症例報告

Handmade titanium plate を用いた広範囲頭蓋骨形成術

太田 浩嗣 秋葉 大輔 浦崎 永一郎* 横田 晃*

Large Cranioplasty using Handmade Titanium Plate

by

Hirotsugu Ohta, M.D., Daisuke Akiba, M.D., Eiichirou Urasaki, M.D.*, and Akira Yokota, M.D.*

from

Department of Neurosurgery, Saiseikai Hyuga Hospital, and

*Department of Neurosurgery, School of Medicine, University of Occupational and Environmental Health

We described the clinical application of a handmade titanium plate for reconstruction of the cranial vault in three cases of postoperative complicated bone defects. The titanium plate was modeled and trimmed after the excised bone flap, or after the reconstructed bone made by joining the fragmented pieces in case of complicated skull fractures. It was made in one or two days, and at low cost. And satisfactory shaping was obtained despite the complicated defect of the cranial vault.

Neither infection nor local abnormalities were revealed after cranioplasty. We conclude that the above mentioned method is useful for reconstructing postoperative skull defects with lower costs.

(Received May 26, 2005 ; accepted August 4, 2005)

Key words : titanium plate, handmade, cranioplasty

Jpn J Neurosurg (Tokyo) 14 : 778-782, 2005

緒言

減圧開頭術後の頭蓋骨形成術では、感染予防などの面から代用骨を用いる施設もある⁸⁾。通常、われわれは自家骨を用いているが、自家骨が使用できなかった3症例を経験した。そこで、titanium plate を handmade で同じ形状に加工し、頭蓋骨形成術を行った。その使用経験から、感染、美容形成および経費面での有用性について、症例を提示し報告する。

症例提示

【症例 1】

患者：70 歳，男性

現病歴：2004 年 12 月 13 日、屋根から転落し搬入された。入院時、傾眠傾向で、右片麻痺（4-/5）を認めた。CT で左側頭頭頂部に線状、陥没、粉碎骨折および急性硬膜外血腫があり（Fig. 1）、同日緊急減圧開頭血腫除去術を施行した。骨折線が sphenoid ridge から occipital bone にかけて延びていたことで、開頭範囲は大きなものとなった。また血腫は、陥没、粉碎骨折部の直下に 25 mm の厚さの硬膜外血腫を認めたが、硬膜下にはなかった。術直後より症状の改善を認めた。粉碎した骨片をつなぎ合わせ、それに titanium plate を wire で固定して形状を合わせた。さらに、burr hole を cover するように加工した。その代用骨（Fig. 2）を用いて、2005 年 1 月 13 日に頭蓋骨形成術を行い、2 月 1 日神経脱落症状を残さず、独歩退院となった。退院時には、titanium plate との境界

済生会日向病院脳神経外科〔連絡先：太田浩嗣，〒807-8555 北九州市八幡西区医生ヶ丘 1-1，産業医科大学脳神経外科〕

Address reprint requests to: Hirotsugu Ohta, M.D., Department of Neurosurgery, School of Medicine, University of Occupational and Environmental Health, 1-1 Iseigaoka, Yahata-nishi-ku, Kitakyushu-shi, Fukuoka 807-8555, Japan

*産業医科大学脳神経外科

Fig. 1 Plain CT and bone image CT at admission show a left acute epidural hematoma, decompressive and crush fractures

A|B|C|D Fig. 2 A : Self free bone with fractures.
B : Titanium plate is fixed to the self free bone with wire, and is cut down flush to the self free bone and covering the burr hole.
C : Handmade titanium plate.
D : Operation view.

Fig. 3 Photographs before and after cranioplasty, and Skull Xp after cranioplasty

Fig. 4 Photographs before and after cranioplasty

および burr hole の跡も目立たない状態になっていた (Fig. 3). また、術後の Xe CT (基底核レベルと基底核レベルより +2 cm) の比較で、術前よりも左前頭頭頂葉皮質部の脳血流量は 25% 上昇していた。

【症例 2】

患者: 53 歳, 男性

現病歴: 2002 年 11 月 24 日, 多発性脳内出血で減圧開頭血腫除去術後, 12 月 17 日, 自家骨で頭蓋骨形成術を受けた。その後, 毛嚢炎から創部感染を起こし硬膜外膿瘍を生じ, 2003 年 3 月 28 日, 骨片除去術を行った。創部状態も安定した 11 月 21 日に handmade titanium plate での頭蓋骨形成術を施行し, 12 月 10 日, 独歩退院となった (Fig. 4)。

【症例 3】

患者: 74 歳, 女性

現病歴: 2004 年 11 月 17 日, 交通外傷にて搬入された。入院時, 半昏睡状態で, 痛み刺激で伸展位を取り, 右側の反応は遅かった。CT で外傷性クモ膜下出血, 急性硬膜下血腫と脳挫傷を認めた (Fig. 5A)。同日, 減圧開頭血腫除去術を施行したが, シルビウス裂に 15 mm の厚さの硬膜下血腫と脳挫傷を認め, 脳腫脹も強かった。自発性低下以外には明らかな神経学的脱落症状もないまでに軽快し, 2005 年 1 月 6 日に handmade titanium plate での頭蓋骨形成術を行った。術後より活動性は改善し, 2 月 10 日, 自立に向けリハビリテーション専門病院への転院となった (Fig. 5B)。術前後の Xe CT では, 左前頭頭頂部皮質部の脳血流量は, 術前よりも 75% 上昇していた。

考 察

頭蓋骨形成術では, ①減圧開頭術時に生じた頭蓋骨骨片⁹⁾や腸骨, 肋骨⁷⁾などの自家骨, ②titanium plate⁸⁾などの金属および③hydroxyapatite³⁾, ceramics⁴⁾, acrylic resin などの非金属が用いられている。このうち, titanium は生体適合性, 親和性, 耐食性に優れ¹⁴⁾, MRI や CT でもアーチファクトが少ないことから, 開頭術における骨片の固定にも使用されている。しかし, titanium も含め, 代用骨を用いた頭蓋骨形成術では, 感染, 強度, 装着感, 美容および経費などから改善すべき点も多い⁹⁾。

自家骨での頭蓋骨形成術後の感染は, 1.0~4.5% に認められ⁶⁾⁹⁾¹¹⁾¹²⁾, 頭蓋骨保存期間が短いほうが感染率が高く, 長期間の保存例のほうが少ないといわれている⁹⁾。

一方, titanium plate は, 生体適合性, 親和性, 耐蝕性に優れているため, 感染の危険性は少ないと考えられている¹⁴⁾。さらに, 自家骨, hydroxyapatite, acrylic resin などでは同等の頻度であるのに対し, titanium plate は皆無とする報告もある⁷⁾。本症例群も, follow-up 期間が短いものの, 現在のところ, 感染所見は認めていない。

美容および経費面では, 自家骨は形状の面で断然優れているが, sphenoid ridge や temporal base を削除した症例では acrylic resin などで埋める必要があり, さらに, 滅菌後に骨片が脆くなる。Acrylic resin は経費が安く手軽に使用できるが, linea temporalis などの微妙な曲面を形成するのが難しく, 美容面では不利である。一方, hydroxyapatite を用いた custom made の代用骨は, osteoblast が入り込んで自家骨を形成する点では生理的であるが, 経費が高く, 術中の加工が難しい。これらに対して, titanium は, 経費的には hydroxyapatite の半分以下で, 術中加工も比較的容易である。今回, 厚さ 0.8 mm の tita-

Fig. 5 A : CT at admission shows a left acute subdural hematoma, traumatic SAH and contusion hematoma.

B : Photographs before and after cranioplasty.

nium plate を handmade で加工したが、これは六角ハニカム構造のメッシュ素材のため、十分な強度を有し、3 次元的加工にも優れていた。ちなみに、P.S.M. custom made plates (MURANAKA; 厚さ 0.6 mm) において、自社で耐荷重、耐衝撃性能試験が行われている。これは、固定した custom made plate に荷重をかけ、plate が変形した時点での値を調べたもので、耐荷重は 30~40 kg 程度であった。メッシュ構造もほぼ同一のため、本 handmade titanium plate (厚さ 0.8 mm) でも、これに近い耐荷重を有するものと考えられた。また、スクリューによる固定位置も制限はなく、経費面では custom made の 1/5 以下、加工時間も 1~2 日で作製できた。

また、頭蓋骨形成術の前後で、脳血流量が上昇とする報告が散見されている⁵⁾¹³⁾。この理由として、①患側半球を大気圧から守ることができ、頭蓋内が生理的環境に回復する¹⁾、②外減圧術後に上矢状静脈洞圧が低下し、頭蓋骨形成術後、髄液圧が上昇し上矢状静脈洞圧も上昇する²⁾、③術後、髄液腔コンプライアンスが正常化し、脳血管抵抗や脳血流の自動調節能に好影響を与える¹⁰⁾などが挙げられる。前川ら⁵⁾は、自家骨を用いた頭蓋骨形成術前後における Xe CT の検討で、術後患側のみならず (5/8 例; 62.5%)、健側においても (4/8 例; 50%)、脳血流量の増加を認めたと報告している。本症例 1 および

3 においても、術後の Xe CT で患側での脳血流量の上昇を認めている。術後一定期間が経っており、自然経過の要因も加わっていることも考えられるが、症例 3 では、術直後より自発性低下は改善し、日常生活に自立するまでになっている。このことから、titanium plate での頭蓋骨形成術でも、自家骨の頭蓋骨形成術同様に、脳血流量の上昇を促すものと考えられた。

Handmade titanium plate での頭蓋骨形成術は、本症例のような大きな骨欠損症例に対しても、1 つの option として考えてもよいものと考え報告した。

結 語

1) Titanium plate を handmade で加工して頭蓋骨形成術を行った 3 症例を報告した。

2) Custom made 同様、加工および美容的に優れ、経費面でも安価であった。

3) 本症例のような大きな骨欠損症例においても、1 つの option と考えてもよい。

なお、本文の要旨は、第 29 回日本脳神経外科学会九州地方会に報告した。

文献

- 1) Dujovny M, Fernandez P, Alperin N, Betz W, Misra M, Mafee M: Post-cranioplasty cerebrospinal fluid hydrodynamic changes: Magnetic resonance imaging quantitative analysis. *Neurol Res* **19**: 311-316, 1997.
- 2) Fodstad H, Love JA, Ekstedt J, Friden H, Liliequist B: Effect of cranioplasty on cerebrospinal fluid hydrodynamics in patients with the syndrome of the trephined. *Acta Neurochir* **70**: 21-30, 1984.
- 3) Hall CD, Goodrich JT: Repair of calvarial defects: Cranioplasty and boneharvesting techniques. in Goodrich JT, Post KD, Argamaso Rv (eds): *Plastic Techniques in Neurosurgery*. New York, Thieme Medical Publishers, 1991, p.51.
- 4) Kobayashi S, Hara H, Okudera H, Takemae T, Sugita K: Usefulness of ceramic implants in neurosurgery. *Neurosurgery* **21**: 751-755, 1987.
- 5) 前川正義, 栗屋 栄, 寺本 明: 外減圧術後の頭蓋形成術前後における脳血流量変動に関する検討: Xe-CT を用いて. *No Shinkei Geka* **27**: 717-722, 1999.
- 6) 宮田伊知郎, 正岡哲也, 西浦 司, 原田泰弘, 石光 宏: 減圧開頭術に伴う問題—特に Cranioplasty 後の感染について—. *医療* **44**: 213-217, 1990.
- 7) Sanan A, Haines SJ: Repairing holes in the head: A history of cranioplasty. *Neurosurgery* **40**: 588-603, 1997.
- 8) 永田和哉, 河本俊介: 頭蓋形成術. 脳神経外科手術の基本手技—糸結びからクリッピングまで—, 東京, 中外医学社, 2003, pp.97-102.
- 9) 永山和樹, 吉河学史, 染川 堅, 河野道広, 瀬川 弘, 佐野圭司, 塩川芳昭, 齋藤 勇: 冷凍保存した自家骨片を用いた頭蓋形成術—術後感染率についての検討. *No Shinkei Geka* **30**: 165-169, 2002.
- 10) Suzuki N, Suzuki S, Iwabuchi T: Neurological improvement after cranioplasty. Analysis by dynamic CT scan. *Acta Neurochir (Wien)* **122**: 49-53, 1993.
- 11) Tokoro K, Chiba Y, Tubone K: Late infection after cranioplasty —Review of 14 cases. *Neurol Med Chir (Tokyo)* **29**: 196-201, 1989.
- 12) 山下純宏, 和賀志郎, 石川正恒, 長沢史朗, 半田 肇, 村山良介: 脳神経外科領域における術後感染の現状. 第8回脳神経外科特別問題懇話会講演集 **1**: 1-10, 1976.
- 13) Yamaura A, Makino H: Neurological deficits in the presence of the sinking skin flap following decompressive craniectomy. *Neurol Med Chir (Tokyo)* **17**: 43-53, 1977.
- 14) 米田 稔, 佐野公俊, 加藤庸子, 前田晋吾, 垣内孝史, 神野哲夫: 脳動脈瘤手術 pterional approach の pterion 部のチタンプレートの使用経験から. 第14回脳神経外科手術と機器学会抄録集: 60, 2005.

要 旨

Handmade titanium plate を用いた広範囲頭蓋骨形成術

太田 浩嗣   秋葉 大輔   浦崎永一郎   横田 晃

減圧開頭術後の頭蓋骨形成術で、代用骨を用いる施設が多くなってきている。われわれは、通常、自家骨を用いているが、自家骨が使用できなかった3症例を経験したため、titanium plate を handmade で同じ形状に加工して、頭蓋骨形成術を行った。その使用経験から、感染、美容形成および経費面での有用性について、症例を提示し報告した。

Handmade titanium plate は、custom made 同様、加工および美容面に優れ、経費面では安価であった。また、提示症例のような大きな骨欠損例においても、1つの option と考えてもよいと思われた。

脳外誌 **14**: 778-782, 2005