

## 두개골 조기 유합증 수술 시 두개골막 피관의 역할

변준희 · 임영민 · 유 결

가톨릭대학교 의과대학 성형외과학교실

### The Role of Pericranial Flap in Surgery of Craniosynostosis

Jun-Hee Byeon, M.D., Ph.D., Young-Min Yim, M.D.,  
Gyeol Yoo, M.D., Ph.D.

Department of Plastic Surgery, The Catholic University of  
Korea College of Medicine, Seoul, Korea

Reconstruction of calvarial bone defects from congenital anomaly or from bone loss due to traumatic or neoplastic processes remains a significant problem in craniofacial surgery and neurosurgery. To facilitate bone regeneration, there have been many trials such as autologous bone graft or allograft, and the addition of demineralized bone matrix and matrix-derived growth factor.

Guided bone regeneration is one of the methods to accelerate bone healing for calvarial bone defects especially in children. Pericranium is one of the most usable structure in bone regeneration. It protects the dura and sinus, and provides mechanical connection between bone fragments. It supplies blood to bone cortex and osteoprogenitor cells and enhances bone regeneration.

For maximal effect of pericranium in bone regeneration, authors used pericranium as a flap for covering calvarial defects in surgeries of 11 craniosynostosis patients and achieved satisfactory results: The bone regeneration of original cranial defect in one year after operation was 74.6% ( $\pm 8.5\%$ ). This pericranial flap would be made more effectively by individual dissection after subgaleal dissection rather than subperiosteal dissection.

In this article, we reviewed the role of pericranium and reported its usefulness as a flap in surgery of

craniosynostosis to maximize bone regeneration.

**Key Words:** Pericranial flap, Craniosynostosis

### I. 서 론

외상이나 종양에 의하거나, 선천성기형 등으로 수술할 경우 발생하는 두개골 결손을 어떻게 재건할 것인가 하는 문제는 성형외과 영역에서 중대한 문제 중 하나이다. 두개골 결손을 극복하는 방법으로 여러 가지 방법이 있으나, 현재는 골의 재생을 촉진시키는 데에 초점이 맞추어지고 있으며, 자가골 이식이나, 동종골이식, 탈무기질화된 골기질 등의 사용, 골기질에서 유도되는 성장인자를 첨가하는 방법 등이 이용되고 있다.<sup>1</sup> 두개골의 골 재생 능력은 연령이 증가할수록 제한을 받는데, 두개골 조기 유합증 환자의 수술에서는 환자의 연령이 어려서 골 재생 능력이 왕성한 유리한 조건을 가지고 있으므로, 골 결손부가 발생한 경우 골 재생을 촉진시키는 것이 빠른 두개골 결손 극복에 매우 중요하다고 할 수 있다.<sup>2</sup>

골 결손부에 있어 두개골막은 경막을 보호하고 골판 사이를 물리적으로 연결할 뿐 아니라 피골과 골단의 골 전구 세포에 혈류를 공급하여 골 결손에 있어 골 생성에 중요한 역할을 한다는 것은 이미 동물실험을 통하여 알려져 있다.<sup>3</sup> 그러나 실제 수술에 있어서는 두개골을 노출시키는 과정에 있어서 대개 골막하 박리가 이루어지기 때문에 두개골막은 쉽게 손상될 수 있고, 수술 후 발생한 골 결손부위는 정작 회복이 되지 않는 경우가 발생한다. 따라서 저자들은 결손부의 확실한 회복과 두개골막의 소실을 줄이기 위해 두개골막을 피관으로 따로 박리하여 조기 유합증 환자들의 술후 발생한 두개골 결손부를 좀 더 덮어줌으로써 만족할 만한 결과를 얻을 수 있었기에 문헌고찰과 함께 보고하고자 한다.

### II. 재료 및 방법

#### 가. 대상

2000년 3월부터 2004년도 3월까지 본원 성형외과로 내

Received August 2, 2004  
Revised December 14, 2004

**Address Correspondence:** Gyeol Yoo, M.D., Department of Plastic Surgery, St. Mary's Hospital, College of Medicine, Catholic University of Korea, #62 Yoido-dong, Youngdungpo-gu, Seoul 150-713, Korea, Tel: (02) 3779-1198 / Fax: (02) 780-9167 / E-mail: psyg@catholic.ac.kr

\* 본 논문은 제 55차 대한성형외과학회 추계학술대회에서 구인 발표되었음.

**Table I.** Details of Craniosynostosis Patients

Case	Sex	Age at surgery	Dignosis	Operation	Bone regeneration
1	M	18 m	Metopic craniosynostosis	Anterior 2/3 cranial vault remodelling	67.0%
2	M	55 m	Metopic craniosynostosis	Anterior 2/3 cranial vault remodelling	67.5%
3	F	20 m	Metopic craniosynostosis	Anterior 2/3 cranial vault remodelling	72.6%
4	M	59 m	Sagittal craniosynostosis	Total cranial vault remodelling	69.4%
5	M	14 m	Metopic craniosynostosis	Anterior 2/3 cranial vault remodelling	69.2%
6	M	15 m	Sagittal craniosynostosis	Total cranial vault remodelling	86.7%
7	F	11 m	Metopic craniosynostosis	Anterior 2/3 cranial vault remodelling	70.2%
8	M	49 m	Sagittal craniosynostosis	Total cranial vault remodelling	85.1%
9	M	68 m	Sagittal craniosynostosis	Total cranial vault remodelling	88.1%
10	M	61 m	Metopic craniosynostosis	Anterior 2/3 cranial vault remodelling	69.7%
11	M	32 m	Frontonasal dysplasia	Anterior 2/3 cranial vault remodelling	*

m: months

\*bone source의 사용으로 3-D CT를 통한 골재생 정도 판단이 곤란하였음.



**Fig. 1.** Intraoperative view of craniosynostosis. (Left) elevation of pericranial flap. (Center) calvarial bone defect after remodelling. (Right) covering bone defect with pericranial flap.

원한 11명의 두개골 조기 유합증 환자들을 대상으로 하였으며, 남아 9명, 여아 2명이었고, 수술 당시 나이는 평균 35개월이었다. X-ray 및 3D CT를 통해 진단되었으며, 총 두개관 개조술 4례 및 전방 2/3 두개관 개조술 7례가 시행되었다(Table I).

#### 나. 수술방법

전신마취 하에 환아를 앙와위 또는 복와위로 눕히고 전두부 모발선의 약 5 cm 후방에서 이개 후방으로 zig-zag로 관상절개를 가한 후 두정부에서 상안와연, 측두부, 후두부까지 모상건막하 박리(subgaleal dissection)를 시행하였다. 이렇게 노출된 두개골막을 절골 예정선 및 변형 이후 발생할 골결손부를 예상하여 전방 및 후방을 기저로 하는 피판으로 디자인한 뒤, 골막 하 박리하여 다수의 두개골막 피

판으로 소실 없이 보존하였으며, 두개골을 노출시켰다(Fig. 1, Left). 수술 시기와 변형의 정도에 따라 다양한 방법으로 골절제술이 시행되었으며, 골판을 다양한 형태로 변형시키거나 재위치 시킴으로써 두개골 변형을 개선시켰다. 절골시 발생하는 골조각 및 골편지들은 따로 모아 일차적으로 골피판의 고정 이후에 발생하는 골결손부에 삽입하여 골이식을 시행하였고(Fig. 1, Center), 이때 두개골 피판을 이용하여 이를 지지하였고 절골부를 물리적으로 연결시켰으며, 노출된 경막 및 동(sinus)을 보호하였다(Fig. 1, Right). 이후 배액관 삽입 후 두피봉합을 시행하였다.

#### 다. 골재생률 측정

골 재생 정도의 평가는 술중 또는 술후 직후의 3-D CT와 술후 12개월째의 3-D CT의 두정부 시야에서 관찰되는

결손부를 image analysis system을 이용하여 면적을 측정 한 후, 결손부의 감소율을 백분율로 산출하였다.

### III. 결 과

11명의 환자 중에서 총 두개관 개조술이 4례 및 전방 2/3 두개관 개조술 7례가 시행되었는데, 술후 추적관찰 기간은 24개월까지 하였고, 술후 12개월째 3D CT를 시행하였다. 증례 11을 제외한 모든 환자에서 골결손부의 면적이 감소함을 확인하였으며, 평균 74.6%(표준편차 8.5%)의 골 재생이 관찰되었다. 수술 시 연령에 따라 골 재생 정도는 상관관계를 보이지 않았으며, 총 두개관 개조술을 시행한 환자들이 전방 2/3 두개관 개조술을 시행한 환자들보다 12.9% 정도 더 골 재생이 일어난다는 것으로 측정되었다.

#### 가. 증례 3

20개월 여아 환자로 전두봉합 두개골 조기 융합증(metopic craniosynostosis)이 있어 전방 1/3두개관 개조술을 시행하였다.

전방 2/3 두개골 개조술 이후 일부 두개골의 결손이 발생하였으며 (Fig. 2, Left), 이를 두개골막 피판으로 덮었다. 술후 12개월째의 3D CT의 두정부 시야에서 측정된 결손부의 감소는 72.6%였다(Fig. 2, Right).

#### 나. 증례 9

68개월 남아 환자로 시상봉합 두개골 조기 융합증(sagittal craniosynostosis)으로 총 두개관 개조술을 시행하였다. 두개골 개조술 이후 발생한 골결손 (Fig. 3, Left)을 두개골막 피판으로 덮었다. 술후 12개월째의 3D CT의 두정부 시야에서 측정된 결손부의 감소는 88.1%였다(Fig. 3, Right).

### IV. 고 찰

두개골 결손을 극복하는 방법으로 금속이나 methylacrylate 등을 삽입하는 방법에서부터 경골, 늑골, 장골, 반대측 두개골 등의 자가골 이식이나, 동종골 이식, 탈무기질화된 골기질의 사용, 골 기질에서 유도되는 성장인자를 첨가하는 방법 등이 여러 가지가 이용되고 있으며, 현

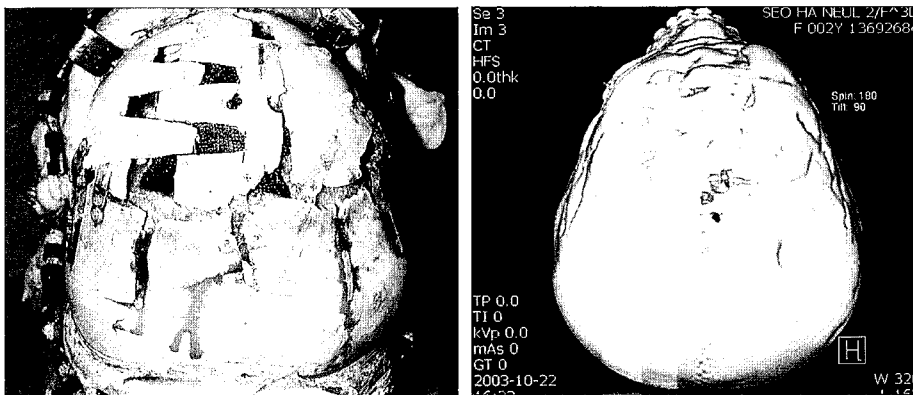


Fig. 2. Case 3. F/20 months, Metopic craniosynostosis-anterior 2/3 cranial vault remodelling. (Left) bone defects after remodelling. (Right) 3-D CT scan 1 year after surgery.

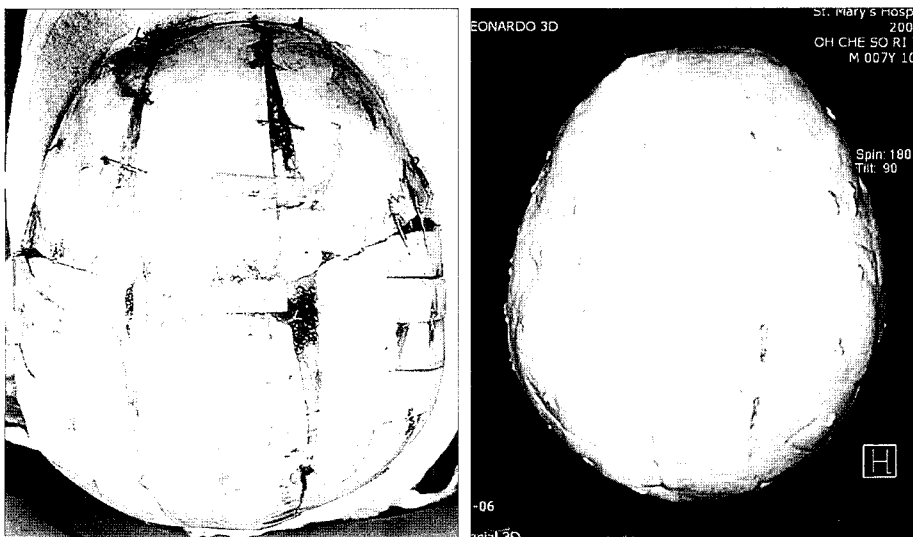


Fig. 3. Case 9. M/68 months, Sagittal craniosynostosis-total cranial vault remodelling. (Left) bone defects after remodelling. (Right) 3-D CT scan 1 year after surgery.

재는 골의 재생을 촉진시키는 데에 초점이 맞추어지고 있다.<sup>1</sup> 골 재생이 이루어지려면 가장 중요한 것이 연령인데 이것은 두개골의 골 재생 능력이 연령이 증가할수록 제한을 받기 때문이며, 연령이 어려서 골 재생 능력이 왕성한 두개골 조기 유합증 환자의 수술에서 골결손부의 극복방법으로는 골 재생을 촉진시키는 것이 매우 중요하다고 할 수 있다.<sup>2</sup>

골 재생을 촉진하는 데 있어 유도 골 재생 (Guided bone regeneration)이란 주변의 연부조직이 골결손부로 밀려들어오거나 섬유아세포들이 결손부로 이동하는 것이 골 재생의 장애물이기 때문에 이들을 막는 방어막을 사용한다는 것이 기본 원리이다.<sup>3,4</sup> 체내에서는 두개골막과 경막이 방어막으로서의 역할을 하게 되는데, 경막은 가장 큰 골생성능력을 지니며, 주로 중심부의 골생성을 담당하고, 골단에서는 말단부 골생성이 이루어지는데, 두개골막이 이들을 보호하고 혈류를 공급하므로써 이차적인 골생성에 영향을 미친다고 한다.<sup>1,5</sup>

두개골 조기 유합증의 수술은 미성숙한 두개골이 다양한 형태로 절골이 이루어지고 이렇게 얻어진 골판은 다양한 형태로 변형된 후 자가골 이식으로서 재삽입되어 두개골 변형을 개선시켜주는 것이다. 이 때 어느 정도의 골 결손부는 남기 마련이며, 이러한 결손 부위는 정해진 위치에 생기지 않고, 그 크기 또한 다양하다. 이러한 결손 부위의 골 재생을 최대화시키기 위해서는 두개골막도 결손부들을 확실하게 피복할 필요가 있다. 이에 저자들은 모상건막하 박리이후에 두개골막을 피판으로 박리하였는데, 대부분 수술에 있어서는 두개골을 노출시키는 과정에 대개 골막하 박리가 이루어지기 때문에 두개골막이 쉽게 손상될 수 있고, 이로 인해 수술 후 발생한 골 결손부위는 정작 피복이 되지 않는 경우가 종종 발생하여 골 재생력에 나쁜 요소로 작용할 수 있는 경우가 있는데 저자는 이를 배제하고자 모상건막하 박리 후 골막 피판을 사용하였고, 이는 골막하 박리 후 두피판으로 거상하는 방법보다 박리 시에 발생할 수 있는 골막의 소실이 적고, 가동성이 보장되기 때문에, 술후 발생할 수 있는 어느 곳의 결손이라도 피복할 수 있는 장점이 있다.

두개골 조기 유합증에서 두개골막 피판은 유리 골판의 재구성이후 발생하는 두개골 결손부의 노출된 경막과 동을 확실하게 피복하여 이를 보호하는 역할을 수행한다. 한편, 경막은 중추신경계를 보호하는 역할을 하며, 가장 활발한 골 생성능력을 가져서 주로 중앙부의 골신생을 담당하는데, 두개골막이 이를 보호한다고 한다.<sup>6</sup>

또한 골 결손부에 골 이식이나 골기질의 삽입의 의미로서 골조각이나 골편지 등을 삽입하여 골생성을 촉진하기도 하는데, 두개골막 피판이 이를 물리적으로 지지해주는

역할을 할 수 있다. 그뿐 아니라 절골선에 대해서도 두개골막 피판이 절골된 두 골판을 물리적으로 이어주는 연결부로서의 역할을 수행하며, 전체적으로는 확장하려는 뇌의 물리적인 힘에 새롭게 변형된 두개골이 적응할 수 있도록 이차적인 지지구조물로서의 역할을 하기도 한다.<sup>7</sup>

또 다른 역할로 두개골막 피판이 경막과 골가장자리와 함께 골생성을 도와 골 재생을 더욱 가속화시킨다는 것이다. 이는 동물을 이용한 골 결손 모델에서 경막과 골막으로 이중막을 이루는 조건에서, 어느 하나의 막이 결여되거나 다른 인조막으로 대체된 경우보다 월등하게 골신생이 이루어짐이 이미 확인되었고,<sup>2</sup> 이것은 두개골 조기 유합증 수술시에 이러한 구조를 만들기 위해 두개골막이 골결손부로의 확실한 피복이 이루어져야 함을 시사한다. 저자들은 증례에서 준비된 골막이 두개골 개조술 후 골 재생에 얼마나 많은 영향을 미쳤는지는 비교 대상군을 설정하기 어려워 객관적인 비교 평가는 어렵지만 앞서 설명한 바와 같이 두개골막 피판이 골 재생에 도움을 준 것으로 생각되며, 전방 2/3 두개골 개조술 한 경우는 수술 후 1년의 골 재생률이 69.4%, 총 두개골 개조술을 시행한 경우는 평균 82.3% 로 비교적 높은 재생력을 보였다.

저자들은 두개골 조기 유합증 수술 시 애초부터 골막하 박리하여 후에 덮어주면 당연히 결손부위가 덮어지나 두개골을 노출시키는 과정에 있어서 대개 골막하 박리가 이루어지기 때문에 두개골막은 쉽게 손상될 수 있고, 수술 후 발생한 골 결손부위는 정작 피복이 되지 않는 경우가 종종 발생하여, 경막이 보호되지 못하고, 골 재생력에 나쁜 요소로 작용할 수 있는 경우가 있는 등 문제점이 있어, 저자는 수술 중 발생할 수 있는 오류를 최소화하기 위해 두개골막을 따로 박리하여 피판으로 사용했는데, 이 두개골막 피판은 두개골 조기 유합증 수술 후 두개골이 있는 부위보다는 두개골 결손이 생기는 부위를 더 잘 덮어 주어야 하는 원칙을 충실히 지킴으로써 골 재생의 촉진 및 골치유에 도움을 주도록 하였고, 또 이중 삼중으로 덮어 줌으로써 결손 부위 보충 및 골재생력을 촉진하고, 노출된 경막도 확실하게 보호토록 하였으며, 모상건막하 박리 후에 두개골막을 피판으로 거상함으로써 집중적으로 덮어야 할 결손부위가 어디든지 쉽게 덮을 수 있도록 하였다.

## V. 결 론

두개골막 피판은 두개골 결손 부위를 확실하게 피복함으로써 첫째, 경막 및 동을 보호하고, 둘째, 골 조각, 골 편지들을 물리적으로 지지하며, 셋째, 경막을 도와 골 재생의 촉진에 도움을 주어 두개골 결손 극복에 좋은 영향을 줄 수 있는, 장점을 가지고 있기 때문에, 수술 시 모상건막하

박리 후 두개골막을 따로 거상함으로써 골막의 손실을 막을 수 있고 결손부를 확실히 피복할 수 있는 피판으로 만들 수 있으며, 이러한 두개골막 피판의 유용성은 비단 두개골 조기 유합증 뿐만 아니라 다른 선천성 두개골 기형 및 외상, 종양 수술 이후 발생하는 두개골결손에도 적용할 수 있으리라 사료된다.

## REFERENCES

1. Gosain AK, Santoro TD, Song LS, Capel CC, Sudhakar PV, Matloub HS: Osteogenesis in calvarial defects: contribution of the dura, the pericranium, and the surrounding bone in adult versus infant animals. *Plast Reconstr Surg* 112: 515, 2003
2. Hobar PC, Masson JA, Wilson R, Zerwekh J: The importance of the dura in craniofacial surgery. *Plast Reconstr Surg* 92: 405, 1993
3. Hämmerle CH, Schmid J, Lang NP, Olah AJ: Temporal dynamics of healing in rabbit cranial defects using guided bone regeneration. *J Oral Maxillofac Surg* 53: 167, 1995
4. Linde A, Thorén C, Dahlin C, Sandberg E: Creation of new bone by an osteopromotive membrane technique: an experimental study in rats. *J Oral Maxillofac Surg* 51: 892, 1993
5. Reid, CA, McCarthy JG, Kolber AB: A study of regeneration in parietal bone defects in rabbits. *Plast Reconstr Surg* 67: 591, 1981
6. Greenwald JA, Mehrara BJ, Spector JA, Chin GS, Steinbrech DS, Saadeh PB, Luchs JS, Paccione MF, Gittes GK, Longaker MT: Biomolecular mechanisms of calvarial bone induction: immature versus mature dura mater. *Plast Reconstr Surg* 105: 1382, 2000
7. Eyre-Brook AI: The periosteum: Its function reassessed. *Clin Orthop* 89: 300, 1984