アパタイト・セラミックスによる眼窩壁再建

河合 勝也・平本 道昭・国吉 葉子
澤田 正樹*・後藤まゆき*

Orbital Floor Reconstruction with Porus Hydroxyapatite Ceramics

Katsuya Kawai, Michiaki Hiramoto and Yohko Kuniyoshi
(Osakafu-Saiseikai Nakatsu Hospital)

Masaki Sawada and Mayuki Gotoh
(Kyoto University)

To treat bony defects following fracture of the orbital floor, autogenous bone or exogenous material has been used.

For an autogenous bone transplant (ex. pelvic bone or rib cartilage), it is difficult to obtain an adequate volume and shape. Silicon plates are frequently used as exogenous material, but there are various complications.

We are using porous hydroxyapatite ceramics (PHAC) to reconstruct orbital defects. PHAC has attracted special attention as a prosthetic inlay on account of its good biostability, biocompatibility, and bioactivity; it has been used successfully for the reconstruction of bony defects in recent years.

In order to obtain a natural curve, we prepared “PHAC for the orbital floor” by measuring the orbital floor.

It is a fan-shaped piece formed by dividing an empty cone (upper diameter of 20 mm, lower diameter of 40 mm, height 20 mm, and thickness of 2 mm) into three equal parts.

PHAC was shaped, adapted, and perforated with a diamond bar of “Torx” intraoperatively. Then it was fixed with Nylon, screw of mini-plate, or only inserted into the bony defect.

To date, we have used “PHAC for orbital floor” in 9 places in 7 patients. No changes were noted during of follow-up periods 10 to 30 months.

Thus, it seems to be useful for the reconstruction of bony defects.

We describe a representative case and experiments with its use.

Key words : Orbital floor fracture, orbital floor reconstruction, exogenous material, apatite ceramics

はじめに

眼窩底および眼窩壁骨折のうち、骨欠損を伴う場合の骨補填材として、従来より自家骨及び生体用人工材料が用いられることが多い。

人工材料のうち、最近 bio ceramics が生体との適合性、親和性の点で注目され、骨の補填材として利用されてきている。なかでも骨の無機質主成分である水酸アパタイト $[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2]$ を人工的に焼成したアパタイト・セラミックス（以下 AC と略す）は、異物反応が極めて弱く、かつ骨組織と直接的に結合する bio active な性質をもつ素材であり、骨欠損に対して極めて有用な骨補填材であると言える¹⁾。

我々は、眼窩底骨折に対し、眼窩底用 AC を骨欠損部へ応用し良好な結果が得られたので、その経験について報告する。

材料と方法

1) 材 料

我々が使用した AC は、粉末状の合成水酸アパタイトを約 1200°C の高熱で焼結したもので、Ca/P 比 1.67（生体骨の Ca と P の比と同じ）、気孔率約 55% の多孔質体のものを用いた。

AC は術中容易に加工できるという特徴をもつが、限度がある。そこで我々は、眼窩壁の計測を行い、眼窩下面にはほぼ合致した彎曲をもつ形態の AC を作成した（図 1）。上面直径 20 mm、下面直径 40 mm、高さ 20 mm、厚さ 2 mm の中空の円錐台を 3 等分した奥行き約 25 mm の

扁状のもの（図 2）で、術中これをさらに細工することで、より簡便に、より自然な形態の眼窩底の再建が可能となった。

2) 方 法

細工はペンタックス・マイクロモーターハンドピース又は Torx のダイヤモンドバーを用い、生食中に浸しながら行うが、AC はもろいため、孔を穿つとき周囲に向い細かい crack が生じ、砕けてしまうことが多い。しかし、最も細い 1 mm 径のバーを用い guide の孔を穿った後、2 mm 径のバーで孔を拡大し、ミニプレート用螺子を通るだけの孔を穿つ二段階穿孔法²⁾を行うことで、crack を生じることはなく、簡単で確実な固定が可能である。また、ナイロン糸（3-0 または 4-0）で固定する場合は孔を拡大する必要はない。

図 1 眼窩底の彎曲に合致したアパタイト・セラミック板

図 2 眼窩底用 AC 板のデザイン

症 例

現在まで眼窩底骨折に AC を使用した症例は、表 1 の如く、男性 3 例、女性 4 例、年齢は 16 歳から 55 歳までの計 7 例、9 カ所である。受傷原因としては、交通事故によるもの 5 例、労働災害によるもの 2 例であった。AC の固定はミニプレート用螺子によるもの 3 カ所、ナイロン糸によるもの 4 カ所、固定せず眼窩底欠損部にはめ込むだけで済ませたもの 2 カ所であった。術後の観察期間は 10 カ月から 2 年 6 カ月で、現在も観察中である。

図 3 a 術前正面より

これらのうちの代表例を示す。

症例：16 歳，女性。

受傷および初診までの経過：オートバイ乗車中の事故により、右眼部から頬部に至る損傷を受け、受傷直後右下眼瞼挫滅創の縫合を受けた（図 3 a，b）。X 線撮影にて、右眼窩底から頬骨、上顎骨にかけての骨折がみられたので当科受診となった。

初診時所見及び検査所見：眼球運動障害は不明であり、かつ視力障害を訴え眼科受診したが、眼瞼部腫脹が強く精査不可能であった。

X 線撮影：視束管骨折はなく、ウォーターズ法にて右眼窩底から上顎骨にかけての粉碎骨折がみられた（図 4）。

手術所見：受傷後 10 日目に手術施行した。外側下方へ落ち込んでいた骨片を正中方向の

図 3 b 術前下方より

右眼球と共に下眼瞼より頬骨部にかけて陥凹がみられる（矢印）。

表 1 眼窩底骨折に対するアパタイト・セラミックスの使用症例

	症例	年齢	性	受傷原因	AC埋植部	固定法
①		33	M	労働災害	右眼窩底～下縁	ミニプレート用螺子
②		19	F	交通事故	左眼窩底	ナイロン糸
③		55	F	交通事故	右眼窩下縁	ミニプレート用螺子
④		16	F	交通事故	右眼窩底	ナイロン糸
⑤		28	F	交通事故	左眼窩底 眼窩下縁 頬骨部	固定せず ナイロン糸 ミニプレート用螺子
⑥		38	M	労働災害	左眼窩底	固定せず
⑦		26	M	交通事故	右眼窩底	ナイロン糸

元の位置へ移動させたが、粉碎骨折のため十分な骨片を移動することができず、骨欠損を生じた。

ミニプレートで骨を引寄せ、受傷前の形態再建の努力をしたが、骨欠損は残った(図5)。

そこで、骨欠損部に眼窩底用ACを幅24mm、奥行き20mmの大きさに細工してはめ込み、1mm径のダイヤモンドバーで穿孔し、ナイロ

ン糸で固定した(図6)。

術後経過：X線写真においても図7の如く眼窩下縁は健側と対称的に再建されている。

術後1年半を経過しているが、眼球運動制限はなく、眼位に左右差もなく、特に問題なく良好な結果が得られている(図8)。なお、患側に高度視力障害があるため、複視は認められない。

図4 術前X線写真(ウォーターズ法)
右眼窩底及び上顎洞を中心に粉碎骨折の像がみられる。

図5 術中
ミニ・プレートによる眼窩下縁再建を行ったが、なおも眼窩底に欠損がみられた(矢印)。

図6 眼窩底をAC板で再建し、ナイロン糸で固定した(矢印)。

図7 術後X線写真(ウォーターズ法)
ACの一部が造影されている(矢印)。
右頬骨前頭縫合部の離開は軟鋼線で固定した。

考 察

骨欠損を伴う眼窩底骨折の再建にあたり、骨欠損部の補填材として、大きく自家骨、他家骨、異種骨、人工材料に分けられるが、実際には、他家骨、異種骨では抗原性の問題があり、抗原性を低下させるため物理的、化学的处理を施されて用いられるが、なお免疫反応の危険性が残されており、他家骨や異種骨移植はほとんど行われず、現在では、自家骨及び生体用人工材料が用いられている²⁾。

自家骨としては、腸骨、肋軟骨、鼻中隔軟骨、耳介軟骨などが使用されている。自家骨は最も安全な材料ではあるが、採取できる量や形態に限りがあり、採取のため2次的な手術侵襲を必要とする。また、骨では生着後の2次的骨吸収などの欠点がある³⁾。

一方、生体用人工材料としては、眼窩底には現在のところシリコンプレートが多く用いられている。しかし、これの移動により視神経を直接圧迫したり、視神経に血流障害を来したりすることによる失明や、プレートの上顎洞内への落込み、下眼窩動脈よりの眼窩内出血、強い組

織反応や感染、瘻孔や嚢胞の発生、持続する疼痛、眼瞼部腫張を繰り返すなど、合併症がみられることがある^{4,5)}。

欠損部補填材としての生体用人工材料に要求される条件として、①生体内で溶解・吸収・膨潤されない、②生体内で物理・化学的变化を起こさない、③欠損部組織に物性が近似している、④無毒で、刺激性・発癌性がない。⑤周囲組織と高い親和性をもつなどが挙げられる⁶⁾が、シリコンプレートでは③、⑤の点で問題がある。

これに対し、最近注目されている bio ceramics は、次のように分類される⁷⁾。

(i) 生体内不活性セラミックス (ex. アルミナ (Al_2O_3), ジルコニア (ZrO_2), カーボン (C)).

(ii) 生体内崩壊性セラミックス (ex. plaster, tricalcium phosphate).

(iii) 生体内活性セラミックス (ex. ガラスセラミックス ($\text{SiO}_2\text{-P}$), 三リン酸カルシウム ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), アパタイト ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$)).

しかし、(i)は周囲組織と直接反応せず、線維性被膜により骨組織とは接するのみであり、(ii)は次第に生体内で吸収されながら骨新生を促し、やがて吸収され消失し、骨組織に置換されると言われているが、その機転は不明な点が多い。我々が用いた AC は(iii)の生体内活性セラミックスであり、表2のような特徴^{8,9)}をもっている。骨の無機質主成分である生体アパタイトと同様の化学成分より成り、免疫反応の原因となる有機成分を含まないため、異物反応の懸念がない。また、組織親和性に優れており、非吸収性の生体活性なもので、骨結晶に対し直接化学的に結合する。

図8 術後正面像

表2 アパタイト・セラミックスの特性

① 生体アパタイト類似の化学成分
② 生体組織との親和性
③ X線造影性
④ 二次的手術侵襲不要
⑤ 化学的安定性
⑥ 術中の加工可能

AC の生体反応を調べるため, 山崎ら⁶⁾の AC を成犬脛骨に埋植した実験では, 埋植後90日で骨の緻密質領域, 海綿質領域を問わず, AC の周囲と内部とはそれぞれ周囲と同様の構造を有する状態となる。

また, 電顕像では AC と骨の両者の結晶が界面で完全に融合し, AC と生体骨組織との間に direct chemical attachment と呼ばれる結合を作って骨組織を完全に接合している状態が認められている⁶⁾。

このように, AC は骨組織と一体化する bio composit な状態となる。以上より AC は, 前記①～⑤の条件をほぼ満たすものと思われ, 骨欠損部の補填材として, 極めて安全であると考えられる。

我々の経験した症例においても, 術後の観察期間は10カ月～2年6カ月であるが, 全症例において, 目下のところ安定した状態であることが確認されている。

ま と め

AC は生体組織との優れた親和性をもち, 非吸収性, 生体活性であるため, 骨欠損の補填材として有用性の極めて高い素材である。

この性質を利用し, 骨欠損を伴った眼窩底骨折に際し, 眼窩底用に作成した AC を使用することにより, 術中加工も容易となり, その分, 手術時間も短縮された。さらに自然な眼窩底形態の再建が可能となった。また, 術後も安定した経過が観察されているので, ここに報告した。

稿を終るにあたり, 京都大学医学部形成外科学教室一色信彦教授の御校閲を感謝します。

本論文の要旨は第16回日本救急医学会および第32回日本形成外科学会において口演した。

尚, アパタイト・セラミックス (アパセラム[®]) は, 旭光学株式会社より提供された。

文 献

- 1) 川原春幸: インプラント材料. 歯界展望 60 別冊: 15～42, 1987.
- 2) 平本道昭, 大塚守正, 松田和也, 他: アパタイト・セラミックスによる顔面骨欠損の再建. 日頭顔会誌 4: 38～44, 1988.
- 3) 平本道昭: 眼窩縁の再建. アトラス・眼の形成外科手術書 (一色信彦編). 265～267頁, 金原出版, 東京, 1988.
- 4) 田嶋定夫: Blowout fracture. アトラス・眼の形成外科手術書 (一色信彦編). 263～264頁, 金原出版, 東京, 1988.
- 5) 福屋安彦, 南條文昭: 術後長期経過中に嚢腫を形成した眼窩床骨折の1例. 形成外科 27: 341～346, 1984.
- 6) 山崎安晴, 大西正俊, 塩田重利, 他: 人工骨としての多孔質アパタイトー1. 脛骨埋入実験. 口病誌 49: 251～278, 1982.

原稿受付: 平成2年3月7日
原稿採択: 平成2年3月23日
別刷請求先: 平本道昭
〒530 大阪市北区芝田2-10-39
大阪府済生会中津病院形成外科