

접합면의 차이에 따른 두개골 외판의 생존

계명대학교 의과대학 성형외과학교실

박성근 · 송중원 · 한기환 · 강진성

계명대학교 의과대학 병리학교실

박관규

=Abstract=

VIABILITY OF CALVARIAL BONE GRAFTS ACCORDING TO THE CONTACT SURFACE

Seong-Geun Park, M. D., Joong-Won Song, M. D.,
Ki-Hwan Han, M. D., and Jin-Sung Kang, M. D.

*Department of Plastic and Reconstructive Surgery,
Keimyung University School of Medicine, Taegu, Korea.*

Kwan-Kyu Park, M. D.

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

Onlay graft of the calvarial bone has been popularized in craniofacial surgery because absorption of the calvarial bone is less than that of the endochondral bone. But the problems with using the calvarial bone are its rigidity and difficulty in setting a precise apposition.

When the outer tables of the calvarial bone are used for augmentation and reconstruction of the convex zygoma, forehead, or chin, it is better to place the cancellous surface over the convex recipient bone to get a precise apposition. Whereas, it is better to place the cortical surface over the concave nose or orbital cavity to achieve a good apposition.

Therefore, our study was designed to determine the differences of bone absorption and regeneration between cancellous and cortical bone contact to facial bone, and between preserved periosteum and detached periosteum in autograft of calvarial bone in dog models.

Outer tables of the calvarial bone were placed in subperiosteal pockets of the upper and lower maxilla in four different ways : Group I ; The cancellous surface was placed in con-

* 이 논문은 1990년도 문교부 지원 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구조성비에 의하여 연구되었음

tact with the bare recipient bone, and the cortical surface attached with periosteum was accordingly contacted with the elevated periosteum of the recipient bone. Group II ; The cortical surface attached with periosteum was placed in contact with the bare recipient bone and the cancellous surface was contacted with the elevated periosteum of the recipient bone, Group III ; The arrangement was similar to Group I except that the periosteum of the graft was deprived. Group IV ; The arrangement was similar to Group II except that the periosteum of the graft was deprived. Volume measurements using a caliper technique and histological study were made 20 weeks postoperatively.

The volume of maintenance is as follows ; Group I, 84.2% ; Group II, 77.6% ; Group III, 77.0%, and Group IV, 69.5%. The histological contribution of living bone was assessed by a modified point counting technique : Group I, 86.6% ; Group II, 83.8% ; Group III, 79.6% and Group IV, 77.6%.

Greater volume maintenance and histological contribution of living bone were found when cancellous surface rather than the cortical were placed in contact with the recipient bone and the grafts from their periosteum were preserved.

We concluded that in order to expect better survival of a grafted bone, the cancellous surface of the graft should contact with the recipient bone and that the periosteum of the graft should be preserved.

I. 서 론

선천성 안면골기형과, 외상 또는 종양적출로 인한 후천성 안면골변형을 교정하기 위해서는 자가골 이식이 필요하다. 예전에는 자가골 중에서도 장골(iliac bone), 늑골 등 연골내골(endochondral bone)이 많이 사용되었다. 그러나 최근에는 골이식에 있어서 막성골이 연골내골 보다 혈관재생이 빨라 공생존이 좋고 골흡수가 적다는 것이 이미 알려져 있어서 임상에서 막성골이 널리 사용되고 있다^{1,2,3)}. 막성골 중에서도 두개골은 양이 풍부하며, 곡면이 안면골 유팽과 비슷해서 별로 다듬지 않아도 되며, 수술 후 통증이 적고 절개 반흔을 모발로 감출 수 있으며, 수혜부와의 거리가 가까워 동일 시야에서 수술할 수 있는 등 여러가지 잇점이 있어서 최근에는 두안면재건에 두개골을 많이 사용하고 있다^{4,5,6,7)}.

두개골 외판을 안면골에 첨부골이식(onlay bone graft) 할 때 안면 유팽에 따라 두개골 외판의 해면질골면이 수혜부 골에 접하게 할 수도 있고 이것을 뒤집어 피질골면이 수혜부 골에 접하게 할 수도 있다. Thompson 등⁸⁾ 및 Knize⁹⁾는 장골이식시 안

면골에 해면질골을 접하게 하는 것이 피질골을 접하게 하는 것보다 흡수가 적고 생존이 좋으며, 골막을 붙여 둔 것이 골막을 벗겨버린 것보다 생존이 더 좋다고 하였으나 두개골에 대한 연구보고는 없다.

저자들은 개의 두개골 외판의 해면질골면이 수혜골에 접하게 이식한 경우와 이것을 뒤집어 피질골면이 수혜골에 접하게 이식한 경우에 골생존과 흡수에 염증 차이가 있는지 알아 보기 위해 육안적 및 광학현미경적으로 관찰하였다.

II. 재료 및 방법

실험동물로는 체중 14kg내외의 한국산 성숙견 10마리를 암수 구별없이 사용하였는데 사료 및 생활조건을 일정하게 하였다. Pentothal sodium 300mg(20mg/kg)을 정맥주사하여 마취한 다음 복와위(prone position)로 사지를 틀에 고정하였다. 하지의 정맥을 통해 수술 중 Hartmann 용액을 주사하였으며 마취를 더 유지시키고자 할 때는 pentothal sodium 150mg(10mg/kg)을 정맥주사하였다. 두안면부의 모발을 깎고 삼푸로 세발한 후

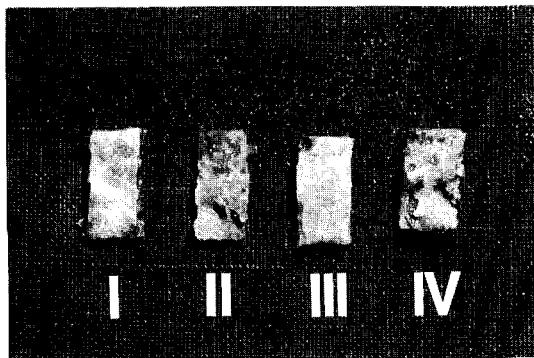


Fig. 1. Four blocks of outer table of calvarial bone, each measuring about $10 \times 5 \times 2$ mm. I ; The periosteum of the graft is on top and the cancellous surface on bottom. II ; The cancellous surface is on top and the cortical surface with periosteum on bottom. III ; Bare cortical surface is on top and cancellous surface on bottom. IV ; Cancellous surface is on top and bare cortical surface on bottom.



Fig. 3. Histomorphometric analysis of bone utilizing point-counting technique. At intersections, bone scored as living (viable osteocytes within lacunae and bony trabeculae, large arrows) or dead (empty lacunae, absence of osteocyte living cell, small arrows). Four random intersections of bone, and total score of living and dead bone expressed as a percentage of each (H & E , $\times 200$).

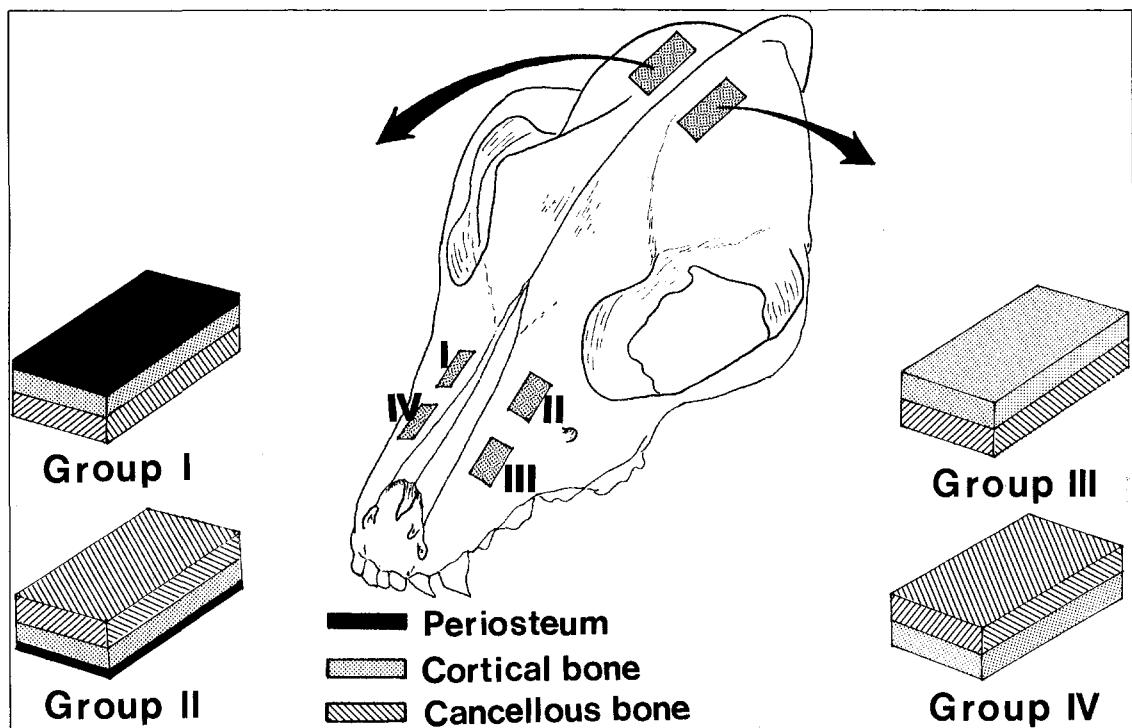


Fig. 2. 4 types of bone block are placed on the maxilla. In Group I and III, cancellous bone is placed in contact with recipient bone. In Group II, cortical bone attached with periosteum is placed in contact with recipient bone. In Group IV, bare cortical bone is placed in contact with recipient bone. To equalize any possible variant caused by different grafted site, the site of each specific graft was altered by clockwise rotation.

4% Hibiclens 용액과 1% Zephiran 용액으로 소독한 다음 두개부와 비배부만 노출 되도록 멸균포로 덮고 무균상태에서 수술하였다.

양측 이개 사이의 정중선을 따라 두피를 5cm 정도 절개한 다음 양측 측두근을 두개골 골막에서 분리하여 골막이 덮여 있는 두정골을 노출시켰다. Rotatory dental drill(1,000 rpm)을 이용하여 양측 두정골에서 각각 $20 \times 20 \times 3\text{mm}$ 크기의 두개골 전총을 떼어낸 후 Rongeur와 절골도로 두개골외판을 분리하였다. 이것을 다시 절반으로 잘라 하나의 골막이 붙은 채로 두었고 다른 하나는 골막을 벗겨 버렸다. 골막이 붙어 있는 골편과 골막을 벗겨버린 골편들을 다시 절반으로 잘라 크기가 $10 \times 5 \times 2\text{mm}$ 인 골편 4개를 만들었다(그림 1). 각 골편의 길이, 폭 두께를 micrometer로 측정하여 부피를 산출하였다. 비배부 중앙에 3cm의 절개를 가한 다음 한쪽에 2개의 골편이 들어갈 정도로 양측 상악골 골막을 일으켰다. 골편을 이식하는 방법에 따라 다음과 같이 4군으로 나누었다(그림 2).

제1군 : 골막이 붙어 있는 두개골 외판의 해면질 골면이 수혜골에 접하도록 이식한 군.

제2군 : 골막이 붙어 있는 두개골 외판의 해면질 골면이 수혜골에 접하도록 이식한 군.

제3군 : 골막을 벗겨버린 두개골 외판의 해면질 골면이 수혜골에 접하도록 이식한 군.

제4군 : 골막을 벗겨버린 두개골 외판의 피질골 면이 수혜골에 접하도록 이식한 군.

수혜골의 위치에 따른 차이를 없애기 위해 실험한 개의 순서에 따라 시계방향으로 돌려가며 이식하였다. 이식한 골편이 이동되지 않도록 골막총을 4-0 chromic catgut로 봉합해주고 피부는 4-0 nylon으로 봉합해 주었다. 피부 봉합사는 수술 후 제 7일에 발사하였다. 수술 후 5일동안 Penicillin G 200만 단위 (15만 단위/kg)를 매일 근육주사하였다.

수술 후 20주에 수술부위를 노출하여 이식한 골의 육안적 소견을 관찰하고 rotatory dental drill로 수혜부의 정상골을 포함하여 표본을 채취한 후 micrometer로 이식한 골의 길이와 폭 및 두께를 측정하여 부피를 산출하였다. 광학현미경으로 이식한 골의 조직학적 소견을 관찰하기 위해 10% formalin에 고정한 후 텁회하여 paraffin 처리하고

hematoxylin과 eosin 염색을 하였다.

조직학적 검사는 이식골의 흡수 및 골재생 정도, 혈관 변화, 골세포(osteocyte) 및 골아세포(osteoblast)의 생존을 관찰하였다. 각 군간의 이식한 골의 생존 차이를 관찰하기 위해 각 표본의 4부위를 무작위로 추출하여 modified point-counting technique¹⁰⁾을 이용하여 관찰하였다. 가로 5줄 세로 10줄이 그어져 50개의 직사각형이 보이는 현미경을 이용하여 200배 강화대하에서 각 사각형내의 생존한 골과 죽은 골을 세어 각 군을 비교하였다. 골세공(lacuna)에 정상 골세포가 있거나 골소주(trabeculae) 주위에 골아세포 및 파골세포(osteoclast)가 있으면 생존한 골이고 골소공이 비어있거나 골아세포 및 파골세포가 없는 부위는 죽은 골이다¹¹⁾(그림 3). 또 혈관 수를 세어 혈관분포를 비교하였다.

전신마취 중이나 수술후 사육 도중 사망한 동물 및 수술 부위에 육안적 감염소견을 보인 동물은 실험대상에서 제외하였으며 모든 동물실험과 측정은 오차를 최대한으로 줄이기 위해 한사람이 실시하였다. 또 각 군간의 유의성 검정은 Wilcoxon-rank test로 하였다.

III. 결 과

1. 육안적 소견

수술 후 20주에 이식골은 대개 수혜골에서 분리할 수 없을 정도로 단단히 유착되어 있었다. 그러나 제 2군에서는 2개의 이식골이 수혜골에서 표본 채취시 쉽게 분리되었다. 모든 이식골의 네 모서리는 흡수가 되어 동그스름한 균 모양을 하고 있었으며 길이, 폭, 두께 및 부피가 모두 감소되어 있었다($P<0.05$).

이식한 골의 길이는 이식 전에 비해 제1군이 $95.82 \pm 3.68\%$, 제2군이 $91.26 \pm 5.97\%$, 제3군이 $93.30 \pm 4.61\%$, 제4군이 $93.77 \pm 3.21\%$ 였으며 각 군간의 유의한 차이는 없었다. 이식한 골의 폭은 이식 전에 비해 제1군이 $93.15 \pm 3.81\%$, 제2군이 $93.19 \pm 3.94\%$, 제3군이 $91.01 \pm 6.50\%$, 제4군이 $89.13 \pm 4.45\%$ 였으며 각 군간의 유의한 차이는 없었다. 이식한 골의 두께는 이식전에 비해 제1군이 $94.41 \pm 3.90\%$, 제2군이 $91.33 \pm 3.88\%$, 제3군이

Table I Changes in Length, Width, and Height

| | | Length | | Width | | Height | |
|-----------|-----------|--------------|--------|--------------|--------|---------------|--------|
| | | Preop | Postop | Preop | Postop | Preop | Postop |
| Group I | Mean | 11.27 | 10.80 | 6.13 | 5.70 | 2.15 | 2.03 |
| | SD | 0.52 | 0.64 | 0.51 | 0.36 | 0.38 | 0.36 |
| | % | | | | | | |
| | remaining | 95.82 ± 3.68 | | 93.15 ± 3.81 | | 94.41 ± 3.90* | |
| Group II | Mean | 11.20 | 10.22 | 5.88 | 5.48 | 2.06 | 1.88 |
| | SD | 0.55 | 0.77 | 0.47 | 0.46 | 0.43 | 0.36 |
| | % | | | | | | |
| | remaining | 91.26 ± 5.97 | | 93.19 ± 3.94 | | 91.85 ± 3.88 | |
| Group III | Mean | 11.25 | 10.50 | 6.00 | 5.44 | 2.88 | 1.90 |
| | SD | 0.50 | 0.80 | 0.56 | 0.36 | 0.38 | 0.36 |
| | % | | | | | | |
| | remaining | 93.30 ± 4.61 | | 91.01 ± 6.50 | | 90.85 ± 2.78 | |
| Group IV | Mean | 11.25 | 10.33 | 5.87 | 5.22 | 2.13 | 1.78 |
| | SD | 0.45 | 0.48 | 0.42 | 0.28 | 0.45 | 0.40 |
| | % | | | | | | |
| | remaining | 93.77 ± 3.21 | | 89.13 ± 4.45 | | 83.45 ± 7.43 | |

$$\text{Percent remaining} = \frac{\text{Postop}}{\text{Preop}} \times 100$$

SD : standard deviation

* p<0.05 : Compared with Group IV using Wilcoxon-rank test.

90.85 ± 2.78%, 제4군이 83.45 ± 7.43%였으며 제1군과 제4군 간에는 유의한 차이가 있었으나 ($P < 0.05$), 나머지는 상호간에 유의한 차이가 없었다 (표 I). 이식한 골의 부피는 이식 전에 비해 제1군이 84.21 ± 4.84%, 제2군이 77.59 ± 5.64%, 제3군이 76.99 ± 3.83%, 제4군이 69.46 ± 3.84%였으며 제2군과 제3군간에는 유의한 차이가 없었으나 나머지는 상호간에 유의한 차이가 있었다 ($P < 0.05$) (표 2, 그림 4).

2. 조직학적 소견

이식한 골은 대부분 잘 유착되어 수혜골과 이식골간의 경계를 찾기 어려웠으며 수혜골에 접한 부위에는 골흡수로 일부 골소주화(trabeculation)가 일어나 있었다. 모근 군에서 혈관화가 잘되어 있었으며 각 군간의 차이는 없었다. 파골세포는 관찰할

수 없었다.

제1군 : 대부분의 골세공에서 살아있는 골세포가 있으며 modified point-counting technique에서 생존골은 86.6%였다 (표 3). 골흡수로 생긴 소공 변연부에 골아세포의 증식이 있으며 피질골면의 골막에도 골아세포가 많이 보이며 세로운 골의 침착이 관찰되었다 (그림 5).

제2군 : 제1군 처럼 대부분의 골세공은 골세포로 차 있었다. 생존골은 83.8%였다. 8마리에서는 이식골과 수혜골 사이에 골성결합이 안전히 되어 경계를 찾아보기 어려웠으나 2마리에서는 일부는 골성결합이 되고 일부는 섬유조직으로 결합되어 있었으며 이식골과 수혜골 사이에 유착되어 있지 않아 쉽게 분리되었다. 그러나 섬유조

Table II Changes in Volume

| | Volume of Transfer (mm ³) ± SD | Volume at Harvest (mm ³) ± SD | Percent Residual Graft Volume ± SD |
|-----------|--|---|------------------------------------|
| Group I | 149.6 ± 36 | 126.0 ± 32 | 84.2 ± 4.8 * |
| Group II | 137.7 ± 39 | 105.7 ± 25.9 | 77.6 ± 5.6 ** |
| Group III | 142.1 ± 37.9 | 108.3 ± 24.3 | 77.0 ± 3.8 # |
| Group IV | 138.4 ± 35.3 | 96.5 ± 26.8 | 69.5 ± 3.8 |

* p<0.05 ; Compared with Group II, III and IV using Wilkoxon - rank test

** p>0.05 ; Compared with Group III

p<0.05 ; Compared with Group IV

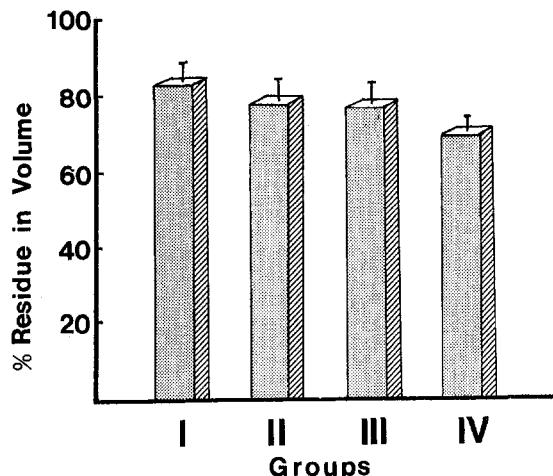


Fig. 4. The volume maintenance of bone graft. Group I demonstrates more volume maintenance than Group II, III, and IV, with statistical significance.

직의 변연부에는 골아세포가 많이 증식되어 있었다(그림 6).

제3군 : 비어 있는 골세공은 골화세포로 대치되었으나 제1군에 비해 그 밀도가 낮아 생존골이 79.6%였다. 골흡수로 생긴 소공변연부에 골아세포의 증식이 있었으나 제1군에 비해 적었다(그림 7).

제4군 : 골세포가 없은 골세공이 많으며 생존골은 77.6%로 제3군과 비슷하였다. 골흡수로 인해 골소주화 및 섬유화가 많이 되어 있었으며 골아세포의 증식은 적었다(그림 8).

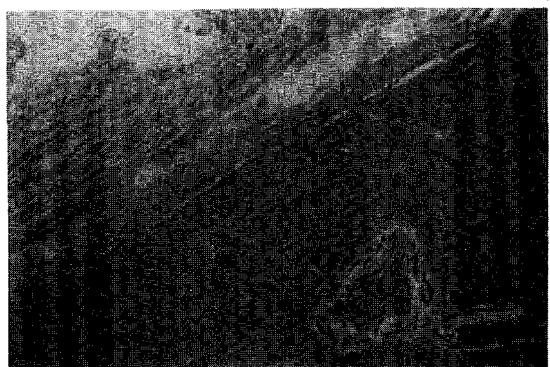


Fig. 5. Group I. (Above) Osteoblastic rimming along the margin of the grafted bone are noted (arrows) (H & E, $\times 200$). (Below) Good vascularization and replacement by living osteocytes in lacunae are apparent (arrows) (H & E, $\times 200$).

IV. 고 칠

1682년 Van Meekren이 사람이 두개골 결손부에 개의 두개골을 이종이식한 이후 골이식에 대한

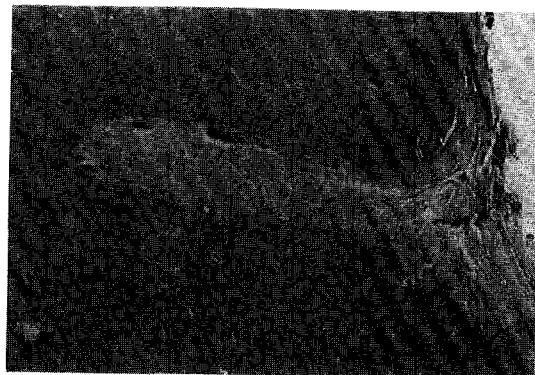


Fig. 6. Group II. (Above) Mixed bony and fibrous union are demonstrated at the interface between grafted and recipient bone. Note focal osteoblastic proliferation between bony and fibrous union (arrows) ($H & E, \times 100$). (Below) Living osteocytes and osteoblastic proliferation are apparent (arrow) ($H & E, \times 200$).

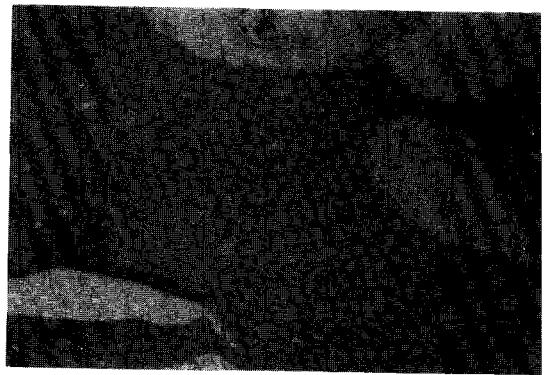


Fig. 7. Group III. (Above) Bony trabeculae with focal empty lacunae and limited osteoblastic proliferation are noted (arrows) ($H & E, \times 200$). (Below) Empty lacunae with limited replacement by living osteocytes is apparent (arrows) ($H & E, \times 200$).

Table III Histological Contribution of Living and Dead Bone (point-counting technique)

| | Percent of Total Bone Alive \pm SD | Percent of Total Bone Dead \pm SD |
|-----------|---|--|
| Group I | 86.6 ± 5.4 * | 13.4 ± 5.4 |
| Group II | 83.8 ± 5.0 | 16.2 ± 5.0 |
| Group III | 79.6 ± 7.5 # | 20.4 ± 7.5 |
| Group IV | 77.6 ± 6.7 | 22.4 ± 6.7 |

* $p < 0.05$; Compared with Group III using Wilkoxon-rank test

$p > 0.05$; Compared with Group IV

많은 연구가 진행되었다. 이식한 골이 합착되는 과정에 대해 논란이 많으나 일반적으로 수혜부로 부터 이식골로 혈관이 자라 들어가면서 조혈기관(hematopoietic system)에서 유래된 파골세포에 의해 골흡수가 진행되어 이식골에 소공(pore) 또는

사강(cavity)을 만든다. 골흡수로 생긴 소공과 기존의 골소주에 골아세포가 증식되어 새로운 골로 대치되는데 이를 포행대치(creeping substitution)라 한다. 이러한 합착과정에서 이식된 골은 다음의 3가지 생리적 역할을 한다.

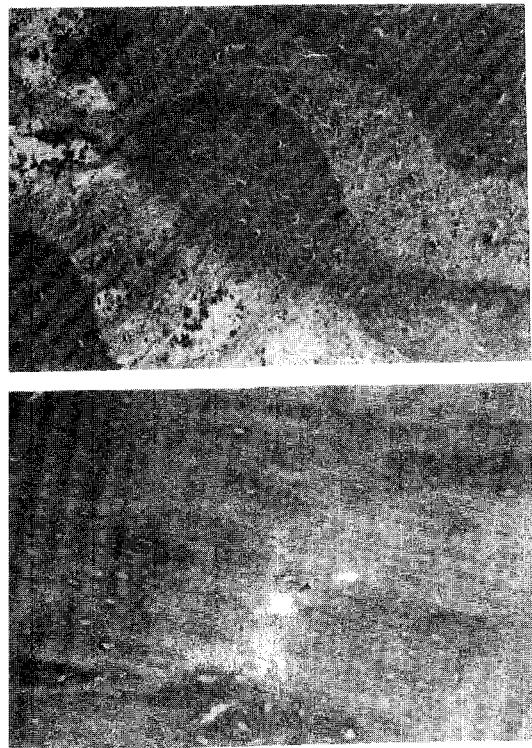


Fig. 8. Group IV. (Above) Significant resorption of the grafted bone by replacement of fibrous tissue (arrows). Osteoblasts or osteoclasts are not seen ($H & E, \times 200$). (Below) Near total empty lacunae are apparent (arrow) ($H & E, \times 200$).

첫째는 수혜부로부터 모세혈관, 혈관주위조직 및 골원조세포(osteoprogenitor cell)가 이식골로 자라들어가는데 발판 역할을 한다. 이것을 골전도(ostoconduction)라 하는데 자가골이식과 동종골이식 뿐 아니라 비생물체(nonbiological material ; glass, ceramics, plastic)와 죽은 생물학적 골(nonviable biological bone ; autoclaved bone, deproteinized bone, freeze dried bone)도 이러한 역할을 한다¹²⁾.

둘째로 이식골에서 BMP(bone morphogenic protein), 골단백분해효소(proteolytic enzyme, BMPase), HGP(bone hydrophobic glycopetide)가 유리 되어 수혜부에 있는 미분화간엽세포를 골형성세포(bone forming cell)로 분화하도록 자극하고 간질조직이 석회화 되게해서 골 형성을 촉진 시키는데 이것을 골유도(osteoinduction)라 한다. 열

소독하거나 방사선 조사를 해서 가공된 골이나 인공삽입 물질에는 이런 단백이 없으므로 골유도는 일어나지 않는다¹³⁾.

세째로 신선한 자가골이식시 이식한 골표면의 골화세포(osteogenic cell)는 수혜부 조직으로 부터 화산에 의해 산소 및 영양분을 받아 살아 남게 되나 중심부에 있는 골세포를 포함한 대부분의 골세포는 허혈로 인해 괴사된다. 살아 남은 이식골의 표면 세포들은 골형성세포를 제공하여 괴사된 중심부의 골흡수(bone resorption) 및 골대치(bone apposition)에 중요한 역할을 한다^{14, 15, 16)}.

골이식시 가장 문제가 되는 것은 골흡수와 골괴사이다. 골흡수 및 생존에 영향을 미치는 요소로는 수혜부의 혈관분포¹⁷⁾, 환자의 연령 및 성장 정도¹⁰⁾, 연골내골인가 막성골인가 하는 이식골의 기원^{1, 2)}, 골막의 유무^{18, 19, 20)}, 이식방법^{8, 9, 21)}, 이식한 골의 고정 정도^{22, 23)}, 전기적 자극²⁴⁾ 등이 있다.

막성골이 연골내골보다 골생존이 좋다는 점을 알고 악안면수술에 널리 사용하고 있다. Smith와 Abramson²⁾은 가토에서 두정골 전증과 장골의 외총을 안면부 피하조직과 비골배부에 각각 이식하였을 때 막성골인 두정골은 형태가 잘 유지되고 골세포가 잘 생존하고 있음을 보았을 뿐 아니라 오히려 골이 생성이 되어 그 부피가 증가된 반면 연골내골인 장골은 거의 모두가 흡수되어 25%의 부피만 남았다고 한다. Zins와 Whitaker¹¹⁾도 동물실험에서 같은 결과를 얻었는데 형광현미경상 장골과 두정골에서 석회화과정이 비슷한 시기에 이루어지는 것으로 보아 장골이 두정골보다 많이 흡수되는 것은 신생골이 늦게 생기기 때문이라기 보다는 골흡수가 더 빨리 이루어지기 때문이라고 하였다.

골이식 후 혈관재생은 분층식피술 때처럼 이식골 혈관과 수혜부 혈관 사이에 혈관문합에 의해 이루어지는지²⁵⁾ 혹은 새로운 혈관이 이식골 내로 자라들어가서 이루어지는지²⁵⁾에 대해 아직 논란이 많으나 혈관재생은 골생존에 중요하다. 막성골은 연골내골보다 혈관재생이 더 빨리 이루어진다. 특히 막성골의 피질골은 연골내골의 해면질골 보다 더 빨리 혈관재생이 되는데 막성골의 피질골은 비록 단단하지만 혈관이 자라 들어가는데 물리적인 장벽이 되지 않으며 혈관 생성을 유도하는 어떤 물질이 있다고 한다.³⁾

안면골 중 전두골, 관골 및 하악골은 두개골과 비슷한 윤곽을 가지므로 두개골편의 해면질골면이

안면골에 접하도록 첨부골이식 하는 방법이 원하는 윤곽을 얻기 쉽다. 반면 비골에 첨부골이식할 때나 안와강(orbital cavity)을 만들어 줄때는 두개골편을 뒤집어 피질골면이 비골에 접하도록 이식하는 것이 콧등을 만드는데 좋고, 오목한 안와면(orbital surface)을 만들기 쉽다. 이렇게 두개골 외판을 안면골에 첨부골이식할 때 해면질골면이 수혜골과 접하게 할 수도 있고 이를 뒤집어 피질골면이 수혜골과 접하게 할 수도 있다. 그런데 연골내골을 이용한 실험에서는 피질골면이 수혜골에 접하게 이식하면 연조직에 접한 해면질골은 연조직으로부터 혈관재생이 빨리되나 골흡수는 오히려 더 많이 된다고 한다^{9, 27)}. 그러므로 해면질골면이 수혜골에 접하게 이식하는 것이 피질골면이 수혜골에 접하게 이식하는 것 보다 골흡수가 적다⁸⁾.

연골내골을 첨부골이식 할 때 골막을 붙여서 이식하면 골막이 골형성 세포들의 생존 수를 높이고 조기에 혈관재생을 촉진시키기 때문에 생존이 더 좋아서⁹⁾ 원래 부피의 50%가 흡수된 반면 골막이 없는 경우는 95%나 흡수된다는 보고도 있다⁸⁾. 그러나 막성골인 두개골이식시 얼마나 흡수되고 생존하는지는 정확히 알려진 바 없다.

그래서 저자들은 연골내골보다 혈관재생이 빠르고 골흡수가 적은 두개골의 이식방법과 골막의 유무에 따른 흡수 및 생존 정도를 관찰하기 위하여 본실험을 시행하였다. 실험동물로 두개골 외판의 분리가 가능한 성숙견을 사용하였다. 개에서 자가골이식 후 일어나는 합착과정 및 변화양상은 사람의 것과 비슷하나 그 기간은 사람의 반정도이다. 즉 골유합(bone union)은 개에서 3~4개월에 이루어 지는 반면 사람은 6~8개월에 이루어지며 정상 강도는 개에서 수술 후 1년이 걸려 이루어지는 반면 사람에서는 2년이 걸려 이루어진다²⁸⁾.

저자들은 골흡수 과정이 끝나고 골대치 과정인 수술 후 5개월 때 조직을 채취하였다.

각 군의 육안적 골생존 양은 제1군이 84.2%, 제2군이 77.6%, 제3군이 77.0%, 제4군이 69.5%로 평균 77%였는데 이는 사람의 두개골을 안면부에 이식하였을 때 생존 양(70~80%)과 비슷하다²⁹⁾. 각 군의 조직학적 생존골은 제1군이 86.6%, 제2

군이 83.8%, 제3군이 79.6%, 제4군이 77.6%였다.

골막이 붙은 채로 이식한 군(제1군과 제2군)과 골막을 벗겨버리고 이식한 군(제3군과 제4군)을 육안적으로 비교해 보았을 때 제1군이 제3군보다 7.2% 더 생존했으며 제2군이 제4군 보다 8.1% 더 생존했고 통계적으로 유의성이 있었다($P<0.05$). 조직학적으로 골막이 붙은채로 이식한 제1군은 골아세포의 증식이 많았으며 새로운 골로 많이 대치되어 있었는데 이는 이식골 골막에서 유리된 골아세포들이 새로운 골을 형성하는 것 같다. 또 조직학적으로 볼때 생존골은 골막이 붙은채로 이식한 제1군이 골막을 벗겨버리고 이식한 제3군보다 7% 많았고 제2군이 제4군보다 6.2% 많았다. 그러므로 골막이 붙은 채로 이식하는 것이 골막을 벗겨버리고 이식하는 것보다 육안적으로나 조직학적으로 골생존이 더 좋았다. 그러나 재생된 혈관의 숫자는 다른 군에 비해 차이가 없었다. 제2군에서 수혜골에 접한 이식골의 골막은 섬유화되거나 신생골로 대치되었으며 이식골과 수혜골은 섬유성결합 또는 골성결합을 이루고 있었다. 섬유성결합과 골성결합 사이의 경계면에는 골아세포의 증식을 관찰 할 수 있었다. 이것으로 보아 이식골과 피질골 사이의 골막은 섬유조직으로 된 후 골아세포에 의해 새로운 골로 대치되는 것으로 보이나 본 실험에서는 시간에 따른 이식골의 변화를 알 수 없으므로 실험군을 시간에 따라 나누어 골막의 변화를 관찰해 볼 필요가 있겠다.

해면질골면이 수혜골에 접하게 이식한 군(제1군과 제3군)과 피질골면이 수혜골에 접하게 이식한 군(제2군과 제4군)을 육안적으로 비교하였을 때 제1군이 제2군보다 6.6%, 제3군이 제4군보다 7.5% 더 생존했다. 조직학적 생존골은 해면질골면이 수혜골에 접하게 이식한 제1군이 피질골면이 수혜골에 접하게 이식한 제2군보다 2.8% 많았고, 제3군이 제4군보다 2.0% 많았으나 유의성은 없었다. 그러므로 해면질골면이 수혜골에 접하게 이식하는 것과 피질골면이 수혜골에 접하게 이식하는 것보다 육안적인 골생존 양이 많았으나 조직학적으로는 생존골의 비율에 큰 차이가 없었다.

이성의 소견을 종합해 보면 골이식시 골막이 붙은 채로 이식하는 것이 골막을 벗겨버리고 이식하

는 것보다 골흡수가 적고 골생존이 많았으며 조직학적으로 생존골이 많았다. 해면질골면이 수혜골에 접하게 이식한 것이 피질골면이 수혜골에 접하게 이식하는 것보다 골흡수가 적고 골생존이 많으나 조직학적으로 생존골은 큰 차이가 없었다. 그러나 골이식시 가장 문제가 되는 것은 골흡수와 골피사에 따른 용적의 감소이므로 조직학적인 생존골의 차이는 별로 없다 하더라도 해면질골면이 수혜골에 접하게 이식하는 것이 피질골면이 수혜골에 접하게 이식하는 것보다 바람직하다고 할 수 있겠다.

V. 요 약

저자들은 성숙견 10마리에서 골막이 붙어있는 두개골 외판과 골막을 벗겨 버린 두개골 외판을 각각 해면질골이 수혜골에 접하게 이식해 주거나 반대로 피질골면이 수혜골에 접하게 이식한 후 20주에 육안 및 광학현미경으로 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 골막이 붙은채로 이식한 군이 골막을 벗겨버리고 이식한 군보다 골생존이 많았으며 조직학적 골 생존율도 높았다.

2) 해면질골면이 수혜골에 접하게 이식한 것이 피질골면이 수혜골에 접하게 이식하는 것보다 골생존이 많았으나 조직학적 골생존율은 유의한 차이가 없었다.

이상을 종합해 보면 두개골 외판을 이식할 때 골흡수를 적게하고 골생존을 좋게 하기 위해서는 가능한한 골막이 붙은채로 이식하는 것이 좋으며 해면질골면이 수혜골에 접하게 이식하는 것이 좋을 것으로 생각된다. 그러나 이러한 방법으로 골이식하더라도 이식 전 용적의 13.4%가 흡수되므로 이것을 감안하여 골이식해야 할 것이다. 또 원하는 윤곽을 얻기위해 피질골면이 수혜골에 접하게 이식해야 할 때는 해면질골면이 수혜골에 접하게 이식할 때보다 골흡수가 더 됨을 감안하여 예상보다 과교정해주는 것이 바람직할 것이다.

References

- Zins JE, Whitaker LA : *Membranous versus enchondral bone : Implications for craniofacial reconstruction.* *Plast Reconstr Surg* 72 : 778, 1983.
- Smith JD, Abramson M : *Membranous versus enchondral bone autografts.* *Arch Otolaryngol* 99 : 203, 1974.
- Kusiak JF, Zins JE, Whitaker LA : *The early revascularization of membranous bone.* *Plast Reconstr Surg* 76 : 510, 1985.
- Jackson IT, Smith J, Mixter RC : *Nasal bone grafting using split skull graft.* *Ann Plast Surg* 11 : 533, 1983.
- Jessier P : *Autogenous bone grafts taken from the calvarium for facial and cranial applications,* *Clin Plast Surg* 9 : 531, 1982.
- Jackson IT, Pellette C, Smith JM. : *The skull as a bone graft donor site.* *Ann Plast Surg* 11 : 527, 1983.
- McCarthy JG, Zide BM : *The spectrum of calvarial bone grafting : Introduction of the vascularized calvarial bone flap.* *Plast Reconstr Surg* 74 : 10, 1984.
- Thompson IV, Casson JA : *Experimental onlay bone grafts to the Jaws. A preliminary study on dogs.* *Plast Reconstr Surg* 46 : 341, 1970.
- Knize DM : *The influence of periosteum and calcitonin on onlay bone graft survival. A roentgenographic study.* *Plast Reconstr Surg* 53 : 190, 1974.
- Bartlett SP, Whitaker LA : *Growth and survival of vascularized and nonvascularized membranous bone : An experimental study.* *Plast Reconstr Surg* 84 : 785, 1989.
- Bennett G. A. Bones, in Anderson WAD (ed), *Pathology.* St Louis, CV Mosby, 1971, in Bartlett SP, Whitaker LA : *Growth and survival of vascularized and nonvascularized membranous bone : An experimental study.* *Plast Reconstr Surg* 84 : 785, 1989.
- Urist M : *Practical applications of basic research in bone graft physiology.* Am Assoc Orthop Surg Instrc Course lect 25 : 1, 1976,

- in Georgiade NG, Georgiade GS, Riefkohl R, et al : Essentials of Plastic Maxillofacial and Reconstructive Surgery. Baltimore, Williams & Wilkins, p 69, 1987.*
13. Burwell RG : *Studies in the transplantation of bone, VIII, Treated composite homograft-autograft of cancellous bone : An analysis of inductive mechanisms in bone transplantation. J Bone Joint Surg 48B : 532, 1966.*
 14. Phemister D : *The fate of transplanted bone and regenerative power of its various constituents, Surg Gynecol Obstet 19 : 303, 1914, in Bieber EJ, Wood MB : Bone regeneration. Clin Plast Surg 13 : 645, 1986.*
 15. Ray RD : *Vascularization of bone grafts and Implants. Clin Orthop Rel Res 87 : 43, 1972.*
 16. Ray DR, Sabet TY : *Bone graft ; cellular survival versus induction. J Bone Joint Surg 45-A : 337, 1963.*
 17. LaTrenta GS, McCarthy JG, Epstein M, et al : *Bone graft survival in expanded skin. Plast Reconstr Surg 81 : 406, 1988.*
 18. Romana MC, Masquelet : *Vascularized periosteum associated with cancellous bone graft : An experimental study. Plast Reconstr Surg 85 : 578, 1990.*
 19. Van den Wildenberg FAFM, Goris RJA, Tutein Nolthenius-Puylaert MBJE ; *Free revascularized periosteum transplantation : an experimental study. Brit J Plast Surg 37 : 226, 1984.*
 20. 오석희 · 송중원 · 한기환 · 강진성 : 삭골(Bone shaving)한 골의 재생에 골막이 미치는 영향. 대한성형외과학회지 16 : 725, 1989.
 21. Burchardt H, Enneking WF : *Transplantation of bone. Surg Clin North Am 58 : 403, 1978.*
 22. 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.*
 23. Phillips JH, Rahn BA : *Fixation effects on membranous and endochondral onlay bone graft resorption. Plast Reconstr Surg 80 : 872, 1988.*
 24. Stalnecker MC, Whitaker LA, Brighton CT : *Electrical stimulation of onlay bone grafts. Plast Reconstr Surg 82 : 580, 1988.*
 25. Deleu J, Trueta J : *Vascularization of bone grafts in the anterior chamber of the eye, J Bone Joint Surg 47 B : 319, 1965.*
 26. Albrektsson J, Albrektsson B : *Microcirculation in grafted bone ; a chamber technique for vital microscopy of rabbit bone transplants. Acta Orthop Scand 49 : 1, 1978.*
 27. Zins JE, Kusiak JF, Whitaker LA, et al : *The influence of the recipient site on bone grafts to the face. Plast Reconstr Surg 73 : 371, 1980.*
 28. Enneking WF, Eady JL, Burchardt H : *Autogenous cortical bone grafts in the reconstruction of segmental skeletal defects, J Bone Joint Surg 62A, 1039, 1980.*
 29. Whitaker LA : *Biological boundaries : A concept in facial skeletal reconstructing. Clin Plast Surg 16 : 1, 1989.*