dry oven에서 65 $^{\circ}$ C 온도하에 24시간 건조시키고 건조된 시편을 cold mounting mould에서 아크릴릭 래진으로 포매한 후 관찰한 표면을 #2,000 연마포로 평활하게 다듬어 시편을 제작하였다(Fig. 2). 실험 1, 2, 3군의 신생골 형성부위를 무작위로 5군데에서 선택하여 락크웰 경도기(Wilson Co., USA)를 사용하여 실험조건은 하중 100g, 하중을 주는 시간은 15초, 하중을 주는 속도는 0.3 mm/sec의 속도로 하여 비커스 경도치(Vickers



Fig. 1. Calvarial specimen containing the defected site and normal host bone



Fig. 2. Specimen was trimmed, dehydrated and embedded with acrylic resin.

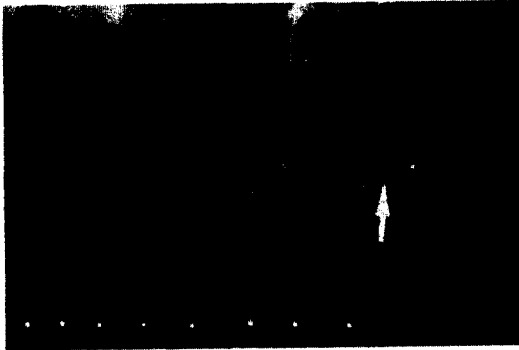


Fig. 3. The Vickers hardness number was measured at the new bone formation area (arrow).



Fig. 4. Photomicrograph showing the active new bone formation around the defect. Implanted particles surrounded by newly-formed bone are observed (Group 1, 12-week, H-E stain,  $\times 100$ ).

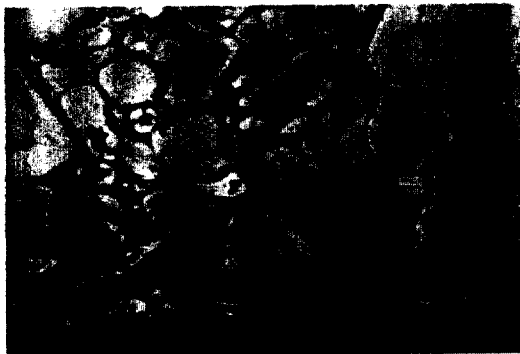


Fig. 5. Photomicrograph showing the new bone formation around the defect (Group 2, 12 week, H-E stain,  $\times 100$ ).

hardness Number, VHN)를 구하였다(Fig. 3). 시편 한 개당 무작위로 5 군데에서 경도를 측정하여 평균을 산출하였다. 또한 백서의 정상 두개골 5개 시편을 이용하여 각각 무작위로 5 부위를 선택하여 경도를 측정한 후 평균치를 산출하여 상호비교하였으며 SPSS 통계 프로그램(ver. 4.0)을 이용하여 각 실험군간의 경도 차이, 정상군과 각 실험군과의 차이, 12주군과 20주간의 경도 차이를 ANOVA test를 이용하여 통계학적인 유의성을 검증하였다.

### III. 연구 결과

#### 1. 12주 조직병리학적 소견

실험 1군 및 2군은 잔존매식체가 기존골에서 형성된 신생골과 직접 융합되고 있었으며 섬유성 결체조직에 의한 피막화가 현저히 증가되었다. 일부에서 다핵거대세포가 소량 관찰되었으며 염증세포 침윤은 전혀 관찰되지 않았다. 실험 3군은 매식된 석고의 잔재를 관찰할 수 없었으며 1군 2군에 비해 기존골에서의 신생골 형성은 상당히 적었으나 다핵거대세포의 침윤은 보이지 않았다(Fig. 4, 5, 6, 7).



Fig. 6. Photomicrograph shows the infiltrative growth of new bony trabeculae between the implanted particles. Implanted particles were united directly with bone. Resorption of some implanted particles is observed (Group 2, 12 week, H-E stain,  $\times 200$ ).

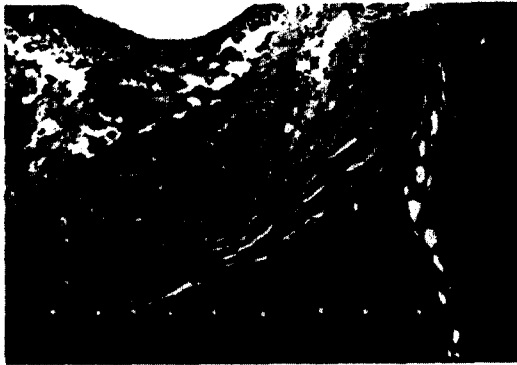


Fig. 7. There is new bone formation from the host bone. Most of defects are filled with mature connective tissue(Gorup 3, 12 week, H-E stain,  $\times 100$ ).

## 2. 경도측정

### 1) 각 실험군의 경도

실험 12주 시점에서 실험 1군은 35.51, 2군 42.30, 3군은 30.66의 경도를 보였고 20주 시점에선 1군 34.65, 2군 36.17, 3군 38.94를 나타내어 실험 12주 2군에서 가장 높은 경도를 보였고 시간과 실험재료 간에는 통계학적으로 유의한 차이를 보였으며(F value=10.02,  $P < 0.05$ ) 실험재료간에도 유의한 차이를 보였으나(F value=4.97,  $P < 0.05$ ), 시간 간에는 유의한 차이를 보이지 않았다(F value=0.03,  $P > 0.05$ ) (Table 1).

### 2) 정상군과 실험군의 비교

백서의 정상 두개골에서 측정된 경도는 평균 45.4였으며 각 실험군에서 측정된 신생골 형성부의 경도와 유의성 있는 차이를 보였다( $P < 0.01$ ) (Table 2, 3, 4).

## IV. 총괄 및 고안

Hydroxyapatite 제제가 개발된 이후 국내외적으로 수년간 연구되어 왔으며 현재까지 실험적 및 임상적 연구가 지속되고 있고 결국은 생물학적으로 우수한 조직 친화성을 갖고 있으며 인접골 조직과 유합이 잘되는 우수한 재료로 각광 받고 있다. 최근에는 산호에서 추출된

Table 1. 각 실험군의 평균 경도(VHN)

	12 week	20 week
1군(Ash)	35.51	34.65
2군(Ash+Plaster)	42.30	36.17
3군(Plaster)	30.66	38.94

ANOVA test,  $P < 0.05$ ,  $N = 30$

Table 2. 정상군과 실험1군의 평균 경도 비교

	정상군 (N=25)	실험 1군 (N=30)	
		12week	20week
Mean	45.5	35.5	34.7
S.D	7.9	5.82	6.89
Significance	*#	*	#

One way ANOVA, \*, # : significantly different ( $P < 0.001$ )

Table 3. 정상군과 실험2군의 평균 경도 비교

	정상군 (N=25)	실험 2군 (N=30)	
		12week	20week
Mean	45.4	42.3	36.2
S.D	7.9	10.2	7.08
Significance	*	*#	#

One way ANOVA, \*, # : significantly different ( $P < 0.001$ )

Table 4. 정상군과 실험3군의 평균 경도 비교

	정상군 (N=25)	실험 1군 (N=30)	
		12week	20week
Mean	45.4	30.7	38.9
S.D	7.9	7.92	7.55
Significance	*	*	*

One way ANOVA, \*, # : significantly different ( $P < 0.001$ )

Replamineform hydroxyapatite에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다<sup>9)</sup>. Hydroxyapatite의 신생골 형성 유도 능력에 대해서는 확실히 규명되지는 않았지만 일반적으로 매식제 자체가

골형성을 유발하지는 않으며 때때로 신생골 형성을 전도하는 역할을 한다고 알려져 있다<sup>10)</sup>. 이와 같은 재료는 가공상의 어려움과 가격이 비싸기 때문에 이를 해결하고자 치아회분말이나 골회분말에 대한 실험적 연구가 일부 이루어지게 되었다. 치아회분말 제작 방법은 Sonis 등에 의한 화학적 방법과 운동에 의한 물리적 방법이 소개되었으며 또한 Streptomycin 용액과 전기 오븐을 이용한 회화 방법이 소개되기도 하였으나, 최근엔 운동이 주장한 950°C의 휘니스에서 회화하는 방법이 가장 이상적인 것으로 밝혀졌으며 저자들은 윤의 방법에 의한 치아회분말을 제작하여 실험적 연구를 시행한 바 있다<sup>12, 13)</sup>.

한편 분말형 매식체의 유동성을 해결하고자 수많은 방법들이 소개되어 왔으나 만족스럽지 못하였고 시술 자체가 복잡하고 불안정하였다<sup>14, 15, 16)</sup>. 따라서 매식할 분말과 어떠한 재료를 사전에 혼합하여 매식하면 경화되면서 적절한 초기 유지를 얻을 수 있다는 가정 하에 치과용 도제 및 Calcium sulfate hemihydrate의 이용이 시도되었다<sup>1, 2, 3, 4, 7, 8, 12, 13)</sup>. 김 등은 이미 Hydroxyapatite와 Beta-whitlockite가 주성분인 치아회분말과 Calcium sulfate hemihydrate가 주성분인 치과용 연석고의 혼합매식술에 관한 실험적 및 임상적 연구를 시행하여 생체적합성 및 골전도 능력을 검증한 바 있다<sup>1, 2, 3)</sup>. 한편 석고를 Hydroxyapatite와 혼합 매식하면 매식 분말의 유지력을 현저히 향상시키고 주변 골로 골 침투력이 상당히 증가된다는 보고가 있었으며<sup>17)</sup> Robert 등<sup>18)</sup>은 Calcium sulfate hemihydrate와 Dextran bead를 혼합 매식한 경우에 치유가 우수하였다고 보고하였다. 한편 Hydroxyapatite의 부족한 골 생성 및 골 유도 능력을 향상시키기 위하여 자가골 혹은 탈회냉동건조골을 혼합 매식하는 술식에 대한 실험적 연구 및 임상적 연구가 보고되기도 하였다<sup>8)</sup>. 치과용 연석고는 자체가 골 수복을 유도하거나 골 전도 능력이 적은 것으로 알려져 있지만, 흡수 속도가 상황에 따라 다양하긴 하지만 생체친화성이 있는 재료이며, 학자들에 따라서는 석고가 골 형성을 위한 칼슘 이온을 제공한다고 하며, 공간

폐쇄 및 혈병 형성과 관련된 골 유도 작용, 혹은 골막이나 주변 골과 밀접히 접촉하도록 이식하면 직접적인 세포 유도 작용을 수반할 수도 있다고 한다. 연석고의 주성분인 Calcium sulfate hemihydrate는 저밀도형일 수록 흡수속도가 빠르고, 주변 조직으로부터 조직의 침투가 용이하게 된다고 한다. 이와 같은 석고는 과거에 정형외과 영역에서 골결손부 수복을 위해 사용되기도 하였으며, 최근엔 이비인후과 영역에서 사용되기도 한다<sup>19, 20)</sup>.

Hydroxyapatite와 다른 매식체의 적절한 혼합 비율을 얻고자 노력한 실험적 연구는 드문 실정이었지만 정 등<sup>21)</sup>은 골 조직 분말과 Hydroxyapatite 분말의 혼합비가 1 : 1인 경우가 가장 양호한 치유를 보였다고 하였으며 Talib 등은<sup>17)</sup>은 Hydroxyapatite 분말과 Calcium sulfate를 13 : 7로 혼합매식한 실험 군에서 신생 골 침투가 가장 우수하였고 신생 골이 매식 분말과 직접 유합 되는 소견을 보고하였으며 운동<sup>12, 13)</sup>은 치아회분말과 치과용 도제를 6 : 4의 비율로 혼합 매식하면 매식 분말의 유지가 적절히 이루어지면서 물리적 성상 또한 상당히 우수하다고 실험적으로 보고한 바 있다. 김 등<sup>22)</sup>은 치아회분말 단독매식군, 치아회분말과 치과용 연석고를 무게비 2 : 1, 3 : 1, 4 : 1로 시행한 경우에 조직병리학적으로 상호간에 큰 차이는 없었으나 치과용 연석고 단독매식군에 비해서는 현저하게 양호한 골 전도 현상을 관찰할 수 있었으며 치아회분말의 유동성을 감소시킬 수 있었다. 치과용 연석고 단독매식군에서도 부분적인 골 전도 현상은 관찰되었으나 모든 실험군 중에서 가장 불량한 치유를 보였다. 형성된 신생 골과 매식분말과의 직접 골 유합을 조직형태측정학적으로 측정하여 분석한 결과 치아회분과 석고를 무게비 2 : 1로 혼합 매식한 실험군에서 가장 양호한 골 유합이 이루어 졌으나 통계학적으로 유의성 있는 차이는 인정되지 않았다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서 사용한 혼합매식제도 치아회분과 석고를 무게비 2 : 1로 혼합하여 사용하였다.

한편 골결손시 치유될 때 다른종류의 세포들의 이동속도가 다르다는 가설하에 개발된

차단막은 결손부위에 결체조직이나 상피조직의 침투를 선택적으로 제한하면서 골형성에 필요한 세포들을 통과시킴으로써 양호하게 치유될 수 있도록 하는 것이다<sup>22, 23, 24, 25, 26</sup>). 주로 Gore-tex 차단막이 개발되어 지금까지 빈번히 임상에서 사용되고 있다. 그러나 가격이 비싸고 작은 크기만 제한적으로 공급되며, 비흡수성이고 염증반응 유발가능성이 높은 단점이 내재해 있다<sup>5, 27, 29, 30</sup>). 따라서 흡수성 재료를 조직유도 재생술에 도입하기 위한 연구가 진행되어 왔으며, polylactic or polyglycolic acid membrane<sup>23, 31, 32, 33, 34, 35</sup>), lyophilized dura mater<sup>36, 37</sup>), collagen barrier<sup>38</sup>), biobrane<sup>39</sup>), solvent-preserved dura mater<sup>39</sup>), fascia lata<sup>40</sup>) 등이 실험적 및 임상적으로 연구되었고, 최근에는 종종 임상에 직접 적용되고 있다. 이와 같은 재료들을 이용한 골유도 재생술과 동시에 자가골, 동종골, 혹은 Hydroxyapatite와 같은 골대체물을 사용하면 골유도 재생을 위한 간격을 부여할 뿐만 아니라 골유도 및 골전도 능력을 발휘하여 결손부 치우에 양호한 작용을 할 수 있다. 이러한 원칙을 이용하여 다양한 골결손부의 재건, 인공치아 매식술에서의 응용 및 인공치아주위염(perioimplantitis)의 치료에 사용된 보고가 많이 나오고 있다<sup>4, 24, 27, 28, 29, 34</sup>). 김은 흡수성이며 차단막으로의 기능을 보유하면서 염증반응 유발이 적고, 값이 저렴하며 다양한 크기로 공급이 가능한 동결 건조경막(Lyophilized dura)을 이용하여 골 유도 재생술을 유도하여 골 재생 촉진에 기여할 수 있는 가능성을 생각하고 치아회분과 석고 혼합제와 복합 사용하여 골 재생을 촉진시킨 실험적 연구결과를 보고한 바 있다.

Hydroxyapatite제제의 기계적 성질에 관한 연구는 여러 학자들에 의해 시행되어왔다. Piecuch등<sup>41</sup>)은 매식된 다공성 Replamineform hydroxyapatite의 압축강도(compressive strength)에 관한 실험적 연구를 시행하여 매식하지 않은 재료 자체에 비하여 매식 후 골 및 결체 조직이 매식재 구조물 사이로 침투해 들어가면서 재료의 압축강도가 현저히 증가되는 것을 관찰하였으며 이러한 강도는 총의치에 의해 발생하는 저작력에 견딜만한 충분한 강도라고

보고하였다. Patka 등<sup>42</sup>)은 성견 대퇴부에 Hydroxyapatite를 매식한 후 강도(strength)에 관한 연구를 시행하여 매식 후 2년째 정상골의 85%에 이르는 강도를 회복하는 것을 관찰하였다. Eick 등<sup>43</sup>)은 성견에서 Hydroxyapatite와 자가골을 혼합 매식하여 하악골 결손부를 재건한 후 기계적 성질에 관한 실험적 연구를 시행하였다. HA와 자가골을 25:75, 50:50으로 혼합매식한 경우를 자가골만 단독 이식한 경우와 6개월 및 18개월 후 희생하여 비교한 결과 파절강도(fracture strength)가 18개월째 유사해지는 것을 관찰하였다. 본 연구에선 치아회분과 석고혼합매식제의 생체역학적 성질을 살펴보고자 매식 후 12주와 20주 군에서 잔존매식제와 신생골 형성부의 경도(hardness)를 측정하여 정상골과 비교하고자 하였다. 신생골 형성부는 100배 현미경하에서 관찰한 후 시편당 5개 지점에서 무작위로 경도측정을 하였으며 모든 실험군이 정상골에 비해 경도는 작게 나타났으며 통계학적으로 유의성 있는 차이를 보였다. 이것은 신생골 형성 부위이기 때문에 성숙된 골에 비해 경도가 작은 것이 당연하다고 사료되었으며 매식재료의 골전도 현상에 의해 기존골에서 생성된 신생골의 물리적 성질을 수치화하여 측정할 점은 다소 의미가 있다고 생각된다. 잔존 매식제의 경도를 측정하려고 시도하였으나 잔존 매식재료와 유합된 신생골의 경도가 현저한 차이가 있고 표면이 불규칙하여 경도측정기로 압흔 흔적이 나타나지 않아 사실상 불가능하였다. 실험 12주와 20주간의 경도 차이는 매식재료에 따라 다르게 측정되었으며 실험 1, 2군에선 오히려 20주 군에서 경도감소를 보인 것은 확실한 이유를 밝힐 수가 없었으나 기존골에 가까운 부위에선 경도가 높고 최근 형성된 부위는 경도가 낮게 측정되는 데 실험 특성상 무작위로 여러부위의 신생골 형성부를 표본 추출하는 과정에서 발생된 측정치의 불규칙성에 기인한다고 생각된다. 또한 실험 12주후 조직병리학적 소견에선 매식된 재료가 염증반응이나 이물반응 없이 서서히 흡수되거나 신생골과 직접 유합하면서 결손부가 치유되는 과정이 관찰되어 실험에 사용된 치

아회분과 석고는 생체적합성이 있고 골전도를 유발하는 양호한 골대체 물질이라고 사료되었다.

매식 재료의 흡수도, 생체 친화성, 연역거부반응의 유무, 및 골전도능력과 유지 능력이 밝혀지고 동결건조경막을 이용하여 골유도재생술을 유도하거나 다른 골형성 인자의 첨가를 통해 골결손부 치유를 촉진시킬 수 있다면 실제로 임상에서 적절히 사용할 수 있을 것이다. 특히 낭종적 출혈, 발치 후의 악골결손부 수복, 치조골 증강술, 나아가서는 광범위한 안면골결손부의 재건등에도 이용할 수 있으며, 시중에서 쉽게 구할 수 있는 치과용 연석고와 폐기처리되는 적출물(발치치아)을 재활용함으로써 제작 단가를 줄일 수 있고, 환경 오염방지의 목적도 수행할 수 있다. 또한 제작 방법이 간단하여 개인적으로 제작하여 보관, 사용할 수 있을 것이다. 기존의 김등의 일차적 연구들에서 치아회분과 연석고의 혼합매식술이 생체친화성이 있는 흡수성 제재임이 밝혀진 바 있고 동결건조경막을 이용한 골유도재생술과 복합사용함으로써 골조직 결손부 치유촉진에 양호한 작용을 한다는 결과가 도출된 바 있다. 본 연구에서는 치아회분과 석고의 골전도 능력을 기계적으로 평가하여 입증하고자 하였으며 향후 치아회분과 석고혼합제 매식 후 치유과정에 관한 투과전자현미경적 연구와 매식제의 세포독성에 관한 연구가 시행될 필요가 있으며 임상적용 후 장기간 추적조사 연구가 시행되어야 할 것으로 사료된다.

## V. 결 론

저자는 백서의 두개부에 10×10mm 크기의 전층 골결손을 야기시키고 치아회분과 석고를 매식하여 12주 및 20주째 희생하여 시편을 채취한 후 12주 시편에서 조직병리학적 관찰을 시행하였고 12주 및 20주 시편에서 락트웰 정도기를 이용하여 형성된 신생골 부위에 대한 비커스 경도치를 측정함으로써 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 실험에 사용된 모든 매식제는 12주째 이물 반응이나 염증 반응없이 서서히 흡수되거나 신생골과 직접 유합되면서 결손부가 치유되는 소견을 보였다.
2. 경도측정기를 이용한 신생골 형성부의 경도는 정상골에 비해서는 약하지만 상당 정도의 경도를 보유하고 있었다. 따라서 치아회분과 석고는 생체적합성이 있는 골전도 물질이며 골전도 작용에 의해 형성된 신생골은 정상골에 비해 경도는 낮지만 결국은 성숙된 골의 경도를 서서히 회복할 수 있을 가능성을 보였다.

## 참 고 문 헌

1. 김영균, 여환호 등 : 성견에서 치아회분말의 하악 골체부 매식시 치유과정에 관한 실험적 연구 대한악안면성형재건의과학회지. 15 : 129, 1993.
2. 김영균, 여환호 등 : 치아회분말 및 치과용 연석고의 혼합매식술에 관한 실험적 연구. 대한악안면성형재건의과학회지. 16 : 22, 1994.
3. 김영균, 여환호 : 치아회분말과 치과용 연석고의 혼합매식술 : 임상적 적용. 대한악안면성형재건의과학회지. 16 : 130, 1994.
4. 김영균 : 치아회분말과 치과용 연석오의 혼합매식과 동결건조경막을 이용한 조직유도 재생술에 관한 실험적 연구. 대한구강악안면의과학회지. 22 : 297-306, 1996.
5. 김종호, 이철원 : GTR technique과 임프란트를 이용한 전치 결손부 수복. 치과연구. 35 : 77, 1994.
6. 박원배 : 탈회동결건조골과 dura mater가 치조정 결손부의 치조골 재생에 미치는 효과. 치의학석사학위논문. 1995.
7. 김영균, 여환호, 조재오 : 백서에서 치아회분말과 치과용 연석고의 혼합매식술에 관한 실험적 연구 : 혼합비율에 따른 비교. 대한악안면성형재건의과학회지. 18 : 26-32, 1996.
8. 김영균, 여환호 등 : 치아회분과 석고를 혼



- 합하여 제작한 block의 inlay 매식후 치유 과정에 관한 실험적 연구. 대한악안면성형 재건의과학회지. 18 : 253-260, 1996.
9. Patka P., Den Otter G et al : Reconstruction of large bone defects with calcium phosphate ceramics-An experimental study. Netherlands J Surg. 37 : 38, 1985.
  10. 양인석, 김영균 등 : Nonporous hydroxyapatite를 이용한 진두골 합물개선의 치험례. 대한악안면성형재건의과학회지. 14 : 195, 1992.
  11. El Deeb ME : Comparison of three methods of stabilization of particulate hydroxyapatite for augmentation of the mandibular ridge. J Oral Surg. 46 : 758, 1988.
  12. 윤창근, 조영학 : 치아회분과 도재복합매식체에 관한 광학현미경 및 주사전자현미경적 연구. 대한치과보철학회지. 22 : 33, 1984.
  13. 윤창근, 호기영 : 치아회분과 도재 복합매식체의 물리적 성질 및 세포배양에 의한 조직 친화성에 관한 연구. 대한치과보철학회지. 22 : 51, 1984.
  14. Harvey WK, Pincock JL et al : Evaluation of subcutaneously implanted Hydroxyapatite-Avitene mixture in rabbits. J Oral Maxillofac Surg. 43 : 277, 1985.
  15. I. Magnusson., C. Batich and B. R. Collins : New attachment formation following controlled tissue regeneration using biodegradable membranes. J. Periodontol. 59 : 1, 1988.
  16. Wittkamf ARM : Fibrine glue as cement for HA-granules. J Cranio-Max-Fac. Surg. 17 : 179, 1989.
  17. Talib AN et al : Enhanced osseointegration of hydroxyapatite implant material. Oral Surg. 71 : 9, 1991.
  18. Robert V. Synderes et al : Enhancement of repair in experimental calvarial bone defects using calcium sulfate and dextran beads. J Oral Maxillofac Surg. 51 : 517, 1993.
  19. Andries S. Coetzee : Regeneration of bone in the presence of calcium sulfate. Arch Otolaryngol. 106 : 405, 1980.
  20. William H. Beeson : Plaster of Paris as an alloplastic implant in the frontal sinus. Arch Otolaryngol. 107 : 664, 1981.
  21. 정기돈, 김태규, 양동규 : 가토에서 골 조직 분말과 Hydroxyapatite 분말의 혼합비에 따른 골결손부위 재생에 관하여. 대한구강악안면임프란트학회지. 1(1) : 59, 1995.
  22. Beker W. et al : The effect of clinical on boen regenerated by GTAM bariners : A study in dogs. Int J Oral Maxillofac Implants. 9 : 305, 1994.
  23. H. Schliephake et al : Enhancement of bone ingrowth into a porous Hydroxyapatite-matrix using a resorbable polylactic membrane. J Oral Maxillofac Surg. 52 : 57, 1994.
  24. Jovanovic SA : Supracrestal bone formation around dental implants : An experimental dog study. Int J Oral Maxillofac Implants. 10 : 23, 1995.
  25. Tb Tayeb Ali : Periodontal regeneration with guided tissue regeneration technique An overview. Hosp. Dent. 6(2) : 32, 1994.
  26. Wachtel HC et al : Guided bone regeneration next to osseointegrated implants in humans. Int J Oral Maxillofac Implants. 6 : 127, 1991.
  27. Abders Linde et al : Creation of new bone by an osteopromotive membrane technique : An experimental study in rats. J Oral Maxillofac Surg. 51 : 892, 1993.
  28. Becker W. et al : The use of e-PTFE barrier membranes for bone promotion around titanium implants placed into extraction sockets : A prospective multicenter study. Int J Oral Maxillofac Implants. 9 : 31, 1994.
  29. Dahlin C. et al : Treatment of fenestration and dehiscence bone defects around oral

- implants using the guided tissue regeneration technique : A prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 10 : 312, 1995.
30. Hessam Nowzari et al : Microbiologic and clinical study of polyfluoroethylene membranes for guided bone regeneration around implants. *Int J Oral Maxillofac Implants,* 10 : 67, 1995.
  31. Dahlin C., Albericus P., and Linde A. : Osteopromotion for cranioplasty. An experimental study in rats using a membrane technique. *J. Neurosurg.* 74 : 487, 1991.
  32. Eva Sandberg et al : Bone regeneration by the osteopromotion technique using bioabsorbable membranes : An experimental study in rats. *J Oral Maxillofac Surg.* 51 : 1106, 1993.
  33. Fritz ME et al : The use of guided bone regeneration to fill large mandibular defects in monkeys : A pilot study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 9 : 644, 1994.
  34. Godefroy JN and Laroche N et al : Ridge reconstruction after implant failure using a resorbable membrane : Report of a case and histologic study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 9 : 431, 1994.
  35. Hurzeler MB et al : Treatment of peri-implantitis using guided bone regeneration and bone grafts, alone or in combination, in beagle dogs. Part I : clinical finding and histologic observation. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 10 : 474, 1995.
  36. Waite PD and Clanton JT : Orbital floor reconstruction with lyophilized dura. *J Oral Maxillofac Surg.* 46 : 727, 1988.
  37. Zaner DJ., Yukna RA., and Malinin TI : Human freeze-dried dura mater allografts as a periodontal biological bandage. *J Periodontol,* 60 : 617, 1989.
  38. Mundell RD et al : Osseous guided tissue regeneration using a collagen barrier membrane. *J Oral Maxillofac Surg.* 51 : n 1004, 1993.
  39. Hans-Jurgen Pesch : Solvent-Preserved grafts of dura mater and fascia lata (membraneous collagen grafts) in animals. Personal paper. 1992.
  40. Silverstein LH, Kraft JD., and Wand R. : Bone regeneration and tissue acceptance of human fascia lata grafts adjacent to dental implants : A preliminary case report. *J Oral Implantology,* XVIII : 394, 1992.
  41. Piecuch JF., Goldberg AJ et al : Compressive strength of implanted porous replacement hydroxyapatite. *J Biomed. Materials Res.* 18 : 39-45, 1984.
  42. Eick JD., Bear L et al : Mechanical behavior of mandibular continuity defects reconstructed using combinations of Hydroxyapatite and autogenous bone. *J Oral Maxillofac Surg.* 48 : 823-830, 1990.