

머리뼈 붙음증에서의 자가 두개 미립뼈 이식술

정승문

고신대학교 의과대학 성형외과학교실

Autogenous Calvarial Particulate Bone Grafting in Craniosynostosis

Seung Moon Chung, M.D.

Department of Plastic & Reconstructive Surgery, Kosin University College of Medicine, Busan, Korea

Purpose: Autogenous particulate bone grafting is a type of autogenous bone graft that consists of small particles of cortical and cancellous bone. Autogenous particulate bone grafting has been used for calvarial bone defect after calvarial defect of craniosynostosis and prevention of temporal depression after fronto-orbital advancement. The results were followed up and studied for effectiveness of autogenous calvarial particulate bone grafting.

Methods: Cranial vault remodeling and fronto-orbital advancement was performed for six craniosynostosis patient from August 2005 to October 2007. Autogenous particulate bone grafting was harvested from endocortex of separated cranial vault and if insufficient, from extocortex of occipital region using Hudson brace & D'Errico craniotomy bit and was grafted on the calvarial bone defect of cranial vault and temporal hollow. Fibrin glues were added to the harvested particulated bone for adherence and shaping of particles.

Results: Autogenous particulate bone grafting was followed-up at least longer than 1 year. The calvarial bony defects following primary cranial remodeling were successfully covered and postoperative temporal depressions after fronto-orbital advancement were also well prevented by grafted particulated bone.

Conclusion: Autogenous calvarial particulate bone graft can be harvested in infants and young children with

minimal donor site morbidity. It effectively heals cranial defects in children and during fronto-orbital advancement reduces the prevalence of osseous defects independent of patient age. It's easy and effective method of reconstruction of calvarial defect.

Key Words: Skull, Bone transplantation, Craniosynostosis

1. 서 론

자가 미립뼈 (particulate bone) 이식이란 뼈나 골수로부터 작은 미립자 (small particle) 형태로 채취된 것들을 자가 이식하는 것이다. 자가 미립뼈는 두개부에서 쉽게 채취가 가능한데, 이를 이용하여 머리뼈 붙음증 (craniosynostosis) 수술 시 발생하는 머리뼈의 결손을 재건하였다. 일반적으로 1세 미만의 머리뼈 붙음증의 뼈 결손은 뼈 재생 능력으로 인해 자연 뼈 치유가 일어나므로 뼈 이식이 필요하지 않다.¹ 그러나 우리나라의 상황은 조금 달라 1세 이후에도 수술을 하여야 하는 경우가 많은데, 이때부터는 골화 (ossification) 능력이 급격히 떨어지게 되므로 인한, 불완전 골화나 자연 뼈 치유 능력 감소로 인해, 뇌 보호를 위해 뼈 이식이 필요한 경우가 많다.² 또한 1세 미만이라 하여도 이마전확부 전진술 (Fronto-orbital advancement)의 경우 생기는 관자부 (temporal region)의 뼈 결손과 관자근 (temporal muscle)의 부족은 술후 관자부의 함몰 (temporal depression)을 초래하므로 이를 예방하여야 한다. 뼈 이식에는 여러 가지가 있으나, 어린 유아 (young children)에서는 자가 뼈 이식으로 사용할 수 있는 곳도 제한적이며 적당량을 채취하기도 힘든 것이 사실이다. 특히 4세 이전에는 판간강 (diploic space)이 생성되지 않아, 머리뼈를 쪼개어 (splitting) 머리뼈 자가이식에 사용할 수 없다.³ 또한 탈회골기질 (deminerallized bone matrix)이나 hydroapatite paste 등이 사용되나 자가골 이식에 비해 비싸고, 감염률이나 실패율이 높다.^{4,5} 또한 장기간의 안정성이나 뼈 유합 (osteointegration)능력이 정확하게 알려져 있지 않다.⁶ 그러므로 자가 미립뼈는 대안으로 충분하리라 사료되어, 이를 머리뼈 붙음증의 뼈 결손과 관자부 결손부의 이식 재료로 사용하였다.

머리뼈 붙음증 수술 시 생기는 뼈 결손에 미립뼈 자가

Received January 10, 2010
Revised November 3, 2010
Accepted November 19, 2010

Address Correspondence: Seung Moon Chung, M.D., Department of Plastic & Reconstructive Surgery, Kosin University College of Medicine, Amman-dong, Seo-gu, Busan 602-702, Korea. Tel: 051) 990-6241/Fax: 051) 242-2349/E-mail: smchung4444@gmail.com

* 이 논문은 제 63차 대한성형외과학회 춘계학술대회에서 구연 발표되었음.

* 본 연구는 고신대학교 의과대학 연구기금으로 수행되었음.

이식을 한 후 이식된 미립뼈의 상태와 관자부의 함몰 상태를 조사 하였다.

이를 통하여 자가 두개 미립뼈 이식의 유용성과 장단점을 살펴보고, 함께 사용한 피브리린 글루의 유용성 또한 연구하여 보았다.

II. 재료 및 방법

2005년 7월부터 2007년 10월까지 편측 관상불합유합 (unilateral coronal synostosis) 1명, 전두불합유합 (metopic synostosis) 2명, 두위성 후두부 사두증 (deformational posterior plagiocephaly) 2명과 다발성 불합 유합 1명을 대상으로 하였고, 수술 당시 나이는 1세 미만은 8개월과 12개월 2명이었고, 나머지 4명의 환아는 2세에서 9세까지였다 (Table I). 환아들은 최소한 1년 이상을 추적관찰 하였고, 3차원 CT를 이용하여 이식된 미립뼈의 상태와 관자부의 함몰 상태를 조사하였다.

환아는 양와위 또는 복위 위치로 자세를 정확히 잡은 다음, 양측 관상 절개를 통하여 수술 부위를 노출시켰다. 두위성 후두부 사두증 환아 외에는 두개골 절골술과 더불어 이마 전확 부위의 절골술을 동시에 시행하여, 머리뼈 천정 재조합술 (Cranial vault remodeling)과 이마전확 전진술 (fronto-orbital advancement)를 동시에 시행하였다. 이마전확 전진술 시 생기는 관자부의 뼈 결손과 머리뼈 재조합 시 머리뼈의 확장으로 새기는 뼈 결손은 자가 머리뼈를 미립자형태로 채취하여 사용하였다. 이는 수동의 Hudson brace & D'Errico craniotomy bit (Codman & Shurtleff, Inc., Raynham, Mass.)를 이용하여,⁷ 분리한 전층의 머리뼈의 내측 피질골 (endocortex)에서 채취하였으며, 이것들로 부족할 경우 후두부나 그 외 수술 부위와 되도록 먼 부위의 외측 피질골 (ectocortex)에서 추가로 채취하였다 (Fig. 1). 채취한 미립뼈는 피브리린 글루 (Fibrin Glue, Tisseel; Baxter Healthcare, Deerfield, Ill.)와 혼합하여, 부착성을 높임과 동시에 미립뼈 입자들의 덩어리가 흩어지지 않고 형태를 유지할 수 있

도록 하여, 부착 후 변형 방지가 되지 않도록 하였다.⁸

특히 이마전확 전진술 시 필연적으로 생기는 관자부 뼈 결손과 전진 부위의 관자근 부족으로 이후 나타나는 관자부 함몰을 방지하기 위해 미립뼈로 뼈 결손을 메움과 동시에 관자부 용기술 목적으로 동시에 사용하였으며, 관자근을 반으로 쪼개어 앞쪽 반을 피판 형태로 전위시켜 관자부 뼈 결손 부위와 뼈 이식 부위를 덮어 주었다 (Fig. 2).

머리뼈의 고정은 대부분 흡수성 판과 나사를 이용하여 고정하였다.

III. 결 과

환아들의 경우에 1년 이상의 기간을 통해 추적관찰 하였다. 3차원 CT를 통해 추적관찰 한 결과 이식된 자가 머리뼈 미립뼈 이식은 잘 정착하였으며, 특히 관자 부위 함몰 방지를 위해 이식된 미립뼈들도 잘 정착하여 외형적으로 만족할 만한 결과를 보였다.

수술 후 발생할 수 있는 머리뼈의 변형이나 그 외 특이할 합병증은 발견되지 않았으며, 공여부의 사용된 후 재이식된 머리뼈에서도 이상을 발견할 수 없었으며 정상적으로 발육

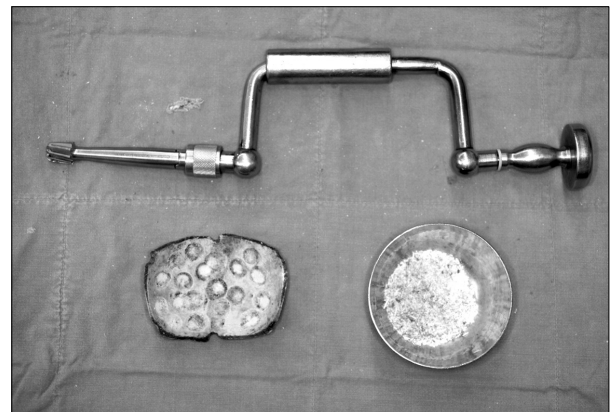


Fig. 1. Hudson brace & D'Errico bit, separated calvarial bone after drilling and harvested calvarial particulated bone.

Table I. Patient's Characteristics

Age	Sex	Diagnosis	Reossification	Donor morbidity	Grafted site
9-year	M	Unilateral coronal sysostosis	Complete	None	Temporal region
8-month	M	Metopic synostosis	Complete	None	Temporal region
2-year	F	Metopic synostosis	Complete	None	Temporal region
1-year	M	Anterior plagiocephaly	Complete	None	Temporal region, bony defect region
8-year	M	Posterior plagiocephaly	Incomplete	None	Bony defect region
2-year	M	Multiple synostosis	Complete	None	Temporal region, bony defect region

하였다 (Fig. 3). 1년경과 후 CT 상에서 이식된 미립뼈가 잘



Fig. 2. Autogenous calvareal particulated bone grating was done on the temporal hollow after fronto-orbital advancement with cranial vault remodeling. resorbable mesh plates and screws were used for fixation.

생착되어 관자부의 함몰을 잘 방지하고 있음을 보여주고 있다 (Fig. 4).

단지 충분한 양을 채취하기가 어려운 점이 있어 대량의 결손이 있을 경우에는 사용하기가 어려울 것으로 사료된다. 특히 본 증례 중 나이가 많은 후두부 사두증 환자의 경우 결손부 전체를 덮지 못 하였는데, 결과적으로 3년 후 추적 관찰 한 3차원 CT 상에서 뼈 결손 부위가 잔존함을 볼 수 있었다 (Fig. 5).

또한 피브린 글루는 이식이 뼈 생착에 지장을 주지 않는 것으로 보이며, 미립자 이식이 이를 다루기 쉽게 하여 이식을 용이하게 하여, 이를 사용함에 있어 유용성이 충분히 있다고 볼 수 있었다.

IV. 고 찰

머리뼈 붙음증의 경우 1세 이전에 수술을 함으로 실제



Fig. 3. An 8-month-old male patient with metopic synostosis. (Above) Preoperative view. (Below) Postoperative view after autogenous calvareal particulated bone grating on the temporal hollow.

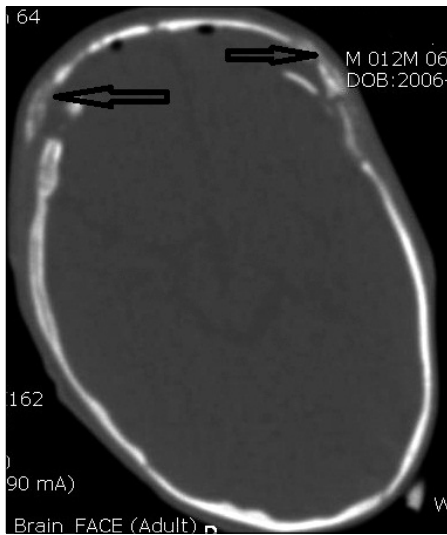


Fig. 4. Postoperative view after autogenous calvarial particulated bone grating on the temporal hollow.

머리뼈 재배치 시에는 뼈 이식의 필요성을 느끼지 못하는 경우가 대부분이다. 그러나 우리나라의 현실상 1세 이상의 환아가 오는 경우도 많을뿐더러, 소위 심한 ‘짱구’라서 놀림을 받는 경우 미용 목적의 머리뼈 재배치가 필요한데, 이를 경우에 발생하는 뼈 결손은 반드시 뼈 이식을 하여야 한다. 머리뼈 불음증의 수술 시에는 머리뼈 결손 부위는 저자들에 따라 차이는 있지만 1세 이전에 시행을 하면 재골화가 경질막(dura)와 머리뼈막(pericranium)의 높은 뼈 재생 능력에 의해 발생하여 결손부를 없앨 수 있다. 그렇지만 1세 이상이 되면 재골화 능력이 현저한 저하되어 뼈 결손부가 잔존하게 된다.⁹

또한 이마전확부 전진술 시행 시 잔존 뼈 결손은 12~23%에서 발생하고, 이로 인한 이차 머리뼈 성형술의 빈도는 18%까지 높을 수 있고,¹ 추적관찰 후 발견되는 이마전확부 전진술 시행 시 관상 봉합선(coronal suture)의 하부 뼈 결손과 관자근 부족 등의 이유로 발생하는 관자부의 함몰 변형은

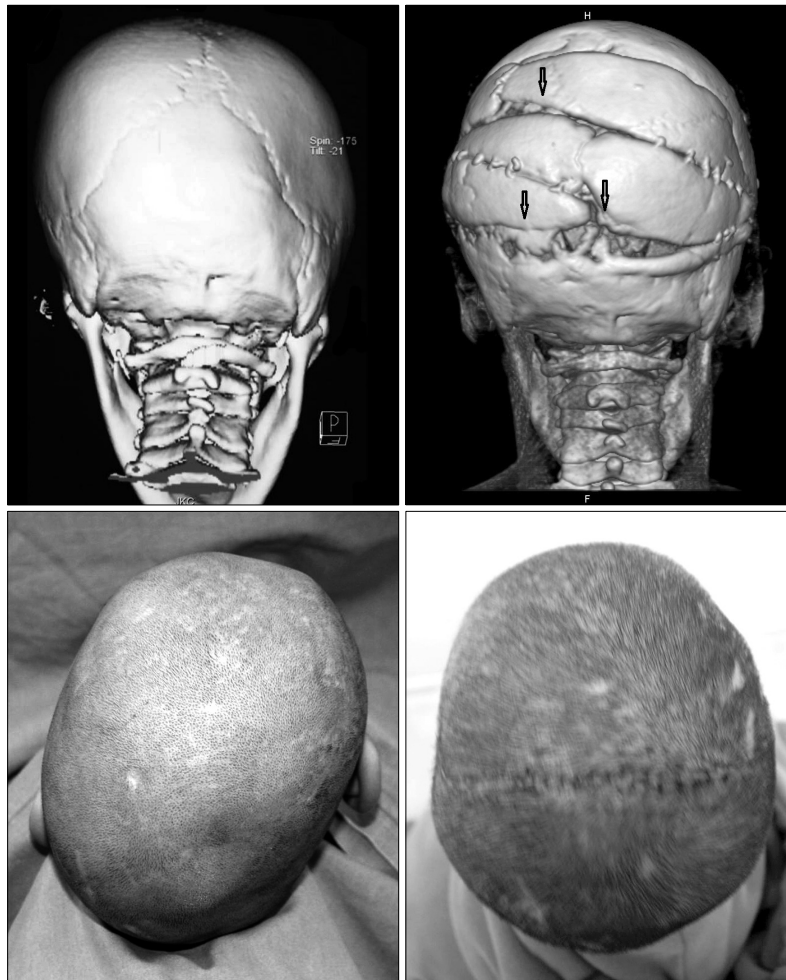


Fig. 5. A 9-year-old male patient with deformational plagiocephaly. (Above) Preoperative and postoperative view after cranial vault remodeling with autogenous calvarial particulated bone grating. Bone growth can be seen between the large repositioned bones (Arrows). (Below) Preoperative and postoperative view.

이차적인 머리뼈 성형이 필요한 경우가 많다. 그래서 이를 방지할 목적으로 수술을 더욱 이른 시기에 이마전확부 전진술을 하기도 하였으나, 이것이 대안이 되지는 못 하였으며,¹ 반대로 일찍 할수록 이차 수술이 빈도가 더 높다는 견해도 많다.^{10,11} 그래서 머리뼈 신장술 (distraction osteogenesis)이 사용되기도 하였으나,¹² 머리뼈 결손을 방지하기에는 어느 정도 도움이 될지는 몰라도 이마부와 눈확부의 전체적인 윤곽을 재형성하기에는 역부족이라 사려 된다. 4세 이전에는 머리뼈의 형태는 판간강 (diploic space)이 생성되지 않아, 머리뼈를 분리 (splitting) 하여 머리뼈 자가 이식에 사용할 수 없으며, 채취할 수 있는 양도 적다.³ 그래서 자가골을 머리뼈에서 채취할 수 있는 방법은 미립자 (small particle) 형태로 얻는 방법이 있을 수 있겠다. 재배치를 위해 분리한 머리뼈의 내부 피질면을 Hudson 기구를 이용하여 채취할 수 있으며, 그 양이 부족하면 수술 부위에서 먼 곳에서 채취하며, 대부분 후두 부위를 사용하는 경우가 많다.

고속 드릴의 사용은 발생하는 열로 인해 뼈 손상이 발생되므로, 노력과 시간이 소요 되더라도 Hudson 기구를 사용하는 것이 좋을 것이다. 이때 사용되는 D'Errico bit는 침부가 넓기 때문에 매우 안전 하다. 또한 고속 드릴에 의해서는 뼈 분말을 채취할 수 있는데 이는 미립자 뼈와는 많은 점이 다르다. 뼈 분말은 탈무기질화는 되지만 뼈유도성을 지니지 못 한다고 한다. 그래서 저자에 따라 머리뼈 성형에 뼈 분말이 적합하다고 하기도 하고, 골화가 되지는 않는다고 하기도 한다.¹³ 그러나 미립자 뼈는 뼈형성성 (osteogenic potential), 뼈유도성 (osteinduction), 뼈전도성 (osteoconduction)을 모두 지니므로 머리뼈 이식에 적합하다 하겠다.¹⁴

미립자 뼈의 장점은 영유아의 경우도 어느 정도의 충분한 양을 채취할 수 있고, 쉽고 안전하게 채취가 가능하고, 수술 시 동일 시야에서 이루어지므로 시간과 비용을 절약할 수 있으며, 공여부로 사용된 머리뼈를 재배치하여도 추적결과상 다른 합병증 없이 정상적인 형태로 변해 성장을 하였다. 그러므로 이후에 동일 부위에서 다시 머리뼈 채취가 가능하다.

특히 내부 피질 부위를 사용할 경우 수술 후 표면에 불규칙함을 만들지 않을 수 있다는 외형적 장점 외에도 첫째는 잔존 머리뼈 결손에는 용이하게 충분한 양을 채취하여 사용할 수 있고, 둘째는 얇아진 머리뼈로 인해 형태를 고치거나, 윤곽을 새롭게 형성하기가 쉽고, 또한 혈관 재형성이 촉진되며, 셋째는 출혈 없이 채취가 가능하고, 넷째는 머리뼈의 용적 확장에 아주 작지만 기여할 수 있다.⁷

이렇게 이식된 미립자는 술후 3주경에 단단하게 (firm) 되고, 6주경에 고형화 (solid)되어 이후에는 다른 주위의 머리뼈와 두께가 같아지며 동일한 성장을 하게 된다.⁷

저자의 경우 미립자 형태의 머리뼈를 다루기가 쉽지 않고

덩어리 형태를 유지하기 어려워 피브린 글루를 이용 하였는데, 이식 부위에 잘 부착 될 뿐만 아니라 원하는 형태를 쉽게 만들 수 있으며, 이식 후 변형을 방지할 수 있는 여러 장점이 있었다.

머리뼈 재배치의 경우는 뼈 재생과 관계하여 뼈 결손은 1세 이후의 문제이나 이마전확부 전진술의 경우에는 1세 이전이라도 이마전확부의 전진과 동시에 앞쪽으로 기울이는 움직임에 의해 발생하는 관자부의 뼈 결손은 상당히 넓은 경우가 많으며, 관자부의 확대는 관자근의 부족을 초래하여 술후 관자부의 함몰 변형을 초래하게 된다. 이는 미용적인 추형을 유발하여 이차적인 재수술을 요하게 된다.

관자부의 결손 부위는 미립자와 피브린 글루의 복합체를 이용하여 충분히 이식을 하는데 항상 추정되는 양보다는 더 많은 양의 이식이 필요하였다. 미립자 이식 후에는 관자근을 절반으로 분리한 후, 앞쪽의 분리된 관자근을 관자뼈에서 분리하여 거상하여 앞쪽으로 전위시켜 이식된 미립자를 덮은 후 눈확부에 고정에 단단히 고정시켰다. 이를 통하여 관자부의 함몰 변형을 방지할 수 있었다. 술자에 따라서 관자부에 조작을 하지 않는 경우도 많다. 그러나 저자의 경우에는 이마전확부 전진술의 경우에는 정도의 차이는 있을 수 있으나, 미립자 이식과 관자근의 전위는 술후 발생하는 관자부 함몰 변형 방지에 많은 도움을 주었다.

현재 미립자 뼈는 두개안면 성형에 다양하게 사용되어지고 있는데, 안면부의 용기술이나 치조골 성형 등에도 유용하게 사용되고 있어 그 사용이 더욱 증가할 것으로 사료된다.

V. 결 론

미립자 뼈는 영아의 경우도 어느 정도 충분한 양을 채취할 수 있고, 수술 시 동일 시야에서 이루어지므로 시간과 비용을 절약할 수 있으며, 공여부로 사용된 머리뼈를 재배치하여도 추적결과상 다른 합병증 없이 정상적인 형태로 변해 성장을 하므로 공여부의 이환이 없다는 장점들이 있었다.

피브린 글루를 이용한 이식 시 잘 부착될 뿐만 아니라 원하는 형태를 쉽게 만들 수 있으며, 이식 후 변형을 방지할 수 있는 여러 장점으로 인해 미립자 뼈 이식이 많은 도움을 주었다.

이마전확부 전진술의 경우에도 정도의 차이는 있을 수 있으나, 미립자 뼈 이식과 관자근의 전위는 술후 발생하는 관자부 함몰 변형 방지에 많은 도움을 주리라 사료된다.

이와 같이 미립자는 1세 미만의 영아뿐만 아니라 뼈 재생 능력이 저하되는 1세 이상의 환자에게도 다양하게 사용 가능하여, 머리뼈 성형에 유용하게 사용되리라 사료된다.

그러나 채취할 수 있는 양이 제한되어 있어 넓은 머리뼈 결손의 경우에는 부족할 수 있다는 단점이 있으나, 대부분의

머리뼈 불음증의 경우에는 충분하였다.

REFERENCES

1. Paige KT, Vega SJ, Kelly CP, Bartlett SP, Zakai E, Jawad AF, Stouffer N, Whitaker LA: Age-dependent closure of bony defects after frontal orbital advancement. *Plast Reconstr Surg* 118: 977, 2006
2. Cowan CM, Quarto N, Warren SM, Salim A, Longaker MT: Age-related changes in the biomolecular mechanisms of calvarial osteoblast biology affect fibroblast growth factor-2 signaling and osteogenesis. *J Biol Chem* 278: 32005, 2003
3. Koenig WJ, Donovan JM, Pensler JM: Cranial bone grafting in children. *Plast Reconstr Surg* 95: 1, 1995
4. Salyer KE, Gendler E, Menendez JL, Simon TR, Kelly KM, Bardach J: Demineralized perforated bone implants in craniofacial surgery. *J Craniofac Surg* 3: 55, 1992
5. Zins JE, Moreira-Gonzalez A, Papay FA: Use of calcium-based bone cements in the repair of large, full-thickness cranial defects: A caution. *Plast Reconstr Surg* 120: 1332, 2007
6. Clokie CM, Moghadam H, Jackson MT, Sandor GK: Closure of critical sized defects with allogenic and alloplastic bone substitutes. *J Craniofac Surg* 13: 111, 2002
7. Greene AK, Mulliken JB, Proctor MR, Rogers GF: Primary grafting with autologous cranial particulate bone prevents osseous defects following fronto-orbital advancement. *Plast Reconstr Surg* 120: 1603, 2007
8. Greene AK, Mulliken JB, Proctor MR, Rogers GF: Pediatric Cranioplasty Using Particulate Calvarial Bone Graft. *Plast Reconstr Surg* 122: 563, 2008
9. 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
10. Paige KT, Cohen SR, Simms C, Burstein FD, Hudgins R, Boydston W: Predicting the risk of reoperation in metopic synostosis: A quantitative CT scan analysis. *Ann Plast Surg* 51: 167, 2003
11. Wall SA, Goldin JH, Hockley AD, Wake MJ, Poole MD, Briggs M: Fronto-orbital reoperation in craniosynostosis. *Br J Plast Surg* 47: 180, 1994
12. Satoh K, Mitsukawa N, Hayashi R, Hosaka Y: Hybrid distraction osteogenesis unilateral frontal distraction and supraorbital reshaping in correction of unilateral coronal synostosis. *J Craniofac Surg* 15: 953, 2004
13. Bakamjian VY, Leonard AG: Bone dust cranioplasty: case report. *Plast Reconstr Surg* 60: 784, 1977
14. Mulliken JB, Glowacki J: Induced osteogenesis for repair and construction in the craniofacial region. *Plast Reconstr Surg* 65: 553, 1980