

## 혈행차단에 따른 두개골외판 이식의 생존 차이

경상대학교 의과대학 성형외과학교실

박 성 근

계명대학교 의과대학 성형외과학교실

한기환·강진성

계명대학교 의과대학 병리학교실

박 관 규

=Abstract=

### DIFFERENCES OF CALVARIAL GRAFT SURVIVAL ACCORDING TO CIRCULATION SOURCES

Seong Geun Park, M.D.

*Department of Plastic and Reconstructive Surgery,  
College of Medicine, Gyeong Sang National University, Jinju, Korea*

Ki Hwan Han, M.D., Jin Sung Kang, M.D.

*Department of Plastic and Reconstructive Surgery,*

Kwan Kyu Park, M.D.

*Department of Pathology,  
Keimyung University School of Medicine, Taegu, Korea.*

Difficulties arise in prediction of maintenance of the graft volume and viability of graft over time when a bone graft used for facial reconstruction. A bone-to-bone contact between the graft and the recipient bone is important for creeping substitution and survival of the recipient bone is important for creeping substitution and survival of the grafted bone. An adequate blood

\* 본 논문은 1989년도 동산의료원 특수연구과제 연구비 보조로 이루어졌음

supply is also essential to ensure the survival of any live cells of the surface of the graft.

Our study was designed to determine which one is an important factor for viability of the grafted bone in Korean adult dogs : a bone-to-bone contact or overlying soft tissue. Blocks of outer table of the parietal bone were placed at the maxillae subperiostially in 4 different ways : bone-to-bone contact groups(groups I and II) with placing a silicone membrane over the grafted bone and soft tissue contact groups(groups III and IV) with placing a silicone sheet between the grafted bone and the recipient. In groups I and III, the cancellous surfaces of the parietal bone was placed on the recipient and the cortical surfaces were placed on the recipient in groups II and IV. Caliper techniques were used to study the rates of volume maintenance of the grafts at 6, 12, and 20 weeks after bone grafting. The volumes of the living bone were quantified microscopically using a modified point-counting technique.

The volume is reduced in a similar rate with time in all groups. At 6 week, living bone cells increased in soft tissue contact groups III and IV however, and they increased in bone to bone contact groups I and II at 12 and 20 weeks. At 20 weeks, there were osteoblastic proliferation and laminated mature bones in group I and II. But osteoclasts and their associated osteolytic changes were still seen near the silicone membrane in group III and IV, which may imply a continuing resorptive process with time.

In summary, revascularization from the overlying soft tissue is important for the graft survival in early stage of the bone grafting while bone-to-bone contact may be essential in a later stage.

**Key Words :** Calvarial bone graft, Recipient, Soft tissue coverage, Survival

## I. 서 론

두개안면골의 결손을 교정하기 위해서는 자가골 이식을 흔히 시행하며, 자가골 중에서도 막성골 (membranous bone)이 연골내골(endochondral bone)보다 생존률이 더 높기 때문에 많이 이용하고 있다.<sup>1,2,3)</sup> 막성골 중 두개골은 그 곡면이 두개 안면골의 윤곽과 비슷하고 술후 공여부에 통증이 적고 절개반흔이 모발에 감추어질 뿐만 아니라 수혜부와 동일한 시야에서 채취할 수 있어서 많이 이용하고 있다.<sup>4,5,6)</sup>

이식된 골이 생존하려면 1) 수혜골의 혈행이 적당해야 이식골 표면의 골세포를 살릴 수 있으며, 2) 이식골과 수혜골의 접합이 이루어져야 포행성 대치(creeping substitution)가 도모되며, 3) 이식 골이 치유기간 동안 견고히 고정되어 있어야 골전도(osteocondution)에 의한 골의 내성장(in-growth)이 일어 나며, 4) 이식골은 감염이 없는

건강한 연조직 아래에 이식해야 한다.<sup>7)</sup> 두개골 외판을 두개안면골에 첨부골이식(onlay bone graft) 할 때 이러한 조건을 다 충족시켜 주지 못할 경우가 종종 있다. 즉 상악동이나 전두동 전벽의 결손을 재건할 때 이식골의 아래쪽 면이 동공을 향할 수 밖에 없으므로 동공으로부터 유포조직이 자라나거나 주위 정상 점막이 자라 들어와 이식골의 밑면을 덮을 때까지 이식골은 위에 높인 연조직으로부터 오는 혈행에 의해 생존할 수 밖에 없다. 이렇게 골을 연조직 아래에 이식했을 때 잘 생존할 수 있는지 또 혈행이 좋은 수혜골이 잘 접합시켰을 때와 비교할 때 어떠한지 즉, 수혜골과의 합착의 중요한지 아니면 연조직으로부터의 혈행이 중요한지에 대한 연구보고가 거의 없다.

이에 저자들은 한국산 성숙견에서 두개골 외판의 한쪽 면은 수혜골에 접합하도록 하고 다른 한쪽 면은 실리콘막(Silicone membrane)으로 덮어 싸서 연조직으로부터의 혈행을 차단시켜 이식한 경우와

이와 반대로 두개골 외판과 수혜골 사이에 실리콘판을 끼워 넣어 수혜골로 부터의 혈행과 골접합을 차단하고 연조직으로 부터만 혈행이 이루어지도록 이식한 경우에 골생존과 골흡수에 어떤 차이가 있는지 알아 보기 위해 실험하고 그결과를 육안 및 광학현미경적으로 관찰하였다.

## II. 재료 및 방법

실험동물은 체중 14kg 내외의 한국산 성숙견 12마리를 암수 구별없이 사용하였으며 사료와 생활조건을 일정하게 하였다. Pentothal sodium 300mg(20mg/kg)을 정맥주사하여 마취한 다음 복와위(prone position)로 사지를 틀에 고정하였다. 수술 중 하지 정맥을 통해 Hartmann용액을 주사하였으며 마취를 더 유지하고자 할 때는 pentothal sodium 150mg(10mg/kg)을 추가로 정맥주사 하였다. 두개안면부의 모발을 깎고 삼푸로 세발한 뒤 4% Hibiclen 용액과 1% Zephiran 용액으로 소독한 다음 두개부와 비배부만 노출되도록 멀균포로 덮고 무균상태에서 수술하였다.

양측 이개 사이의 정중선을 따라 두피를 5cm 정도 절개한 다음 양측 측두근을 두개골 골막하로 박리하여 두정골(parietal bone)을 노출시켰다. Rotatory dental drill(1,000 rpm)을 이용하여 양측 두정골에서 각각  $20 \times 20 \times 3\text{mm}$ 크기의 두개골 전층을 빼어낸 뒤 rongeur와 절골도(osteotome)로써 두개골 외판을 내판으로부터 분리하였다. 두개의 두정골 외판을 각각 다시 2등분하고 절골도와 rongeur로 다듬어 크기가  $10 \times 5 \times 3\text{mm}$ 인 골편 4개를 얻었다. 골편의 길이, 폭 및 두께를 0.1mm까지 측정할 수 있는 Svenska dental instrument로 측정하여 부피를 산출한 다음 골세포의 괴사를 방지하기 위해 생리식염수를 적신 거어즈에 쌓 두었다. 혈행차단을 위해 두께 0.05mm인 실리콘막을 골편을 충분히 쌓 정도로  $15 \times 10\text{mm}$  크기로 잘라 두었다.

비배부 중앙에 3cm의 수직절개를 가한 다음 한쪽 상악골에 2개의 골편이 들어갈 정도로 충분히 골막을 일으켰다. 골편을 이식하는 방법과 실리콘막의 혈행차단 부위에 따라 다음과 같이 4군으로

나누었다(Fig. 1).

제1군 : 두정골 외판의 해면질골면(cancellous surface)이 수혜골인 상악골에 접합하도록 이식하고 실리콘판으로 이식골을 싸서 이식골을 덮고 있는 연조직으로 부터의 혈행을 차단한 군.

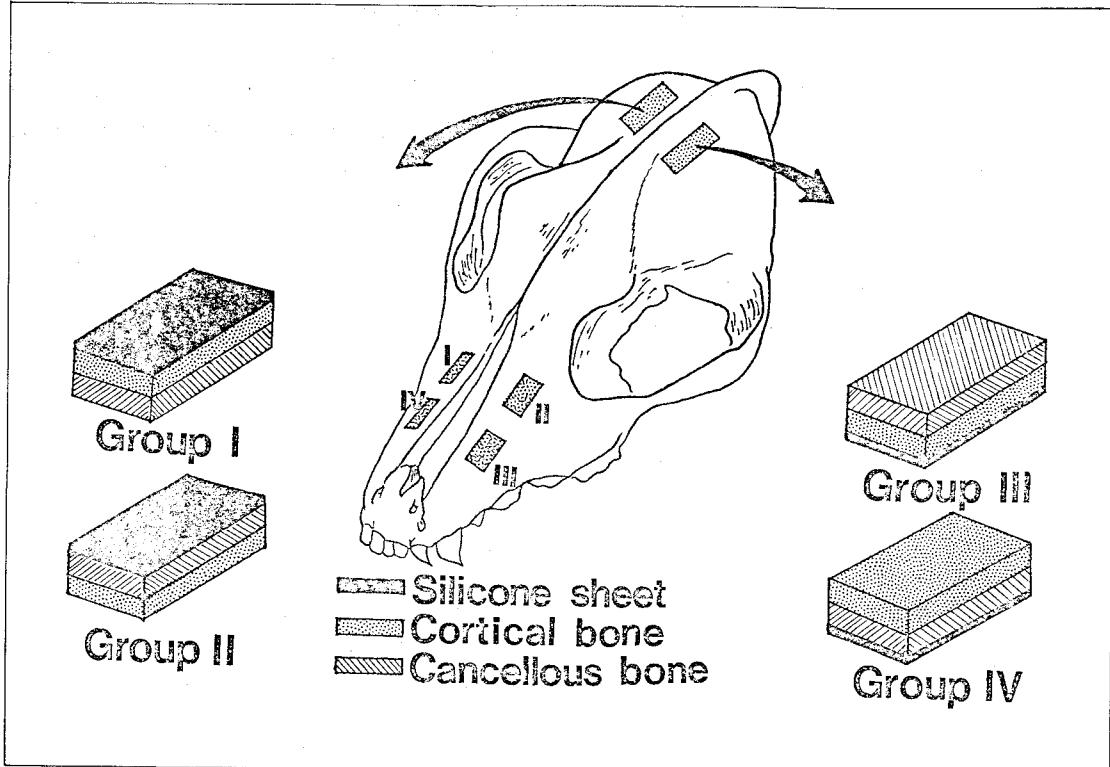
제2군 : 두정골 외판의 피질골면(cortical surface)이 상악골에 접하게 이식하고 실리콘판으로 이식골을 덮어준 군.

제3군 : 두정골 외판의 해면질골면이 윗쪽의 연조직과 접하도록 이식하되 피질골면과 상악골 사이에 실리콘판을 넣어서 상악골로부터의 혈행을 차단한 군.

제4군 : 두정골 외판의 피질골면이 윗쪽의 연조직에 접하게 이식하되 해면질골면과 상악골 사이에 실리콘판을 넣어 상악골로부터의 혈행을 차단한 군.

두정골외판을 상악골에 이식할 때 부위에 따른 편차를 없애기 위해 실험한 개의 순서로 따라 이식부를 시계방향으로 옮겨 가며 이식하였다. 또 이식골편과 실리콘막이 이동되지 않도록 골막을 4-0 chromic catgut으로 봉합하고 피부는 4-0 nylon으로 봉합했으며, 피부 봉합시는 술후 7일에 발사하였다. 감염 방지를 위해 술후 7일 동안 Penicillin G200만 단위(15만 단위/kg)를 매일 근육주사하였다.

술후 6, 12주 및 20주에 각각 4마리의 동물을 동일한 술전준비와 마취로써 수술부위를 노출시켜 이식골의 육안적 소견을 관찰하였다. 다음, Rotatory dental drill과 절골도로써 표본을 채취한 뒤 두께측정기로써 이식골의 길이, 폭 및 두께를 측정하여 부피를 산출하였다. 광학현미경으로 이식골의 조직학적 소견을 관찰하기 위해 10% formalin에 고정한 뒤 탈회(decalcification)하여 paraffin 처리하고 hematoxylin과 eosin 염색을 실시하였다. 조직학적 검사로는 이식골의 흡수 및 골 재생 정도, 혈관변화, 골세포(osteocyte) 및 골아세포(osteoblast)의 생존을 관찰하였다. 또 각군 간의 이식골의 생존 차이를 알아 보기 위해 각 표본의 윗쪽과 아래쪽에서 무작위로 4곳을 선택하여 modified point-counting technique을 이용하였다.<sup>8)</sup> 방법은 200배 확대된 사진을 얻어 일정한 간격으로



**Fig 1.** Blocks of outer table of the parietal bone were placed at the maxilla subperiostally in 4 different ways. Bone-to-bone contact groups(groups I and II) with placing a silicone membrane over the grafted bone and soft tissue contact groups(groups III and IV) with placing a silicone membrane between the grafted bone and the recipient. In groups I and III, the cancellous surfaces of the parietal bone was placed on the recipient and the cortical surfaces were placed on the recipient in groups II and IV.

가로 5줄 세로 10줄로 그어서 50개의 직사각형 구역으로 나눈 다음 각 사각형 내의 생존골과 사골의 수를 셈으로써 각 군을 비교하는 것이다. 골세골(lacuna)에 정상 골세포가 있거나 골소주(trabecula)주위에 골아세포 및 파골세포(osteoclast)가 있으면 생존한 골이고 골소공이 비어 있거나 골아세포 및 파골세포가 없는 부위는 죽은 골로서 인정하였다(Fig. 2).<sup>9)</sup>

전신마취 중이나 술후 사육 중 사망한 동물과 수술 부위가 육안적 감염소견을 보인 동물을 실험대상에서 제외하였으며, 모든 동물실험과 측정은 오차를 최대한으로 줄이기 위해 한사람이 실시하였다. 각군 간의 유의성 검정은 Wilcoxon-rank test로 하였다.

### III. 결 과

#### 1. 육안적 소견

수혜골로부터만 혈행이 유지된 제1군과 제2군은 술후 6주 및 12주에 이식골을 수혜골로 부터 쉽게 분리할 수 있었지만 20주에는 분리할 수 없을 정도로 견고히 유착되어 있었다. 두군 모두 연조직과 이식골 사이의 실리콘막 주위로 피막(capsule)이 형성되어 있었다. 연조직으로 부터만 혈행이 있는 제3군과 제4군은 모두 이식골이 쉽게 분리되었으며, 이식골과 수혜골 사이의 실리콘판 주위에 피막이 형성되어 있었다.

모든 군에서 6주까지는 이식 전의 골면 모양이 잘 유지되어 있었지만 12주 및 20주에는 모서리가



**Fig 2.** Histomorphometric analysis utilizing point-counting technique. At intersection, the bone scored as living bone when viable osteocytes present within lacunae and bony trabeculae(large arrow) and as dead bone when lacunae are empty and living osteocyte is absent(small arrow). Four random intersections of the bone, and total scores of living bones and dead bones were expressed as percentage(H & E,  $\times 200$ ),

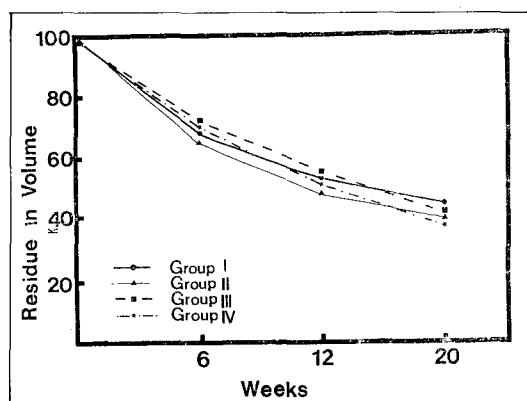
흡수되어 둥그스름한 모양이었고 길이, 폭 및 두께가 모두 감소되어 있었다( $p<0.05$ ).

이식골의 부피는 이식 전에 비해 술후 6주에는 제1군 69.32%, 제2군 66.57%, 제3군 72.63%, 제4군 70.74%가 남아 있어서 제3군과 제4군이 제1군과 제2군보다 많았으나 각군 간에 통계학적으로 유의한 차이는 없었다( $p>0.05$ ). 술후 12주에는 제1군 53.74%, 제2군 49.85%, 제3군 55.72%, 제4군 52.83%로서 제3군(해면질골이 연조직으로부터 혈행을 공급받는 군)에서 골흡수가 가장 적었으나 각군 간의 통계학적 유의성 차이는 없었다( $p>0.05$ ). 제20주에는 제1군 45.82%, 제2

군 41.23%, 제3군 42.36%, 제4군 38.18%로서 제1군이 제3군 및 제4군에 비해 골흡수가 적었지만 통계학적으로 의의는 없었다( $p>0.05$ ) (Table 1)(Fig. 3).

## 2. 조직학적 소견

제1군 : 이식골에 면한 실리콘막은 피막으로 잘 포위되어 있었다. 제6주에 해면골은 골흡수로 인한 골소주화(trabeculation)가 많았으며 골수주 내에 파골세포가 많이 관찰되었다. 실리콘막에 면한 피질골에서는 대부분의 골소공이 비어 있었다(Fig. 4). 제12주에는 피질골보다 해면질골의 두께가 더 감소되었으며, 골소주 주위에서 골아세포가 많이 관찰되었다(Fig. 5). 제 20주에는 대부분의 골세공 내에 골세포가 나타났으며 파골세포는 관찰되지 않



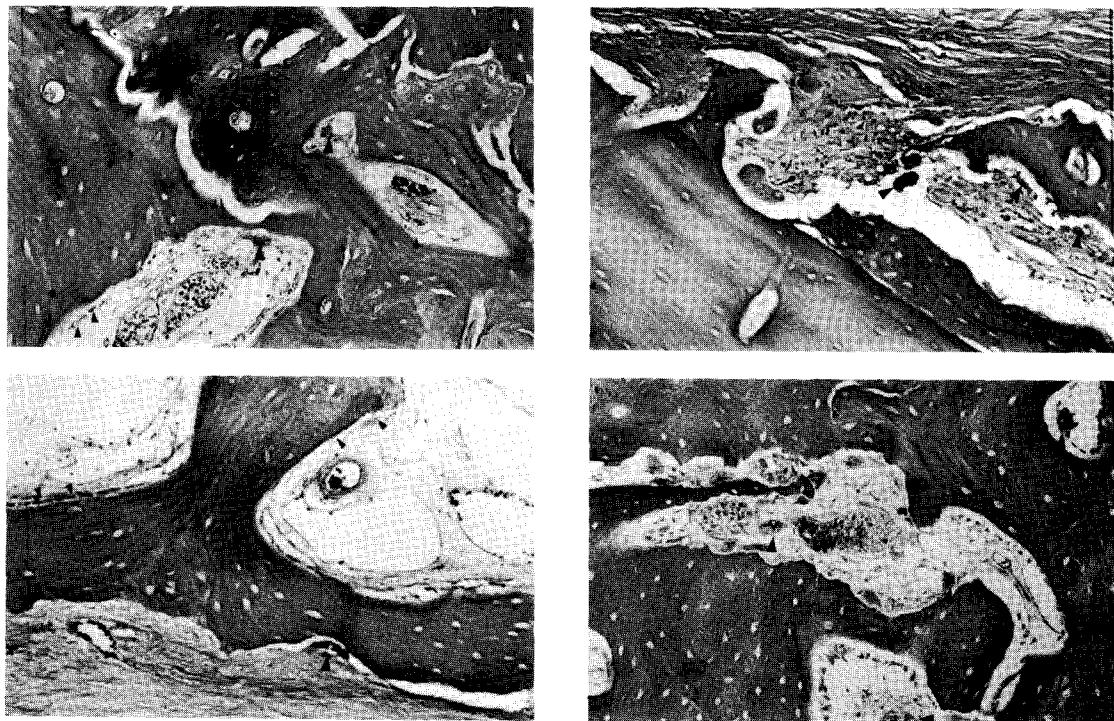
**Fig 3.** Volume maintenance of bone grafts over time. All groups demonstrated no statistically significant difference in volume maintenance when compared with each group

**Table 1.** Changes of Graft Volume(Percent Residual Graft Volume)

Postop. Group	6wks*	12wks**	20wks#
Group I	$69.32 \pm 6.8$	$53.74 \pm 8.5$	$45.82 \pm 7.4$
Group II	$66.57 \pm 7.6$	$49.85 \pm 7.3$	$41.23 \pm 6.7$
Group III	$72.63 \pm 5.9$	$55.72 \pm 7.3$	$42.36 \pm 8.2$
Group IV	$70.74 \pm 6.1$	$52.83 \pm 8.3$	$38.18 \pm 9.2$

Percent residual graft volume = postop. graft vol./preop. graft vol.  $\times 100$

\*, \*\*, and # ;  $p<0.05$ (compared with each group)



**Fig 4.** Six weeks postoperatively. (Above, left) Group I shows empty lacunae, increased osteoclastic resorption (large arrow), and osteoblastic deposition (small arrow), (Above, right) Group II shows near completely empty lacunae and bony resorption recognized by scalloped surface with surface with few osteoclasts (large arrow) and a layer of osteoblast lining the bony surface (small arrow). (Below, left) Group IV shows irregular bony surface with active osteoclastic resorption in Howship's lacunae (arrow) (H & E,  $\times 200$ )

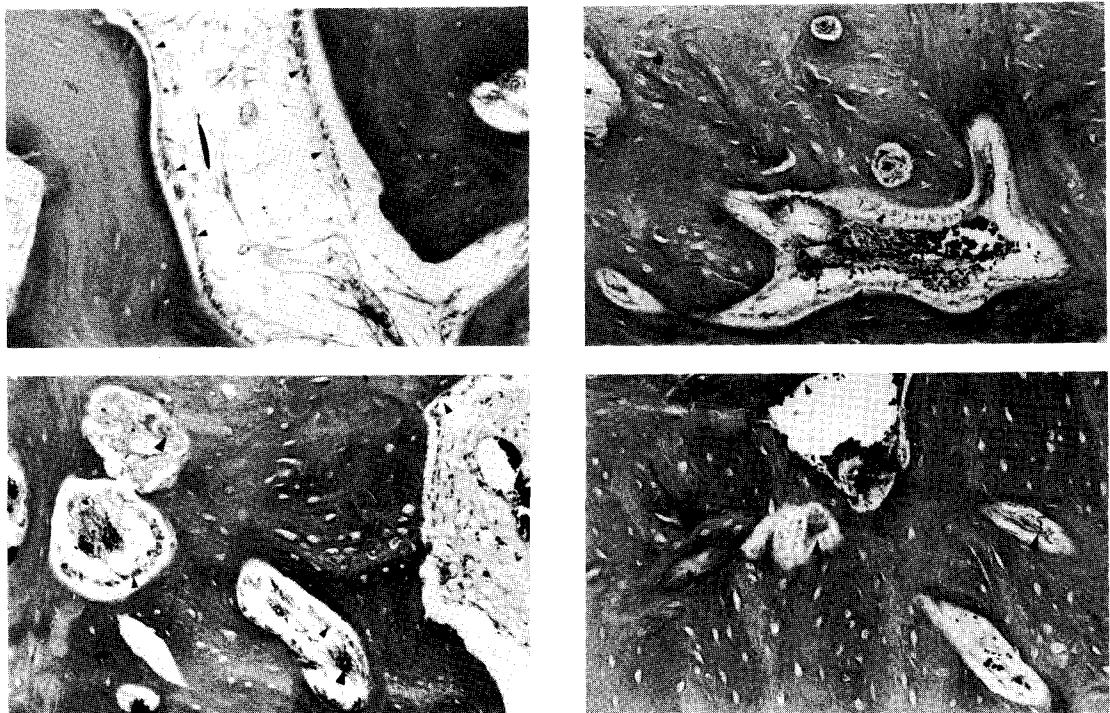
았다(Fig. 6). Modified point-counting technique 을 이용한 조직학적 골생존률은 제6주에 50.3%, 제12주 63.7%, 제20주 67.5%로서 6주에 비해 12주 및 20주에 유의하게 증가되었다( $p<0.05$ ) (Table 2).

제2군 : 제6주에 실리콘면에 접한 해면질골에 골흡수로 인한 골소주화가 많았고 파골세포가 관찰되었다. 대부분의 골세공은 비어 있었으나 피질골에는 골소주화가 없었다(Fig. 4). 제 12주에 해면질골의 두께는 감소되었으며 골소주 주위에 골아세포의 중식과 파골세포가 나타났고, 피질골이 수혜골에 합착되어 해면질골에서와 같이 골소주가 관찰되었다(Fig 5). 제20주에 이식골은 경계는 알 수 없을 정도로 수혜골과 합착되었으며 많은 골세공에 골세포가 있었고 골충판 형성이 있었다(Fig. 6). 조직학적 골생존률은 제6주에 45.9%, 제12주 60.2%

%, 제20주 64.7%로서 6주에 비해 12주 및 20주에 유의하게 증가되었다( $p<0.05$ ) (Table 2).

제3군 : 제6주에 연조직에 연접한 해면질골면의 골세공은 대부분 골세포를 가지고 있었지만, 실리콘판에 접한 피질골면의 골세공은 대부분 비어 있었으며 골흡수로 인한 골소주와 파골세포가 관찰되었다(Fig. 4). 제12주에 이식골의 골소주 주위로 골아세포가 관찰되었으나 제1 및 2군보다 그 밀도는 적었고 파골세포도 관찰되었다(Fig. 5). 제20주에 대부분의 골세공은 골세포로 차있었지만 그 밀도는 제1 및 2군보다 적었고 실리콘 막에 면한 쪽에 파골세포가 관찰되었다(Fig. 6). 조직학적 골생존률은 제6주에 57.8%, 제12주 60.2%, 제20주 62.4%로서 20주 이후에 증가하였으나 유의하지는 않았다( $p>0.05$ ) (Table 2).

제4군 : 제6주에 실리콘막에 면한 해면질골면에



**Fig 5.** Twelve weeks postoperatively. All the groups show active bone surface with a layer of active osteoblasts (small arrow) preducing osteoid. Group III (below, left) & IV (below, right) show quiscent resorative bone surface with few osteoclasts(large arrow) (H & E,  $\times 200$ )

**Table 2.** Histological Distribution of Living Bone(Percent of total Bone Alive)

Postop.	6wks	12wks	20wks
<b>Group</b>			
Group I	$50.3 \pm 6.2$	$63.7 \pm 4.8$	$67.5 \pm 7.3^*$
Group II	$45.9 \pm 8.2$	$60.2 \pm 6.9$	$64.7 \pm 8.5^{**}$
Group III	$57.8 \pm 6.5$	$60.2 \pm 7.1$	$62.4 \pm 6.4^{\#}$
Group IV	$54.6 \pm 5.8$	$63.4 \pm 9.3$	$62.2 \pm 8.7^{\# \#}$

Percent of total bone alive = postop. living bone/preop. living bone  $\times 100$

\* ;  $p < 0.05$  (compared with 6 wks and 12 wks of group I)

\*\* ;  $p < 0.05$  (compared with 6 wks and 12 wks of group II)

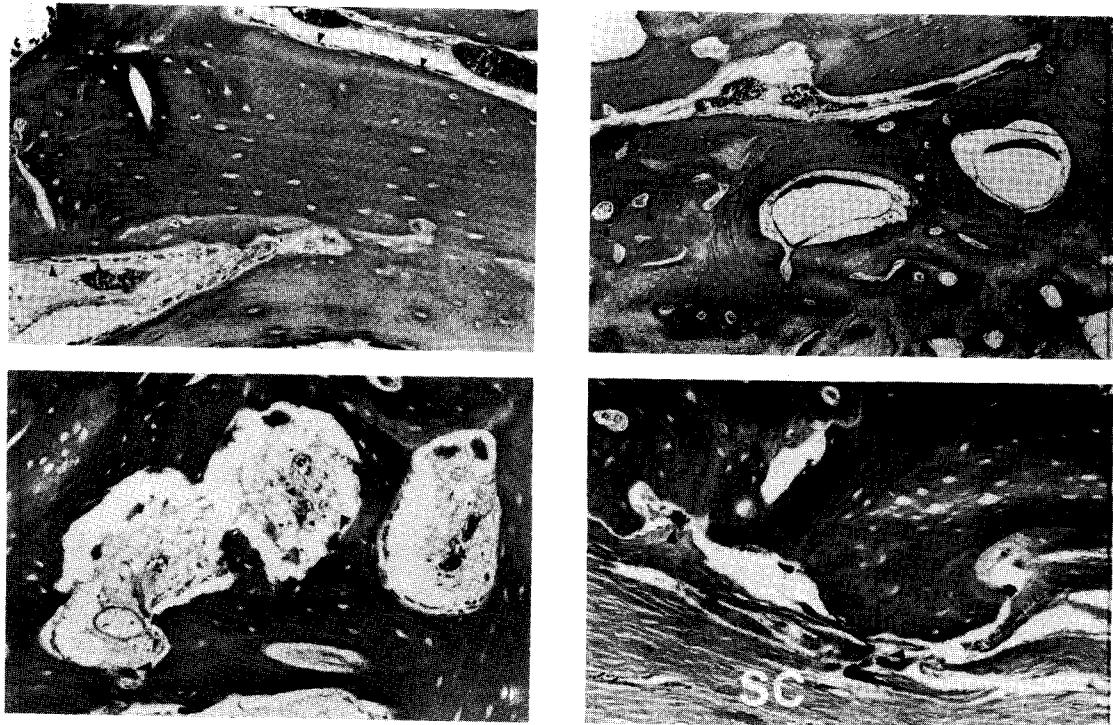
# ;  $p > 0.05$  (compared with 6 wks and 12 wks of group III)

# # ;  $p > 0.05$  (compared with 6 wks and 12 wks of group IV)

골소주와 파골세포가 많았고 대부분의 골세공이 비어 있었다(Fig. 4). 제12주에 해면질골의 두께가 많이 감소되었으며 연조직에 접한 피질골에 골아세포와 파골세포가 관찰되었다(Fig. 5). 제 20주에도 제3군과 비슷한 소견을 보였으나 골섬유화가 더

많았다(Fig. 6). 조직학적 골생존률은 제6주에 54.6%, 제12주 63.4%, 제20주 62.2%로서 6주에 비해 12주 및 20주에 증가하였으나 유의성은 없었다( $p > 0.05$ ) (Table 2).

술후 20주에 Modified point-counting tech-



**Fig 6.** Twenty weeks postoperatively. All the groups show compact bones with osteocytes occupying their lacunae in bone matrix. (Above, left) Group I shows active osteoblastic bone formation (arrow). (Above, right) Group II shows many osteons with a central canal surrounded by concentric lamellae (arrow). (Below, left) Group III shows remodeling activity with active osteoclastic resorption in Howship's lacunae(arrow). (Below, right) Group IV shows focally resptive bony surface with few osteoclast(arrow) near the silicone capsule (SC) (H & E,  $\times 200$ ).

nique에 의한 골생존률을 각 군별로 비교해 보았을 때 수혜골에 접합하도록 이식한 제1 및 2군이 연조직에 접하게 이식한 제3 및 4군보다 약간 더 좋았으며, 해면질골을 수혜골에 접하게 이식한 제1 군이 가장 좋았지만 통계적으로 유의성은 없었다 ( $p>0.05$ ) (Table 2).

#### IV. 고 찰

선천성 두개안면골 기형과 외상 또는 종양적출로 인한 후천성 두개안면골 변형을 교정하기 위해 자가골이식을 많이 시행하고 있으며, 이의 생존율을 높이기 위한 연구도 활발하다. 골이식때 가장 문제가 되는 것은 골흡수와 골괴사이며, 골흡수에 영향을 미치는 요소로서는 수혜골 혈관분포,<sup>10)</sup> 환자의 연

령 및 성장정도,<sup>8)</sup> 이식골의 발생학적 기원,<sup>1,2)</sup> 골막의 유무,<sup>11,12,13)</sup> 이식방법,<sup>14,15)</sup> 이식골의 수혜골에 대한 고정,<sup>16,17)</sup> 전기 자극<sup>18)</sup> 등이 있다. 이식골이 수혜골이 합착되는 과정에 대해서는 논란이 많지만 알려진 바로는 수혜골로 부터 이식골 내로 혈관이 자라 들어가면 조혈기관(hematopoietic system)에서 유래된 과골세포가 이식골을 흡수하여 구멍(pore) 또는 와동(cavity)을 만든다. 이 구멍과 기존의 골소주에 골아세포가 증식되어 새로운 골로 대치되는데 이를 포행대치(creeping substitution)라 한다. 이러한 합착과정에서 이식골은 다음의 3 가지 생리적 역할을 한다. 1) 수혜골로 부터 모세혈관, 혈관주위조직 및 골원조세포(osteoprogenitor cell)가 이식골로 자라 들어가는데 빌판 역할을 한다. 이것을 골전도(osteoconduction)라 하는

데 자가 골이식과 동종골이식 뿐만 아니라 비생물체(nonbiological material ; glass, ceramic, plastic)와 비생육성 생물학적 골(nonviable biological bone ; autoclaved bone, deproteinized bone, freeze dried bone)도 이러한 역할을 한다.<sup>19)</sup> 2) 이식골에서 BMP(bone morphogenic protein), 골단백분해 효소 (proteolytic enzyme, BMPase) HGP(bone hydrophobic glycopetpidase)가 유리되어 수혜골에 있는 미분화간엽세포(undifferentiated mesenchymal cell)를 골형성세포(bone forming cell)로 분화하도록 자극하고 또 간질조직을 석회화시켜서 골형성을 촉진하는데 이것을 골유도(osteoinduction)라 한다. 열소독하거나 방사선 조사를 해서 가공된 골이나 인공삽입물에는 이런 단백질이 없으므로 골유도는 일어나지 않는다.<sup>20)</sup> 3) 신선한 자가골이식때 이식골 표면의 골화세포(osteogenic cell)는 수혜골로부터 확산되는 산소와 영양분을 받아 살아 남게 되지만 중심부에 있는 대부분의 골세포는 허혈로 인해 괴사된다. 살아남은 이식골의 표면 세포들은 골형성세포를 제공하여 괴사된 중심부의 골흡수 및 골부가(bone apposition)에 중요한 역할을 한다.<sup>21, 22, 23)</sup>

이식골의 혈관재생은 골생존에 중요하며, 부분충식피술 때처럼 이식골 혈관과 수혜부 혈관 사이의 혈관문합에 의해 이루어지는지<sup>24)</sup> 혹은 새로운 혈관이 이식골 내로 자라 들어가는지<sup>25)</sup>에 대해 논란이 많다. Kazanjian은<sup>7)</sup> 이식골이 잘 생존되기 위해서는 수혜부로 부터의 혈행이 좋아서 이식골 표면의 골세포가 많이 살아야 하고 또 이식골을 수혜골에 잘 접합시키고 견고히 고정하여 포행대치가 잘 이루어지도록 해야 한다고 하였다.

막성골은 연골내골보다 혈관재생이 빨라서 골생존이 좋으므로 임상에서 많이 이용하고 있다.<sup>1, 2)</sup> 막성골의 피질골은 비록 단단하지만 혈관이 자라 들어가는데 물리적인 장벽이 되지 않는다고 한다.<sup>3)</sup> 막성골 중 두개골은 그 곡면이 안면골과 비슷해서 별로 다듬지 않아도 되며 술후 통증이 적고 절개반흔을 모발로 감출 수 있으며 수혜부와의 거리가 가까워 동일시야에서 수술할 수 있는 등 많은 잇점이 있기 때문에 두개안면재건에 두개골을 많이 이용하고 있다.<sup>4, 5, 6)</sup> 전두동이나 상악동 전벽의 결손이나

안저결손을 두개골 외판으로 재건할 경우 한쪽 면은 동공 쪽으로 향해 수혜골에 접할 수 없고 다른쪽 면만 연조직으로 부터 혈행이 이루어지게 마련이다. 이렇게 두개골 외판을 첨부이식할 때 수혜골에 접하게 이식할 수 없는 경우 이식골이 얼마나 흡수되고 생존하는지 정확히 알려진 바 없다. Smith 와 Abramson<sup>2)</sup>은 가토에서 두개골 전총과 연골내골인 장골을 수혜골에 접하게 이식하지 않고 안면부 피하조직에 이식했을 때 두개골은 골부피가 잘 유지되고 골세포도 잘 생존하였으나 장골은 거의 모두 흡수되었다고 한다. LaTrenta 등<sup>16)</sup>은 이식골과 수혜골 사이의 접합이 중요한데 이는 포행대치가 일어나는 동안 골흡수를 적게하고 골부가가 조기에 이루어지도록 할 것이라고 하였다.

그래서 저자들은 골흡수가 적은 두개골 외판을 첨부이식할 때 실리콘막을 이용하여 연조직으로부터 또는 수혜골로부터 오는 혈관을 차단했을 때 골흡수 및 골생존의 정도를 비교해 보기 위해 본 실험을 시행하였다. 실험동물은 두개골 외판의 분리가 가능한 성숙견을 사용하였으며, 개에서 자가골이식 후 일어나는 합착과정 및 변화양상은 사람의 그것과 비슷하지만 그 기간은 사람의 반정도이므로 골흡수 및 골부가 과정인 6주, 12주 그리고 주로 골부가 과정인 술후 20주에 조직을 채취하였다.

제6주에 육안적 골생존량은 각군 간에 유의한 차이가 없었으나 조직학적 골생존률은 해면질골을 연조직 아래에 이식한 제3군이 수혜골에 이식한 제1군 및 2군보다 유의하게 높았다. 또 제3군은 연조직에 접한 해면질골의 골세공이 대부분 골세포로 차였고 파골세포가 적었는데 비해 제1군은 실리콘막에 면한 피질골의 골세공은 대부분 비었고 파골세포가 많았으며 수혜골에 접한 해면질골의 골소주에 파골세포와 약간의 골화세포가 관찰되었고 골세포 밀도도 제3군보다 적었다. 이와 같이 골이식 초기의 골흡수 정도는 연조직으로부터 혈행을 받거나 수혜골로 부터 혈행을 받거나 간에 큰 차이가 없지만 조직학적인 차이로 볼 때 이식골의 혈관화 초기에는 수혜골보다는 혈행이 더 풍부한 연조직으로부터 혈행을 공급받는 것이 골생존이 더 좋은 것으로 나타났다.

제12주에는 육안적 골생존량도 조직학적 골생존

률도 각군 간에 유의한 차이가 없었다. 모든 군에서 골화세포가 많이 관찰되었고, 일부 실리콘 피막의 변연부에서 골흡수와 파골세포가 관찰되었다.

제20에 육안적 골생존량은 각군 간의 유의한 차이가 없었지만 조직학적 골생존량은 해면질골을 수혜골에 이식한 제1군이 피질골을 연조직 하에 이식한 제4군보다 유의하게 높았다. 이 성적을 박성근 등<sup>26)</sup>의 혈행을 차단하지 않고 이식한 경우와 비교해 볼 때 육안적 골생존량은 1/2 정도에 불과하지만 조직학적 골생존량은 비슷하였다. 제1군 및 2군에서 이식골은 수혜골에 잘 합착되었고 골소주와가 이루어져서 수혜골과의 구별이 어려웠으며, 골소주의 변연부에서 골화세포의 증식이 관찰되었으나 파골세포는 관찰할 수 없었다. 그러나 제3 및 4군의 연조직에 연접한 부위에서 골화세포의 증식이 관찰되었고 실리콘막에 접한 부위에는 골파괴소견이 있었으며 파골세포도 관찰되어 골흡수가 계속 진행되고 있음을 알 수 있었다. 이로써 술후 20주에 각군 간의 골용적의 차이는 없었지만 조직학적으로 유의한 차이를 나타낸 것으로 볼 때 이식골이 잘 생존하려면 수혜골에 적당하게 접합시키는 것이 중요할 것으로 생각된다.

각 군의 시간별 변화를 보면 수혜골에 접하도록 이식한 경우(제1 및 2군)의 육안적 골생존 정도는 6주보다 12주 및 20주에 유의하게 감소된데 반해 조직학적 골생존량은 6주보다 12주 및 20주에 유의하게 증가하였다. 특히 수혜골과의 합착이 이루어지는 20주에는 더 이상의 골흡수는 없고 골생성만 관찰되었다. 한편 연조직에 접해 이식한 경우(제3 및 4군)도 육안적 골생존은 6주보다 12주 및 20주에 유의하게 감소하였지만 조직학적 골생존량은 별로 차이가 없었다. 이로써 골흡수 정도는 연조직으로부터 혈행을 받거나 수혜골로부터 혈행을 받거나 간에 이식 후기에는 모두 감소하여 골용적이 작아지지만, 조직학적 차이를 나타낸 것을 볼 때 이식후 시간이 지남에 따라 수혜골에 접하게 이식한 군은 수혜골과 합착이 이루어지므로 골흡수보다는 상대적으로 골부가 더 많아지기 때문에 골생존률이 높아지는 것을 알 수 있다. 즉 이식 초기에는 수혜골보다는 연조직으로부터의 혈행이 더 중요하지만 시간이 흐름에 따라 수혜골과의 합착이

잘 이루어져야 골부가 많아져서 골생존이 좋을 것으로 생각된다.

제1군과 제2군 사이 그리고 제3군과 제4군 사이에 육안 및 조직학적 골생존량에 차이가 없는 것으로 나타났는데 이로써 이식골의 어느 한쪽 면에서 혈관생성이 차단될 경우 이식골의 피질골 또는 해면질면 중 어느 면을 연조직 아래 또는 수혜골에 접하게 이식하더라도 큰 차이가 없는 것을 알 수 있다. 즉 동일한 수혜부에서는 접합하는 이식골면에 따른 생존의 차이가 없음을 알 수 있다.

이상을 종합해 보면 골이식때 골생존률을 높일려면 이식 초기에는 연조직으로부터 들어오는 혈행이 잘 이루어지는 것이 중요하지만 골흡수가 끝나고 골부가 과정이 되면 수혜골과 골합착이 잘 이루어져야 더 이상 골흡수는 일어나지 않으면 골생성이 잘 이루어질 것이다. 골이식때 임상적으로 중요한 것은 이식 후 가능한 한 많은 용적을 유지시키는 것인데 술후 20주에 각군 간의 육안적 골생존량 즉 용적의 차이를 관찰할 수가 없었다. 그러나 조직소견상 연조직에 이식한 군에서 파골세포들이 관찰되는 것으로 보아 장기간 추적 관찰해 보면 수혜골에 이식한 군의 용적이 좀더 커질 것으로 짐작된다.

## V. 요 약

저자들은 골이식의 생존에 수혜골과의 적당한 접합이 중요한 지 아니면 이식골을 덮는 연조직의 중요한지를 연구하고자 동물실험을 실시하였다. 성숙견 12마리를 두개골 외관의 해면질골면과 피질골면 중 어느 한면은 실리콘판으로 덮어 써서 혈관화를 차단한 뒤 다른 한면이 각각 수혜골 및 연조직과 접합하도록 4군으로 나누어 이식한 다음 6주, 12주 및 20주에 육안 및 광학현미경으로 관찰하였을 때 다음과 같은 지견을 얻을 수 있었다.

1. 연조직으로부터 들어오는 혈행을 차단한 군이나 수혜골과의 골합착을 차단한 군이나 시간경과에 따라 별 차이 없이 비슷하게 골용적이 감소하였다. 그러나 조직학적으로는 유의한 차이를 나타낸 것을 볼 때 이식골이 잘 생존하려면 수혜골에 잘 접합시키는 것이 중요할 것으로 생각된다

2. 이식 초기에는 수혜골에의 합착보다는 연조직

으로 부터의 혈행이 골생존에 더 중요하지만 시간이 흐름에 따라 수혜골과의 합착이 잘 이루어져야 골흡수가 적고 골부가가 많아져서 골생존이 좋을 것으로 생각된다.

3. 해면질골면 또는 피질골면 중 어느 쪽을 수혜골에 접하거나 연조직에 접하도록 이식하더라도 즉 동일한 수혜부에서는 골흡수와 골생존에 유의한 차이는 없을 것으로 생각된다.

4. 수혜골로 부터 골합착 및 혈행을 차단한 경우 골부가 과정 때인 술후 20주에도 골파괴소견 및 파골세포가 관찰되는 것으로 보아 장시간 뒤에는 골흡수가 좀더 일어 날 것으로 예상된다.

이상을 종합해 보면 골생존에는 수혜부 연조직으로 부터의 혈행이나 수혜골과의 골합착이 모두 비슷하게 중요하지만 장기적으로 볼 때 수혜골과 골합착이 잘 되도록 이식하는 것이 골흡수가 적을 것으로 판단된다.

### References

- 1) Zins JE, Whitaker LA : *Membranous versus enchondral bone : Implications for craniofacial reconstruction.* Plast Reconstr Surg 72 : 778, 1983
- 2) Smith JD, Abramson M : *Membranous versus enchondral bone autografts.* Arch Otolaryngol 99 : 203, 1974
- 3) Kusiak JF, Zins JE, Whitaker LA : *The early revascularization of membranous bone.* Plast Reconstr Surg 11 : 533, 1983
- 5) Tessier P : *Autogenous bone grafts taken from the calvarium for facial and cranial applications.* Clin Plast Surg 9 : 531, 1982
- 6) Jackson IT, Pellette C, Smith JM : *The skull as a bone graft donor site.* Ann Plast Surg 11 : 527, 1983
- 7) Kazanjian V : *Bone transplanting to the mandible.* Am J Surg 83 : 633, 1952
- 8) Bartlett SP, Whitaker LA : *Growth and survival of vascularized and nonvascularized membranous bone : An experimental study.* Plast Reconstr Surg 84 : 783, 1989
- 9) Bennett GA : *Bones.* In Anderson WAD (ed) : *Pathology.* 2nd ed, St Louis, CV Mosby Co, 1971, 518p
- 10) LaTrenta GS, McCarthy JG, Epstein M, et al : *Bone graft survival in expanded skin.* Plast Reconstr Surg 81 : 406, 1988
- 11) Romana MC, Masquelet AC : *Vascularized periosteum associated with cancellous bone graft : An experimental study.* Plast Reconstr Surg 85 : 587, 1990
- 12) Van den Widenberg FAFM, Goris RJA, Tutein Nolthenius-Puylaert MBJE : *Free revascularized periosteum transplantation : An experimental study.* Brit J Plast Surg 37 : 226, 1984
- 13) 오석희·송중원·한기환·강진성 : 삭골(Bone shaving) 한 골의 재생에 골막이 미치는 영향. 대한성형외과학회지 16 : 725, 1989
- 14) Thompson IV, Casson JA : *Experimental onlay bone grafts to the jaws : A preliminary study on dogs.* Plast Reconstr Surg 46 : 341, 1970
- 15) Knize DM : *The influence of periosteum and calcitonin on onlay bone graft survival : A roentgenographic study.* Plast Reconstr Surg 53 : 190, 1974
- 16) LaTrenta GS, McCarthy JG, Breitbart AS, et al : *The role of rigid skeletal fixation in bone graft augmentation of the craniofacial skeleton.* Plast Reconstr Surg 84 : 578, 1989
- 17) Phillips JH, Rahn BA : *Fixation effects on membranous and endochondral onlay bone graft resorption.* Plast Reconstr Surg 82 : 872, 1988
- 18) Stalnecker MC, Whitaker LA, Brighton CT : *Electrical stimulation of onlay bone grafts.* Plast Reconstr Surg 82 : 580, 1988
- 19) Urist M : *Practical applications of basic research in bone graft physiology.* Am Assoc Orthop Surg Instrc Course Lect 25 : 1, 1976

- 20) Burwell RG : *Studies in the transplantation of bone. VIII. Composite mechanisms in bone transplantation* J Bone Joint Surg 48B : 532, 1966
- 21) Phemister DB : *The fate of transplanted bone and regenerative power of its various constituents.* Surg Gynecol Obstet 19 : 303, 1914
- 22) Ray RD : *Vascularization of bone grafts and implants.* Clin Orthop Rel Res 87 : 43, 1972
- 23) Ray DR, Sabet TY : *Bone graft : Cellular survival versus induction.* J Bone Joint Surg 45A : 337, 1963
- 24) Deleu J, Trueta J : *Vascularization of bone grafts in the anterior chamber of the eye.* J Bone Joint Surg 47B : 319, 1965
- 25) Albrektsson J, Albrektsson B : *Microcirculation in grafted bone : A chamber technique for vital microscopy of rabbit bone transplants.* Acta Orthop Scand 49 : 1, 1978
- 26) 박성근, 송중원, 한기환, 강진성 : 접합면의 차이에 따른 두개골 외판의 생존. 대한성형외과학회지 18 : 437, 1991