

## 냉동 건조 탈회 동종골과 Bioglass의 골형성에 관한 실험적 연구

원광대학교 치과대학 구강악안면 외과학교실  
민승기 · 이동근 · 엄인웅 · 문철 · 이은영

### AN EXPERIMENTAL STUDY ON THE OSTEOGENESIS BY FREEZE-DRIED DEMINERALIZED ALLOGENEIC BONE AND BIOGLASS

Seung Ki Min D.D.S.,Ph.D. Dong Keun Lee D.D.S.,Ph.D.  
In Woong Um D.D.S.,Ph.D. Cheol Moon D.D.S.  
Eun Yeong Lee D.D.S.,M.S.D.

*Dept. of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Wonkwang University*

*This study was designed to evaluate the bone formation capability of the bone substitute when compared with autogenic bone, freeze-dried demineralized allogeneic bone and bioglass into parietal bone of the rats. We made the parietal bone defects in 7×7mm size on rats and has performed the bone graft in each experimental groups. Postoperatively 1, 2, 4, 6, 8 weeks, each specimen stained with H & E, Masson's trichrome methods. We evaluated the osteogenesis capability in each groups.*

*The result were as follow :*

- 1. Inflammatory cell infiltration approached at 1 week and disappeared at 4 weeks in all experimental group, expecially severe in freeze-dried demineralized allogeneic bone group.*
- 2. New capillary proliferation was increased in autogenic bone graft group than any other groups and was increased till 2 weeks and decreased in freeze-dried demineralized allogeneic bone group and was few in bioglass group.*
- 3. Osteoblastic activity increased in autogenic bone and freeze-dried demineralized allogeneic bone groups till 4 weeks, and decreased in 6 weeks which no difference between these groups. But, few occurred in bioglass group till 6 weeks.*
- 4. Initial osteoclastic activity was prominent in freeze-dried demineralized allogeneic bone group and few in autogenic bone group.*
- 5. New bone formation began at 1 week in autograft and freeze-dried demineralized allogeneic bone groups, but, mild new bone formation at 8 weeks in bioglass.*

*Key words : osteogenesis, demineralized allogeneic bone graft, bioglass*

## I. 서 론

구강악안면 영역의 선천적, 후천적 골 결손이나 기형의 치료시 골 이식술은 많이 이용된다. 골 이식 술에는 사용되는 재료에 따라 자가골 이식(allogeneic bone graft) 및 동인자골 이식, 동종골 이식(allogeneic bone graft), 이종골 이식(heterogeneous bone graft), 합성골 이식(synthetic bone graft)등으로 대별된다.

자가골 이식이 여러 면에서 가장 우수한 방법으로 알려져 있다<sup>1-3)</sup>. 그러나 골 채취를 위한 부가적 수술의 필요, 시술 후의 합병증 발생, 항원성 문제, 골 수집의 제한성, 시술 비용의 증대 등 여러가지 단점을 내포하고 있다<sup>4-5)</sup>. 이러한 점을 보완하기 위해 단순 냉동골, 냉동 건조골, 비탈회골, 탈회골 등과 같은 보존 처리된 동종골 또는 이종골, 하병골이 이용되고 있다.

동종골 이식시 치유 기전은 초기에 숙주로부터 모세혈관과 간엽조직세포가 성장하여 들어가 신생 골을 형성하고 후기에는 골의 유기질 성분이 조직간엽세포를 연골 모세포와 골아세포로 표현형 변성을 유도하여 신생골 형성을 유도함으로써 골전도와 유도 기능을 함께 가지고 작용한다<sup>6-8)</sup>.

자가골과 동종골 이식시 차이점은 자가골 이식시 초기 3주경 이식체의 살아 있는 세포가 활동을 하며 후기 4~8주경에 숙주 조직으로부터 유도된 세포들이 활동을 하는데 비하여 동종골 이식시는 자가골 이식시 나타나는 초기 과정이 나타나지 않고 후기 단계가 나타나는 것이 동종골 이식 편이 골을 형성하는 기본 기전이다<sup>6-8)</sup>. 신선 자가골에서는 작은 혈관과 혈관 주위의 결체조직세포가 1내지 2주면 신선 자가골에 증식되어 들어가고 동종 이식골에서는 이 과정에 더 많은 시간을 필요로 하게 된다. 즉 동종골 이식시 자가골 이식보다 느린 이행성 골대체(creeping substitution)를 보였다<sup>9,10)</sup>.

동종골은 세포 성분이 대부분의 이식항원을 보유하는 것으로 알려져 있어 특별한 처리를 하지않은 경우 면역 작용에 의한 강력한 거부 반응을 나타내며 이러한 면역 반응을 나타내는

요소로 Burwei과 Gowland는 골에서 DNA같은 단백질과 유사한 준세포 입자들을 보고하였다<sup>11-13)</sup>. 현재에는 동결 건조법에 의한 동종골이식 이식법이 가장 많이 응용되고 있는데 원리는 동결-건조하게 되면 골 세포 및 골기질 내의 모든 이식 항원이 소멸된다는데 근거를 둔다.

자가골, 동종골 및 이종골의 단점을 보완하기 위해 이에 대처할 수 있는 이식재를 골 대체물 또는 합성 물질이라 하고 또는 총칭하여 합성골이라 한다. 합성골의 종류에는 공막, 연골, 석고,  $\beta$ -Tricalcium phosphate, Hydroxyapatite, bioceramic등이 있으며 주로 연구되고 있는 물질은 calcium phosphate 생체 재료이다<sup>14)</sup>.

1971년 Bhaskar등이 처음 aluminar ceramic을 이용하여 골 대체 이식재로 처음 가능성을 발표한 후, 1974년 Levin등은 치조골 파괴나 결손시 임상에 응용할 수 있는 이상적인 이식재로서 생체 분해성 ceramic을 추천한 바 있으며<sup>15)</sup>, Bump등은 직조형 ceramic이 숙주 골과의 친화성 및 신생골의 재생을 촉진한다고 보고하였다<sup>17)</sup>. 또한 Nery등도 bioceramic 제재가 골 이식재로서의 가능성을 발표하였으며<sup>18)</sup>, 1981년 Rabalais등과 1984년 Yukana등은 순수 hydroxyapatite ceramic을 사용하여 그 효과의 우수성을 주장하였으며<sup>19,20)</sup> Getter등의 tricalcium phosphate, Kenny등의 Replamineform hydroxyapatite등의 bioceramic 제재가 연구되었고 그 외에도 많은 임상 연구들이 있었다.

Bioglass는 calcium salt와 phosphate, sodium salt, silicone등으로 이루어지며, 재료의 물질적 특성은 glass처럼 보이고, 느껴지며, 강도도 유사하나 alloplastic bone grafting에 사용되고 골 융합 가능한 재료이다. 구조적으로는 작은 구멍이 나 있지 않고 혈관이 입자 내에 유입되지 않는다. hydroxyapatite처럼 골 전도에 의해 골형성을 유도하나 특이한 점은 숙주골에 접촉된 부분 뿐 아니라 bioglass에 의해 덮힌 모든 부분에서 골 형성이 유도되어 나타나 이를 특별히 골형성능(osteoproduction)이라한다.

이에 저자들은 냉동 건조 동종 탈회골과 biog-

lass 이식시 골 형성에 미치는 영향을 알아보  
고자 백서의 두경골에 골이식술을 시행하였으며  
정상적인 자가골 이식후 치유과정과 비교하여  
다소의 지견을 얻었기에 문헌 고찰과 함께 보  
고하는바이다.

## II. 연구재료 및 방법

### 1. 연구재료

#### 1) 실험 동물

실험 동물로는 체중 250kg정도의 웅성 백서  
30마리를 대상으로 하였으며 10마리씩 3군으로  
나누었다. 즉

제 1군 : 두정골 절제 후 자가골 이식군

제 2군 : 두정골 절제 후 냉동 건조 탈회 동종골  
이식군

제 3군 : 두정골 절제 후 Bioglass 이식군 등이  
다.

단, 실험의 일정성을 유지하기 위하여 실험  
일주 전부터 실험 동물은 시판되는 사료 및  
일반적인 조건하에서 사육하였다.

#### 2) 이식체 준비

##### ① 자가골

실험시 직접 좌측과 우측의 골편을 서로 맞  
바꾸어 이식하였다.

##### ② 냉동 건조 탈회 동종골

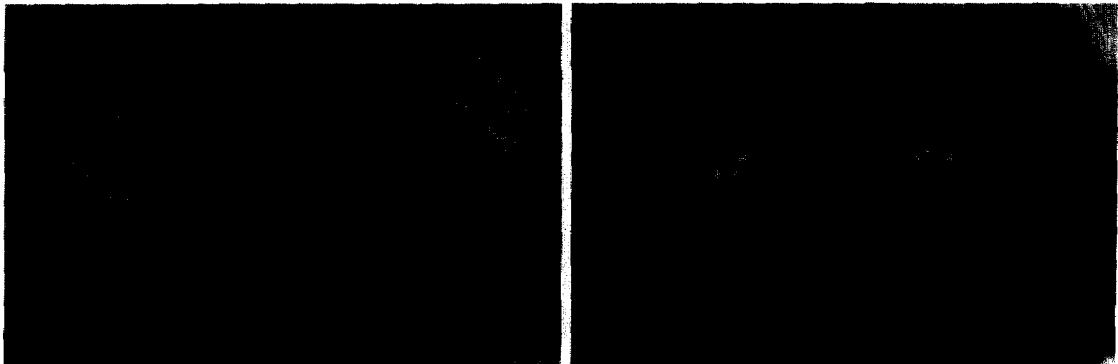
백서의 두경부를 모든 연조직은 제거하여  
두경부 골편만을 남긴 다음 24시간 냉동 건조후  
0.5N 염산에 90분간씩 2회에 걸쳐 탈회하였다.  
탈회한 부유액을 버린 후 인산염 완충 용액(0.14  
mol/ml)으로 pH를 6.9로 조정하고 다시 24시간  
동안 냉동 건조하였다. 실험 전에 냉동 건조하여  
완료된 골을 밀봉하여 ethylene oxide 가스 소  
독을 하여 보관하였다.

##### ③ Bioglass

Perioglass™ (Bioglass® Synthetic Bone Graft  
Particulate manufactured by US Biomaterials  
Corporation)을 normal saline (0.9% 생리식염  
수)에 혼합하여 사용하였다.

### 2. 동물실험

각 실험 동물은 Ether를 이용하여 전신 마  
취시켰으며 통법에 의한 두경부 제모및 포타딘  
소독을 통하여 무균적 수술 시야를 확보하였다.  
각 실험군에 전기 drill로 7×7mm 크기의 골  
결손부를 형성하여 각각의 이식체를 이식한 후  
통법에 의한 두피 봉합을 시행하였다. 술후 감염  
방지를 위해 각 실험 동물에게 gentamycine 1.3  
mg/kg을 근육주사 하였다. (그림 1)



A

B

FIGURE 1. Intraoperative findings ; A. freeze-dry demineralized allogeneic bone grafting,  
B. bioglass grafting.

### 3. 광학 현미경적 검사를 위한 조직 표본의 제작

각 실험군의 조직 편은 술후 1, 2, 4, 6, 8 주에 수술 부위에서 절제해 내고 통법에 의한 고정 및 탈수, 포매 과정을 통하여 5~10 $\mu$ m의 절편을 만들었으며 이를 hematoxylin과 eosin 중염색 및 Masson's Trichrome 염색을 한 후 광학 현미경을 통하여 검경하였다. 관찰한 내용은 염증 세포의 침윤 정도, 신생 모세혈관 증식 정도, 골아세포, 파골 세포의 활성화와 신생골 형성 능력등을 평가하였다.

## III. 연구성적

### 1. 자가골 이식군

1주 : 이식골편 주위에 중등도의 염증 세포 침윤 및 출혈 소견이 관찰되었으며 이식골편 주위에 다량의 섬유아세포 및 골아세포의 유입 성장이 보이면서 신생골 형성이 일부 시작되었으며 정도의 골 흡수가 관찰되었다(사진부도 1).

2주 : 1주에 비해 염증세포 침윤이 현저히 감소되었으며 이식 골편주위에 조골화과정이 뚜렷하며 신생골과 골수조 간에는 골아세포 활성이 활발한 결체조직이 분포되고 부분적인 골 흡수상을 나타내며 신생골 성장도 1주에 비해 많이 증가되었다(사진부도 2).

4주 : 이식골편 주위의 결체조직으로부터 골아세포의 활성이 더욱 활발하여 결체조직은 차츰 골성조직으로 대체되고 골흡수상도 거의 사라졌다(사진부도 3).

6주 : 이식골편 주위의 신생골 형성은 더욱 진행되어 성숙되었고 골흡수와 재형성이 계속 반복되어 골침착선이 많이 관찰되며 조혈 골수로 채되었다(사진부도 4).

8주 : 6주군과 큰 차이 없이 이식골은 조혈 골수가 포함된 성숙골로 대체되어 완전한 골 성회복을 이루어 이식체와 수용체의 구별이 어렵다.

### 2. 냉동 건조 탈회 동종골 이식군

1주 : 숙주골과 이식골편 사이는 염증성 결합조직으로 이루어져 있고 중등도의 출혈과 함께 경미한 파골 세포 침윤을 볼 수 있었다(사진부도 5). 이식골 내부와 변연부에서는 생활력은 미약하였고 일부의 골아세포에서 활성이 관찰되기 시작하였다. 이식골 주위의 섬유 조직은 미성숙하였고 골막하방에서 교원질 형성을 관찰할 수 있었다. 이식골 내부의 일부에서는 유골 양상의 모습도 제한적으로 관찰되었다.

2주 : 이식한 골과 숙주골사이의 섬유조직내에서는 중등도의 모세혈관 증식이 관찰되었다. 염증 세포는 상당히 감소되었고 아직 신생골 형성은 일부에서 관찰되지만 아직 이식한 골의 활성화도는 관찰되지 않았다(사진부도 6). 골 이식 내부에 혈관 증식들이 형성되고 이식골 주위 독립된 섬유성 조직에서 골아세포로 분화하는 양상이 관찰되었다. 많은 신생골 형성은 관찰되지 않았으며 파골 세포도 아직 잔존이 되어 있는 상태이다.

4주 : 이식골 주변에 신생 혈관들이 관찰되었고 골아세포 및 신생골의 침착은 많이 관찰되지 못하였으나 염증 세포 침윤은 미약한 소견이다(사진부도 7). 파골세포에 의한 골 흡수는 나타나지 않으며 MT염색에서 이식한 골 내부에 유골들의 침착이 관찰되고 이식골 주위의 모세 혈관들의 감소된 소견이었다.

6주 : 이식골과 숙주골 사이에 골성유합이 관찰되었으며 섬유조직은 이식골 사이에 약간 잔존해 있고 중등도의 골아세포가 관찰되었으나 파골 세포의 활성화도는 고나찰되지 않았다(사진부도 8).

8주 : 이식골과 숙주골이 밀접히 연결되어 있고 층판골을 형성하고 있었다.

### 3. Bioglass 이식군

1주 : 많은 입파구와 조직구등의 염증 세포 침윤이 비활성된 이식골 주위에 있는 섬유성

결체 조직에 나타났다(사진부도 9). 골흡수상이나 파골 세포는 중등도로 관찰되었고 신생골 형성 및 모세혈관 증식은 거의 없었다(사진부도 10).

2주 : 이식골편 내부의 활동 및 주위 골아세포 활성은 거의 없었고, 중등도의 염증세포 침윤이 이식편 주위에 관찰되었다. 파골 세포 침윤이 1주에 비해 급격히 증가되었으며 경도의 출혈도 보였다(사진부도 11).

4주 : 섬유성 결체조직막으로 둘러싸인 전형적인 이식 골편을 볼 수 있으며 골흡수상은 2주에 비해 약간 감소되었고 골아세포 활성 및 신생골 형성도 거의 없었다.

6주 : 이식편을 둘러싼 섬유성 결합조직에서 신생골 형성은 4주와 큰 차이가 없었고 염증세포 침윤도 거의 없었다.

8주 : 숙주골과 이식편이 치밀한 결합조직으로 둘러 쌓이며, 이물반응 및 염증 세포 침윤은 거의 없었으며 경미한 신생골 형성이 관찰되었다(사진부도 12).

상기의 소견을 종합하면 염증 세포의 침윤 정도는 자가골, 냉동 건조 탈회 동종골 및 biog-

lass 이식군 모두 임파구와 조직구등의 침윤이 1주경에 관찰되어 4주경에 소실되는데 냉동 건조 탈회 동종골 이식군에서 가장 심한 염증세포의 침윤을 보였다(Table 1).

신생 모세혈관의 증식은 자가골 이식군에서 가장 많은 증식을 보였으며 냉동 건조 탈회 동종골 이식군에서는 2주경까지 증가하였다가 점차 감소 하였고 bioglass 이식군은 거의 보이지 않았다(Table 2).

골아세포의 활성도는 자가골 이식군에서는 1주부터 중등도의 활성을 보여 2, 4주에서는 최고를 나타냈고 이후부터 점차 감소하였다. 냉동 건조 탈회 동종골 이식군에서는 6주경부터 증가하여 8주에 최고를 나타냈으며 bioglass 이식군에서는 8주경에 경도의 활성을 보였다 (Table 3).

파골 세포의 활성도는 자가골 이식군에서 가장 경미하였으며 냉동 건조 탈회 동종골 이식군에서 가장 심하였다. bioglass 이식군에서

Table 1. The Degree of Inflammatory Cell Infiltrations.

post op. wks	자가골	냉동 건조 탈회 동종골	Bioglass
1	++	+++	++
2	±	++	+
4	±	±	±
6	±	±	±
8	±	±	±

(± : trace, + : mild, ++ : moderate, +++ : severe)

Table 2. The Degree of New Capillary Proliferations.

post op. wks	자가골	냉동 건조 탈회 동종골	Bioglass
1	+	+	±
2	++	++	±
4	+++	+	±
6	+++	±	±
8	+++	±	±

(± : trace, + : mild, ++ : moderate, +++ : severe)

Table 3. The Degree of Osteoblastic Activity.

post op. wks	자가골	냉동 건조 탈회 동종골	Bioglass
1	++	+	±
2	+++	+	±
4	+++	+	±
6	++	++	±
8	+	+++	+

(± : trace, + : mild, ++ : moderate, +++ : severe)

Table 4. The Degree of Osteoclastic Activity.

post op. wks	자가골	냉동 건조 탈회 동종골	Bioglass
1	+	+++	++
2	±	++	++
4	±	+	+
6	±	±	±
8	±	±	±

(± : trace, + : mild, ++ : moderate, +++ : severe)

Table 5. The Degree of New Bone Formation.

post op. wks	자가골	냉동 건조 탈회 동종골	Bioglass
1	+	+	±
2	++	++	±
4	+++	++	±
6	+++	+++	±
8	+++	+++	+

(± : trace, + : mild, ++ : moderate, +++ : severe)

는 2주까지 이식 주변 골 조직의 중등도의 골 흡수상을 보이다가 점차 소실되었다(Table 4).

신생골 형성은 자가골 및 냉동 건조 탈회 동종골 이식군에서는 1주부터 증가되며 냉동 건조 탈회 동종골이 다소 그 양이 적으나 6주부터 골 증판골의 형성이 관찰되어 두 군 사이에 차이가 없었다. 한편 bioglass에서는 8주경에 경도의 신생골 형성이 관찰 되었다(Table 5).

#### IV. 총괄 및 고찰

최근 치과영역에서 선천적 기형, 종양, 낭종,

외상으로 인한 결손부의 재건이나 추형에 골 이식술이 많이 사용되어 지고 있다. 골 이식은 1668년 최초로 Meekere가 개의 두정골의 이식을 기술한 이후에 1820년 Walter가 최초의 자가골 이식을 시행하였으며 Macewen은 1880년에 최초의 이종골 이식을 시행하였다.

1867년 Ollier가 골의 보존에 관한 개념을 처음 기술한 이래 동종골 이식에 대한 연구는 많았으며 Incan과 Wilson이 저장된 골의 선택적 사용과 임상적 유의성에 관하여 보고하였고 실험적으로는 1950년 미해군 조직은행이 본격적으로 시작하였다<sup>21)</sup>.

동종골의 면역학적 문제에 관하여 여러가지

면역학적 반응을 줄이는 boiling, dry-heating, deproteinizing, freezing, freeze-drying 등의 방법이 이용되어 왔고 끓이거나 화학제로 처리한 골은 항원성은 감소시키지만 골내의 골 형성 단백질을 파괴하여 골 유도 능력을 감소시키고 골내 유기성분을 옹고시켜 숙주세포가 이들을 제거하기 어렵게 만들어 잘 사용하지 않고 있다<sup>22,23</sup>). 최근에는 냉동법이나 냉동 건조법을 사용하는데, 면역 반응 문제에 있어서 냉동 건조법이 다소 우수하고, 단백질 변성도 줄일 수 있으며 상온 보존이 가능하고 널리 이용되고 있다<sup>24-26</sup>). 혈장같은 유기물들을 냉동 건조시킨 후 수년간 보관한 후에도 화학적, 항원적, 생물학적, 전기 영동적으로 안정되어 있다는 것이 밝혀졌다<sup>25-26</sup>). 그러나 동일 방법으로 냉동 건조시킨 동종골간에도 골 내용물이나 성상에 따라 항원성에 차이가 있어, 피질골은 비항원성이지만 해면 골질은 미약하나 계속 항원성이 존재한다고 한다. 탈지방의 유무는 지방 자체가 항원 역할에 직접 관여되어 골 유도 능력에 영향을 준다고 하였다<sup>26</sup>). 이중 골 기질내의 탈지방(Defatting)은 에테르나 순수알코올 또는 클로르포름등을 사용하는데 골 형성 단백질을 파괴시키지 않고, 골기질을 변성시키지 않으며, 항원성을 감소시키는 장점이 있다. 반면에 1967년 Urist는 탈회골 기질로부터 유기 용매로 지방을 제거해도 골 유도능에는 변화가 없다고 하였다.

Urist는 탈회된 동종골이 이식후 골 치유 과정에 강한 골 유도 능력을 가진다고 하였으며 신생골 형성을 촉진한다고 하였으며 이러한 탈회과정에서는 골 형성 단백질(bone morphogenetic protein)이 보존되어 골 형성에 관여하고 비 탈회골은 골 형성 단백질을 함유하고는 있지만 골 내의 무기질이 골 형성 단백질의 작용을 억제하는 것으로 알려져 있다. 즉 탈회 과정은 숙주에 대한 골 형성 유도물질의 작용을 쉽게 하는 것으로 알려져 있다<sup>66</sup>).

Senn이 1889년 처음으로 단순 탈회 동종골을 골 이식에서 성공한 후 장골 결손부에 많은 탈회골이 이용되어져 왔고 일부 연구자들은 탈회한 동종골이 자가골보다 우수하다고도 하

였다. 그러나 탈회 동종골의 이식후의 임상적 유용도에 관해서는 아직 논란이 되고 있다<sup>66</sup>).

탈회 동종골은 오래 전부터 사용되었으나 신선 자가골 이식 때문에 그 중요성을 인식하지 못하였다. 탈회한 동종골은 연골내 골화과정과 유사하여 연골이 형성된 다음에 골기질이 석회화 된다. Narang등은 탈회골 이식후에는 칼슘량의 점차적인 증가를 나타내어 8주후에는 정상 수준에 도달하였으나 비탈회 신선 자가골과 동종골 이식시에는 초기 3주간의 칼슘량의 감소가 나타나고 점차적으로 증가하여 이식시에는 이식 초기에 탈회 과정을 거친다고 보아 탈회골의 사용이 골 이식시 탈회 과정을 생략하므로 골 융합과정(bony incorporation)을 촉진시킨다고 하였다<sup>67</sup>). 동결 건조 탈회골은 비결정성 조직에서도 신생골을 유도하는 능력이 있다는 것도 알려졌다.

탈회골 분말에 의한 골 유도에 영향을 미치는 요소는 골 형성 단백질(bone morphogenetic protein : BMP)과 탈회골 기질(demineralized bone matrix)이 있다. 1974년 Urist등은 이 골 유도 물질을 세포의 당단백인(cell membrane glycoprotein) 골 형성 단백질이라고 가정하였고<sup>68</sup>), 1973년 Reddi등은 골 유도에 관여하는 중요 인자가 탈회골 기질의 형태와 골 기질의 표면 전압의 차이라고 하였다<sup>69</sup>). 골기질에 반응하는 숙주 세포를 관찰하면 숙주 세포가 연골이나 골을 생성하기 약 4일전에 골기질과 약 20 $\mu$ m의 접촉을 하며 미세 섬모를 형성한다고 하였다. 따라서 골 기질의 형태와 숙주 세포간의 긴밀한 접촉이 중요하다고 하였다.

탈회골 기질에 의한 골 유도는 세포학적, 생화학적으로 여러 단계로 구성되는데 가장 중요한 단계는 첫째, 화학 주성(chemotaxis)이며 둘째는 세포 분열(mitosis)이고 셋째는 세포 분화(differentiation)인 것이다. 화학 주성은 화학적 환경의 변화에 따라 세포가 직접적으로 이동하는 것을 의미한다. 탈회골 기질을 매식하면 주위 조직 세포의 화학 주성을 자극한다. 교원질, 피브린, 해파린등의 골 외상 부위의 중요 성분들에 친화력이 있는 혈장 피브리넥틴이 탈회골 기질에 부착되는데 이 피

브리베티에 있는 펩타이드가 화학 주성을 지니고, 아마도 세포 분열로 유도하지 않는가 생각된다. 골 유도의 다음 단계는 세포 분열이다. 새로 부착된 조직 간엽세포의 증식은 골 기질 자체가 국소 세포 분열을 유도하는 인자라는 것을 설명한다. 이러한 세포 분열을 유도하는 작용은 자가 방사선 사진이나 방사선 동위원소 용합을 통하여 DNA 형성량을 측정하면 알 수 있다. 세포 분열 단계를 지나면 연골의 분화, 혈관의 성장, 골 분화등이 따른다<sup>50, 51)</sup>.

본 연구에서 냉동 건조 탈회골은 술후 1주에 이식골 주위의 섬유성 결체조직이 형성되고 부분적으로 골 유도 과정인 골아세포들이 관찰되었고 파골세포들도 또한 같이 관찰되었으며 활발한 세포성을 띄었다. 술후 2주에 더욱 증가된 섬유성 세포성들과 활발한 골아세포들의 출현이 관찰되었으며 4주에는 골양조직으로 보이는 유골들이 관찰되었다. 이러한 일련의 과정들은 일반적인 탈회골 이식후 진행되는 골형성과정과 유사하였고 특이한 변이과정은 나타나지 않았다. 여러 문헌을 관찰해 볼 때 동결 건조 탈회골과 자가골 이식은 유사한 골 형성 능력을 나타내는 것을 볼 수 있었다<sup>52)</sup>.

1900년대 초기 신생골 형성과 치료의 축진을 유도하기 위하여 칼슘과 인을 골결손부에 삽입한 결과 국소부에서 이들의 농도는 증가하였으나 치료과정은 촉진되지 않았음이 Halderman(1934)에 의해 보고되면서 생체조직과의 친화력이 우수함이 밝혀 졌다<sup>53)</sup>. 1971년 Bhaskar등이 100~200 $\mu$ m의 소공이 있으며 인이 결합된 Alumina ceramic을 수종의 동물에 이식시켜 조직의 적합성이 양호하며 골형성이 촉진됨을 관찰하고 골 대용 이식재료의 가능성을 제시하였다<sup>54)</sup>. 1972년 Cutright등은 이들을 대퇴골에 이식하여 48일에 95%가 용해됨을 보고하였고<sup>55)</sup>, 1972년 Getter등은 수종의 생분해성 ceramic의 흡수 속도를 비교 관찰하여 이중 Tricalcium Phosphate가 가장 빠른 골 회복을 보였다고 보고하였다<sup>56)</sup>. 1974년 Levin은 치조골의 파괴시 임상에 적용할 수 있는 이상적인 매식 재료의 구비 조건으로 골 형성 유

도력, 백악질 재생력, 상피의 상향부착, 숙주 조직에 대한 친화성 및 채취의 용이성이 있어야 하며 발암성, 독성, 면역거부반응과 염증반응 및 환자와 술자에게 불편감이 없어야 한다고 주장하였다<sup>16)</sup>. 동시에 상기 요구조건에 생분해성 ceramic이 가장 이상적이며 처음으로 Bioceramic의 응용을 시도하였다.

1975년 Bump등은 직조형 ceramic을 이용하여 실험 기간 내에서 숙주 조직과 양호한 적합성을 보였으며 골내낭은 신생골로 채워지고 시술이 용이하다고 보고하였다<sup>17)</sup>. 1975년 Nevy등도 소공형 과립상 Tricalcium phosphate ceramic(TCP)을 이용하여 실험한 결과 골양 조직과 다핵 거대 세포들의 발견과 함께 생체 내에서 분해과정과 친화력을 인정하였다<sup>18)</sup>. 대부분의 연구가 흡수가 용이한 TCp에 관한 보고이었고, 1982년 Metsger는 기타 용도로 치수 복조술, 근침단 골수술, 안와륜 결손, 일반적인 골 파괴시에 응용할 수 있다고 주장하였다<sup>57)</sup>.

1981년 Rabalais등은 생체 조직 내에서 비흡수성이며 다결정체인 HA ceramic을 환자에게 이식하여 비이식보다 더 많은 골회생을 관찰하였다<sup>19)</sup>. HA를 이용한 치과 의학 분야에의 타용도는 퇴축된 치조정의 회복으로 의치의 유지를 증가시키려는 연구, 골 내매식학에서 blase표면에 부착함으로써 골 조직과 친화성 및 부착성에 관한 연구, 국소부위의 치조골 퇴축에 관한 연구 및 조직과의 유합 과정에 대한 연구 등이 진행되어 왔다.

1973년 Weber와 White는 천연산 해양 산호를 열수전환하여 인체골조직과 유사한 HA를 제작하고 생명체의 복제형이란 의미의 Replamineform(RHA)이라 명명하였다<sup>58)</sup>. 1979년 Holmes는 이를 이용하여 개의 하악에 부분적 골 절제술 후 골형성 상태를 연구하여 4개월후 2cm의 골유도를 보관 바 있으며<sup>59)</sup>, 1985년 Takei등은 임상 시술시 조직 손실을 감소시킬 수 있는 수술 방법을 발표하였<sup>60)</sup>, 1985년 West와 Brustein은 RHA가 압축 강도가 충분하여 저작시 구강점막에 도달하는 교합력을 지탱하여 의치 사용에 지장이 없다고 보고하는 등 새로운 형태 및 구조의 RHA에 관한 연구들이 활발히



진행되었다<sup>61)</sup>.

Bioglass는 생체 활성 재료로서 생체에 이식되었을 때 표면에서 능동적 변화가 일어나며, 특히 골 무기질의 hydroxyapatite 구조와 같은 표면변화로 인해 calcium phosphate 층을 형성한다. 이 apatite 층이 골과 연조직 사이 결합을 제공한다. 이들 Bioceramic 제재들도 일반적인 이식재와 마찬가지로 동일한 구비조건이 요구되며 생체내 이식후 흡수 기전은 골 형성을 할 수 있는 비계 역할이 있어야 하며 신생골이 형성되는 동안 느린 속도의 흡수가 전제되어야 한다고 Han (1984)은 주장하였다.

1984년 Bioglass<sup>®</sup>가 치조용선을 유지하는데 사용되기 시작했으며, 1990년 부터 상업화 되었다. 또한 1994년 June Wilson 등은 발치와에 endosseous ridge maintenance implants를 매식 후 Bioglass<sup>®</sup>를 채워 8개월 후 bone과 잘 융화됨을 확인하였고, 치조골 증대술에 Gore-tex membranes와 Perioglass<sup>®</sup>를 병용하여 6개월 후 치조골이 증대되었음을 보고하였다.

대부분의 Bioceramic 제재들은 sintering 즉 수용액 상태로 처리하고 압력을 가하면서 단단하게 하면서 고온 하에서 결합한 화학적인 분말들이다. 이러한 재료들은 근본적으로 견고하나 naphthalene pore 형성이나 hydrogen peroxide의 분해등을 통해 다공형으로 만들 수 있으며 이들 구멍은 서로 연결되어 있지 않다. 미세 입자 구조는 결정체가 아니라 무정형의 유리(amorphous glass)이다. 가장 큰 특성은 생체 활성 재료라는 것이며, 이식시 표면에서 골과 치아가 유사한 substituted hydroxy-carbonate-apatite가 광화에 필수인 silicon의 존재 하에 골과 재료의 합동 작업에 의해서 형성된다.

다른 어떤 재료보다 표면 활성이 좋으며 골과의 친밀도가 hydroxyapatite는 0.5 $\mu$ m인 반면, 이 재료는 100~300 $\mu$ m이다. 또한 이식부에서 세균의 성장과 집락형성에 저항하는 성질을 가졌다. 그 이유는 높은 알칼리성(약 pH 10) %분인 듯하다. 또한 느리지만 연조직에도 결합하는 능력을 가져다. 즉, 골 형성 세포가 Bioglass의 표면을 덮고 접촉면에서 포매된 세포들이 교원질을 분비하여 이식체 사이의 결합을

제공한다. 또한 이 재료는 지혈작용이 있어 결손부위의 적용을 쉽게 할 수 있게 해주며, 방사선 불투과성 물질이라서 임상적으로 결과를 확인하기 쉽고 술후 장기간 예후 관찰에 도움을 준다<sup>62)</sup>.

종류로는 SiO<sub>2</sub>-Na<sub>2</sub>O-CaO-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> glasses (Cervital & A/W glass-ceramic), SiO<sub>2</sub>-CaO-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> glasses, porous SiO<sub>2</sub> gel-glass, multicomponent bioactive glasses, synthetic hydroxyapatite 등이 있다.

본 실험에 사용한 재료는 구성은 45wt% SiO<sub>2</sub>, 24.5wt% Na<sub>2</sub>O, 24.5wt% CaO, 6wt% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 이고, 처리는 이 물질을 1,350°C에서 24시간 용해시킨후 증류수에 넣고 작은 조각으로 만들고 (160~250 $\mu$ m 크기), acetone으로 세척 후 EO gas 소독한 것이다.

Bioglass의 치과분야에서 임상적 적용의 범위는 치주과적 범위에서 치조낭의 이식재료<sup>63)</sup>, 근관 치료학의 범위에선 치수 복조재료<sup>64)</sup>, 구강 악안면 영역에선 안면골 결손부 수복재료<sup>65)</sup> 다양하게 이용될 수 있다. Bioglass는 치수 복조 재료 사용시 현재 널리 사용되고 있는 calcium hydroxide나 자가 탈회 상아질에 비해 nonporous dentine을 형성하는 우수성을 보여준다<sup>66)</sup>.

그렇지만 향후 Bioglass와 자가골과의 관계에 대해서는 지속적인 임상적 평가와 관찰이 필요한 것으로 사료된다.

## V. 결 론

저자는 냉동 건조 탈회 동종골 이식시와 Bioglass 이식시 골 형성에 미치는 영향을 알아보아 임상적으로 사용하기 위한 전단계로 자가골 이식군, 냉동 건조 탈회 동종골 이식군, Bioglass 이식군으로 나누어 백서의 두정골에 이식하여 조직학적 연구를 통해 골 형성 능력과 면역 반응과 신생 모세혈관 증식정도, 골아세포, 파골세포의 활성화와 골 형성 능력을 관찰함으로써 냉동 건조 탈회 동종 골편과 Bioglass의 임상 적용 가능성에 대한 실험을 실시하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 자가골, 냉동 건조 탈회 동종골 및 Bioglass 이식 모두 임파구와 조직구 등의 염증 세포 침윤이 1주에 관찰되어 4주경에 소실되는데 냉동 건조 탈회 동종골 이식군에서 가장 심한 염증 세포 침윤을 보였다.
2. 신생 모세혈관의 증식은 자가골에서 가장 많은 증식을 보였으며 냉동 건조탈회 동종골에서는 2주경까지 증가하다가 점차 감소 하였고 Bioglass군도 거의 보이지 않았다.
3. 골아세포의 활성화는 자가골 및 냉동 건조 탈회 동종골에서 4주까지 증가하다가 6주부터 감소하였으며 Bioglass군에서는 6주까지 거의 나타나지 않았다.
4. 이식골편 주위의 골 흡수상은 자가골에서 가장 경미하였으며 냉동 건조 탈회동종골이 가장 심하였다.
5. 신생골 형성은 자가골 및 냉동 건조 탈회 동종골에서 1주부터 시작되고 냉동 건조 탈회 동종골이 다소 그 양이 적었으나 6주 이후에는 충판골의 형성이 보여 두 군사이에 차이가 없었다. 한편 Bioglass에서는 8주경에 경미한 신생골 형성이 관찰되었다.

이상과 같은 결과로 골 이식시 가장 이상적인 재료는 자가골이지만 Bioglass도 경미하지만 8주경에 신생골을 형성하는 것을 보아 자가골과 동종골의 사용이 어려운 경우에 골 대체물로 사용 가능하다고 사료된다.

#### 참고문헌

1. Kaban LB, Mulliken JB and Glowacki J : Treatment of jaw defects with demineralized bone implants, J Oral Maxillofac Surg 40 : 623, 1982.
2. Hosney M and Sharawy M : Osteoinduction in young and old rats using demineralized bone powder allografts, J Oral Maxillofac Surg 43 : 925, 1985.
3. Gepstein R, Weiss RE et al : Bridging large defects in bone by demineralized bone matrix in the form of a powder, J Bone Joint Surg 69A : 984, 1987.
4. Ray RD : Vascularization of bone grafts and implants, Clin. Ortho. 87 : 43, 1972.
5. Enneking WF and Morris JL : Human autologous cortical bone transplants, Clin. Ortho. 87 : 28, 1972.
6. Chalmer J : Transplantation immunity in bone formation in isograft of bone. Acta Ortho Scand 64 : 549, 1975.
7. Elbes MW, Pratt LM : The pattern of new bone formation in isograft of bone. Acta Ortho Scand 64 : 549, 1975.
8. Puranen J : Reorganization of fresh and preserved bone transplants Acta Ortho Scand Suppl. 92 : 1, 1966.
9. Burwell, R. G. : The fate of bone grafts. In recent advances in orthopedics, pp. 115. Baltimore, Williams and Wilkins, 1969.
10. Turner, T. C., Bassett, C. A. L., Pate, J. W., et al. : An experimental comparison of freeze-dried and frozen cortical bone graft healing. J Bone Joint Surg. 33A : 1197, 1955.
11. Burwell, R. G. : Studies in the transplantation of bone IX. The fresh composite homograft autograft of cancellous bone. J Bone Joint Surg. 46B : 110, 1964.
12. Burwell, R. G., Gowland, L. C., Dexter, F. : Studies in the transplantation of bone VI. J Bone Joint Surg. 45 : 597, 1963.
13. Hyatt G. W., and Buttler M. C. : Bone grafting : The procurement, storage, and clinical use of bone homografts. In Instructional course lectures, The American academy of orthopedic surgeons. Vol. 14, pp 343-373, Ann. J. W. Edwards, 1957.
14. Ray, R. D. : Vascularization of bone grafts

- and implants. *Clin Orthop* 87 : 43, 1972.
15. Levy, M. P., Getter, L., Cutright, D. E. and Bhaskar, S. N. : Biodegradable ceramic in periodontal defects. *Oral Surg.*, 38 : 344-357, 1974.
  16. Bump, R. L., Salimeno, T., Hooker, S. P. and Wilkinson, E. G. : The use of woven ceramic fabric as a periodontal allograft. *J. Periodontol.*, 46 : 453-458, 1975.
  17. Nery, E. B., Lynch, K. L., Hirthe, W. M. and Mueller, K. H. : Bioceramic implants in surgically produced infrabony defects. *J. Periodontol.*, 46 : 328-347, 1975.
  18. Strub, J. R., Gaberthuel, T. W. and Firestone, A. R. : Comparison of tricacium phosphate and frozen allogenic bone implants in man. *J. Periodontol.*, 50 : 624-629, 1979.
  19. Rabalais, M. L. Jr., Yukna, R. A. and Mayer, E. T. : Evaluation of durapatite ceramic as an alloplastic implant in periodontal osseous defects. I. initial six-month results. *J. Periodontol.*, 52 : 680-679, 1981.
  20. Yukna, R. A., Mayer, E. T. and Brite, D. V. : Longitudinal evaluation of durapatite ceramic as an alloplastic implant in periodontal osseous defects after 3 years. *J. Periodontol.*, 55 : 633-699, 1984.
  21. Williams G : Experiences with boiled cadaveric cancellous bone for fractures of long bones. *J Bone Joint Surg* 46B : 398, 1964.
  22. Urist MR, Mikulski AJ, and Boyd SD : A chemosterilized antigen extracted bone morphogenetic alloimplant. *Arch Surg* 110 : 416, 197.
  23. Mark RE, Kline SN, Johnson RP, Malinin TI, Matthews JG, and Gambill V : The use freeze-dried allogeneic bone in oral and maxillofacial surgery. *J Oral Surg* 39 : 264, 1981.
  24. Burwell RG : The fate of freeze dried bone allograft. *Transplant Proc* 8(Suppl. 1) : 95, 1976.
  25. Backdahl M, and Nordin KE : Replacement of the maxillary bone defect in cleft palate. A new procedure. *Acta Chir Scand* 122 : 131, 1961.
  26. Spengos MN : Irradiated allogeneic bone grafts in the treatment of odontogenic cysts. *J Oral Surg* 32 : 674, 1974.
  27. Kelly JF, and Friedlaender GE : preprosthetic bone graft augmentation with allogeneic bone : A preliminary report. *J Oral Surg* 35 : 268, 1977.
  28. Wolford LM, and Epker BN : The use of freeze-dried bone as a biologic crib for ridge augmentation. *Oral Surg* 43 : 499, 1977.
  29. Bulter WT, Mikulski A, and Urist MR : Noncollagenous proteins of a rat dentin matrix possessing bone morphogenetic activity. I. *Dent Res* 56 : 228, 1977.
  30. Urist MR, Silverman BF, Buring K, Dubuc FL, and Rosenberg JM : The bone induction principle. *Clin Orthop* 53 : 243, 1967.
  31. Urist MR, and Dowell TA : Inductive substratum for osteogenesis in pellets of particulate bone matrix. *Clin Ortho* 61 : 61, 1968.
  32. Friedlaender GE : The antigenicity of preserved allografts. *Transplant Proc* 8 (Suppl.) : 195, 1976.
  33. Epker BN, Friedlaender GE, Wolford LM, et al. : The use of freeze-dried bone in the middle third face advancements. *Oral Surg* 42 : 278, 1976.
  34. Kaban LB, and Glowacki J : Induced osteogenesis in the repair of experimental mandibular defects in rats. *J Dent Res*

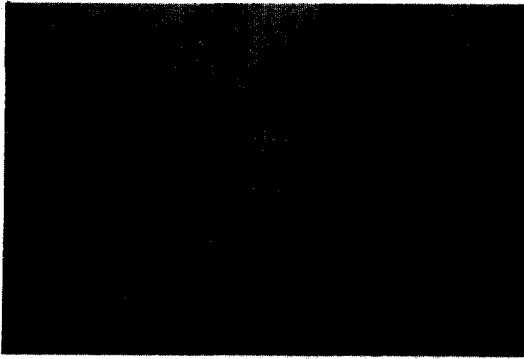
- 60 : 1356, 1981.
35. Kaban LB, Mulliken JB, and Glowacki J : Treatment of jaw defects with demineralized bone implants. *J Oral Maxillofac Surg* 40 : 623, 1982.
  36. Christian JM, and Peterson LJ : Frozen femoral head allogeneic bone grafts for orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 40 : 635, .
  37. Fonseca RJ, Nelson JF, Clark PJ, Frost DE, and Olson RAJ : Revascularization and healing of onlay particulate allogeneic bone grafts in primates. *J Oral Maxillofac Surg* 41 : 153, 1983.
  38. Oilarinen J, and Korhonen LK : The inductive capacity of various bone transplanting materials used for treatemtn of experimental bone defects. *Clin Orthop* 140 : 208, 1979.
  39. Friedlaender GE, Strong DM, and Sell KW : Studies on the antigenicity of bone. II. Donor-specific anti-HLA antibodies in human recipients of freeze-dries allografts. *J Bone Joint Surg* 66A : 107, 1984.
  40. Friedlaender GE, Strong DM, and Sell KW : Donor graft specific HL-A antibodies following freeze-dried bone allografts. *Trans Orthop Res Soc* 2 : 87, 1977.
  41. Lundgren G, Moller E, and Thorsby E : In vitro cytotoxicity by human lymphocytes from individuals immunized against histocompatibility antigens. II. Relation to HL-A incompatibility between effector and target cells. *Clin Exper Immuno* 6 : 671, 1970.
  42. Urist MR, Mikulski A, and Lietz A : Solubilized and insolubilized bone morphogenetic protein. *Proc Natl Acad Sci USA* 76 : 1828, 1979.
  43. Urist MR, Mikulski A, and Contreas CN : Reversible extinction of the morphogen in bone matrix by reduction and oxidation of disulfide bonds. *Calcif Tissue Res* 19 : 73, 1975.
  44. Bos GD, Goldberg VM, Zika JM, et al. : Immune responses of rats to frozen bone allografts. *J Bone Joint Surg* 65A : 239, 1983.
  45. Urist RM and Iwata H : A chemicosterilized antigen extracted autodigested alloimplant or bone banks. *Arch Surg* 110 : 46, 1975.
  46. Narang R, Wells H and Loyd WS : Demineralization of bone transplants in vivo. *Oral Surg* 36 : 291, 1973.
  47. Urist MR : A bone morphogenetic system in residues of bone matrix in the mouse. *Clin Orthop* 91 : 210, 1973.
  48. Reddi AH, and Huggins B : Influence of geometry of transplanted tooth and bone on transformation of fibroblasts. *Proc Soc Exp Biol Med* 143 : 634, 1973.
  49. Sampath TK, and Reddi H : Dissociative extraction and reconstitution of extracellular matrix components involved in local bone differentiation. *Proc Natl Acad Sci USA* 78 : 7599, 1981.
  50. Urist MR, DeLange RJ, and Finerman GAM : Bone cell differentiation and growth factors. *Science* 220 : 680, 1983.
  51. Kim YJ : 냉동건조 탈회골편의 치유과정에 관한 조직학적 연구 pp 14, 1992.
  52. Halderman, K. D. and Moore, J. M. : Influences of a local excess of calcium and phosphours on the healing of fracture. *Arch. Surg.*, 29 : 385-396, 1934.
  53. Bhaskar, S. N., Cutright, D. F., Knapp, M. J., Beasley, J. D., Perez, B., Driskell, T. D. : Tissue reaction to intrabony ceramic implants. *Oral Sugery*, 31 : 282-29, 1971.
  54. Cutright, D. E., Bhaskar, S. N., Brady, J. M., Getter, L., and Possy, W. R. : Reaction of bone to tricalcium phosphate cera-

- mic pellets. Oral surg., 33 : 850-856, 1972.
55. getter, L., Bhaskar, S. N., Cutright, D. E., Perez, B. and Brady, J. M. : Three biodegradable calcium phosphate slurry implants in bone. J. Oral Surg., 30 : 263-258, 1972.
  56. Metsger, D. S., Driskell, T. D. and Paul, J. R. : TCP ceramic-A resorbable bone implant : Review of current state 105 : 1035-1038, 1982.
  57. Weber, J. N. : Flap technique for perio bone implant 51 : 624-629, 1979.
  58. Holmes, R. E. : Bone regeneration within a coralline hydroxyapatite implant. 56 : 419-421, 1985.
  59. Takei, H. H. : Flap tech. for perio. bone implant. J. Periodontol., 56 : 204-210, 1985.
  60. West, T. L. : Freeze-dried bone and coralline implants. J. Periodontol., 56 : 348-251, 1985.
  61. Karanza : Peridontology 1985 pp 698.
  62. 박준봉, 이만섭 : Bioceramic제재의 성견 치조골 결손부 재생에 관한 실험적 연구 Vol 15, No.1, 1985.
  63. Oguntebi B, Clark A, Wilson J : Pulp capping with Bioglass. Univ Flori Health Scien Cent March 30,1992.
  64. Hench LL : Bioactive ceramics : Thory and clinical application July 28-30, 1994.
  65. June Wilson : Clinical application of bioglass implat. July 28-30, 1994.
  66. Urist MR and Iwatw H : A chemicoesterilized antigen extracted auttodigested alioimplant for bonebank. Arch Surg 110 : 46, 1975.

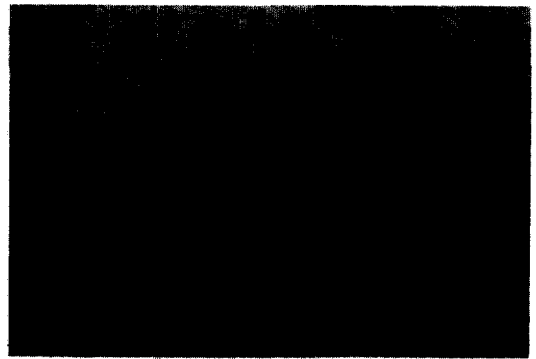
## 사진 부도 설명

1. 사진 부도 : 자가골 이식군의 이식 후 1주째의 현미경 사진( $\times 100$ )으로 이식 골편 주위에 중등도의 염증 세포 침윤 및 출혈소견이 관찰되었으며 이식골편 주위에 다량의 섬유모세포 및 골세포의 유입성장이 보이면서 신생골 형성이 일부 시작되었으며 정도의 골 흡수가 관찰되었다.
2. 사진 부도 : 자가골 이식군의 이식 후 2주째의 현미경 사진( $\times 200$ )으로 1주에 비해 염증세포 침윤이 현저히 감소되었으며 이식 골편주위에 조골화가 뚜렷하며 신생골과 골소주 간에는 골모세포 활성이 활발한 결체조직이 분포되고 부분적인 골흡수상을 나타내며 신생골 성장동 1주에 비해 많이 증가되었다.
3. 사진 부도 : 자가골 이식군의 이식 후 4주째의 현미경 사진( $\times 100$ )으로 이식골편 주위의 결체조직으로부터 골모세포의 활성이 더욱 활발하여 결체조직은 차츰 골성 조직으로 대체되고 골 흡수상도 거의 사라졌다.
4. 사진 부도 : 자가골 이식군의 이식 후 6주째의 현미경 사진( $\times 40$ )으로 이식골편 주위의 신생골 형성은 더욱 진행되어 성숙되었고 골 흡수와 재형성이 계속 반복되어 골 침착선이 많이 관찰되며 조혈골수로 대체되었다.
5. 사진 부도 : 냉동 건조 탈회 동종골 이식군의 이식 후 1주째의 현미경 사진( $\times 100$ )으로 숙주골과 이식 골편 사이는 염증성 결합 조직으로 이루어져 있고 중등도의 출혈과 함께 경미한 파골 세포 침윤을 볼 수 있었다.
6. 사진 부도 : 냉동 건조 탈회 동종골 이식군의 이식 후 2주째의 현미경 사진( $\times 40$ )으로 이식한 골과 숙주골사이의 섬유조직내에서는 중등도의 모세혈관 증식이 관찰되었다. 염증 세포는 상당히 감소되었고 아직 신생골 형성은 일부에서 관찰되지만 아직 이식한 골의 활성화는 아직 관찰되지 않았다.
7. 사진 부도 : 냉동 건조 탈회 동종골 이식군의 이식 후 4주째의 현미경 사진( $\times 100$ )으로 이식골 주변에 신생 혈관들이 관찰되었고 골모 세포 및 신생골의 침착은 많이 관찰하지 못하였으나 염증 세포 침윤은 미약한 소견이다.
8. 사진 부도 : 냉동 건조 탈회 동종골 이식군의 이식 후 6주째의 현미경 사진( $\times 40$ )으로 이식골과 숙주골 사이에 골성 유합이 이루어져 있다.
9. 사진 부도 : Bioglass 이식군의 이식 후 1주째의 현미경 사진( $\times 200$ )으로 많은 임파구와 조직구등의 염증 세포 침윤이 비활성의 이식골 주위에 있는 섬유성 결체조직에 나타났다.
10. 사진 부도 : Bioglass 이식군의 이식 후 1주째의 현미경 사진( $\times 200$ )으로 골 흡수상이나 파골 세포는 중등도로 관찰 되었고 신생골 형성 및 모세혈관 증식은 거의 없었다.
11. 사진 부도 : Bioglass 이식군의 이식 후 2주째의 현미경 사진( $\times 100$ )으로 이식 골편 내부의 활동 및 주위 골모세포 활성은 거의 없었고, 중등도의 염증 세포 침윤이 이식편 주위에 관찰되었다. 파골세포 침윤이 1주에 비해 급격히 증가되었으며 경도의 출혈도 보였다.
12. 사진 부도 : Bioglass 이식군의 이식 후 8주째의 현미경 사진( $\times 40$ )으로 숙주골과 이식편이 치밀한 결합조직으로 둘러 싸이며, 이물 반응 및 염증 세포 침윤은 거의 없었으며 경미한 신생골 형성이 관찰되었다.

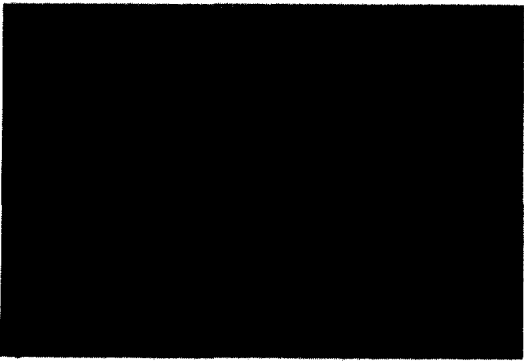
사진부도 1



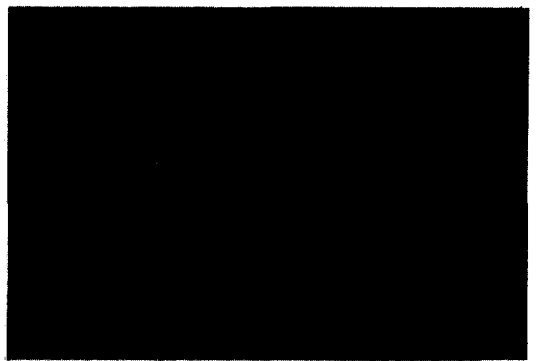
사진부도 1



사진부도 2



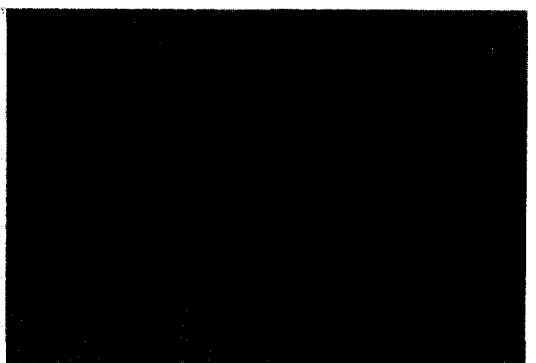
사진부도 3



사진부도 4

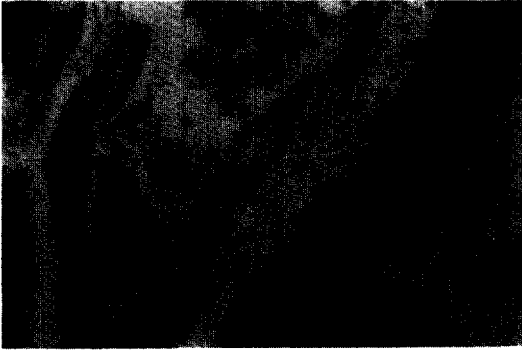


사진부도 5

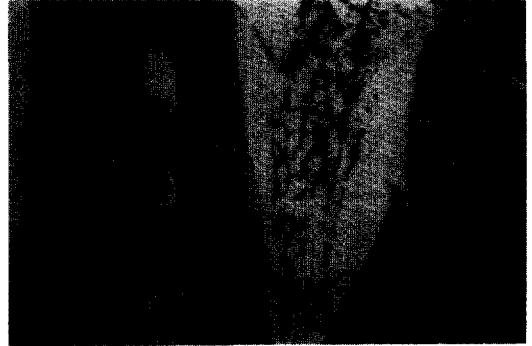


사진부도 6

사진부도 2



사진부도 7



사진부도 8



사진부도 9



사진부도 10



사진부도 11



사진부도 12