

두개골 조기유합증의 수술적 교정에서 BoneSource®의 보조적 사용

임지현 · 송진경 · 유 결 · 변준희

가톨릭대학교 의과대학 성형외과학교실

The Supplementary Use of BoneSource® in the Surgical Correction of Craniosynostosis

Jee Hyun Lim, M.D., Jin Kyung Song, M.D.,
Gyeol Yoo, M.D., Jun Hee Byeon, M.D.

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

Craniosynostosis is a congenital anomaly characterized by premature closure of cranial sutures. Surgical intervention should be performed during infancy. However, surgical correction of craniosynostosis remains bone defect and secondary angle occasionally. Currently, publications investigating solutions to bone defect and secondary angle created by cranioplasty are getting much interest. We have used BoneSource® which is relatively safe as an implantable substance for providing solutions for this problem. From June 2002 to January 2004, five children with craniosynostosis underwent frontocalvarial contouring using BoneSource® and concurrent cranial vault remodeling. The patient ages ranged from 8.0 months to 4.9 years (mean, 2.5 years). The quantity of BoneSource® implanted ranged from 10 to 25g, with a mean of 13g. This paper presents the first series of children treated with BoneSource® for frontocalvarial contouring in the surgical correction of craniosynostosis. No patients experienced any complications. Our results shows excellent retention of contour without causing asymmetry or irregularity. No visible evidence of interference with craniofacial growth were observed. Through our experiences, BoneSource® is found to be very useful for frontocalvarial contouring in children undergoing correction of craniosynostosis.

Key Words: Craniosynostosis, BoneSource®, Frontocalvarial contouring

Received March 22, 2005

Revised May 26, 2005

Address Correspondence: Jun Hee Byeon, M.D., Department of Plastic Surgery, St. Mary's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea, 62 Youidodong, Youngdungpo-gu, Seoul 150-713, Korea. Tel: 02) 3779-1198 / Fax: 02) 780-9167 / E-mail: byeon@catholic.ac.kr

I. 서론

두개골조기유합증은 하나 또는 그 이상의 두개봉합선이 생후 몇 개월 내에 혹은 일년 내에 완전히 유합하는 선천성 기형으로 외모 뿐 아니라 두개 내압 상승, 두뇌 발육부전, 수두증, 지능저하, 시력장애 등 이상이 생긴다.¹ 두개골조기유합증은 수술시기가 늦을수록 안면성장이 비정상적으로 성장할 수 있고, 두뇌발육의 장애를 초래할 수 있다. 두뇌발육이 1세 이전에 대부분 이루어지고, 나이가 어릴수록 두개골이 유순하여 원하는 모양대로 만들기가 용이하기 때문에 가능한 빨리 수술해 주는 것이 좋다.¹

두개골조기유합증의 교정을 위해 시행하는 두개관 개조술은 한정된 골피판을 사용해야 하므로 골결손부를 남기게 되고, 원하지 않는 이차각이나 불규칙한 두개윤곽을 초래할 수 있다. 두개골 결손부 재건에 가장 이상적인 재료는 자가골이지만 채취할 수 있는 양의 제한과 공여부에 대한 수술과 회복기간의 연장 등 환자의 부담을 가중시킨다. 또 죽은 사람의 뼈를 자가골의 대안으로 생각해 볼 수 있으나 병을 옮길 수 있다는 위험성이 있다.²

최근에 BoneSource®(Stryker Leibinger CO., Texas, USA)가 두개골성형술에 많이 이용되고 있다. BoneSource®는 생체 내에서 비활성이기 때문에 장기간동안 흡수되지 않고 서서히 골전도를 통하여 신생골을 형성하며, cement의 형태로 사용이 용이하여 두개안면성형 및 재건에도 많이 이용되고 있다.³ 저자들은 두개골조기유합증 환자의 두개골 개조술에 BoneSource®를 보조적으로 사용하여 전두부 윤곽성형술을 하였고, 수술 후 정기적인 외래 추적관찰, 혈액검사와 3차원 전산화단층촬영을 시행하여 BoneSource®의 흡수, 이동, 돌출, 감염 등의 합병증 여부를 관찰하였으며, 합병증 발생없이 미용적으로 만족스러운 결과를 얻었기에 이를 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

II. 재료 및 방법

가. 대상

2002년 12월부터 2004년 1월까지 본원에 내원한 25명의

Table I. Case Summary

Patient no.	Age(mo.) /Sex	Diagnosis	Operation	BoneSource® 사용량(g)	Follow up (months)	Postoperative complication	Other anomaly
1	59 m/M	Scaphocephaly	Total cranial vault remodeling with barrel stave osteotomy	10	28	None	None
2	53 m/M	Trigonocephaly	Anterior 2/3 calvarial reconstruction	25	30	None	Syndactyly, Down syndrome
3	14 m/M	Trigonocephaly	Anterior 2/3 calvarial reconstruction	10	28	None	None
4	15 m/M	Scaphocephaly	Total cranial vault remodeling with barrel stave osteotomy	10	22	None	None
5	8 m/M	Trigonocephaly	Anterior 2/3 calvarial reconstruction	10	17	None	None

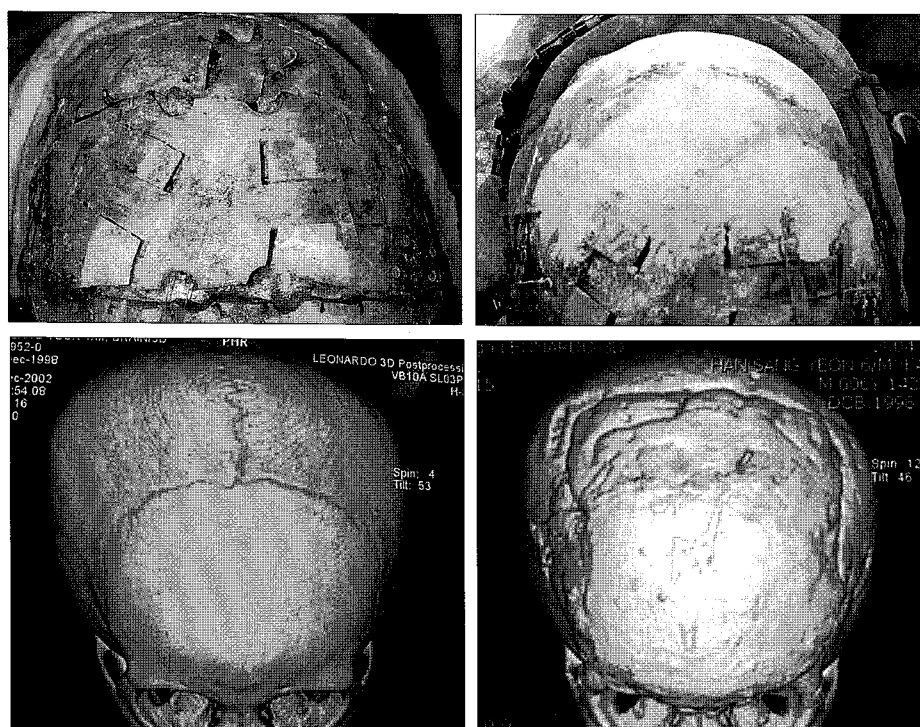


Fig. 1. A 4-year-old male with trigonocephaly. (Above, left) Intraoperative view after anterior 2/3 calvarial reconstruction. (Above, right) After contouring with BoneSource®. (Below, left) Preoperative 3D CT scan finding. (Below, right) Postoperative 2 years 3D CT scan finding.

두개골조기유합증 환아들 중 5명의 환아를 대상으로 하였다(Table I). 각각 시상봉합 2례, 전두봉합 3례로 진단되었으며 수술 당시 연령은 8개월에서 4세로 평균 2.5세이었고, 모두 남자 환아였다. 다른 20명의 환아는 두개관 개조술 후 전두부의 골 결손부위가 넓지 않고, 외형상 함몰이나 돌출소견 없이 전두부윤곽이 비교적 잘 유지되어 BoneSource®를 이용한 윤곽성형술을 하지 않았다.

나. 수술방법

전신마취하에서 두개관 개조술을 시행한 후 BoneSource®

에 증류수를 첨가하여 반죽형태로 만들었다. 모발이 없기 때문에 표면 윤곽이 쉽게 눈의 띄는 전두부에 반죽한 Bone Source®를 보조적으로 이용하여 수술 중 발생한 골결손부를 채워주고 불규칙한 골피판의 표면에 도포하여 두개 표면의 윤곽을 교정하고, 전두봉합조기유합증 환자의 전두부 융기를 위장하여 좀 더 자연스러운 전두부 돌출을 만들어 윤곽을 교정하였다(Fig. 1). 사용한 BoneSource®의 양은 10g에서 25g으로 평균 13g이었다. BoneSource®를 도포한 후 약 40분 정도 건조시켜 완전히 굳은 것을 확인 후에 배액관을 넣고 두피를 봉합한 후 가볍게 드레싱을 시행하였다.

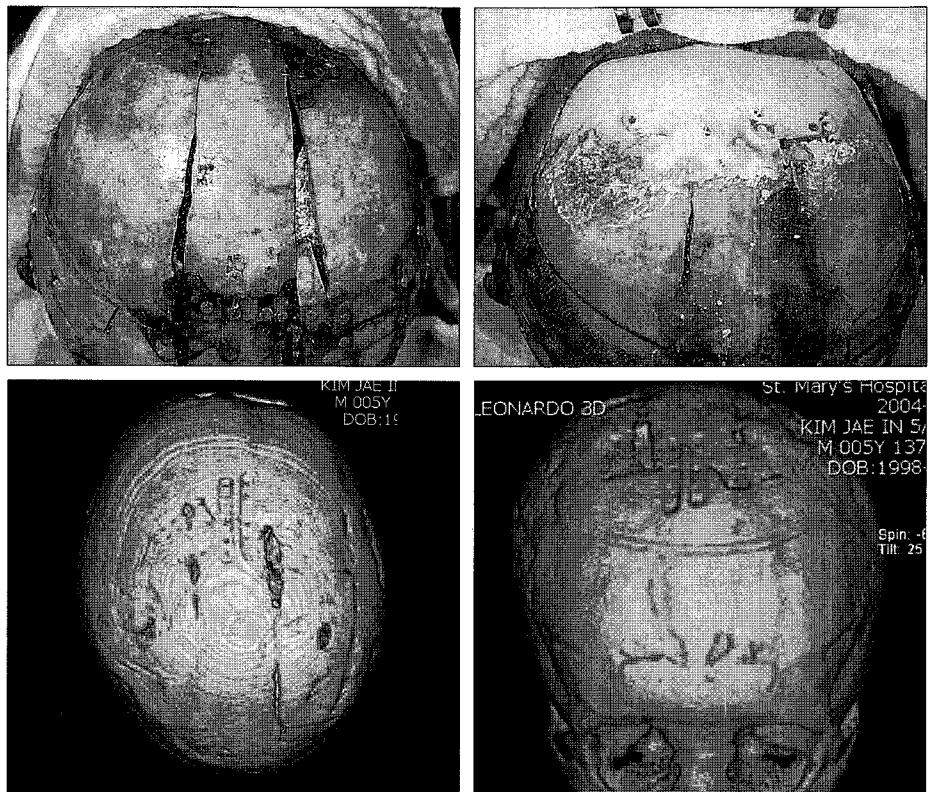


Fig. 2. A 4-year-old male with scaphocephaly. (Above, left) Intraoperative view after total cranial vault remodeling with barrel stave osteotomy. (Above, right) After contouring with BoneSource®. (Below, left & right) Postoperative 1 year CT scan finding of vertex view and frontal view.

III. 결 과

BoneSource®를 사용하여 전두부 윤곽성형술을 한 5명의 환아들 중 수술 직후 입원기간과 술후 3개월, 6개월, 1년째에 외래 방문하여 수술부위의 종창, 홍반, 뼈 마찰음의 여부를 관찰하고, 백혈구 수치를 검사하여 염증 소견의 여부를 배제하였다. 수술 후 1년, 1년 6개월, 2년째 3차원 전산화단층촬영술을 시행하여 BoneSource®가 흡수, 이동, 돌출 소견 및 이물반응 없이 하부골에 잘 밀착되어 있는지, 전두부 윤곽이 잘 유지되며 비대칭성의 발생 여부 등을 관찰하였다. 모든 환자에서 수술 직후와 최대 29개월까지 경과관찰에서 임상소견, 백혈구 수치와 방사선적 소견에서 감염, 흡수, 이동, 돌출, 이물반응 등의 합병증 없이 전두부 윤곽과 대칭성이 잘 유지되었다. 기존 두개골 개조술로 전두부 표면이나 안와상연의 약간 불룩한 윤곽을 만들기가 용이하지 않았으나 BoneSource®를 보조적으로 사용한 전두부 윤곽성형술로 좌우 비대칭성이나 전두부 용기도 교정하여 좀 더 자연스러운 모양을 만들 수 있었다 (Fig. 2). 수술 1년 이상 경과 후 시행한 3차원 전산화단층촬영에서 BoneSource®이 하부골에 잘 밀착되어 있고, 그 위로 골 성장 소견을 관찰할 수 있었다(Fig. 3). 최소 1년

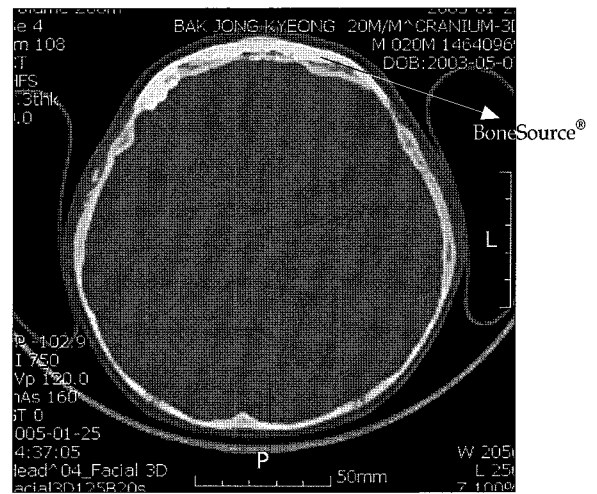


Fig. 3. Postoperative 1 year CT scan showing radiodense material in frontal bone, which have maintained their attachment to the underlying bone.

이상 경과 후 비교한 두위 측정 결과 본래의 백분위수 이상으로 잘 성장하고 있어, 두개 성장 장애도 없는 것으로 보인다(Table II).

Table II. Comparison of the Head Circumference between Preoperation and Postoperation

Patient no.	Age(mo.)/Sex	Preoperative head circumference(cm)/percentiles	Postoperative head circumference(cm)/percentiles	Follow-up (months)
1	59 m/M	50 cm/50	51.5 cm/50	23
2	53 m/M	45 cm/ <3	47 cm/ <3	25
3	14 m/M	46 cm/35	49 cm/40	23
4	15 m/M	52.5 cm/ >97	54 cm/ >97	17
5	8 m/M	44 cm/35	46 cm/35	12

IV. 고 찰

두개골조기유합증은 1:2000-1:4000의 빈도로 발생하는데 적절한 시기에 교정을 하지 않을 경우 두개강 내압 상승을 초래할 수 있고, 안면부의 비대칭적 성장으로 인해 부정교합이 될 수 있고, 또한 안와의 비대칭적인 성장은 사시를 유발할 수 있다.⁴ 정상적인 지능 발달과 안면 성장, 상악골과 하악골의 비대칭성이나 시력 소실의 예방을 위해 수술적 치료가 필요하며, 대개 1세 이전에 시행하는 것을 원칙으로 한다.⁵ 수술 후 발생한 결손 부위의 골화는 수술 직후 빠르게 일어나 보통 1년 안에 완성되지만, 직경 2 cm 이상의 결손은 불완전하게 골화되기도 하며, 수술 후 장기간의 경과 관찰 시 안와 위, 전두골이나 측두골 부위에 비대칭성이나 함몰 등 작은 불균형이 나타날 수 있다.² 이러한 불균형은 수술 후 미용적, 기능적으로 불만족한 결과를 초래할 수 있어 이를 해결하고자 많은 노력이 이루어져 왔다.

Ducic은 자가골 이식편은 시간이 지남에 따라 이식된 부위와 완전하게 통합되게 되고, 소아의 두개안면 성장에 수반하여 이식편이 같이 자랄 수 있기 때문에 소아에서는 자가골이 가장 우선적으로 선택되어야 한다고 하였다.⁶ 그러나 큰 두개 결손부를 교정할 때 자가골을 이식하려면 공여부 채취를 위해 수술시간이 많이 길어지게 되고 또한 수술자의 기술에 따라 결과가 좌우되며 공여부의 제한으로 결손부를 다 채울 수 없게 될 수 있다. 또한 환자와 보호자는 일반적으로 수술이 커지거나 시간이 오래 걸리는 것을 원하지 않는다. 자가골이 적합하지만 사용에 제한이 있고, 위험성이 증가할 수 있으므로 BoneSource®와 같은 인공물질을 사용할 수 있다. BoneSource®는 cement 형태로 원하는 모양을 만들기 용이하고 40분 안에 강화되기 때문에 사용이 편리하다. 그러므로 BoneSource®는 두개골조기유합증의 치료에 있어서 기능적인면 뿐만 아니라 미용적인 면을 만족시키기 위해 두개관 개조술을 시행한 후 이차적으로 부족한 면을 매우거나 증대시킬 수도 있고, 불완전하게 골화된 부분을 채울 수 있고, 자가골 이식편 위에 윤곽을

다듬기 위해 사용할 수도 있다.² BoneSource®는 미세공이 있어 주변 골조직이 자라 들어와 섬유골성으로 대체되기도 한다.⁷ 또한 이 미세공의 크기가 2 nm로 작아 세포나 박테리아가 침투할 수 없어 감염에 저항성이 있다.⁸ BoneSource®는 경막에 직접 닿아도 비교적 안전하다고 하지만 동맥 박동이 경막을 통해 미세분질을 야기할 수 있다²는 보고가 있다. 그러므로 Gelfoam 같은 다른 물질을 경막 위에 덮는다면 이러한 미세분질을 막을 수 있고 감염 같은 합병증 발생시 쉽게 BoneSource®를 제거할 수 있다.⁶

BoneSource®를 사용 시 합병증이 발생할 확률은 0%에서 10% 정도이고, 이 중 절반이 감염이다. 이러한 합병증의 대부분은 수술 후 초기에 발생한다고 보고되었다.³ 그러나 경막이나 뇌척수액에 직접 닿지 않는 부위에 사용한다면 이러한 합병증의 발생률은 더욱 감소된다. Cement를 혼합하기 전에 항생제 가루를 섞으면 감염의 발생을 막을 수 있을 것이라는 보고는 있지만 임상적으로 감염률이 낮아진다고 증명되지는 못하였다.⁹ 세균성 오염이 있는 부위에 사용할 경우 염증이나 이물반응 등의 합병증을 일으킬 수 있으나 두개관 개조술시 비대칭적인 부위, 골결손 부위나 표면이 고르지 못한 부위에 BoneSource®를 사용하는 것은 세균성 오염이 있는 부위도 아니며, 혈액공급이 좋은 골피판위에 적용하는 것이므로 감염률이 높지 않을 것으로 보이며, 미용적으로도 만족할 만한 결과를 얻을 수 있다. 또한 추후 시간이 지남에 따라 나타나는 BoneSource®의 과교정된 부위는 갈아내도 구조적 안정성에 영향을 주지 않으므로 갈아내어 교정할 수 있고, 또한 이미 BoneSource®로 교정한 함몰된 부위는 BoneSource®를 그 위에 다시 적용하여 교정할 수 있다.

두개골조기유합증의 교정을 위해 시행하는 두개관 개조술은 한정된 골피판을 사용하여 수술을 해야 하므로 골결손부를 남기게 되고, 이차각, 함몰 등 불규칙한 두개 윤곽이나 비대칭을 초래할 수 있다. 그러므로 장기 추적 관찰 시 특히 눈에 띄는 안와 위나 전두골에 비대칭성이나 함몰, 전두부 융기 등으로 이차적 교정이 필요한 경우가 종종 있다.

저자들은 만 4세 이하의 두개골조기유합증 환아에게 두개관 개조술과 동시에 BoneSource[®]를 이용하여 보조적으로 전두부 윤곽성형술을 하였는데, 전두부에 국한하여 소량의 BoneSource[®]를 혈액공급이 좋은 골피판 위에 적용하여 윤곽교정을 하였고, 술후 항생제 요법과 주기적 외래 추적관찰로 감염이나 다른 합병증 발생 시 조기 진단과 치료 가능하도록 하였다. 좀 더 장기간의 추적관찰이 필요하겠지만, 모든 환아에서는 합병증 없이 좋은 결과를 보여주고 있었다.

V. 결 론

저자들은 2002년 12월부터 2004년 1월까지 본원에 내원한 5명의 두개골조기유합증 환아에 두개관 개조술시 BoneSource[®]를 전두부에 보조적으로 사용하여 비대칭성이나 불규칙한 전두부 윤곽교정에 만족스러운 결과를 얻었고, 수술 직후 및 17개월에서 30개월의 경과관찰 기간 동안 합병증 없이 보호자도 수술 결과에 매우 만족하였다. 그러나 영유아에서 BoneSource[®]를 이용한 두개골 윤곽교정수술의 결과에 대해 더 정확한 결과를 얻기 위해서는 앞으로 더 많은 수의 환아들을 대상으로 한 임상통계학적 고찰과 장기적인 추적관찰이 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. Panchal J, Uttchin V: Management of Craniosynostosis. *Plast Reconstr Surg* 111: 2032, 2003
2. Baker SB, Weinzweig J, Kirschner RE, Bartlett SP: Applications of a new carbonated calcium phosphate bone cement: Early experience in pediatric and adult craniofacial reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 109: 1789, 2002
3. Matic D, Phillips JH: A contraindication for the use of hydroxyapatite cement in the pediatric population. *Plast Reconstr Surg* 110: 1, 2002
4. Harrop CW, Avery BS, Marks SM, Putnam GD: Craniosynostosis in babies: Complications and management of 40 cases. *Br J Oral Maxillofac Surg* 34: 158, 1996
5. Kim YO, Kim HJ, Yoo SK, Kim HJ, Kim KD, Park BY: Bone growth after distraction osteogenesis in patients with craniosynostosis. *J Korean Soc Plast Reconstr Surg* 31: 599, 2004
6. Ducic Y: Titanium mesh and hydroxyapatite cement cranioplasty: a report of 20 cases. *J Oral Maxillofac Surg* 60: 272, 2002
7. Burstein FD, Cohen SR, Hudgins R, Boydston W, Simms C: The Use of Hydroxyapatite cement in Secondary Craniofacial Reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 104: 1270, 1999
8. David L, Argenta L, Fisher D: Hydroxyapatite cement in pediatric craniofacial reconstruction. *J Craniofac Surg* 116: 129, 2005
9. Magee WP, Ajkay N, Freda N, Rosenblum RS: Use of fast-setting hydroxyapatite cement for secondary craniofacial contouring. *Plast Reconstr Surg* 114: 289, 2004