

# Proplast와 Porous Polyethylene을 이용한 家兔 下顎骨 増大術後 組織反應 및 骨形成에 關한 研究

전남대학교 치과대학 구강악안면외과학교실

김 건중 · 류 선열

(Abstract)

## A Study on the Tissue Response and Bone Formation after Augmentation Using Proplast and Porous Polyethylene in Rabbit Mandible

Geon Jung Kim, D.D.S., Sun Youl Ryu, D.D.S., Ph.D.

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

Proplast and Porous Polyethylene which have porous structures as low-modulus polymers have been recently used in maxillofacial plastic and reconstructive surgery.

The purpose of this study was to compare the response of adjacent tissue, new bone formation and stability after augmentation by different methods of subperiosteal graft using proplast and porous polyethylene in rabbit mandible.

The augmentation procedure was carried out by dividing into two groups, A and B. A group consisted of subperiosteal graft on the cortex, and the other B group was made up of onlay graft following artificial decortication in the mandibular body of rabbit.

The experimental animals were sacrificed on the 1st, 2nd, 4th and 8th week after grafting for macroscopic and light microscopic examination. The samples extracted at the 6th postgrafting week were also used for biometric testing and scanning electron microscopic examination.

The results obtained from this study were as follows :

1. Macroscopically, infection of graft site, deformation and migration of graft material were not observed in all experimental groups.
2. B group showed more rapid and increased bone formation and the greater stability than A group, and tissue response was similar to each other.
3. In the tissue response, macrophages and cellular infiltrations were observed in Proplast group, but few in PHDPE group.
4. In bone formation of A group, Proplast group showed no bone formation until the 8th week, but PHDPE group showed small quantity of osteoid tissue from the 2nd week and appositional bone growth with new bone formation at the 8th week.
5. In bone formation of B group, both Proplast and PHDPE group showed bone formation, but PHDPE group showed more rapid and larger bone formation.
6. In pattern of bone formation, Proplast group mainly showed appositional bone growth pattern connec-

ted with graft site. On the other hand, PHDPE group showed mixed pattern of new bone formation in the pore connective tissue with appositional bone growth from graft site.

7. The maximum mean values of shear stress were serially 111.3gf/mm<sup>2</sup> in PHDPE of B group, 84.8 gf/mm<sup>2</sup> in PHDPE of A group, 32.9gf/mm<sup>2</sup> in Proplast of B group, and 15.7gf/mm<sup>2</sup> in Proplast of A group.

From above results, It was suggested that the capacity of bone formation and the stability between bone and graft material were dependent on the pore size and structure of graft material itself, the state of graft site and tissue response.

## 목 차

- I. 서 론
- II. 실험재료 및 방법
- III. 실험성적
- IV. 총괄 및 고찰
- IV. 결 론
- 참고 문헌

## I. 서 론

악안면 성형외과 영역에서 선천적 혹은 후천적 기형, 질환이나 외상에 의한 경조직이나 연조직의 결손 및 변형, 또는 심한 치조골 흡수에 대한 심미적이고 기능적인 재건술과 성형술에 대한 필요성이 요구됨에 따라 수많은 재료가 사용되어 왔다.

이중 자가골<sup>13, 16, 26)</sup> 동종골<sup>14)</sup> 또는 이종골<sup>40, 41)</sup> 등의 골이식이 주로 사용되어 왔으나 형태부여가 어렵고 장기간에 걸친 이식편의 지속적인 흡수나 변형으로 인해 안모유지가 어려워 그 사용에 제한을 받고 있다.<sup>15, 31, 34, 53, 55)</sup> 특히 자가골 이식의 경우 생체적합성의 관점에서는 다른 이식방법 보다 우수하나<sup>13, 16, 26, 53, 55)</sup> 특히 자가골 이식의 경우 생체적합성의 관점에서는 다른 이식방법 보다 우수하나<sup>13, 16, 26, 53, 58)</sup> 이식편 채취를 위한 부가적 수술이나 공급량의 제한 등의 단점을 갖는다.<sup>14, 15, 25, 31)</sup> 따라서 이러한 단점을 보완하기 위해 안모개선을 위한 재건성형술에 이종이식물(alloplastics)을 이용하게 되었고 titanium 등을 비롯한 여러 금속재료<sup>25, 46)</sup>와 hydroxylapatite 등의 도재물<sup>7, 54)</sup>이 사용되어 왔다. 그밖에도 petrolatum, paraffin 또는 celluloid의 주사에 의한 증대술이 행해졌고<sup>31)</sup>, 1940년대 부터 합성수지(plastic)인 polymethylmethacrylate (acrylic resin)<sup>14, 21, 39)</sup>,

polyamide (Nylon, Supramid)<sup>3, 8, 9, 10)</sup>, polyethylene<sup>10)</sup> 등이 사용되기 시작하여 polyvinylacohyol(Ivalon)<sup>8, 14, 17, 53)</sup>, polytetrafluoroethylene (Teflon)<sup>27, 31, 32, 36, 37, 52)</sup> 및 silicone rubber (Silastic)<sup>6, 19, 30, 33, 38, 39, 51, 57, 59)</sup> 등의 중합체가 성형외과 영역에서 널리 사용되어 왔다. 그러나 이들도 이식체로서 갖출 요구조건<sup>4, 10, 44, 58)</sup>에 있어 미비한 점이 있을 뿐아니라 조직내에서 적합성과 결합성에 제한을 가져<sup>9, 10, 21, 39, 46, 54)</sup> 새로운 재료의 개발을 위한 연구가 진행되었다. 1970년대에 이르러 다양한 세공성 합성재료가 소개되었으며 연성의 중합체로서 조작이 용이하고 세공구조를 가져 조직의 내성장을 유도함으로써 결합력과 생체적합성이 우수한 Proplast와 Porous Polyethylene이 개발되었다.

Proplast는 Teflon이라 불리우는 polytetrafluoroethylene에 유리체 탄소섬유(vitreous carbon fiber)가 결합된 중합체로서 평균 75um의 세공크기를 갖는다.<sup>5, 18, 21, 45, 49)</sup> Homsey등<sup>20)</sup> 이 다공성 이식체를 문헌상에 보고한 이래, 1973년 Homsey등<sup>21)</sup>에 의해 최초로 골내 이식시 Proplast 세공내로 조직이 내성장되는 재료의 특성과 임상응용이 보고되었고, 그후 Jancke등<sup>22)</sup>에 의한 전두동과 유양동이식, Freeman<sup>16)</sup>에 의한 골막하와 골막상방 이식 및 Arem<sup>1, 2)</sup> 등의 연조직 이식연구 등을 비롯한 다수의 임상 및 실험적 연구보고가 행해졌다.<sup>5, 9, 23, 45, 49, 55)</sup>

Porous High Density Polyethylene (이하 PHDPE)은 % 400um 직경의 평균 세공크기를 가진 중합체로서 1975년 Spector등<sup>48)</sup>은 피질골 상방 이식후 주사전자현미경적으로, Cestero와 Salyer<sup>11)</sup>는 골막하와 골막상방 이식후 광학현미경적으로 관찰하여 PHDPE내로 골조직이 내성장 했음을 최초로 문헌상에 보고하였다. 그후 Klawitter등<sup>24)</sup>은 골내 매식후

세공의 크기에 따른 PHDPE의 최적의 골성장에 대해, Spector등<sup>47)</sup>은 골내 매식후 시간경과에 따른 PHDPE내고의 골성장에 관하여 보고하였다. 그후로도 Shea와 Emmett<sup>48)</sup>, Mayer와 Sauer<sup>28)</sup>등을 비롯한 많은 연구가 시행되었다.<sup>4, 5, 9, 42, 43, 44, 49)</sup> 한편 Spector등<sup>49)</sup>은 피질골 절제후 이식재 상부가 인접골과 같은 높이가 되도록 이식한 Proplast와 PHDPE의 조직성장의 특징을 비교하였고, Berghaus등<sup>5)</sup>은 골내 매식과 골막하 이식을 시행한 후 두 이식재의 안정성을 비교하여 보고하였다.

이상과 같이 이식재료에 대한 선학들의 많은 연구보고가 행해졌고 특히 악안면 성형술과 재건술에 근래 널리 사용되고 있는 Proplast와 PHDPE에 대한 각각의 연구는 다소 진전을 보였으나 세공 구조로 구성되어 있으면서도 세공의 크기나 모양에 있어 차이가 나는 두 재료에 대해 다각적으로 비교 분석한 연구는 드물었으며 골막하 이식방법을 달리한 증대술에 대한 연구는 회귀하였다.

본 연구는 악안면 재건술과 성형술에 사용되는 보다 이상적인 이식재료와 그 근거를 구명하고 임상응용에 도움을 주기위하여 Proplast와 PHDPE를 사용해 가토 하악골의 피질골 상방 골막하 이식과 피질골 절제후 onlay 이식을 통한 증대술을 시행함으로써 골막하 이식방법의 차이에 따른 두 재료의 골형성, 조직반응 및 안정성에 관해 육안적, 광학현미경적 생체계측학적 및 주사전자현미경적으로 비교관찰하였다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

가. 실험동물 : 실험동물은 체중 2kg 내외의 건강한 잡종 가토 22 마리를 암수 구별없이 택하여 비교적 동일조건하에 사육되는 고형식이로 일정기간 사육한 후 실험에 사용하였다.

나. 실험재료 : 실험재료는 Proplast (PROPLAST<sup>®</sup> Lamsheeting, Vitek Inc., U.S.A.)와 PHDPE (MEDPOR<sup>™</sup> Sheets, Porex Tech. Corp., U.S.A.)를 일정한 크기(3×4×1.5mm)로 자른 다음, Proplast는 고압 증기로 멸균소독하고 PHDPE는 ethylene oxide 가스로 소독한 후 실험에 사용 하였다.

### 2. 실험방법

가. 증대술 : 먼저 실험동물은 11마리씩 실험

실험 A군과 실험 B군으로 분리하였다. 실험동물은 Ketamine HCl (Ketalar<sup>®</sup>m K.P., Yuhan Inc., Korea)을 사용하여 체중 kg당 10mg을 대퇴부에 근내 주사하여 전신마취한 후 하악골 골체부 피부에 Calcium Thioglycollate 연고 (Evaclin<sup>®</sup> oint., Samgong Pharma. Co., Korea)를 5분간 도포하여 제모하고 소독하였다. 골체부 중앙에 지혈을 목적으로 1 : 100,000 epinephrine을 함유한 2% lidocaine HCl을 피하주사하고 약 3cm 정도 절개를 가한다음 좌, 우측 골체부 외면에 접근하여 골막을 조심스럽게 박리하였다. 골면을 노출시킨 다음 준비된 이식재를 사용하여 실험 A군은 피질골 상방 골막하 이식, 실험 B군은 노출된 골체부에 생리식염수를 적하하면서 치과용 fissure bur로 회전엔진을 이용하여 3×4mm 크기의 협측 피질골을 약 1mm 가량 삭제한 다음 onlay 이식을 시행하였다. 각 실험군의 좌측에는 Proplast, 우측에는 PHDPE를 이식한 후 생리식염수로 충분히 세척하고 3-0 chromic과 3-0 black silk를 사용하여 골막을 포함한 상방 연조직을 층별 봉합하였다. 술후 감염을 방지하기 위해 Penicillin G (Benzacillin<sup>®</sup>, vial, Keunwha Pharma. Co., Korea)를 20,000 unit씩 1일 2회로 3일간 근내주사하였고 일정한 조건하에서 사육하였다.

나. 육안적 및 조직병리학적 관찰 : 실험동물은 이식 1주, 2주, 4주 및 8주 경과후 각 군별로 2마리씩 각각 희생시켜 양측 하악골을 적출해내어 육안적으로 관찰하였다.

조직표본 제작을 위해 10% Formocalcium 용액에 2-3일 고정하였으며 EDTA(pH 7.4)용액에 약 1-2개월간 탈회시켜 파라핀에 포매한 다음 4-6 um 두께의 조직절편을 제작하였고 Hematoxylin-Eosin 염색과 Trichrome 염색을 시행한 후 광학현미경으로 검정하였다.

다. 생체계측학적 검사 : 생체계측학적 검사를 위해 이식후 6주째 실험 A군과 B군을 2마리씩 희생시켜 양측 하악골을 적출한 다음 약 8×10mm의 일정한 크기로 이식재료를 포함한 하악골을 절제하였으며, 8개의 골편에 대해 이식재 상방 2mm지점에 생리식염수를 점적하면서 직경 1mm의 round bur를 사용하여 구멍을 뚫은 후 이식재 하방의 골침착부를 제거한 골시편을 제작하였다. 제작된 골시편은 생리식염수에 적신 거즈에 보관하여 실험

실로 운반하였고 특수하게 제작된 금속주형과 골시편을 골시편 상방의 구멍을 통해 직경 0.9mm의 고정용 강선으로 연결하였으며, 전단력을 가할 수 있도록 이식재와 골의 접합부에 강철로 된 갈고리를 접촉시킨 뒤 금속주형과 갈고리를 Universal testing machine (Instron Model 1115, Capacity 10 T, Instron Co., England)에 장착하였다. (그림 1). 골과 다공성 이식재의 접착력과 외력에 대한 안정성을 측정하기 위해, 좌, 우측 A군과 B군의 8개의 표본에 대해 전단시험을 시행하였다. 0.5mm/min.의 속도로 Instron을 작동시켜 골접촉부에서 이식재가 탈락될 때의 하중(gf)을 측정하였고 단위면적당 최대하중인 최대전단응력을 구하였다.

최대전단응력치 (Tm)를 계산하기 위해 다음과 같은 계산공식을 사용하였다.

$$m = \frac{F}{\Delta St}$$

여기서 F는 이식재가 탈락되는 최대하중값이고  $\Delta St$ 는 이식재의 단면적으로서 이식재의 크기인 3×4mm에 해당하는 값이다. 이 공식에 따라 하악골과 이식재 사이에 작용한 최대전단응력을 계산하여 상호 비교하였다.

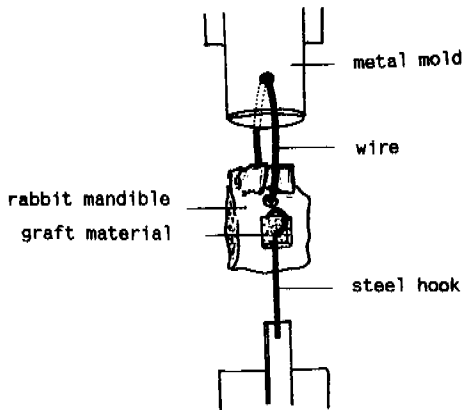


그림 1. Universal testing machine 에 골시편을 장착한 그림

라. 주사전자현미경적 실험 : 먼저 이식전의 Proplast와 PHDPE의 두 재료에 대한 주사전자현미경적 관찰을 위해 3×4mm로 제작된 표본을 50% gold-palladium 합금으로 coating 한 다음 주사전자현미경(JEOL 35-C, JEOL Co., Japan)의 관찰하였다.

이식 6주 경과후 각군 1마리씩의 실험동물을 회

생시켜 하악골을 적출한 다음 이식재료만을 제거하여 1일간 half-karnovsky's 용액에 전고정하고 potassium phosphate 완충용액 (pH 7.4, 0.1M)에서 30분간 세척하였으며 1% osmium tetroxide 용액에 약 2시간 고정하였다. 60%, 70%, 80%, 90% 및 100% alcohol에 각각 20분씩 탈수하였고 isoamylacetate에 20분 치환한 다음 critical point dry 한후 mounting하여 50% gold-palladium 합금으로 표본을 coating하여 주사전자현미경으로 관찰하였다.

### III. 실험성적

#### 1. 육안적 소견

모든 실험군에서 술부 감염, 이식재의 변형 및 전위 등의 소견은 관찰할 수 없었고 이식 직후의 원상을 유지하고 있었다. 피질골 상방 골막하 이식한 A군에서 Proplast군은 8주까지도 외가골의 형성을 볼 수 없었으나 상악골PHDPE군은 4주부터 외가골에 의해 싸여 있음을 볼 수 있었다.

피질골 절제후 onlay이식한 B군에서 Proplast군은 8주부터 부분적으로 외가골이 형성되어 있었던 반면 PHDPE군은 2주부터 이식재 인접 부위에 외가골이 형성되어 있었고 8주에는 정상골과 경계가 분명치 않을 정도로 골조직이 형성되어 있는 양상을 보였다.

#### 2. 광학현미경적 소견

##### 가. 피질골 상방 골막하 이식군

##### 1) Proplast군

a. 제 1 주 : 이식부와 Proplast는 약간의 결합조직 성분에 의해 연결되어 있었으며 Proplast내부의 세공에는 아직 결합조직이 관찰되지 않았고 다만 많은 적혈구로 구성된 혈병으로 채워져 있었을뿐 세포침윤은 보이지 않았다 (Fig. 1).

b. 제 2 주 : Proplast 내부 세공에는 혈병이 감소되고 trichrome 염색되어 청색을 나타내는 결합조직으로 채워져 있었으며 이 부위에 소수의 모세혈관이 관찰되었다. 또한 이 시기에서는 약간의 세포침윤이 관찰되고 간혹 다핵거대세포도 출현하였다 (Fig. 3)

c. 제 4 주 : 이 시기에 Proplast내 세공에는 혈병은 소실되어 거의 관찰되지 않고 방추형 세포와 함께 결합조직과 모세혈관은 2주에 비해 더 많이

관찰되었으며 carbon fiber와 같은 밀도를 갖는 세포들이 다수 출현하였다. 그러나 골형성 소견은 관찰되지 않았다 (Fig. 5).

d. 제 8 주 : Proplast내 세공에는 거의 결합조직 성분으로 채워져 있었으며 모세혈관이나 세포침윤은 현저히 감소되어 있었고 이 시기에 골형성은 역시 관찰되지 않았다 (Fig. 7).

## 2) PHDPE군

a. 제 1 주 : 이식부와 PHDPE 사이에 방추형의 세포와 함께 Proplast군에 비해 더 많은 결합조직으로 채워져 있었으나 아직 세공내에서는 결합조직이 관찰되지 않고 혈병으로 채워져 있었으며 세포침윤은 관찰되지 않았다 (Fig. 2).

b. 제 2 주 : 세공에는 결합조직 성분이 풍부하였으며 섬유모세포로 추정되는 방추형의 세포가 다수 관찰되었다. 혈병은 소실되고 모세혈관이 Proplast 이식군에 비해 더 많이 관찰되고 이식부에 인접한 일부 세공에는 trichrome 염색에서 청색을 띠는 소량의 유골조직도 관찰되었다. 세공내 세포의 침윤은 Proplast 이식군에 비해 현저히 적었다 (Fig. 4).

c. 제 4 주 : PHDPE 중심부에 가까운 세공에는 모세혈관과 큰 혈관이 나타났고 trichrome 염색에서 더 진한 청색을 띤 골 spicule이 관찰되었다. 이식부에 인접한 세공에는 골소와내 골세포를 갖는 정상골과 유사한 골이 형성되었고 이들은 이식부와 연속성은 없었다. 또한 이 시기에 세포 침윤은 거의 관찰되지 않았다 (Fig. 6).

d. 제 8 주 : 세공내의 결합조직에서 trichrome 염색으로 자색을 띤 신생골 형성과 함께 부분적으로

이식부와 연속성이 있는 골성장 소견이 관찰되었다. 상대적으로 결합조직은 감소되어 있었고 세포침윤은 보이지 않았다 (Fig. 8)

나. 피질골 절제후 onlay이식군

## 1) Proplast군

a. 제 1 주 : 이식부와 Proplast 사이에 결합조직과 세포침윤이 관찰되었고 중심부에는 혈병으로 채워져 있었다 (Fig. 9).

b. 제 2 주 : Proplast 내부 세공에는 혈병의 감소와 함께 소수의 모세혈관이 출현하였고 전반적으로 결합조직이 관찰되었으며 세포침윤이 보였다. 또한 이 시기에는 일부 이식부에 인접한 세공에서 유골조직이 관찰되었다 (Fig. 11).

c. 제 4 주 : Trichrome 염색에서 청색을 띤 골조직이 2주에 비해 더 많이 증식되었으며 결합조직과 모세혈관도 더 증식되었고 소수의 세포침윤이 관찰되었다 (Fig. 13).

d. 제 8 주 : 이 시기에서는 Proplast 중심부에서 가까운 세공까지 골조직이 증식되었고 주로 이식부와 연속성이 있는 골성장 소견을 보였다. 결합조직은 상대적으로 감소하였으며 세포침윤도 현저히 감소하였다 (Fig. 15).

## 2) PHDPE군

a. PHDPE 중심부 세공에는 혈병과 많은 결합조직이 관찰되었고 세포침윤은 보이지 않았다 (Fig. 10).

b. 제 2 주 : 이 시기의 PHDPE 내부 세공에는 대부분 결합조직이 망상으로 침투해 있고 다수의 섬유모세포가 출현하였으며 A군이나 Proplast군에 비해 더 크고 증식된 골조직이 결합조직 사이에서

<Table 1> The results of shear test of the rabbit mandible

Group Specimen Items	A				B			
	Proplast		PHDPE		Proplast		PHDPE	
	S 1	S 2	S 1	S 2	S 1	S 2	S 1	S 2
F	150	225	995	1080	450	340	1420	1250
m	12.5	18.8	79.6	90.0	37.5	28.3	118.3	104.2
m	15.7±4.5*		84.8±7.4*		32.9±6.5*		111.3±9.9*	

F : peak load ¼gf%

m : maximum shear stress¼gf/mm<sup>2</sup>)

m : mean maximum shear stress (gf/mm<sup>2</sup>)

\* : standard deviation values

관찰되었다. 또한 혈병의 소실과 함께 모세혈관이 관찰되었고 세포침윤은 거의 관찰되지 않았다. 한편 이식부에 인접한 세공에는 이식부와 연속성이 있는 골성장이 관찰되었다 (Fig. 12).

c. 제 4 주 : 이 시기에는 PHDPE 중심부 세공의 결합조직 사이에서 trichrome 염색시 자색을 띤 신생골의 형성과 이식부와 연결되어 성장되고 있는 골조직을 뚜렷하게 볼 수 있었다. 모세혈관은 2주와 유사하게 증식되어 있었고 세포침윤은 거의 관찰되지 않았다 (Fig. 14).

d. 제 8 주 : PHDPE 세공내로 이식부와 연속성이 있는 골성장과 중심부 세공의 결합조직에서 신생골 형성이 현저하며 정상골과 유사한 골소주 구조를 볼 수 있었고 A군에 비해 전체적으로 골수조직이 관찰되었다 (Fig. 16).

### 3) 생체계측학적 성적

Table 1은 진단시험 결과로서 하악골에 증대술을 시행한 이식 6주 경과후 최대전단응력은 B군의 PHDPE에서 111.3gf/mm<sup>2</sup>, A군의 PHDPE에서 84.8gf/mm<sup>2</sup>, B군 Proplast에서 32.9gf/mm<sup>2</sup>, A군 Proplast에서 15.7gf/mm<sup>2</sup>의 순으로 나타났다(p<0.001).

## 4. 주사전자현미경적 소견

### 가) 이식전

이식전 3×4×15mm 크기로 형성된 표본에 대해 주사전자현미경으로 관찰한 결과 Proplast는 탄소 섬유가 Teflon 합성수지에 수지상으로 혼합되어 있는 적층형태의 이방성 구조를 보였고 약 50-180um의 세공크기를 보였다 (Figs. 17, 18).

PHDPE는 Proplast와는 다른 형태의 비교적 규칙적인 다방성 구조를 보였고 약 400-500um의 세공크기를 보였다 (Figs. 19, 20).

### 나) 이식 6주 경과후

이식부에 수직방향으로 이식재의 절단면을 관찰한 결과 모든 실험군에서 이식재의 세공 사이에 결합조직의 내성장 소견을 보였으며 A군의 Proplast군에서는 carbon 막대 사이에 주로 섬유성분의 조직이 관찰 (Fig. 21)된 반면 B군의 Proplast에서는 섬유성분과 함께 소량의 골조직이 관찰되었다 (Fig. 22). PHDPE군에서는 거의 모든 세공을 채우는 골조직이 spicule의 형태로 관찰되었고 A군과 B군의 차이는 현저하지 않았다 (Fig. 23, 24).

## IV. 총괄 및 고찰

증대술(augmentation)은 경조직이나 연조직의 골괴수복술의 일종으로서<sup>14, 25)</sup> 악안면 영역에서는 악골된계를 전후, 수직 및 측방으로 개선해주고 위축된 골조직의 증대 또는 위치의 유지를 위한 최적의 치조제 형성등의 목적을 갖는다.<sup>14, 25, 50)</sup> 심미적이고 기능적인 악안면골을 형성해주기 위한 증대술은 주로 소하악증, 안장코 및 안면형성부전증 등의 선천적 기형<sup>14, 31, 39, 51, 55)</sup>과 외상후 함몰된 골절부<sup>3, 36, 37, 54, 55)</sup>, 심한 치조골 흡수<sup>7, 34)</sup> 또는 안면 연조직 성형<sup>14, 36, 45)</sup> 등에 적용된다.

일반적으로 증대술을 위한 이식부위로는 골막상 이식과 골막하 이식이 시행될 수 있다. Converse<sup>14)</sup>와 Freeman<sup>18)</sup>은 이식재를 골막하에 이식한 경우 골 흡수를 보이므로 외형수복에 있어서 골막상방 이식이 유리하다고 하였다. 반면에 Cestero와 Saylor<sup>11)</sup>는 PHDPE 이식실험 결과 골막상방 이식군에서는 골성장이 되지 않고 혈관유입도 거의 없으며 15주 후에는 정출되는 현상을 보인데 비해 피질골 상방 골막하 onlay 이식군에서는 골과 혈관의 형성을 보였다고 하였고, Whitaker<sup>55)</sup>도 Proplast를 골막하에 이식하였을때 더욱 완전한 고정을 얻을 수 있다고 하였다. 따라서 본 연구에서는 이식부위로서 골막하 이식을 선택하였고 피질골 제거 여부가 이식재의 골형성과 안정성에 미치는 영향을 구명하기 위하여 피질골 상방과 피질골 절제후 onlay 이식군으로 나누어 비교 연구하였다. 본 연구 결과 육안적으로 모든 실험군에서 술부 감염, 이식재의 변형 및 전위 등은 관찰되지 않았으며 피질골 상방 이식한 Proplast군에서는 8주까지도 외가골의 형성을 볼 수 없었던 반면 PHDPE군은 4주부터 외가골에 의해 싸여 있었고 피질골 절제후 onlay이식군에서는 Proplast군은 8주부터, PHDPE군은 2주부터 외가골의 형성을 보였다. 생체계측학적으로는 6주째 절제후 이식군이 피질골 상방 이식군보다 전단응력이 크게 나타나 접착력과 안정성이 우수한 것으로 평가되었다. 조직병리학적으로는 피질골 상방 이식군에 비해 피질골 절제후 이식군에서 조직반응을 유사했으나 골형성이 빠르게 나타났으며 피질골 상방의

Proplast군에서는 8주까지 골성장이 관찰되지 않았다. 이러한 결과는 피질골을 절제할 경우 혈액공급이나 조골세포의 유도가 더욱 용이하기 때문에 나타난 것으로 추정된다. 따라서 골성장이나 골흡수에 대해서는 앞으로 더 장기간의 관찰을 통해 안보의 합물이나 골흡수의 증거가 심하지 않다면 중대술시 피질골 절제후의 이식함으로써 더 신속한 골성장을 통해 만족스러운 접착력과 안정성을 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구에 사용된 Proplast와 PHDPE (Porous High Density Polyethylene)는 세공성 합성재료로서 조각이 용이하고 조직성장에 충분한 세공구조를 가지며 생체적합성과 결합력이 우수한 것으로 알려져 있다. Proplast는 Teflon과 탄소섬유로 구성된 적층구조(laminated structure)를 이루고 200um 이상의 수직상의 세공 격자 (dendritic pore interconnection)를 가지며 약 75um의 평균 세공 크기와 약 70-90%의 세공부피를 갖는다.<sup>1, 2, 5, 18, 21, 25, 45, 49)</sup> PHDPE는 광범위한 용해범위를 갖는 저압 polyethylene가루의 소결 sintering) 과정에 의해 만들어지며 직경 200um 이상 (평균 약 400um)의 세공 크기를 갖고 약 40%의 다공성을 함유하는 최근에 개발된 중합체이다.<sup>4, 5, 49)</sup> 본 연구의 주사전자현미경 소견에서 Proplast는 탄소섬유가 Teflon에 수직상으로 혼합되어 있는 적층형태의 불규칙한 이방성 구조를 보였고 약 50-180um의 세공 크기를 보였다. PHDPE는 비교적 규칙적인 다방성 구조를 보였고 약 400-500um의 세공 크기를 보였다.

일반적으로 이식에 세공성 재료를 채택하는 목적은 숙주와 이식재 사이에 더 생리적인 상호작용을 얻기 위함인데 세공내로의 조직의 내성장을 허용해 이식재의 전위나 불안정성을 막고 기계적인 강도를 증진시키려는 것이다.<sup>12, 21, 29, 34, 35, 56)</sup> Homsey<sup>등</sup><sup>21)</sup>은 세공크기가 약 20um보다 더 커야 구조내로 조직이 들어오며 세공 크기와 세공이 차지하는 비율이 증가하면 조직내 성장정도를 증진시키지만 세공 크기가 작으면 조직성장양은 감소하고 시간도 더 늦어진다고 하였다. 또 조골세포의 증식에 의해 형성되는 골석회화에 필요한 최적의 세공 크기는 100um 이상이라고 하였고 이러한 사실은 그 후의 여러 연구<sup>12, 24, 29, 35, 55)</sup>에 의해 뒷받침 되었다. 세공성 재료를 이용한 실험에서 Cestero와 Salyer<sup>11)</sup>는 PH-

DPE내로 골성장하는 것을 광학현미경으로 관찰한 결과 초기골성장은 더 큰 세공 크기를 갖는 이식재에서 잘 발생되나 30주가 되면 별차이가 없다고 하였고, Spector<sup>등</sup><sup>49)</sup>은 Proplast와 PHDPE를 미세방사선과 조직학적으로 비교관찰한 연구에서 400um의 세공크기를 갖는 PHDPE군에서 골내성장이 2주부터 시작되어 8주후엔 정상골과 유사한 골형성 소견을 보였고 약 75um의 세공크기를 갖는 Proplast군에서 20주까지 인접골에 부착되지 않는 섬유조직만이 증식된다고 보고하였다. 본 연구에서는 Cestero와 Salyer<sup>11)</sup>의 연구에서와 같이 피질골을 절제한 이식군의 경우 세공의 크기가 더 큰 PHDPE군이 Proplast군에 비해 더욱 신속하고 다량의 골형성을 나타낸 반면 피질골 상방에 이식한 Proplast군에서는 Spector<sup>등</sup><sup>49)</sup>의 연구결과와 같이 골성장에 필요한 충분한 세공 크기를 가지면서도 8주까지 골성장 소견을 세공의 크기뿐만 아니라 이식상의 상태와 재료자체의 구제 및 조작방응에도 영향을 받는 것으로 사료된다.

본 연구의 조직반응에 있어서 PHDPE군에서는 세포침윤이 거의 존재하지 않은 반면 Proplast군에서는 거의 모든 시기에 염증이나 이물반응을 나타내는 것으로 생각되는 세포침윤이 있었으며 소수의 거대세포가 출현하였고 피질골 상방 이식군의 4주 소견에는 carbon fiber와 같은 밀도를 세포들이 다수 관찰되었다. 이러한 결과는 PHDPE군에서는 염증세포나 거대세포가 거의 없는 반면 Proplast군에서는 모든 시기에서 거대세포가 발견되었다는 Spector<sup>등</sup><sup>49)</sup>의 연구와 특히 4주 후에 거대세포가 많이 나타난다고 보고한 Arem<sup>등</sup><sup>1, 2)</sup>의 연구와 유사한 것으로 사료된다. 또한 Proplast이식군에서 carbon과 같은 밀도로 나타난 세포는 Proplast의 성분중 carbon fiber로 인해 유도된 탁식세포로 추정된다. 따라서 주로 조직반응과 이식재의 동요가 문제가 되는 중대술시에 생체적합성이 보장된다면 carbon과 유사한 성분이 함유되어 있지 않으면서 세공 크기가 더 큰 재료를 사용하는 것이 조직반응의 측면에서 더욱 유용할 것으로 기대된다.

Proplast와 PHDPE의 조직 내성장의 기전에 대한 연구는 기본적으로 세공 크기와 세공구조에 그 근거를 두고있다.<sup>1, 2, 47, 49)</sup> Homsey<sup>등</sup><sup>21)</sup>은 Proplast의 조직성장에 관해 초기에는 이식이 형성된 혈중에서

소성의 미성숙 교원질이 나타나고 주위골과 조직으로부터 대사성 증식을 하면서 교원질의 성숙화가 진행된다고 하였고, Cestero와 Salyer<sup>11)</sup>는 이식재 내로 무세포성 기질 (acellular ground substance)을 동반한 혈관종식이 골쪽에서 일어나고 이것이 유골 (osteoid)로 대체된 뒤에 석회화되어 성숙골로 변한다고 보고하였다. 시간의 경과에 따른 골내성장고 골형성 기전에 대해 Spector등<sup>47)</sup>은 초기에 이식재 내로 osteoprogenitor mesenchyme이 들어온 다음 골화가 인접피질골과 수질골의 경계부로부터 방사상으로 진행된다고 하였으며 5-6주면 이식체의 섬유조직이 골조직과 혈액생성 골수로 대체된다고 하였다. 그후 Spector등<sup>48)</sup>은 세공내에 형성된 혈병이 인접 골수에서 유래된 osteoprogenitor mesenchyme으로 대체된후에 조골세포에 의해 골수나 골소주로 분화되는 경우와 초기에 골화과정이 장애를 받을 때는 섬유성 교원조직이 반흔조직으로 대체된 경우로 나뉘어지며 후자는 모상골로부터의 부가성 골성장을 통해 점차 골과 골수로 대체되거나 무한정하게 반흔조직으로 남는다고 하였다. 본 연구에서는 모든 실험군에서 초기에 형성된 혈병이 조직의 성장과 함께 점차 소실되었으며 약 1-2주에 걸쳐 osteoprogenitor mesenchyme으로 생각되는 섬유조직이 출현하였다. 피질골 상방 골막하 이식한 A군의 경우 Proplast군은 8주까지 골형성을 보이지 않는 반면 PHDPE군은 2주부터 소량의 유골조직이 나타나 8주에는 신생골 형성과 함께 부가성 골성장이 관찰되었다. 피질골 절제후 onlay이식한 B군의 경우 Proplast군과 PHDPE군 모두 2주때부터 나타나 8주에는 Proplast군에서도 뚜렷한 골성장 소견을 보였으나 PHDPE군에서 더 신속히 다량의 골이 형성되었다. 또한 골형성의 양상에 있어서 Proplast군은 주로 이식부와 연속성이 있는 부가성 골성장이 있는 반면 PHDPE군은 이식부와 연속성이 있는 부가성 골성장과 함께 세공내의 결합조직에서 신생골 형성이 혼합된 형태를 보였다. 이것은 시기의 차이는 있지만 Spector등<sup>49)</sup>과 Cestero와 Salyer<sup>11)</sup> 등이 제시한 골형성 기전과 유사한 결과를 나타낸 것으로 사료된다. 특히 골형성 양상에 있어서 PHDPE군은 조골세포에 의한 골형성 과정과 섬유교원조직을 거친후 점차 부가성 골 성장에 의한 골형성 기전이 모두 나타난 것으로 생각되고 Prop-

last군은 초기 골화 과정이 억제된 다음 섬유교원 조직으로부터 부가성 골성장이 진행된 것으로 추정된다. 따라서 이러한 골형성 정도와 골형성 양상의 차이는 이식재의 세공크기와 구조 및 이식상의 상태에 의존하는 것으로 사료된다.

본 연구에서는 골형성에 따른 골과 두 이식재 사이의 접착력과 외력에 대한 안정성을 구명하기 위하여 전단시험을 시행한 결과 최대 전단응력으로 A군 Proplast의 경우 15.7gf/mm<sup>2</sup>, A군 PHDPE군은 84.8gf/mm<sup>2</sup>, B군 Proplast군의 경우 32.9gf/mm<sup>2</sup>였고, B군 PHDPE군은 113.3gf/mm<sup>2</sup>를 나타내었다. 따라서 통계학적 유의성은 없었으나 A군에 비해 B군에서, Berghaus등<sup>5)</sup>의 연구에서와 같이 Proplast군에 비해 PHDPE군에서 (p<0.05) 전단응력이 크게 나타나 각각 접착력과 안정성이 우수하고 변형가능성이 적은 것으로 평가되었다. 이러한 결과를 조직학적 실험결과와 비교해 볼때 골형성정도에 비례하여 골과 이식재 사이의 최대 접착력과 안정성이 증가한 것으로 사료되었다. 이식재의 기계적 성질에 대한 실험에서 Homby등<sup>21)</sup>은 임상적으로 이식된 골격 보철물이 성공하기 위해서는 2-3주내에 실질적인 하중의 압박을 수용해야 한다고 하였고, 세공성 재료의 기계적 성질은 세공 크기와 세공성에 따라 다양하나 초기에 조직의 수용을 얻어야 적절하게 유지될 수 있다고 하였으며, Klawitter등<sup>24)</sup>도 골과 세공성 재료사이의 전단응력검사에서 최대 접착력을 얻기 위해서는 6-16 주가 소요된다고 하였다. Spector등<sup>49)</sup>은 Proplast가 낮은 탄성율과 인장력으로 인해 이식중에 변형을 피하기가 어렵다고 하였고 Mayer와 Sauer<sup>28)</sup>는 PHDPE와 골의 결합시 파절력을 시간에 따라 증식된 조직의 석회화 양에 의해 더 강하게 나타난다고 하였다. 한편 Berghaus등<sup>5)</sup>은 두개골에 이식한 Proplast와 PHDPE의 안정성의 비교에서 상악골PHDPE는 적절한 골결합과 함께 더욱 안정성이 있는 것으로 나타난 반면 Proplast는 6개월 후에도 세공부피의 25% 이상이 골로 채워진 경우가 없었으며 이식부위에서 변형과 재료의 분열을 보였다고 보고하였다.

본 연구는 기간에 있어서 8주까지만 관찰하여 이식재 하방의 골흡수에 관하여 미세방사선학적으로 관찰하지 못한 미흡한 점이 있으나 성형이나 재건에 필요한 다양한 증대술을 위한 이식방법과



이상적인 이식재료의 선택 및 사용에 다소 도움을 줄수 있을 것으로 기대된다. 앞으로도 여러 종류의 이식재료와 술식을 사용하여 그에 따른 골형성과 조직반응 등에 대하여 일정한 기간별론 장기간에 걸쳐 다각적인 연구를 계속하여 임상에 올바르게 적용함으로써 보다 바람직한 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

## V. 결 론

본 연구는 최근 악안면 성형술과 재건술에 널리 사용되고 있는 연성의 중합체로서 세공성 구조를 갖는 Proplast와 PHDPE를 사용하여 이식 방법의 차이에 따른 두재료의 골형성, 조직반응 및 안정성을 비교 연구하기 위해 가토 하악골의 피질골 상방 골막하 이식한 A군과 피질골 절제후 onlay 이식한 B군으로 나누어 증대술을 시행한 다음 실험동물을 이식 1주, 2주, 4주 및 8주 경과후 각각 희생시켜 육안적 및 광학현미경적으로 관찰하였고, 6주 경과후 채취한 표본에 대해 생체계측학적 및 주산전자현미경적으로 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 모든 실험군에서 육안적으로 술부의 감염, 이식재의 변형 및 전위는 관찰되지 않았다.

2. A군에 비해 B군에서 신속하고 증가된 골형성과 더 높은 안정성을 보였으며 조직반응은 유사하였다.

3. 조직반응에 있어서 Proplast군에서는 탐식세포와 세포침윤을 보였으나 PHDPE군에서는 거의 나타나지 않았다.

4. A군의 골형성에서 Proplast군은 8주까지 골형성을 보이지 않는 반면, PHDPE군은 2주부터 소량의 유골조직이 나타나 8주에는 신생골 형성과 함께 부가성 골성장을 보였다.

5. B군의 골형성에서 Proplast군과 PHDPE군 모두 골형성 소견을 보였으나 PHDPE군에서 더욱 신속하고 다량의 골형성을 나타내었다.

6. 골형성양상에 있어서 Proplast군은 주로 이식부와 연속성이 있는 부가성 골성장의 경향을 보인 반면 PHDPE군은 이식부로부터 부가성 골성장과 함께 세공내의 결합조직에서 신생골 형성이 혼합된 형태로 나타났다.

7. 최대 전단응력은 B군의 PHDPE에서 111.3gf/mm<sup>2</sup>, A군의 PHDPE에서 84.gf/mm<sup>2</sup>, B군의 Proplast에서 32.9gf/mm<sup>2</sup>, A군의 Proplast에서 15.7gf/mm<sup>2</sup>의 순으로 나타났다.

이상의 결과는 골형성능과 골과 이식재 사이의 안정성이 이식재 자체의 세공 크기와 구조, 이식상의 상태 및 조직반응에 의존함을 시사한 것이다.

## 참 고 문 헌

1. Arem, A.J., and Madden, J.W. : Soft tissue response to blood-impregnated proplast. *Plast. Reconst. Surg.*, 58 : 580, 1976.
2. Arem, A.J., Rasmussen, D., and Madden, J.W. : Soft tissue response to Proplast : Quantitation of scar ingrowth. *Plst. Reconst. Surg.*, 61 : 214, 1978.
3. Beekhuis, G.J. : Augmentation mentoplasty with polyamide mesh. *Arch. Otolaryngol.*, 110-364, 1984.
4. Berghaus, A. : Porous polyethylene in reconstructive head and neck surgery. *Arch. Otolaryngol.*, 111 : 154, 1985.
5. Berghaus, A., Mulch, G., and Handrock, M. : Porous polyethylene and Proplast : Their behavior in a bony implant bed. *Arch. Oto-Rhino-Larynol.*, 240 : 115, 1984.
6. Bessette, R.W., Cowper, T., Natiella, J., Meenaghan, M., Shatkin, S., and Schaaf, N. : Histological evaluation of pore size in silicone implants in Rhesus monkeys. *Ann. Plast. Surg.*, 7 : 447, 1981.
7. Block, M.S., and Kent, J.N. : Healing of mandibular ridge augmentations using hydroxylapatite with and without autogenous bone in dogs. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 43 : , 1985.
8. Boucher, L.J., and Surwillo, E.J. : The effects of plastic implants on the jaws and adjacent tissues of the rabbit. *J. Pros. Dent.*, 19 : 514, 1968.
9. Brown, B.L., Neel III, H.B., and Kern, E.B. : Implants of Supramid, Proplast, Plasti-pore, and Silastic. *Arch. Otolaryngol.*, 105 : 605, 1979.
10. Browning, C.W., and Walker, R.V. : The use of alloplastics. *Am. J. Ophthalmol.*, 60 : 684, 1965.

11. Cestero, H.J., and Salyer, K.E. : Bone growth into porous carbon, polyethylene, and Polyethylene prostheses. *J. Biomed. Mat. Res. Symp.*, 6 : 1, 1975.
12. Chiroff, R.T., White, E.W., Weber, J.N., and Roy, D.M. : Tissue ingrowth of replamineform implants. *J. Biomed. Mat. Res., Symp.*, 6 : 29, 1975.
13. Constantinides, J., Zachariades, N. : Homogenous bone grafts to the mandible. *J. Oral Surg.*, 36 : 599, 1978.
14. Converse, J.M. : *Reconstructive plastic surgery.* 2nd ed., W.B.Saunders Co., Philadelphia, pp. 313, 392, 1384, 1977.
15. Davis, W.H., Martinoff, J.T., Kaminski, R.M. : Long-term follow-up of transoral rib grafts for mandibular atrophy. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 42-606, 1984.
16. DeChamplain, R.W. : Mandibular reconstruction. *J. Oral Surg.*, 31 : 448, 1973.
17. Freeman, B.S. : Complications following subcutaneous insertion of plastic sponges. *Plast. Reconstr. Surg.*, 15 : 149, 1955.
18. Freeman, B.S. : Proplast, a porous implant for contour restoration. *Brit. J. Plast. Surg.*, 29 : 158, 1976.
18. Freeman, B.S. : Proplast, a porous implant for contour restoration. *Brit. J. Plast. Surg.*, 29 : 158, 1976.
19. Hegggers, J.P., Kossovsky, N., Parsons, R.W., Robson, M.C., Pelley, R.P., and Raine, T.J. : Biocompatibility of silicone implants. *Ann. Plast. Surg.*, 11 : 38, 1983.
20. Homsy, C.A., Cain, T.E., Kessler, F.B., Anderson, M.S., and King, J.W. : Porous implant systems for prosthesis stabilization. *Clin. Orthop.*, 89 : 220, 1972.
21. Homsy, C.A., Kent, J.W., and Hinds, E.C. : Materials for oral implantation-biological and functional criteria. *J.A.D.A.*, 86 : 817, 1973.
22. Janeke, J.B., Komorn, R.M., and Cohn, A.M. : Proplast in cavity obliteration and soft tissue augmentation. *Arch. Otolaryngol.*, 100 : 24, 1974.
23. Kent, J.N., Block, M.S., Homsy, C.A., Prewitt III, J.M., and Reid, R. : Experience with a polymer glenoid fossa prosthesis for partial or total temporomandibular joint reconstruction. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 44 : 520, 1986.
24. Klawitter, J.J., Bagwell, J.G., Weinstein, A.M., Sauer, B.W., and Pruitt, J.R. : An evaluation of bone growth into Porous High Density Polyethylene. *J. Biomed. Mat. Res.*, 10 : 311, 1976.
25. Kruger, G.O. : *Textbook of Oral and Maxillofacial surgery.* 6th ed., The C.V.Mosby Co., Louis, p. 484, 1984.
26. Kusiak, J.F., Zins, J.E., and Whitaker, L.A. : The early revascularization of membranous bone. *Plast. Reconstr. Surg.*, 76 : 510, 1985.
27. LeVeen, H.H., and Barberio, J.R. : Tissue reaction to plastic used in surgery with special reference to Teflon. *Ann. Surg.*, 129 : 74, 1949.
28. Mayer, R.D., and Sauer, B.W. : Fracture of porous Polyethylene-bone composite. *J. Biomed. Mat. Res.*, 17 : 59, 1983.
29. Merritt, K., Shafer, J.W., and Brown, S.A. : Implant site infection rates with porous and dense materials. *J. Biomed. Mat. Res.*, 13 : 101, 1979.
30. Mullison, E.G. : Silicones in head and neck surgery. *Arch. Otolaryngol.*, 84 : 91, 1966.
31. Neel III, H.B. : Implants of Gore-Tex. *Arch. Otolaryngol.*, 109 : 427, 1983.
32. O'Brien, C.J., Wilson, E.A., Velkou, D., Harris, J.P., and May, J. : Experimental microvascular polyvinylacohyol grafts : 6-month patency-*Plast. Reconstr. Surg.*, 76 : 748, 1985.
33. Peled, I.J., Wexler, M.R., Ticher, S., and Lax, E.E. : Mandibular resorption from silicone chin implants in children. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 44 : 346, 1986.
34. Piexuch, J.F. : Augmentation of the atrophic edentulous ridge with porous replamineform hydroxypapatite (interpore-200). *Dent. Clin. North Am.*, 30 : 291, 1986.
35. Picuch, J.F., Goldberg, A.J., Shastry, C.V., and Chrzanowski, R.B. : Compressive strength of im-

- planted porous replamineform hydroxyapatite. *J. Biomed. Mat. Res.*, 18 : 39, 1984.
36. Polley, J.W., and Ringler, S.L. : The use of Teflon in orbital floor reconstruction following blunt facial trauma : A 20-year experience. *Plast. Reconstr. Surg.*, 79 : 39, 1987.
  37. Quereau, J.V.D., and Souders, B.F. : Feflon implant to elevate the eye in depressoed fracture of the orbit. *Arch. Ophthalmol.*, 55 : 685, 1956.
  38. Rees, T.D., and Ashley, F.L. : Treatment of facial atrophy with liquid silicone. *Am. J. Surg.*, 111 : 531, 1966.
  39. Robinson, M., Calif, S.M., and Shuken, R. : Bone resorption under plastic chin implants. *J. Oral Surg.*, 27 : 116, 1969.
  40. Salama, R. : Xenogeneic bone grafting in humans. *Clin. Orthop.*, 174 : 113, 1983.
  41. Salama, R., and Weissman, S.L. : The clinical use of combined xenografts of bone and autologous red marrow : A preliminary report. *J. Bone Joint surg.*, 60B : 111, 1978.
  42. Sanna, M., Gamoletti, R., Scandellari, R., Delogu, P., Magnani, M., and Zini, C. : Autologous fitted incus versus plastipore TMTORP in ossicular chain reconstruction. *J. Laryngol. Otol.*, 99 : 137, 1985.
  43. Sauer, B.W., and Lade, R.B. : Porous high density Polyethylene (PHDPE) autogenous tissue tracheal prosthesis. *Trans. Am. Soc. Art. Int. Organs*, 28 : 369, 1982.
  44. Shaber, E.P. : Vertical interpositional augmentation genioplasty with porous Polyethylene. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.*, 16 : 678, 1987.
  45. Shea, J.J., and Emmett, J.R. : Biocompatible ossicular implants. *Arch. Otolaryngol.*, 104 : 191, 1978.
  46. Shklar, G., Hodosh, M., and Povar, M. : Tissue reaction to the plastic implant. *Oral Surg.*, 22 : 349, 1966.
  47. Spector, M., Flemming, W.R., and Kreutner, A. : Bone growth into porous high-density Polyethylene. *J. Biomed. Mat. Res. Symp.*, 7 : 595, 1976.
  48. Spector, M., Flemming, M.P., and Sauer, B.W. : Early tissue infiltration in porous Polyethylene implants into bone : A scanning electron microscope study. *J. Biomed. Mat. Res.*, 9 : 537, 1975.
  49. Spector, M., Harmon, S.L., and Kreutner, A. : Characteristics of tissue growth into proplast and porous Polyethylene implants in bone. *J. Biomed. Mat. Res.*, 13 : 677, 1979.
  50. Swart, J.G.N., and Allard, R.H.B. : Subperiosteal only augmentation of the mandible : A clinical and radiographic survey. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 43 : 187, 1985.
  51. Taicher, S., Sela, M., Lewin-Epstein, J., Wexler, W.R., and Peled, I.J. : Use of polydimethylsiloxane subdermal implants for correcting facial deformities in Down's syndrome. *J. Pros. Dent.*, 52 : 264, 1984.
  52. Taylor, S.R., and Gibbons, D.F. : Effect of surface texture on the soft tissue response to polymer implants. *J. Biomed. Mat. Res.*, 17 : 205, 1983.
  53. Topazian, R.G. : Use of alloplastics for ridge augmentation. *J. Oral Surg.*, 29 : 792, 1971.
  54. Waite, P.D., and Matukas, V.J. : Zygomatic augmentation with hydroxylapatite. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 44 : 349, 1986.
  55. Whitaker, L.A. : Aesthetic augmentation of the malar-midface structures. *Plast. Reconstr. Surg.*, 80 : 337, 1987.
  56. White, R.A., Weber, J.N., and White, E.W. : Replamineform : A new process for preparing porous ceramic, metal, and polymer prosthetic materials. *Science*, 17 : 922, 1972.
  57. Wilkinson, T.S. : Complications in aesthetic malar augmentation. *Plast. Reconstr. Surg.*, 71 : 643, 1983.
  58. Wolfe, S.A. : Autogenous bone grafts versus alloplastic material in maxillofacial surgery. *Clin. Surg.*, 9 : 539, 1982.
  59. Worsing, J.R.r.A., Engber, W.D., and Large, T.A. : Reactive synovitis from particulate silastic. *J. Bone Joint Surg.*, 64 : 581, 1982.

## EXPLANATION OF FIGURES

Fig. 1. Proplast of A group after 1 week : (LM, H-E,  $\times 500$ )

Connective tissue between Proplast and underlying bone and blood clot in central pore of Proplast are observed.

Fig. 2. PHDPE of A group after 1 week : (LM, Tri.,  $\times 250$ )

Blood clot and peripheral connective tissue in PHDPE structure are observed.

Fig. 3. Proplast of A group after 2 weeks : (LM, Tri.,  $\times 900$ )

Connective tissue and cellular infiltrations in Proplast are observed.

Fig. 4. PHDPE of A group after 2 weeks : (LM, Tri.,  $\times 250$ )

Proliferation of fibrovascular structures in center and osteoid tissues in periphery adjacent underlying bone are revealed.

Fig. 5. Proplast of A group after 4 weeks : (LM, H-E,  $\times 900$ )

Cellular infiltrations and macrophages containing density similar to carbon fiber are observed. But there is no new bone formation.

Fig. 6. PHDPE of A group after 4 weeks : (LM, H-E,  $\times 250$ )

Active proliferation of bony tissues in fibrovascular structure are observed.

Fig. 7. Proplast of A group after 8 weeks : (LM, Tri.,  $\times 500$ )

More connective tissue proliferation is observed and cellular infiltrations are not shown. but new bone formation is not revealed as ever.

Fig. 8. PHDPE of A group after 8 weeks : (LM, H-E,  $\times 250$ )

New bone formation and direct bony ingrowth connected with underlying bone are observed.

Fig. 9. Proplast of B group after 1 week : (LM, H-E,  $\times 900$ )

Cellular infiltrations and connective tissue in the periphery of graft material are observed.

Fig. 10. PHDPE of B group after 1 week : (LM, H-E,  $\times 250$ )

The large amount of connective tissue in central pore of PHDPE is revealed.

Fig. 11. Proplast of B group after 2 weeks : (LM, Tri.,  $\times 500$ )

Some osteoid tissue formations and cellular infiltrations in the connective tissue adjacent to underlying bone are noted.

Fig. 12. PHDPE of B group after 2 weeks : (LM, Tri.,  $\times 250$ )

Large and abundant osteoid tissue formation in the connective tissue and direct bony ingrowth connected with underlying bone are observed.

Fig. 13. Proplast of B group after 4 weeks : (LM, Tri.,  $\times 500$ )

Bone formations in fibrovascular tissues are more proliferated than the 2nd week and accompanied with mild cellular infiltrations.

Fig. 14. PHDPE of B group after 4 weeks : (LM, H-E,  $\times 250$ )

New bone formation separated from underlying bone and direct bony ingrowth connected with underlying bone are observed.

Fig. 15. Proplast of B group after 8 week : (LM, H-E,  $\times 250$ )

Direct bony ingrowth connected with underlying bone and reduced amount of fibrous tissue are observed.

Fig. 16. PHDPE of B group after 8 weeks : (LM, Tri.,  $\times 250$ )

Marked formation of new bones, direct bony ingrowth and trabecular pattern similar to normal bone are revealed.

Fig. 17. A SEM photomicrograph of Proplast showing Teflon polymer and carbon fiber ( $\times 24$ )

Fig. 18. A SEM photomicrograph of Proplast showing laminated irregular porous structure and about 50-180um pore size ( $\times 24$ )

Fig. 19. A SEM photomicrograph of PHDPE showing relatively regular porous structure ( $\times 30$ )

Fig. 20. A SEM photomicrograph of PHDPE showing about 400-500 um poresize ( $\times 50$ )

Fig. 21. A SEM photomicrograph of PHDPE showing connective tissue infiltrate in an internal pore of Proplast in A group after 6 weeks ( $\times 1000$ )

Fig. 22. A SEM photomicrograph showing fibrous (F) and bony tissue (B) of Proplast in B group after 6 weeks ( $\times 1000$ )

Fig. 23. A SEM photomicrograph showing bony spicule (B) in an internal pore of PHDPE in A group after 6 weeks ( $\times 50$ )

Fig. 24. A SEM photomicrograph of PHDPE in B group after 6 weeks ( $\times 50$ )

