

두개골 중첩이식을 이용한 비재건술후 골흡수에 관한 연구*

계명대학교 의과대학 성형외과학교실

한기환·홍성주·강진성

:Abstract=

A CLINICAL STUDY OF CALVARIAL ONLAY GRAFTS ON THE NOSE

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

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

Although clinical and experimental findings have demonstrated that calvarial bone grafts are less resorptive than the other bones, very little is known about the survival of calvarial onlay grafts on the nose. This study was designed to evaluate calvarial onlay grafts to the nose with respect to site of graft(orthotopic graft versus heterotopic graft), graft orientation(cortex-to-bed relationship), gross morphology(monolayered graft versus multilayered graft) and type of fixation(Kirschner wire versus screw).

Thirteen patients, aged from 9 to 38 years(mean 20.9 years), 9 female and 4 male, were studied radiologically. The average follow-up period was 33 months. The surface area of the absorbed portion of the graft was calculated by a computerized digitizer using Optimas. The absorption rate of the follow-up in relation to the immediate postoperative condition was calculated.

Heterotopic graft was significantly absorptive than orthotopic graft. There was no difference in resorption when bone graft orientation was contrasted in matched pairs. Gross morphology and type of fixation did not influence the absorption rate.

It would be better to replace the bone with cartilage because the tip of the bone graft was significantly reduced in volume. For more tip projection, it is suggested that graft of cortical surface against the nasal bone is better than cancellous surface against the nasal bone because the absorption rate of the former is similar than that of the latter.

Key Words: Calvarial bone onlay graft, Nasal reconstruction

ic origin),^{2,3,6)} 이식골의 고정³⁾이며, 그외에 환자의 나이, 수혜골의 상태, 이식골의 제원, 기계적 부하를 받는 이식골의 위치,⁹⁾ 전기 자극¹⁰⁾ 등이 있다.

첫째는 수혜부의 조건으로서 신선한 자가늑골, 경골 및 장골을 연조직 안에 이소이식하면 섬유조



Fig. 2. Case 2. A 25-year-old man who had Binder syndrome. Two partial thickness parietal bone grafts with their cortical surface placed in contact with the nasal bone were fixed with a lag screw. (Above, left) Preoperative profile and (above, right) profile 6 months after surgery.(Below, left) Immediate postoperative cephalometric radiograph and (below, right) 6 months postoperatively. The absorption rate was 6.3% on the nasal bone, 18.6% at the cartilaginous portion of the nose, and the average was 11.8%.

종이테이프를 바른 뒤 나사로 고정한 경우에는 외비부목(external nasal splinting)을 대어 주었으며, 항생제는 수술 전날부터 5일간 투여하였다.

연구 방법은 수술 직후 두개골계측방사선사진과 수술후 평균 33개월(6~70개월)에 촬영한 두개골 계측방사선사진을 각각 복사지(tracing paper)에 옮겨 그린 다음 scanning하여 Optimas라는 software를 이용하여 이식골의 면적을 소수점 둘째 자리까지 mm²로 구한 뒤 흡수율*을 구하였다. 이때 골성 비배부와 연골성 비배부의 구분은 비골의 최하단점(rhinion)에서 전두개저(anterior cranial base, S-N)에 수평선을 그어 나누었다.

* 흡수율 =

$$\frac{\text{수술 직후 이식골 면적} - \text{수술후 33개월의 이식골 면적}}{\text{수술 직후 이식골 면적}} \times 100$$

흡수율을 구한 뒤 다음 조건들을 서로 비교하였다. 조건들은 1) 수혜골의 조건[골성 비배부(bony dorsum) 동소이식(orthotopic graft)/연골성 비배부(cartilaginous dorsum) 이소이식(heterotopic graft)], 2) 수혜골에 접합하는 이식골면[피질골면(cortical bone)/해면질골면(cancellous bone)], 3) 이식골의 두께 [단층(monolayered graft)/다층이식(multilayered graft)], 4) 이식골의 고정 방법[K강선(Kirschner wire)/나사(lag screw)]

이었으며, 독립 t 검정법(independent t test)과 비모수 검정법(nonparametric test)으로 검정하였다 (Table 2).

III. 결 과

비부에 이식한 골의 평균 흡수율은 15.8%였다. 수혜골의 골성 비배부에 접합한 동소골이식의 평균 흡수율은 9.0%(4.3%~12.7%)였고, 연골성 비배부의 이소이식의 평균 흡수율은 23.4%(9.5%~37.6%)로서 후자의 경우에서 흡수율이 훨씬 더 높았으며, 통계학적으로 의의가 있었다($p=0.001$). 또 이식골의 비첨(nasal tip)쪽으로 갈수록 많이 흡수되어 불규칙한 모양을 나타내었으며, 최하단부는 평균 7.3mm(3.0~15.0mm) 정도가 완전히 흡수되었다. 피질골면이 수혜골에 접합하도록 이식한 때는 흡수율이 14.1%(6.9%~20.5%)였으며, 해면질골면이 수혜골에 접합하도록 이식한 때는 평균 15.0%(12.2%~17.0%)로서 투군 사이의 흡수율에는 큰 차이가 없었으며 ($p=0.75$), 해면질골면보다 피질골면이 수혜골에 접합하도록 이식했을 때 비첨 돌출(nasal tip protrusion)이 더 효과적이었다. 두층이식(two layered graft)의 평균 흡수율은 15.9%(10.9%~17.0%)로서 단층이식의 평균 11.9%(6.9%~20.5%)보다 약간 높았으며 ($p=0.33$), 고정 장치

Table 3. Absorption Rate According to Variable Factors

Factors	Absorption rate(%)		
	Orthotopic graft	Heterotopic graft*	Average
Graft orientation			
Cancellous against nasal bone	7.9	22.3	15.0
Cortical against nasal bone	10.6	20.0	14.1
Type of fixation			
Screw	7.2	19.0	12.9
Kirschner wire	9.0	20.2	13.4
Layer of the grafted bone			
Partial thickness			
Monolayer	6.5	17.5	11.9
Multilayer	11.5	22.9	15.9
Full-thickness	4.5	43.5	23.5

* : $p=0.001$ (compared with orthotopic grafts)

에 따른 흡수율은 K강선의 경우 평균 13.4%(6.9%~20.5%), 나사로 고정한 때는 평균 12.9%(10.9~17.0%)로서 큰 차이가 없었다($p=0.81$) (Table 3).

증례 1

22세 여자 환자로서 비부 유피낭(nasal dermoid cyst)에 의한 안와골격리증(orbital hypertelorism)이 있었다. 유피낭을 절제한 뒤 장방형 안와골절골술(rectangular orbital osteotomy)을 하여 기능적 안와골(functional orbit)을 내측 전위시키면서 단층의 부분층 두정골을 피질면이 수혜골과 접하도록 이식한 뒤 나사로써 고정하였다. 수술후 14개월에 흡수율은 동소이식부가 5.8%, 이소이식부가 15.7%로서 평균 11.2%였다. 이식골 하단부는 5mm 흡수되었다. 수술후 14개월에 실리콘 삽입물로써 좀더 용비시켰다(Fig. 1).

증례 2

25세 남자 Binder 증후군으로서 과거에 늑골이식을 받은 환자였다. 비주위골절술(perinasal osteotomy)로써 비골을 전진시킴과 동시에 절골한 비전

두봉합선(nasofrontal suture)에 hydroxyapatite를 삽입함으로써 비골을 하방으로 내려 코길이를 연장하였다. 이때 2개의 부분층 두정골을 피질골면이 수혜골에 접합하도록 나사로 고정하였다. 비첨피부가 이식골에 의해 얇아지는 것을 방지하고 비배부(nasal dorsum)를 좀더 둋우어 주기위해 이식골 위에 유리측두근막(free temporalis fascia graft)을 이식하였다. 수술후 6개월에 흡수율은 동소이식부위가 6.3%, 이소이식부위가 18.6%로서 평균 11.8%였다. 이식골 하단부 흡수는 10mm였다(Fig. 2).

증례 3

31세 여자 환자로서 코의 이물질을 제거하기 위해 내원하였다. 이마가 좁아서 확장시킨 전두부근 피판으로 재건하면서 단층의 부분층 두정골을 피질골이 수혜골과 접합하도록 이식하고 2개의 K강선으로 고정하였다. 수술 13개월 뒤에 실리콘 삽입물로 좀더 용비시켰다. 수술후 13개월의 흡수율은 동소이식부위가 4.3%, 이소이식부위가 9.5%로서 평균 6.9%였으며, 하단부 흡수는 3mm였다(Fig.

(Above Lt.)

Fig. 1.

(Above Rt.)

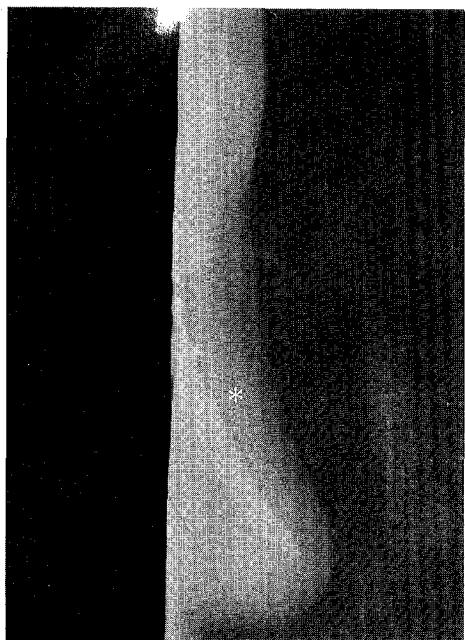
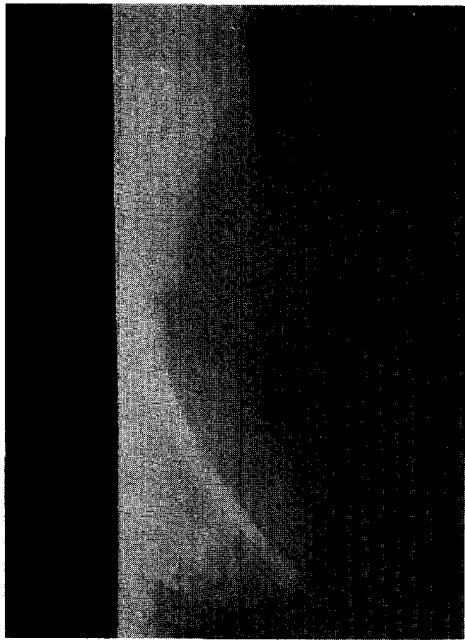


Fig. 1. Case 1. A 22-year-old woman with orbital hypertelorism and vertical orbital dystopia secondary to mid-line nasal dermoid. A partial thickness parietal bone graft with its cortical surface placed in contact with the nasal bone was fixed with a lag screw. (Above, left) Preoperative profile and (above, right) profile 14 months after surgery. (Below, left) Immediate postoperative cephalometric radiograph and (below, right) 14 months postoperatively. The absorption rate was 5.8% on the nasal bone, 15.7% at the cartilaginous portion of the nose, and the average was 11.2%. Note the silicone implant implanted on the bone graft(asterisk).

3).

증례 4.

21세 여자 환자로서 외상성 안장코(saddle nose)를 교정하기 위해 단층의 부분층 두개골을 해면질면이 수혜골에 접하도록 이식한 뒤 2개의 K강선으로 고정하였다. 수술후 70개월에 흡수율은 동소이식부위가 10.1%, 이소이식부위가 37.6%였으며 평균 20.5%였다. 하단부 흡수는 11mm였다 (Fig. 4).

IV. 고 칠

코의 골격이 심하게 함몰되거나 소실되었을 때 자가골 중첩이식을 이용한 재건법이 널리 이용되고 있다. 과거부터 경골(tibia), 늑골(rib), 장골(ili-

um) 등을 사용해 오고 있지만 합병증이 많아 최근에는 연골내골보다 덜 흡수되는 막골인 두개골을 널리 이용하고 있다. 두개골은 뇌척수액(cerebrospinal fluid)의 유출이나 뇌경막하출혈(subdural hemorrhage)등을 유발할 수는 있지만, 골용적이 비교적 풍부하며, 통증이나 기능적 장애가 없고, 공여부 반흔이 눈에 띄지 않으며, 공여부의 이차 변형이 작고, 수혜부와 공여부가 같은 수술 시야 안에 있으며, 이환율(morbidity)이 낮아 입원 기간이 짧은 장점이 있다.¹⁾

자가골이식의 문제점은 이식된 자가골이 흡수되어 처음 이식 때의 용적을 유지하지 못하는 것이다. 골이식의 생존에 영향을 미치는 요소는 수혜부의 조건,³⁾ 골막의 유무,^{4,5)} 수혜골에 접합하는 이식 골면(graft orientation),⁴⁾ 수혜골면의 성장영역(growth field),^{6,7)} 골의 발생학적 기원(embryon-

I. 서 론

비골이 선천성 기형이나 후천성 변형에 의해 심하게 합물되었을 때 이물성형물(alloplastic material)보다는 자가골이식(autogenous bone graft)이나 자가연골이식(autogenous cartilage graft)이 더 안전하고 효과적인 용비 방법으로 알려져 있다. 자가골 가운데서도 두정골(parietal bone)은 같은 수술 시야에서 얻을 수 있으며, 막골(membranous bone)이어서 연골내골(endochondral bone)보다 덜 흡수되며, 수술 뒤 동통이 적고, 반흔이 두발에 의해 가리워지는 등 여러 가지 장점이 있기 때문에 공여부로서 널리 이용되고 있다.¹⁾ 일반적으로 막골이식은 골량을 90% 정도 유지시킬 수 있으며, 기능적 부하(functional stress)를 받지 않는 수혜골에서는 20~30% 정도 흡수되는 것으로 알려져 있지만,²⁾ 비부에 이식했을 때 흡수에 관한 연구는 찾아보기 어렵다.

이에 저자들은 수혜골의 조건, 수혜골에 접합하는 이식골면(graft orientation), 이식골의 두께, 이식골의 고정 방법이 골흡수에 어떤 차이를 나타내는지를 이식골의 면적을 구하여 알아 보았다.

II. 재료 및 방법

지난 7년 동안 자가 두정골을 중첩이식(onlay bone graft)하여 비재건술을 받았던 환자를 가운데

데 측면 두개골계측방사선사진(cephalometric radiograph)이나 cephaloxerograph의 연속 촬영으로써 추적조사가 가능했던 13례의 환자를 대상으로 하였다. 연령별 분포는 9~38세(평균 20.9세)였으며, 성별 분포는 여성 9례, 남성 4례이다. 원인 질환은 선천성 기형 9례, 외상성 변형 2례, 이물삽입 2례였다(Table 1).

수술 방법은 모든 중례를 전신마취하여 우측 두정골을 채취한 다음 이식하였다. 8례에서는 양쪽 관상절개(bicoronal incision)하였고, 5례에서는 시상봉합선(sagittal suture)과 측두선(temporal line)사이에서 8cm 정도 봉합선에 대해 평행하게 절개하여 골막 위에 이르렀다. 관상봉합선 3cm 뒤에서 골막을 절개하여 골막을 벗긴 뒤 8×60~70mm 크기로 도안한 다음 천공기(burr)를 이용하여 판간총(diploic space)에 도달하였다. 도안선 가장자리의 뼈를 끌(chisel)로써 각아낸 다음 외판(outer table)을 조심스럽게 떼어내었다. 전총의 두개골은 전두골판(frontal bone flap)의 가장자리를 잘라 채취하였다. 관상절개한 경우는 그 절개를 통해 비부에 골을 이식하였으며, 두정부를 절개한 때에는 비부를 절개한 뒤 이식하였다. 고정 방법은 초기에는 2개의 K강선을 비골에 고정하였으며, 나중에는 10mm의 나사 한개를 비골에 고정하였다.

Table 2. Variable Factors that may Influence the Absorption Rate

Table 1. Primary Diagnosis of Patients

Diagnosis	No. of patient
Congenital defect	
Binder syndrome	3
Facial cleft No. 0	2
Meningoencephalocele	1
Crouzon's disease	1
Nasal dermoid cyst	1
Cleft lip nasal deformity	1
Traumatic defect	2
Foreign body	2
Total	13

Factor	No. of patient
Graft orientation	
Cancellous against nasal bone	5
Cortical against nasal bone	8
Type of fixation	
Lag screw	8
Kirschner wire	5
Layer of the grafted bone	
Partial thickness	
Monolayer	7
Multilayer	5
Full thickness	1
Total	13

직으로 대치되지만, 자가 사골(ethmoid bone) 및

서골(vomer bone)은 정상적인 골구조가 유지된다.³⁾ 본 연구에서도 비연골 위에 놓인 이식골은

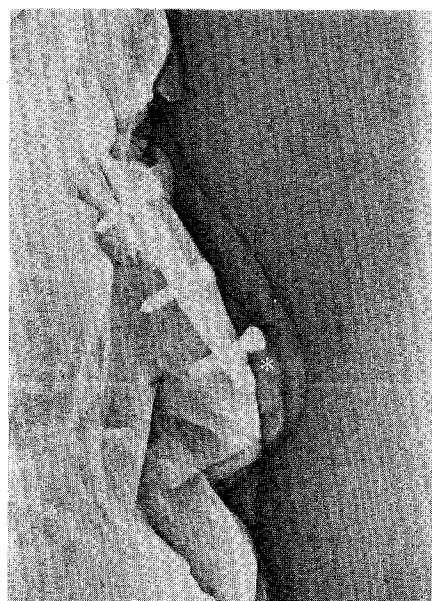


Fig. 3. Case 3. A 31-year-old woman with foreig body of the nose. A partial thickness parietal bone graft with its cortical surface placed in contact with the nasal bone was fixed with two Kirschner wires. (Above, left) Preoperative profile and (above, right) profile 13 months after surgery. (Below, left) Immediate postoperative cephalometric radiograph and (below, right) 13 months postoperatively. The absorption rate was 4.3% on the nasal bone, 9.5% at the cartilaginous portion of the nose, and the average was 6.9%. Note the silicone implant implanted on the bone graft(asterisk).

23.4%나 흡수되어 비골에 접합한 동소이식(9%)에 의해 상당히 많이 흡수됨을 확인할 수 있었다. 그러나 임상적으로는 비첨이 낮아진 것을 거의 인

식할 수 없었는데, 그 이유는 섬유조직으로 대치되었기 때문이며, 섬유조직으로 대치됨에 따라 수술 직후에 비첨에서 느껴지는 골의 딱딱함이 없어지는



Fig. 4. Case 4. A 21-year-old woman who had saddle nose deformity after trauma. A partial thickness parietal bone graft with its cancellous surface against the nasal bone was fixed with two Kirschner wires. (Above, left) Preoperative profile and (above, right) profile 70 months after surgery. (Below, left) Immediate postoperative cephalometric radiograph and (below, right) 70 months postoperatively. The absorption rate was 10.1% on the nasal bone, 37.6% at the cartilaginous portion of the nose, and the average was 20.9%.

좋은 점도 있지만 섬유조직 자체도 여전히 떡딱한 느낌을 주므로 비연골 위에 놓이는 부분은 골 대신 자가 또는 동종 연골이식과 같은 다른 물질로 대체하는 것이 타당할 것으로 생각된다.

둘째는 골막의 유무로서 동물 실험에서 골막을 붙여서 중첩골이식하면 골막을 벗긴 경우보다 재혈관화(revascularization)가 더 빨리 일어나서, 골세포의 생존도 더 많고, 골용적도 더 많이 유지되는 것 같다.⁴⁾ 그러나, 방사성 핵종주사(radionuclide scan)로써 조사해 보면 골막의 유무는 골이식의 혈관화에 어떤 영향도 미치지 않는다는⁵⁾고 한다. 저자들은 골막을 벗겨서 이식하였는데, 그 이유는 골막을 붙이면 골 채취가 어려우며 조각할 때 골막이 쉽게 떨어져 나가기 때문이다. 골막을 공여부에 붙여 두면 공여부의 골치유를 돋는 장점도 있다.¹¹⁾

세째는 수혜골에 접합하는 이식골면으로서 이식골의 피질면을 연조직과 접하도록 즉 해면질면을 수혜골과 접하도록 이식하면 생존이 향상된다⁶⁾고 하지만, 최근 Hardesty와 Marsh(1990)⁹⁾는 토끼의 두개안면골에 자가두개골과 자가장골릉(iliac crest)을 각각 중첩이식했을 때 둘다 골재생이 일어나지만, 연골내골이든 막골이든 간에 수혜골에 접하는 이식골면의 차이는 흡수에 영향을 미치지 않는다고 하였다. 본 연구에서는 두군 사이에 흡수에 차이가 없어서 Hardesty와 Marsh의 결과와 일치하였다. 이렇게 수혜골면에 접합하는 이식골면의 차이는 흡수에서 유의한 차이를 보이지 않았지만 해면질골면을 수혜골에 접촉시키면 두정골의 곡면 때문에 비첨부가 많이 돌출되지 않으므로 여러 층으로 이식할 수 밖에 없다. 그러나 다층이식은 단층이식에 비해 많이 흡수되므로 바람직한 방법이 아닌 것으로 생각된다. 반면에 피질골면을 수혜골에 접촉시키면 비첨부 돌출을 도모할 수 있을 뿐만 아니라 흡수되는 정도도 비슷하므로 더 적합한 방법으로 생각된다.

네째는 성장 영역으로서 성장하는 두개안면골은 침착성 성장영역(depository growth field)과 흡수성 성장영역(resorptive growth field)으로 나뉘는데, 전자에서는 수혜골의 골막면에 골이 침착됨으로써 개형(remodeling)이 일어나며, 후자에서는

수혜골의 골막면에서 흡수가 일어나도록 되어 있다.⁶⁾ 성장기의 토끼 실험에서도 침착성 성장영역에 중첩골이식하면 흡수성 성장영역에 이식하는 것보다 30%~60% 많은 골용적을 유지시킬 수 있다⁷⁾고 하였다.

다섯째는 골의 발생학적 기원으로서 Zins와 Whitaker(1983)¹²⁾에 의하면 토끼와 원숭이에서 막골이식은 20%, 연골내골은 50~80% 정도 흡수된다고 하였으며, 그 기전은 막골이 연골내골보다 초기에 풍부한 재혈관화가 이루어지기 때문이라 하였다.²⁾ 또 해면질골은 피질골보다 더 신속히 재혈관화되지만, 주로 피질골로 구성되어 있는 전층 막골이식은 한층의 피질과 두꺼운 해면질골로 구성되어 있는 연골내골보다 더 빨리 재혈관화 된다고 하였다.⁸⁾ 본 연구에서는 침착성 성장영역인 비골에다가 막골인 두개골을 이식하였으므로 흡수가 덜 일어났을 것으로 생각된다.

여섯째는 고정으로서 견고한 고정이 골생존에 미치는 영향은 첫째, 비가동화(imobilization)시키면 더 빨리 혈관화되어 흡수를 최소화함과 동시에 골부가(bone apposition)가 더 일찍 일어나도록 자극하며, 둘째, 이식골과 수혜골의 접합면을 증가시켜 포행대치(creeping substitution)를 도모하며, 세째, 이식골과 수혜골의 골유합(bone consolidation)이 초기에 일어나서 골부가가 더 일찍 일어나며 활생성세포(osteogenic cell)의 내성장(in-growth)이 효과적으로 이루어진다. La Trenta 등(1989)¹³⁾은 중첩골이식을 고정하지 않으면 이식골과 수혜골 사이에 움직임이 있어서 골의 흡수가 증가된다¹⁴⁾고 하였으며, 철선(wire)으로 고정하면 시간이 지남에 따라 느슨해져서 이식골과 수혜골 사이의 미세운동(micromotion)이 일어나 흡수가 증가되므로 나사로 고정하는 것이 더 효과적이라 하였다.¹⁴⁾ 그러나 고정 방법도 부위에 따라 다름이 밝혀졌다. Lin 등(1990)¹⁵⁾은 토끼에서 두개골을 콧등(snout)과 하지에 중첩이식할 때 나사를 이용하여 견고하게 고정(rigid fixation)한 군과 흡수성 봉합사인 chromic catgut으로 느슨하게 고정한 군을 비교해 보았을 때 움직임이 많은 하지에서는 견고하게 고정한 군이 덜 흡수되었지만 움직임이 적은 곳인 콧등에서는 흡수율에 차

이가 없음을 밝혔다. 본 연구에서도 고정장치에 따른 흡수율을 보면 K강선의 경우 13.4%, 나사로 고정한 때는 12.9%로서 큰 차이가 없었는데, 이는 코에서는 K강선이나 나사 둘다 견고하게 고정시킬 수 있음을 의미하며, 견고한 고정은 이식 직후에만 영향을 미치지 일단 이식골의 수혜골에 접합되면 골생존에 더 이상 영향을 미치지 않기 때문이다.¹⁵⁾ 또 비부는 기능적 부하(functional stress)를 많이 받는 곳이 아니기 때문에 고정 방법에 따른 차이가 없는 것으로 생각된다. 막골이 연골내골보다 흡수가 덜 된다는 연구 결과에 따라 막골이식 때는 견고한 고정이 불필요하다³⁾고 하지만 두개골을 비골에 잘 접합시키고 비첨부출을 도모하기 위해 견고한 고정이 필수적인 것으로 생각된다.

그외에 환자의 나이에 관해서는 실현에서 미성숙한 동물의 연골내골이 성숙한 동물의 막골보다 현저히 많이 흡수된다¹⁶⁾고 한다. 이식골의 제원에 관해서는 Hardesty와 Marsh(1990)⁹⁾는 연골내골이든 막골이든 단층의 피질골이식(unicortical graft)과 양층의 피질골이식(bicortical graft) 사이에 흡수의 차이는 없지만, 연골내골은 피질골이 얇아서 혈관 침입이 더 일찍 일어나기 때문에 빨리 흡수되므로 골용적이 막골에 비해 더 작다고 하였다. 그러므로 골생존에 중요한 것은 골의 발생학적 기원의 차이보다는 이식골의 3차원적 구조가 더 중요할 것이라고 하였다. 본 연구에서는 양층의 피질골이 포함된 전층골이식때 많이 흡수되고, 또 단층의 피질골이더라도 단층보다는 복층에서 조금 더 흡수됨을 알 수 있었다.

V. 요 약

저자들은 지난 7년 동안 자가두정골을 중첩이식하여 비재건술을 받았던 환자들 가운데 측면 두개골계측방사선사진이나 cephaloxerograph의 연속 활용으로 추적조사가 가능했던 13명의 환자를 대상으로 골이식 때의 여러가지 요소들이 골흡수에 어떤 영향을 미치는지를 이식골의 면적을 구하여 서로 비교해 보았다.

골흡수율을 2차원적으로 구하였으며 또 증례의 수가 적어서 통계학적인 근거의 신빙성이 약하지만

다음과 같은 잠정적 결론을 내릴 수 있었다. 비연골 위에 놓이는 두정골의 이소이식은 많이 흡수되므로 자가 연골이식과 같은 다른 물질로 대체하는 것이 타당할 것으로 생각된다. 해면질골면을 수혜골에 접합시키면 두정골의 곡면 때문에 비첨부가 많이 돌출되지 않으므로 여러 층으로 이식하기 마련인데 이때는 많이 흡수되므로 바람직한 방법이 아닌 것 같다. 반면에 피질골면을 수혜골에 접촉시키는 방법은 비첨부 돌출을 도모할 수 있을 뿐만 아니라 흡수되는 정도도 전자와 비슷하므로 더 적합한 방법으로 생각된다.

References

- 1) Tessier P: *Autogenous bone grafts taken from the calvarium for facial and cranial applications*. Clin Plast Surg 9: 531, 1982
- 2) Kusiak JF, Zins JE, Whitaker LA: *The early revascularization of membranous bone*. Plast Reconstr Surg 76: 510, 1985
- 3) Peer LA: *The fate of autogenous human bone grafts*. Br J Plast Surg 3: 233, 1951
- 4) Knize DM: *The influence of periosteum and calcitonin on onlay bone graft survival: A roentgenographic study*. Plast Reconstr Surg 53: 190, 1974
- 5) Hendel PM, Hattner RS, Rodrigo J, Buncke HJ: *The functional vascular anatomy of rib*. Plast Reconstr Surg 70: 578, 1982
- 6) Enlow DH: *The handbook of facial growth*. 3rd ed, Philadelphia, WB Saunders, 1982, p 76
- 7) Zins JE, Kusiak JF, Whitaker LA, Enlow DH: *The influence of the recipient site on bone grafts to the face*. Plast Reconstr Surg 73: 371, 1984
- 8) Hammack BL, Enneking WF: *Comparative vascularization of autogenous and homogenous bone transplants*. J Bone Joint Surg 42A: 811, 1960
- 9) Hardesty RA, Marsh JL: *Craniofacial onlay*

- bone grafting: A prospective evaluation of graft morphology, orientation, and embryonic origin.* *Plast Reconstr Surg* 85: 5, 1990
- 10) Stalnecker MC, Whitaker LA, Brighton CT: *Electrical stimulation of onlay bone grafts.* *Plast Reconstr Surg* 82: 580, 1988
 - 11) Motoki DS, Mulliken JB: *The healing of bone and cartilage.* *Clin Plast Surg* 17: 527, 1990
 - 12) Zins JE, Whitaker LA: *Membranous versus endochondral bone: Implications for craniofacial reconstruction.* *Plast Reconstr Surg* 72: 778, 1983
 - 13) La Trenta GS, McCarthy JG, Breitbart AS, May M, Sissons HA: *The role of rigid skeletal fixation in bone-graft augmentation of the craniofacial skeleton.* *Plast Reconstr Surg* 84: 578, 1989
 - 14) Phillips JH, Rahn BA: *Fixation effects on membranous and endochondral onlay bone-graft resorption.* *Plast Reconstr Surg* 82: 872, 1988
 - 15) Lin KY, Bartlett SP, Yaremchuk MJ, Grossman RF, Whitaker LA: *The effect of rigid fixation on the survival of onlay bone grafts: An experimental study.* *Plast Reconstr Surg* 86: 449, 1990
 - 16) Wilkes GH, Kernahan DA, Christenson M: *The long-term survival of onlay bone grafts: A comparative study in mature and immature animals.* *Ann Plast Surg* 15: 374, 1985