

## 미세 혈관 감압술 후 두개골 결손 부위에 대한 Calcium Phosphate Cement (PolyBone®)의 임상적 적용

가톨릭대학교 의과대학 여의도성모병원 신경외과학교실

원태연 · 이경진 · 조철범 · 오종양 · 박해관 · 조정기 · 주원일 · 나형균

### Clinical Application of the Calcium Phosphate Cement (PolyBone®) for the Skull Bone Defects after Microvascular Decompression

Tae Yeon Won, MD, Kyung Jin Lee, MD, Chul Bum Cho, MD, Jong Yang Oh, MD, Hae Kwan Park, MD, Chung Kee Chough, MD, Won Il Joo, MD and Hyoung Kyun Rha, MD

Department of Neurosurgery, Yeouido ST' Mary's Hospital, The Catholic University of Korea College of Medicine, Seoul, Korea

**Objective:** Skull bone defects after microvascular decompression (MVD) were usually troublesome to the patients and surgeons. Recently, the use of calcium phosphate cements has become more common in craniofacial surgery because of several advantages. We retrospectively studied clinical usefulness of newly developed calcium phosphate cements (PolyBone®, Kyeong-won med., Seoul, Korea) in cranial reconstruction after MVD operation. **Methods:** From January 2007 to December 2008 we performed retrosigmoid craniotomy in 20 patients with trigeminal neuralgia or hemifacial spasm. Calcium phosphate cements was used as a bone mineral substitute to repair the surgically induced bone defects in cranium. **Results:** Mean follow up period was  $12.15 \pm 4.35$  months. There was no inflammatory reaction surrounding the implanted materials and no air or cerebrospinal fluid leakage. Postoperative plain x-ray of skull showed good healing and shaping of suboccipital bone at the surgical defect in all patients. The material could be seen as a dense, radio-opaque structure without the material artifacts. **Conclusion:** We have demonstrated calcium phosphate cement is useful to repair and augment the surgically induced bone defects for cranio-facial surgery especially for small defects of the after MVD. (J Kor Neurotraumatol Soc 2010;6:53-56)

**KEY WORDS:** Microvascular decompression · Skull bone defect · Calcium phosphate cement.

## 서 론

후유두상돌기 절제술(retromastoid craniectomy)을 통한 미세 혈관 감압술(microvascular decompression: MVD)은 뇌신경이 혈관압박으로 생기는 안면경련, 현훈, 삼차 신경통 등의 증상 완화에 훌륭한 치료 방법으로 알려져 있다.<sup>7)</sup> 그러나 이러한 후유두상돌기 절제술 후에는

두개골 결손이 남게 되고 이는 두통과 뇌척수액 유출 등의 합병증을 동반할 수 있다.

수술 이후 두개골 결손 부위에 대한 골 성형술은 이러한 합병증의 예방 및 사회 생활로의 조기 복귀 등의 기능적 측면과 미용적 측면에서 좋은 결과를 보여줬다.<sup>2,4)</sup> 비록 몇몇 저자는 이런 두개골 성형술이 기능적 측면에서 그리 영향을 주지 못한다고 하지만,<sup>7)</sup> 두개골 안쪽부위의 중요 구조물을 보호해주고 두피와 경막 사이의 유착을 방지, 사강(dead space)을 줄여준다는 측면에서 필요한 술기라고 할 수 있다.<sup>4)</sup> 그동안 골 결손 부위의 재건에는 자가 골 및 tantalum, polymethylmethacrylate (PMMA), titanium mesh, bioabsorbable mesh, hydroxyapatite cement 등의 많은 대체 재료들이 사용되었다.<sup>11)</sup> 그 중 cal-

**Received:** February 25, 2010 / **Revised:** March 11, 2010

**Accepted:** May 25, 2010

**Address for correspondence:** Kyung Jin Lee, MD

Department of Neurosurgery, Yeouido ST' Mary's Hospital, The Catholic University of Korea College of Medicine, 62 Yeouido-dong, Yeongdeungpo-gu, Seoul 150-713, Korea

Tel: +82-2-3779-1187, Fax: +82-2-786-5809

E-mail: rhalee@catholic.ac.kr

cium phosphate cement (PolyBone®, Kyeong-won med., Seoul, Korea)는 높은 생체 이용률, 낮은 감염률 및 골 촉진 및 높은 골 융합성으로 두개골 재건 재료로 각광 받고 있다.<sup>1,5,14)</sup>

우리는 두개골 성형술에 사용되는 대체 물질 중 calcium phosphate cement의 장단점 및 효용성에 대해 고찰해보았다.

## 대상 및 방법

### 대 상

2007년 1월 1일부터 2008년 12월 31일까지 미세혈관 감압술을 시행 받은 환자군 중에서 두개골 절제술 부위에 calcium phosphate cement를 이용하여 결손 부위를 재건한 환자 20명을 대상으로 후향적 연구로 진행하였으며 수술 후 22개월까지 평균  $12.15 \pm 4.35$ 개월 추적 관찰 하였다.

### 방 법

미세 혈관 감압술은 유양돌기 후하방에 직경 5 cm가량으로 두개골 절개술을 하였고 경계부위는 3 mm 골절단기로 뼈를 절단하여 골편을 만들었다. 수술 도중 필요에 따라 두개골 경계부위를 추가적으로 제거했다. 미세 혈관 감압술이 끝난 후 경막은 뇌척수액이 새지 않게 좁은 간격으로 봉합하였고 거즈로 수분을 제거하여 건조된 상태에서 자가 골편에 금속판 및 나사못을 이용하여 2~3군데를 고정하였다. 골편과 두개골 사이의 공간은 calcium phosphate cement로 채워 넣었다. 수술 후 추적 관찰은 1) calcium phosphate cement 주변의 염증 반응 2) 공기 유입이나 뇌척수액 누출 여부를 수술 후 2주째 컴퓨터 단층촬영 및 임상소견을 통해 확인하였으며 3) 골 흡수 정도 및 4) 방

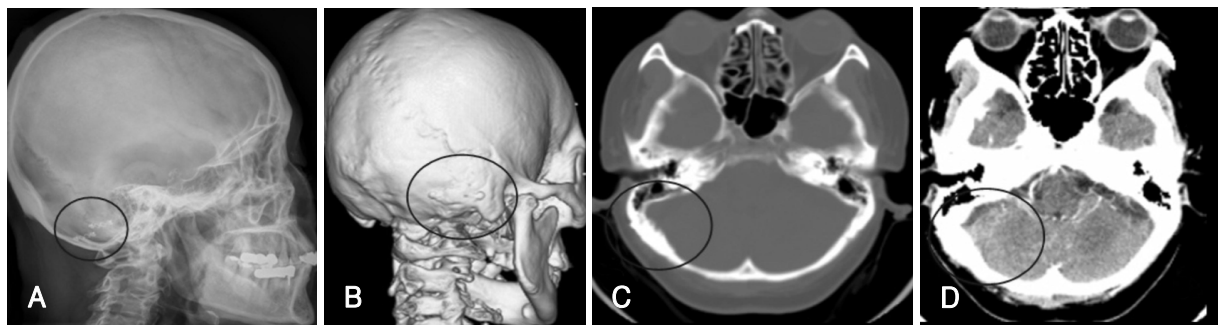
사선촬영상 주변구조물 영상에 지장을 주는지 여부 등을 수술 후 6개월째 두개골 단순 방사선 사진 및 삼차원 컴퓨터 단층촬영영상으로 확인하였다.

### 결 과

환자군 연령 분포는 36세에서 65세 (평균±표준편차:  $50.9 \pm 8.19$ )였으며 총 20명 중 남성 11명, 여성 9명이었고 진단 분포는 15명의 안면 경련증 환자 및 5명의 삼차 신경통 환자로 구성되었다. 모든 환자군에서 수술 후 2주째 검사상 창상 주변으로 염증반응 및 공기 유입 또는 뇌척수액의 누출은 없었다. 수술 후 6개월째 검사상 모든 환자에서 주변 골 조직과 융합이 이루어졌고 방사선학적 검사상 주변 구조물 영상에 영향을 주지 않는 고밀도의 비투과성 물질로 확인되었다.

### 증 례

2년 전부터 발생한 좌측 안면 경련으로 내원한 60세 여환으로 좌측 후하소뇌동맥의 신경압박이 확인되어 미세혈관 감압술을 위해 내원하였다. 좌측 후유양돌기 부위에 3 mm 두께의 골 절단기로 직경 4 cm 가량의 골 절편을 만들었다. 미세혈관 감압술 시행 도중 수술 시야 확보를 위해 전방으로 추가적인 골 절제를 시행하였고 이때 유양봉소가 일부 노출되었다. 수술을 끝마친 후 경막은 근막을 이용하여 뇌척수액이 누출되지 않게 좁은 간격으로 봉합하였고 표면을 건조시켰다. 유양봉소 부위를 calcium phosphate cement를 이용하여 밀봉하였다. 골 절편은 금속판 및 나사로 고정하고 골 절편과 결손 부위 사이에 공간을 calcium phosphate cement로 채워 넣고 수술 창을 봉합하였다. 수술 직후 두개골 X-선 촬영, 6개월째 조영 증강 컴퓨터 단층촬영을 시행하였다. 수술 부위의 골 결손이나 주변 조직에 염증반응, 골 용해 소견은 보이지 않고 골 융합이 이



**FIGURE 1.** Post operative radiologic findings after reconstructive surgery. A: Postoperative X-ray shows bone flap fixed by screws and plates and filling with calcium phosphate cement (Polybone®, Kyeong-won med., Seoul, Korea) polybone at the defect site. B: Three-dimensional CT scan at 3 months after surgery shows no bony defect. C: Postoperative bone setting CT. Calcium phosphate cement integrated with bone flap and defected site. The margin between bone flap and defected site is not obvious. D: The enhanced CT shows no definite abnormal enhancement around the operation site.

루어져 자가골과 경계가 명확하지 않았다 (Figure 1). 임상적으로 염증 의심 소견 및 뇌척수액 유출, 통증은 없었다.

## 고 찰

두개저 수술은 골 절편을 떼어낼 경우 다양한 모양으로 떼어낸 골편과 결손 부위가 잘 일치하지 않는 경우가 많아 재건시 어려움이 있다. 또한 골편 제거 이후에도 수술 도중 추가적인 시야 확보를 위해 골편을 더 제거해야 하는 경우가 있어 자가골을 이용한 재건시 결손 부위가 많이 남아 함몰, 기형, 추상, 통증 등의 문제가 발생할 수 있다.

두개저 수술 이후 두개골 성형술은 결손 부위가 작은 크기라 할지라도 중요 구조물들이 통과하는 곳이기 때문에 내부 보호를 위해 필수적이다. 또한 뇌 척수액 유출 방지 또는 사강을 줄여 혈액이나 삼출액이 축적되는 문제를 방지하기 위해서는 골 성형술이 필요하다. 그 외에도 미용적인 측면, 지속적인 두통<sup>13)</sup>의 해결, 사회로 조기 복귀 할 수 있다는 기능적인 측면에서도 두개골 성형술이 필요하다. 그 동안 골 결손부위를 재건하기 위해 자가 골편, 연부조직 이식, 골 시멘트 (PMMA, hydroxyapatite cement), titanium mesh, 합성수지로 만들어진 임플란트 제품 Med-pore® (Porex Surgical, Inc., Newnan, Ga, USA) 등이 사용되었다.<sup>2,12,16)</sup>

두개골 성형술에 사용될 물질의 조건은 다음을 고려해야 한다. 1) 염증반응을 일으키지 않아야 한다. 2) 물리적, 화학적으로 안정적이어야 한다. 3) 주변 조직과 융합성이 좋아야 한다. 4) 독성, 자극성, 암유발성 물질이 아니어야 한다. 그리고 가능하다면 5) 골 형성을 자극하여 물질과 자가골의 융합이 이루어져야 한다.<sup>15)</sup> 흔히 사용되던 PMMA는 물리적으로 고강도, 저렴한 비용, 조작이 용이하다는 장점이 있다. 하지만 이는 염증반응이나, 임플란트 주위로 섬유조직이 자라 결손부위에서 분리,<sup>3)</sup> 굳을 때 발생하는 고열 (>90°C),<sup>15)</sup> 골조직과 결합 또한 되지 않아 보조적인 부착기구 (screw&plate)가 필요한 단점들이 있다. titanium 및 tantalum도 강도가 높지만 비용이 비싸며 감염률이 높다는 단점이 있다.<sup>2,10)</sup>

Calcium phosphate cement도 역시 물리적 강도가 약하고, 녹거나 물에 씻겨나가는 등의 단점들이 임상적으로 문제가 된다는 보고가 있다.<sup>5,14)</sup> 하지만 이런 단점보다는 calcium phosphate cement의 높은 생체 적합성 및 낮은 염증 반응과, 발열이 없다는 점, 굳은 후에도 기구로 채 조작이 가능하고, 자가골에 잘 융합되어 다른 고정기구가 필요 없으며, 골 생성 촉진효과가 있어 쉽게 골화 된다는 점

이 중요한 장점들로 평가되고 있다.<sup>6)</sup> 최근 이런 장점들로 calcium phosphate cement는 치과, 정형외과, 두개저외과 수술 등에 널리 이용되기 시작했다.<sup>1)</sup>

미세 혈관 감압술에서는 골 결손 정도가 적기 때문에 두개골 성형술에 사용되는 물질을 선택하는데 있어서 물리적인 강도 보다는 염증반응의 최소화, 골 생성을 촉진, 뇌 척수액 누출 방지, 공기의 유입 예방 등이 중요하게 여겨진다. 미세혈관 감압술 이후 발생하는 뇌 척수액 누출은 보고에 따르면 0.9~12%로 감염 기회, 소뇌 손상, 청력 감소, 안면 마비 등의 합병증이 동반될 수 있어 주의를 기울여야 할 합병증 중 하나이다.<sup>8,9,11)</sup>

뇌 척수액 누출을 최소화 하기 위해 경막의 탈수를 방지하고 전기 소작을 줄여 경막 수축을 최소화 하는 방법, 근막이나 근육을 이용한 또는 인공 경막을 이용하여 봉합하는 방법, 섬유 접착제의 사용하는 방법 등이 소개되었다.<sup>2)</sup> 하지만 두개골 성형술을 성공적으로 하는 것도 경막을 잘 봉합하는 것만큼 효과적이다. 골편 부착 및 결손 부위를 막음으로써 뇌 척수액 누출을 직접 방지하는 것 이외에도 경막의 압박이 뇌 척수액 누출을 최소화하는 데 도움이 되기 때문이다.<sup>9)</sup>

비록 장기적인 추적 경과 관찰이 되지 못했지만 조사 결과 calcium phosphate cement는 부작용이 적고 결손 부위 재건에 적합한 물질로 보인다. 하지만 좀 더 많은 증례 수집 및 장기적인 추적 경과 관찰이 필요할 것이다.

## 결 론

두개저 수술 이후 두개골 성형술은 기능성, 합병증 방지 목적으로 중요한 수술 과정에 해당된다고 판단된다. Calcium phosphate cement는 생체 이용률이 높고, 낮은 감염률 및 염증반응, 골 생성 촉진을 보여 골 결손 부위를 재건하는데 적합한 물질이라고 할 수 있다.

**중심 단어:** 미세 혈관 감압술 · 두개골 결손 · 인산칼슘계 시멘트.

## REFERENCES

- 1) Ambard AJ, Mueninghoff L. Calcium phosphate cement: review of mechanical and biological properties. *J Prosthet Dent* 15:321-328, 2006
- 2) Britz GW, Vilela MD, Futran N, Rostomily R. Cosmetic concerns in posterior fossa skull base surgery. *Neurosurg Clin N Am* 13: 475-489, 2002
- 3) Elikins CW, Cameron JE. Cranioplasty with acrylic plates. *J Neurosurg* 3:199-205, 1946
- 4) Imola MJ, Sciarretta V, Schramm VL. Skull base reconstruction. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 11:282-290, 2003

- 5) Ishikawa K, Asaoka K. Estimation of ideal mechanical strength and critical porosity of calcium phosphate cement. **J Biomed Mater Res** 29:1537-1543, 1995
- 6) Le Nihouannen D, Komarova SV, Gbureck U, Barralet JE. Bioactivity of bone resorptive factor loaded on osteoconductive matrices: stability post-dehydration. **Eur J Pharm Biopharm** 70:813-818, 2008
- 7) Lovely TJ, Lowry DW, Jannetta PJ. Functional outcome and the effect of cranioplasty after retromastoid craniectomy for microvascular decompression. **Surg Neurol** 51:191-197, 1999
- 8) McLaughlin MR, Jannetta PJ, Clyde BL, Subach BR, Comey CH, Resnick DK. Microvascular decompression of cranial nerves: lessons learned after 4400 operations. **J Neurosurg** 90:1-8, 1999
- 9) Park JS, Kong DS, Lee JA, Park K. Intraoperative management to prevent cerebrospinal fluid leakage after microvascular decompression: dural closure with a "plugging muscle" method. **Neurosurg Rev** 30:139-142; discussion 142, 2007
- 10) Sahoo N, Ray ID, Desai AP, Gupta V. Comparative evaluation of autogenous calvarial bone graft and alloplastic materials for secondary reconstruction of cranial defects. **J Craniofac Surg** 21:79-82, 2010
- 11) Samii M, Günther T, Iaconetta G, Muehling M, Vorkapic P, Samii A. Microvascular decompression to treat hemifacial spasm: long-term results for a consecutive series of 143 patients. **Neurosurgery** 50:712-718; discussion 718-719, 2002
- 12) Sanan A, Haines SJ. Repairing holes in the head a history of cranioplasty. **Neurosurgery** 40:588-603, 1997
- 13) Schessel DA, Rowed DW, Nedzelski JM, Feghali JG. Postoperative pain following excision of acoustic neuroma by the suboccipital approach: observations on possible cause and potential amelioration. **Am J Otol** 14:491-494, 1993
- 14) Takechi M, Miyamoto Y, Ishikawa K, Toh T, Yuasa T, Nagayama M, et al. Initial histological evaluation of anti-washout type fast-setting calcium phosphate cement following subcutaneous implantation. **Biomaterials** 19:2057-2063, 1998
- 15) Yamaki T, Odake G, Horikawa Y, Suzuki K, Fujimoto M, Naruse S, et al. [Clinical and experimental study of heat-cured methyl methacrylate for cranioplasty (author's transl).] **Neurol Med Chir (Tokyo)** 18:323-329, 1978
- 16) Yamashita T. Reconstruction of surgical skull defects with hydroxylapatite ceramic buttons and granules. **Acta Neurochir (Wien)** 90:157-162, 1988