

症 例

リン酸カルシウム骨ペーストとチタンメッシュシートを併用して
再建を行った頭蓋顔面骨変形の1例馬場 香子¹⁾, 石黒 匡史¹⁾, 下総美奈子¹⁾柴田 裕達²⁾, 内沼 栄樹³⁾¹⁾上尾中央総合病院形成外科・美容外科²⁾しばた形成外科・内科³⁾北里大学医学部形成外科・美容外科

(平成20年1月10日受付)

要旨: 外傷後に生じた側頭部の広範な陥没変形に対し、リン酸カルシウム骨ペースト(バイオベックス-R[®])とチタンメッシュシート(ダイナミックチタンメッシュ[®])を併用し再建を行った症例を経験した。

症例は37歳、男性。交通外傷で前医にて緊急開頭血腫除去術・減圧開頭術を行い、その後、頭蓋形成術を施行した。しかし、左眼窩上縁と左側頭部の広範な陥凹変形を残したため修正を希望し当科を受診した。術前にCTをもとに立体モデル(3Dモデル)を作成し、組織欠損の評価を行った。左眼窩上縁の骨欠損に対しては3Dモデルをもとにハイドロキシアパタイトブロックを作成した。左側頭部に対しては、3Dモデルで欠損の評価が困難であったため、術中の調節性に優れるリン酸カルシウム骨ペーストとチタンメッシュシートを準備した。両者を併用することで低侵襲・短時間で再建し得た。術後の形態も良好であり患者の満足が得られた。

人工物の使用は感染に注意を要するが、特徴を十分理解し使用すれば、リン酸カルシウム骨ペーストとチタンメッシュシートの併用は広範囲の頭蓋顔面骨の再建において有用であった。

(日職災医誌, 56: 62—67, 2008)

—キーワード—

リン酸カルシウム骨ペースト, チタンメッシュシート, 頭蓋顔面骨再建

はじめに

骨の再建材料は、大きく自家組織と人工物に分けられる。自家組織は人工物に比べ感染に強く優れた再建材料であるが、採取部分の犠牲を伴い侵襲も大きい¹⁾²⁾¹²⁾。人工物は自家組織に比べ感染に弱い、材質の特徴を理解したうえで適用すれば、手術侵襲の少ない有用な再建材料となりうる。

我々は外傷後に生じた左前頭部・左側頭部の広範な陥没変形に対し、リン酸カルシウム骨ペーストとチタンメッシュシートを併用し再建を行った症例を経験した。良好な結果が得られたので若干の文献的考察を加えて報告する。

症 例

37歳、男性。

既往歴：特記すべきものなし。

現病歴：2005年9月4日、交通外傷で急性硬膜外血腫、脳挫傷、開放性頭蓋骨骨折を受傷し、前医で開頭血腫除去術、減圧開頭術を施行された。更に2005年10月25日、頭蓋形成術を施行された。前医を退院し通院加療のため当院脳外科を紹介された。2005年11月30日、変形した左前頭部・左側頭部の修正を希望し当科を受診した。

術前所見：頭部外傷による四肢・体幹の運動障害、知能障害は認めなかった。左眼窩上縁から左側頭窩にかけて広範囲に陥凹変形を認め、鼻根部から左側頭部にかけて癒痕が存在し左眉毛下垂を認めた(図1a, b, c)。CTでは前頭骨の左眼窩上縁内側と左側頭骨の側頭窩部分に、骨の欠損と皮下軟部組織の菲薄化を認めた。(図2)

術前評価と準備：3Dモデルを作成し組織欠損の評価を行った。前頭部は左眼窩上縁の骨が欠損し、必要な形状にあわせ固定用の穴をあけたハイドロキシアパタイトブロックを作成した。左側頭部は、前医での頭蓋形成時

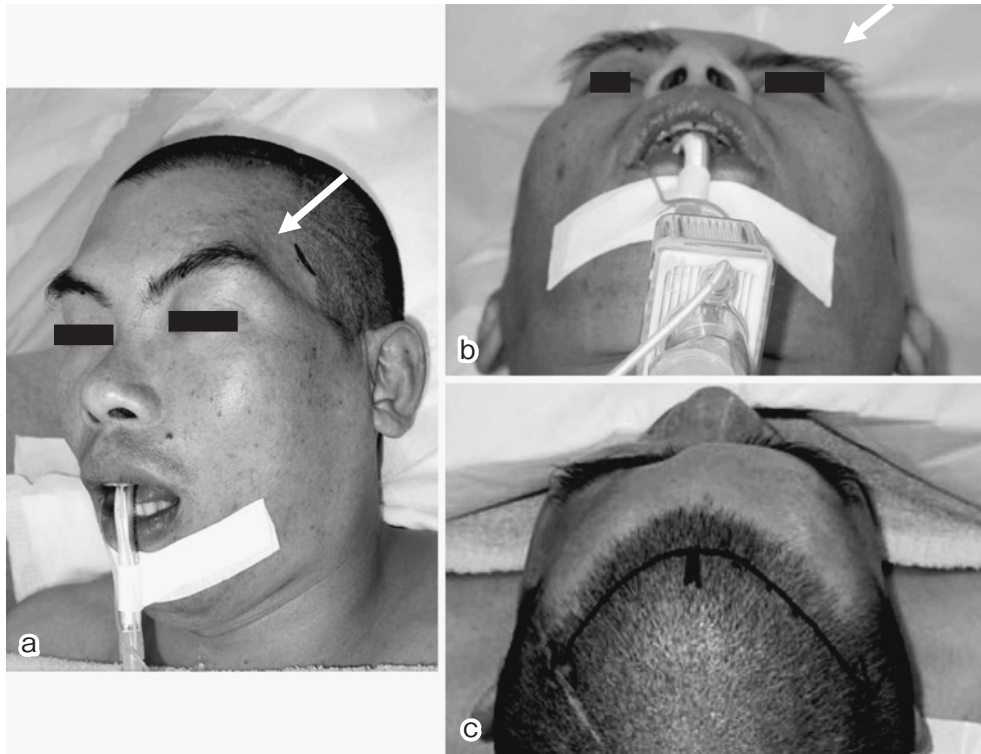


図1 術前

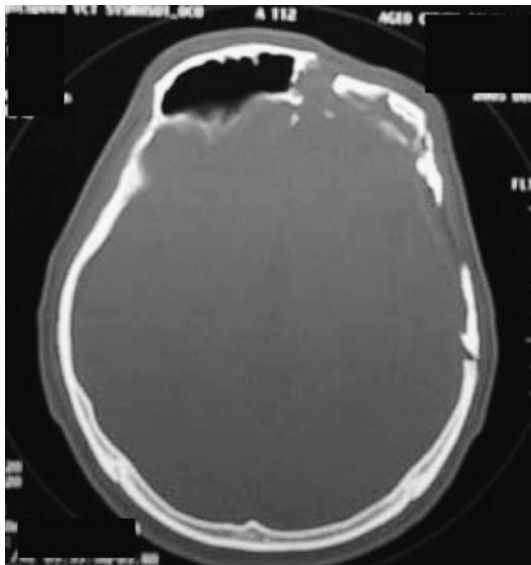


図2 術前CT

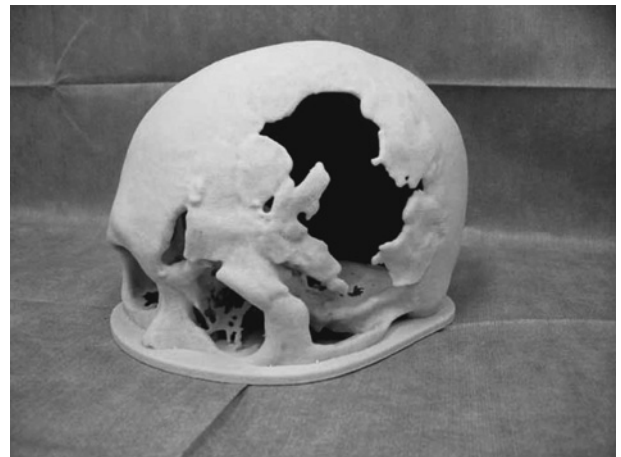


図3 3Dモデル 左側頭部

のアクリル樹脂がCTに映らず3Dモデルで欠損の評価が困難であった(図3)。このため、術中に調節が可能な可塑性に優れるリン酸カルシウム骨ペーストを準備した。陥凹が広範囲でありアクリル樹脂上でのリン酸カルシウム骨ペーストの固定性に不安があったため、支持・固定材料として術中に加工が容易なチタンメッシュシートを準備した。

手術：2006年5月12日、手術を施行した。皮膚切開

は前医の冠状切開の手術痕で行い骨膜を含めて瘢痕状の軟部組織を剝離挙上した。前医での頭蓋再建はアクリル樹脂とリン酸カルシウム骨ペーストで行われていた。薄層状のリン酸カルシウム骨ペーストが多数アクリル樹脂上に遊離しており、これを除去した。左眼窩上縁内側では hidroksiapatit ブロックを骨に穴をあけナイロン糸を用いて固定した。人工骨と骨の境界はリン酸カルシウム骨ペーストを充填し段差をなくした。左側頭窩ではチタンメッシュプレートを骨にスクリューを用いて固定した。使用したチタンメッシュシートは長径10cm 短径8cmの楕円形であった(図4)。さらにリン酸カ



図4 術中所見 チタンメッシュシート固定後

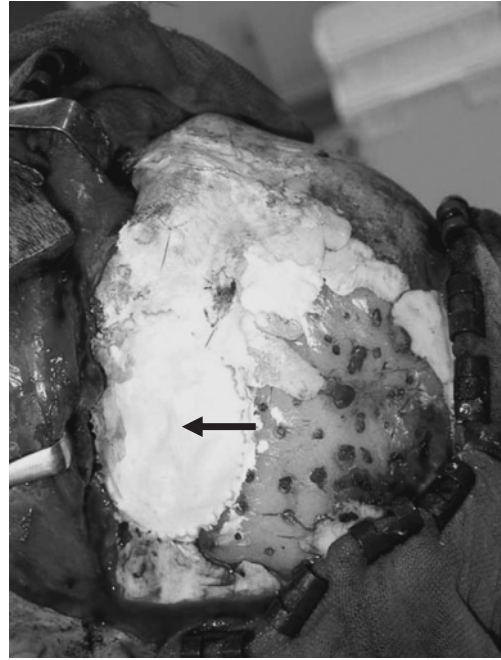


図5 術中所見 リン酸カルシウム骨ペースト充填後

ルシウム骨ペーストを用いて死腔を充填しながらボリュームアップをはかった。ペーストの全使用量は12 mlであった(図5)。術中硬膜の破損はなかった。持続吸引ドレーンを留置して閉創した。手術時間は2時間45分、出血量は100mlであった。

術後経過：左前頭・側頭部の形態は良好であった(図6)。左前頭筋麻痺による左眉毛の下垂が残存したため左右差の改善目的に2006年11月10日、眉毛吊り上げ術を施行した。眉毛吊り上げ術後約1年2カ月経過し患者の満足が得られている(図7a, b, c)。

考 察

頭蓋顎顔面外科領域における硬組織の再建では、重要な組織の保護や軟部組織の支持、形態の維持などが目的とされる¹⁾。再建材料は大きく自家組織と人工物に分けられる。人工物による再建は手術侵襲が少なく、適応を検討すれば有効な再建材料である¹⁾²⁾。再建に用いられている人工物としてアクリル樹脂、ハイドロキシアパタイト、チタンプレートなどがあげられる¹⁾²⁾¹⁷⁾。最近では生体内でハイドロキシアパタイトに変化するリン酸カルシウム骨ペーストが開発され、その良好な組織親和性と術中の自由度の高い成型性から整形外科領域をはじめ頭蓋顎顔面外科領域でも使用されている^{1)~12)}。

自験例では、外傷から約8カ月後に整容的改善を目的とした手術を行った。術前に感染は認められず人工物での再建に問題はないと判断した。強度や固定性に関しては荷重・運動部位ではないため、日常生活で脳を保護する強度と側頭筋運動時の軟部組織の干渉に耐えうる固定が得られれば良いと判断した。また術前に3Dモデルを

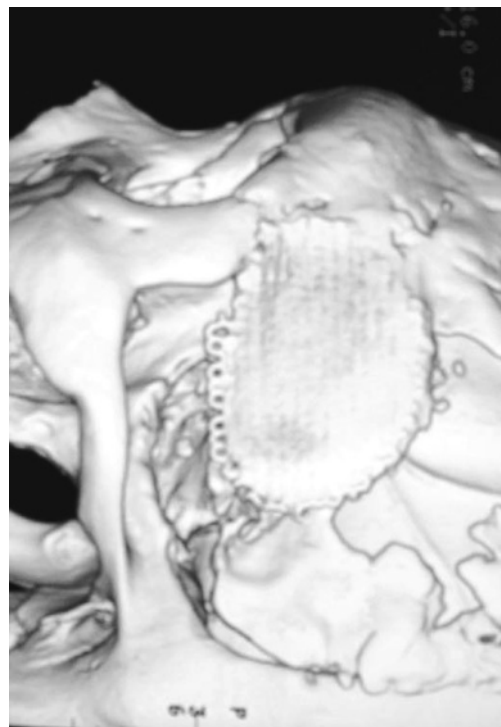


図6 術後3DCT

作成し欠損部の形状の評価を行ったが、前医でCTに反映されないアクリル樹脂を使用していたため左側頭窩では正確な評価が行えなかった。このため術中に柔軟に対応できる再建材料を必要とし、リン酸カルシウム骨ペーストとチタンメッシュシートを使用した。

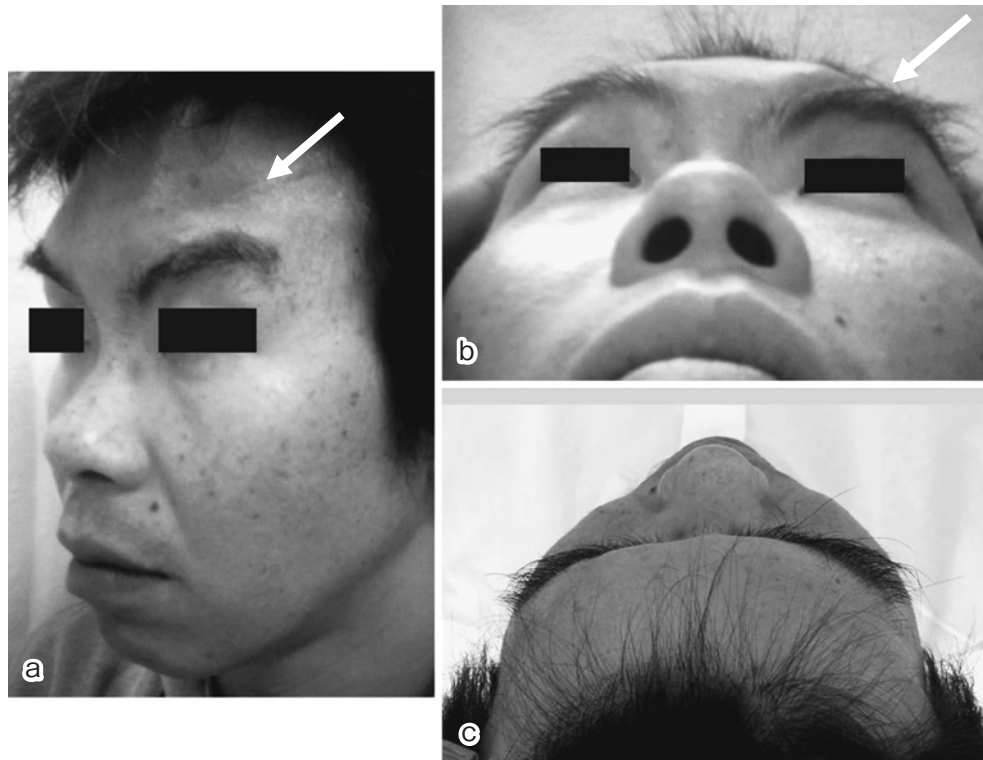


図7 術後 眉毛吊り上げ後1年目

1, リン酸カルシウム骨ペースト(バイオペックス-R[®])

α リン酸三カルシウム系バイオアクティブセメントであり、生体内で水和反応によりハイドロキシアパタイトに変化するため骨との親和性を有し組織の適合性に優れるといわれる^{14)~16)}。術中に粉剤と液剤を練和して使用するが、それらの混合の割合でペースト状または粘土状となる^{1)~4)13)14)}。柔軟度・硬化時間は周囲の温度や調合の割合によって変化する^{14)~16)}。練和後約3分間は形状を自由に変化させることができるため、ペースト状では注入器による補填が可能であり、粘土状では手動的に成型できる⁶⁾。硬化に要する時間は37℃で約7~10分であり^{1)~4)13)14)}閉創時には硬化している。血液や髄液などの体液性分の浸潤によって硬化しないとの報告¹⁾もあるため、使用前に止血等の術野のコントロールを行うこと、閉創前に硬化の確認を行うことが必要である。なお硬化時の発熱は殆ど認められない¹⁴⁾¹⁵⁾。圧縮強度は3日目に最大に達し70~85MPaで^{14)~16)}皮質骨の133MPa¹⁾より低い値である。単独で対応できる最大の大きさは明らかではない⁷⁾。清川らは前頭骨ほぼ全体の骨表面の陥凹に60mlのリン酸カルシウム骨ペーストを一塊でonlayしている¹⁰⁾。全層の骨欠損では、酒井らの報告で前頭部径55mm約17cm²に単独で使用している⁷⁾一方、Turkらは6cm²以上⁹⁾、Friedmanらは径2.5cm以上⁸⁾の全層欠損では補助支持材料が必要であると報告している。細片化し遊離すると術後吸収されるとの報告¹⁰⁾や、骨との接触が不十分であると異物反応や吸収などの長期的変化を生ずると

の報告もある³⁾ため固定には注意を要する。自験例でも、前医でアクリル樹脂上に固定せず使用されたリン酸カルシウム骨ペーストは遊離し細片化していた。我々はチタンメッシュシートを用い固定を確実にを行った。しかし骨との接触面積は少ないため長期的な変化に注意を要すると思われる。なお再建術後約1年8カ月経過し異物反応による炎症や吸収による変形などは認めていない。

リン酸カルシウム骨ペーストは組織親和性に優れ、術中の成型の自由度が高く、頭蓋顎顔面外科領域において有用な硬組織再建材料であると考えられる。

2, チタンメッシュシート(チタンダイナミックメッシュ[®])

チタンは生体親和性に優れ、X線、CT、MRI検査でアーチファクトが出ないという利点もある^{17)~19)}。独特な幾何学的構造のメッシュ(図8)の効果によってゆがみを生じることなく三次元的に容易に手動的に変形でき、必要な形状・大きさにあわせて術中にハサミで切断できる¹⁷⁾。またメッシュの穴を利用しボーンスクリューで骨に固定できる。比較的薄く審美的に優れているが強度がないため荷重部には利用できない。強い荷重耐性は要さず立体的な構造の獲得を要する頭蓋顎顔面外科領域において有用である^{17)20)~22)}。

3, リン酸カルシウム骨ペーストとチタンメッシュシートの併用

アクリル樹脂上にリン酸カルシウム骨ペーストを使用するには固定源となる補助支持材料が必要であると考え

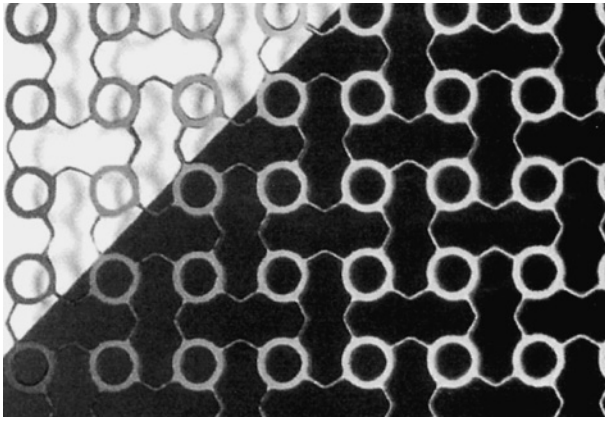


図8 チタンメッシュシート

た。渉猟しえた範囲で本邦での報告はなかったが、海外ではリン酸カルシウム骨ペーストの補助支持材料としてチタンメッシュシートを併用する報告が散見される^{20)~22)}。両者を併用することで支持と固定を確実にし、死腔をなくし、より自由度が高く安定した再建が行えると考えられる。自験例の側頭窩ではチタンメッシュシートの両端を翼状に加工しスクリューで骨に固定、メッシュを埋めるようリン酸カルシウム骨ペーストを塗りこみ、さらに必要な厚みまで一塊として再建した。広範囲で術前評価が困難な症例であったが短時間・低侵襲の手術で満足のいく結果が得られた。チタンメッシュシートはリン酸カルシウム骨ペーストの有用な補助支持材料であり、両者の併用は相互の問題点を補える有用な方法であった。

複数の人工材料をその特徴を生かして使用することでより低侵襲で自由度の高い再建が行えるが、複数の人工物が体内で接して存在するため相互の反応性を考慮する必要がある。渉猟しえた範囲で、リン酸カルシウム骨ペーストとチタンワイヤーまたはプレートを同一術野で使用¹¹⁾¹²⁾し両者の反応で合併症が生じた報告はみられなかった。また、リン酸カルシウム骨ペーストとアクリル樹脂相互の反応性の報告は確認できなかった。リン酸カルシウム骨ペースト・アクリル樹脂・チタンを同一術野で使用した自験例では再建術後約1年8カ月経過した現在まで問題は生じていない。相互の影響が不明な人工物が接しており、長期的な経過観察が必要であると思われる。

まとめ

外傷後に生じた前頭骨から側頭骨におよぶ広汎な陥没変形に対して、リン酸カルシウム骨ペースト・ハイドロキシアパタイトブロック・チタンメッシュシートを併用して再建を行った。リン酸カルシウム骨ペーストとチタンメッシュシートの併用は頭蓋顎顔面外科領域において有用であると考えられた。

文献

- 1) 辻 直子, 菅原康志, 宇田宏一, 他: リン酸カルシウムペーストによる頭蓋顎顔面領域の再建. 形成外科 48: 541—548, 2005.
- 2) 小室裕造, 今沢 隆: 頭蓋顎顔面外科領域におけるリン酸カルシウム骨セメントの有用性. Medical Postgraduates 41: 36—40, 2003.
- 3) 小林一夫, 緒方茂寛, 石原博史, 他: 開頭術後変形に対するリン酸カルシウム骨ペーストの使用経験. 形成外科 47: 631—635, 2004.
- 4) 若松慶太, 井上義治, 大城貴史, 他: リン酸カルシウム骨ペーストの頭蓋顎顔面領域での使用経験. 日形会誌 22: 25—30, 2002.
- 5) 中村裕一, 四方聖二: 開頭術中の骨欠損部に対するリン酸カルシウム骨ペーストの充填工夫と長期経過観察. Medical Postgraduates 41: 296—302, 2003.
- 6) 石井映幸, 孫 幸賢, 土屋喜照, 他: リン酸カルシウム骨ペーストを用いた開頭術における頭蓋骨形成—115例の使用経験と長期経過について—. Medical Postgraduates 42: 120—124, 2004.
- 7) 酒井敦子, 林 明照, 丸山 優, 他: リン酸カルシウム骨ペーストを用いた頭蓋骨全層欠損再建の経験. 日頭顎顔面誌 22: 7—14, 2006.
- 8) Friedman CD, Constantino PD, Synderman CH, et al: Reconstruction of the frontal sinus and frontofacial skeleton with hydroxyapatite cement. Arch Facial Plast Surg 2: 124—129, 2000.
- 9) Turk JB, Parhiscar A: Bone Source for craniomaxillofacial reconstruction. Fac Plast Surg 16: 7—14, 2000.
- 10) 清川兼輔, 力丸英明, 福島淳一, 他: ペースト状人工骨 (Biopep[®]-R) を用いた頭蓋顎顔面領域の広範陥凹・凹凸変形の修正法. 日形会誌 25: 383—392, 2005.
- 11) 黒川正人, 山田信幸, 羽森由佳, 他: 頭蓋骨変形に対するリン酸カルシウム骨ペーストの応用. Medical Postgraduates 41: 212—216, 2003.
- 12) 清川兼輔, 福島淳一, 田井良明, 他: 広範囲頭蓋骨欠損に対する人工骨 (セラタイト[®]) とペースト状人工骨 (バイオベックス[®]) の併用療法. 日形会誌 23: 467—474, 2003.
- 13) 平野昌弘, 竹内啓泰, 浅岡伸之: リン酸カルシウム骨ペーストの開発. Journal of the Society of Inorganic Materials 9: 44—50, 2002.
- 14) 山本晴彦: リン酸カルシウムの臨床応用のための基礎研究. 愛知医科大学医学雑誌 25: 219—229, 1997.
- 15) 平野昌弘, 浅岡伸之, 三砂元彦, 他: リン酸カルシウム骨ペースト (バイオベックス[®]) の改良研究. Medical Postgraduates 41: 253—261, 2002.
- 16) 田邊裕治, 内山貴典: リン酸カルシウム骨ペーストの力学的特性評価. Medical Postgraduates 44: 70—73, 2006.
- 17) 柴田裕達, 鳥飼勝行, 橋本信子, 他: 幼児の広範囲な外傷性頭蓋骨～硬膜欠損に対する再建—分割頭蓋骨と帽状腱膜骨膜弁による再建. 形成外科 44: 1077—1084, 2001.
- 18) 中野峰生, 工藤 聡, 清水一樹, 他: 上顎洞前壁および眼窩床の外傷性骨部分欠損に対する Micro-Titanium Mesh による再建の経験. 日形会誌 18: 343—350, 1998.
- 19) Yoshioka N, Haraoka G, Muraoka M, et al: Single stage reconstruction of scalp and skull using free muscle flap and titanium mesh in patients with epidural infection. J Cranio

- Maxfac surg 24: 118—121, 1996.
- 20) Yadranko DMD: Three-dimensional alloplasttic orbital reconstruction in skull base surgery. Laryngoscope 111: 1306—1312, 2001.
- 21) Matic DB, Manson PN: Biomechanical analysis of hydroxyapatite cement cranioplasty. J Craniofac surg 15: 415—423, 2004.
- 22) Durham SR, McComb JG, Levy ML: Correction of large (>25cm³) cranial defect with “Reinforced” hydroxyapatite cement: Technique and complications. Neurosurgery 52: 842—845, 2003.

別刷請求先 〒362-8588 埼玉県上尾市柏座1—10—10
上尾中央総合病院形成外科
馬場 香子

Reprint request:

Kyoko Baba
Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Ageo
Central General Hospital, 1-1-10, Kashiwaza, Ageo-city, Sai-
tama, 362-8588, Japan

A Case of Craniofacial Reconstruction Using Calcium Phosphate Bone Cement and Titanium Mesh Sheet

Kyoko Baba¹⁾, Masashi Ishiguro¹⁾, Minako Shimofusa¹⁾, Hirotatsu Shibata²⁾ and Eiju Uchinuma³⁾

¹⁾Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Ageo Central General Hospital

²⁾Shibata Clinic

³⁾Department of Plastic and Aesthetic Surgery, Kitasato University

This is a case of craniofacial reconstruction using calcium phosphate bone cement (CPC) and titanium mesh sheet. A 37-year-old man suffered from extensive depress deformity on his temple after craniotomy. It was difficult to evaluate the bone defect with 3D-model in advance of the surgery. Therefore, we decided to perform craniofacial reconstruction with CPC and titanium mesh sheet because of their superior plasticity and ease of handling. The use of CPC with titanium mesh could increase stability of the construct and provide excellent cosmetic result. These two materials are proved to be useful for craniofacial reconstruction.

(JJOMT, 56: 62—67, 2008)