

頬骨上顎複合骨折における画像検査法の検討

(A Multimodality Imaging Study of Zygomaticomaxillary Complex Fractures)

日本大学松戸歯学部放射線学講座  
日本大学松戸歯学部放射線学講座 \*

研究講座員 月岡 庸之  
助手(専任扱) 佐々木 悠介 \*

(指導: 金田 隆 教授)

頬骨上顎複合骨折における画像検査法の検討

A Multimodality Imaging Study of Zygomaticomaxillary Complex  
Fractures

月岡庸之, 佐々木悠介

日本大学松戸歯学部 放射線学講座

Tsuneyuki Tsukioka and Yusuke Sasaki

Department of Radiology, Nihon University School of Dentistry at  
Matsudo

Matsudo, Chiba 271-8587, Japan

Correspondence to Yusuke Sasaki

e-mail:sasaki.yusuke@nihon-u.ac.jp

キーワード：頬骨上顎複合骨折, CT, パノラマエックス線検査, P-A 法,  
Waters 法

Key words: Zygomaticomaxillary complex fracture, CT, Panoramic  
radiography, P-A' s view, Waters view

要旨：頬骨上顎複合骨折は前頭頬骨縫合部骨折，頬骨上顎縫合部骨折，頬骨側頭縫合部骨折を伴った顔面骨折の一つである。しかしながら，単純エックス線検査では見過ごされ，頭蓋底出血や髄膜炎，複視等の合併症を併発することが少なくないが，単純エックス線検査やパノラマエックス線検査による骨折の検出率やエックス線 CT 検査との比較検討は乏しい。本研究の目的は単純エックス線検査，パノラマエックス線検査，およびエックス線 CT 検査による頬骨上顎複合骨折の検出率および特徴的な画像所見を明らかにすることである。方法は単純エックス線写真，パノラマエックス線写真による予備実験をおこない，頬骨上顎複合骨折の検出をおこなった。その後，臨床例 83 例を用い，従来のエックス線検査とエックス線 CT 検査の比較検討およびパターン分類を行った。統計処理には Stad View-J 5.0 を用い Wilcoxon 符号付順位検定を行った。結果は従来法のエックス線検査では検出不可能な骨折部位があり，エックス線 CT 検査では全症例において検出することが可能であった。パターン分類においては C 型が最も多い結果となった。以上のことより，顔面外傷患者にはエックス線 CT 検査施行が必須であることが示唆された。

Abstract:

The zygomaticomaxillary complex, comprising the zygoma and the adjacent parts of the frontal, maxillary, sphenoid, and temporal bones, constitutes the lateral orbit wall and part of the orbital floor. The frequency of neurological injury associated with zygomaticomaxillary complex fractures is high and that localized injuries to the face and head resulting in maxillofacial fractures might also involve the brain and meninges.

The purpose of this study was to compare the clinical effectiveness and characteristic findings of computed tomography (CT) with panoramic radiography and conventional radiography in zygomaticomaxillary complex fractures. Experimental study for the suitable evaluation using conventional radiography such as P-A' s view, Waters view, panoramic radiography, we demonstrated phantom study for the evaluation of zygomaticomaxillary complex fractures. The number and site of fractures of zygomaticomaxillary complex fractures (n=7) were compared with CT and conventional radiography. Statistical analysis for the relationship between CT and conventional radiography of zygomaticomaxillary complex fractures were performed using Wilcoxon signed rank test. CT was superior to other radiological modalities in the diagnosis of zygomaticomaxillary complex fractures. There was significant difference between any of the imaging methods for the zygomaticomaxillary complex fractures ( $P < 0.05$ ). CT was the most effective method in imaging diagnosis of zygomaticomaxillary

complex fractures.

## 緒言

頬骨上顎複合骨折は前頭頬骨縫合部骨折，頬骨上顎縫合部骨折，頬骨側頭縫合部骨折を伴った顔面骨折の一つである<sup>1-4)</sup>。同骨折の画像検査はエックス線 CT 検査（以下 CT 検査とする）が必須とされ，単純エックス線検査等で見過ごされ，頭蓋底骨折に起因する頭蓋底出血や髄膜炎，また，眼窩下神経障害や複視等が合併することが少なくない<sup>5-11)</sup>。よって単純エックス線検査および CT 検査による特徴的な画像所見の検出は臨床上重要である。しかしながら，各種画像検査法による詳細な画像所見の検討は乏しく，特に単純エックス線検査やパノラマエックス線検査による骨折の検出率や CT 検査との比較検討は乏しい。

本研究の目的は単純エックス線検査，パノラマエックス線検査，および CT 検査による頬骨上顎複合骨折の検出率および特徴的な画像所見を明らかにすることである。

## 対象および方法

### 1) 予備実験 1

各種画像検査による頬骨上顎複合部の解剖構造検出のため、単純エックス線写真、パノラマエックス線写真による予備実験をおこなった

(Figs. 1)。乾燥頭蓋骨の前頭頬骨縫合部，頬骨上顎縫合部，頬骨側頭縫合部に直径 0.5mm のガイドとして金属ワイヤーを貼り，パノラマエックス線撮影法，後頭前頭方向撮影法（P-A 法：以下 P-A 法とする），Waters 法を施行した。

### 2) 予備実験 2

さらに、予備実験 2 として、乾燥頭蓋骨の縫合部に隣接する眼窩縁，頬骨弓上縁，頬骨弓下縁に実験 1 にて用いた同様のワイヤーを貼り，パノ

ラマエックス線撮影法，P-A法，Waters法を施行した（Figs.2）。

## 2) 臨床症例の検討

2003年4月から2003年12月までの間に，顎顔面領域の外傷にてCT検査を施行した83症例の骨折の分類を行った。また，これらの症例の内，頬骨上顎複合骨折の診断にて観血的整復固定術を施行し，3部位すべての骨折部位を術中にて確認した7症例（男性5例，女性2例，平均年齢43歳）を抽出した。なおこれら患者には検査法としてパノラマエックス線検査，P-A法，Waters法，CT検査をすべて施行した。

CT装置は横河メディカル社（Vertex 3000）であり，管電圧120kV，管電流100mA，横断像（エックス線ビーム幅/スライス幅：3mm/3mm），冠状断像（エックス線ビーム幅/スライス幅：5mm/5mm），骨表示画像

（WW/WL：2500/+300），および軟組織表示画像（WW/WL：300/+40）を用いた。

## 画像評価方法

7症例すべての骨折部位およびパターン分類を1) パノラマエックス線写真，P-A法写真，Waters法写真を評価し，その後，2) CT画像を評価し，検出率を算出した。統計処理にはStat View-J 5.0を用いWilcoxonの符号付順位検定を行った。なお， $P < 0.05$ を有意水準とした。

評価は各検査法の評価項目は，1) 頬骨上顎複合骨折の骨折部位，2) 頬骨上顎複合骨折の骨片偏位の分類，3) 上顎洞内出血の陰影の有無とした。また，骨片偏位の分類はRosenbloom<sup>12)</sup>らの分類を用い，A: 骨片偏位なし，B: 時計回りに回転，C: 反時計回りに回転，D: 内方偏位，E: 後方偏位，F: 下方偏位，G: 骨片の粉砕とした（Fig 3）。

## 評価者および評価環境

読影はシャーカステンを用い、フィルム上にて2名の歯科放射線科医が個別に診断し、結果が一致しないときは両者のコンセンサスにて結果を1つにした。読影環境はやや薄暗い読影室にて、フィルムとの距離は50cm前後で静かな環境で読影した。

## 結果

結果を Table 1-3 に示す。

1) 予備実験1, 2を (Fig. 1A B, 2A B) に示す。予備実験1において、パノラマエックス線検査では頬骨上顎縫合および頬骨側頭縫合は明瞭に観察されたが、前頭頬骨縫合の観察は困難であった (Fig. 1C)。P-A法においては頬骨側頭縫合のみ明瞭に観察された (Fig. 1D)。Waters法で前頭頬骨縫合および頬骨側頭縫合は明瞭に観察された (Fig. 1E)。予備実験2では、パノラマエックス線検査は眼窩下縁、頬骨弓下縁、および頬骨弓上縁が明瞭に観察された (Fig. 2C)。P-A法では眼窩縁、頬骨弓下縁が観察され、頬骨弓上縁は不明瞭であった (Fig. 2D)。Waters法において眼窩縁、頬骨弓下縁、および頬骨弓上縁すべてにおいて明瞭に観察された (Fig. 2E)。

2) 顎顔面領域の外傷にてエックス線検査施行83症例の骨折分類を Table 1 に示す。

3) 各画像検査による骨折線の検出率はパノラマエックス線検査にて前頭頬骨縫合部は0%、頬骨側頭縫合部は57.1%、頬骨上顎縫合部は0%であった。P-A法にて前頭頬骨縫合部は14.3%、頬骨側頭縫合部は28.6%、頬骨上顎縫合部は0%であった。Waters法にて前頭頬骨縫合部は42.9%、頬骨側頭縫合部は100%、頬骨上顎縫合部は42.9%であった。



パノラマエックス線検査による骨折線検出は頬骨以外検出不能であった。CT 検査において、すべての部位において検出された。また P-A 法では頬骨上顎縫合部が、Waters 法では前頭頬骨縫合部、頬骨上顎縫合部の検出が各々困難であった (Table 2) (Figs. 4 A-C)。

骨片偏位のパターンは A が 1 例、B が 0 例、C が 4 例、D が 1 例、E が 1 例、F、G が 0 例であった。また洞内に出血があったものは 5 例、出血なしが 2 例であった (Table 3) (Figs 4 D-F)。

## 考 察

頬骨上顎複合骨折は顔面骨折の一つであるが、他の顔面骨折との大きな相違は合併症の多い点である。同骨折による合併症は眼窩神経の損傷、咬合不全、頭蓋底骨折に起因する髄膜炎等である<sup>1-11)</sup>。よって、合併症により全身に重篤な症状を併発するときには、口腔外科、脳神経外科、眼科、耳鼻科等関連領域との連携が必要とされる、顔面骨骨折の一つでもある<sup>1-7, 13, 14)</sup>。受傷原因としては、1) 暴力、2) 転倒、3) 飲酒による喧嘩という報告がされている<sup>11)</sup>。

本検討では、頬骨上顎複合骨折の各検出はパノラマエックス線検査にて頬骨側頭縫合部は 57.1%であったが、前頭頬骨縫合部、頬骨上顎縫合部は検出不可能であった。この結果の理由として、パノラマエックス線検査の画像検査範囲の制限や断層軌道によるずれ、およびパノラマエックス線検査のエックス線入射方向による検出能低下が考えられた。特に前頭頬骨縫合部はパノラマエックス線検査の撮影範囲制限があり<sup>15)</sup>、成人男子では頭蓋骨の大きさにより、検出困難な症例が考えられた。またエックス線入射方向が異なると頬骨上顎縫合部も検出困難と考えられた。

Rosenbloom ら<sup>12)</sup> は頬骨上顎複合骨折における骨片偏位を7つに分類をしている。本検討ではC型が最多であった。また本骨折は上顎洞壁に骨折がおよぶため、高頻度で洞内の出血が起こる可能性があることが示唆される。よって自験例でも洞内の出血が半数以上にみられ、出血による陰影が(7例中5例)見られた(Fig. 4 A-C, E, F)。3次元的に骨折を評価できるCT検査において、骨折部位、骨折片の偏位、および出血の有無、また脳頭蓋底の精査等のすべてにおいて検出能が高く、同骨折には必要不可欠の検査と考えられた。Noveline ら<sup>13)</sup> は顔の骨格は体表面で弯曲しており、骨格系で最も複雑な構成であるとし、CT検査のプロトコールはコリメーション3mm、ヘリカルピッチ1.5mm、および3mmでの画像再構成を推奨している。本検討においても近似したプロトコールにて撮像しているが、再構成画像は5mmと若干厚く設定した。その結果として、微細な骨折線の見落としの可能性が示唆された。今後の検討としてはMDCT(Multidetector-row CT)を使用しさらに薄い再構成画像にて微細な骨折線や、3D画像の有用性を検討する必要があると考えられた。

また自験例においては全上顎骨骨折患者のうち4人に1人は頬骨上顎複合骨折であった。これらの合併症として頭部や眼症状等を伴う可能性があり、関連する診療科(脳外科、眼科等)との迅速な連携が必要とされている<sup>1-3, 13, 14)</sup>。また適切な診断後の観血的整復術の術後の後遺症として、顎関節障害による開口不全、片側性の鼻出血、嚥下障害などがある<sup>1)</sup>。

今回、従来のパノラマエックス線検査、P-A法、およびWaters法では、検出可能な骨折部位が限定されており、一部評価不能な骨折線がみられた。このことより、顔面外傷の患者が一般歯科開業医に来院した場合、上記のエックス線検査を施行したとしても、検査が十分でない可能性が

ある。そのため、顔面を強打し、頬骨骨折が疑われる症例では、必ず CT 検査による詳細な検査が必須と考えられた。

#### 結論

パノラマエックス線検査による頬骨上顎複合骨折は前頭頬骨縫合部、頬骨上顎縫合部の検出は不可能であった。また P-A 法による頬骨上顎縫合部、Waters 法による前頭頬骨縫合部および頬骨上顎縫合部も検出が困難であった。Waters 法において、頬骨弓の骨折がみられ洞内出血を伴う場合は頬骨上顎複合骨折を疑い、CT 検査が必須と示唆された。

#### 謝 辞

稿を終えるにあたり、本研究において終始懇切なる御指導、御鞭撻を賜りました日本大学松戸歯学部放射線学講座 金田隆教授に深甚な感謝の意を捧げます。また、本研究の遂行に際し、御指導、御助言を賜りました、放射線学講座員各位に感謝の意を表します。

## 文 献

- 1) 尾尻博也：頬骨上顎骨複合（ZMC:Zygomaticomaxillary complex）骨折の画像所見と臨床，耳鼻咽喉科展望，51：121－123，2008.
- 2) Kannno T, Mitsugi M, Furuki Y, et al. : Traumatic intracranial hemorrhages in patients with maxillofacial / jaw fractures, JAAM , 19 : 1023-1028, 2008.
- 3) Gaziri DA, Omizollo G, Miao Luchi GH, et al. :Assessment for Treatment of Tripod Fractures of the Zygoma With Microcompressive Screws, J Oral Maxillofac Surg, 70: 378-388, 2012.
- 4) Makowski GJ, Van Sickels JE, Evaluation of results with three-point visualization of zygomaticomaxillary complex fractures, Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 80: 624-628, 1995.
- 5) Chia-Ming C, Edward CK, Chu-Chiang K, Pei-Ying Chang, et al, : Incidence and clinical significance of zygomaticomaxillary complex fracture involving the temporomandibular joint, with emphasis on trismus, Kaohsiung J Med Sci, 28: 336-340, 2012.
- 6) Gerlock AJ, Sinn DP. Anatomic, clinical, surgical, and radiographic correlation of the zygomatic complex fracture. AJR Am J Roentgenol, 28: 235-8, 1977.
- 7) Zingg M, Laedrach K, Chen J, et al, : Classification and treatment of zygomatic fractures: a review of 1,025 cases, J Oral Maxillofac Surg, 50: 778-90, 1992.
- 8) Ellis E 3rd, el-Attar A, Moos KF. An analysis of 2,067 cases of

- zygomatico-orbital fracture. J Oral Maxillofac Surg. 1985 Jun;43(6):417-28.
- 9) 大堀純一郎, 黒野祐一 : 上顎骨 (前頭骨を含む) ・頬骨骨折, 頭頸部外科, 20 : 81-85, 2010.
- 10) Waitzman AA, Posnick CJ, Armstorong DC, et al. : Craniofacial skeletal measurements based on computed tomography: Part II . Normal values and growth trends, Cleft Palate Craniofac J. 29 : 118-128 1992.
- 11) Al-Qrainy IA, Stassen LFA, Dutton GN, K. F, et al, : The characteristics of midfacial fractures and the association with ocular injury: a prospective study, Br J Oral Maxillofac Surg, 29 : 291-301, 1991.
- 12) Rosenbloom L, Delman BN, Som PM: Facial Fractures; *in* HEAD and NECK IMAGING (Som, PM and Curtin, HD ed), Vol.1, 5th ed, 507, Elsevier Inc, Mosby, St.Louis 2011
- 13) Novelline RA, Rhea JT, Rao PM, et al. : Helical CT in Emergency Radiology, Radiology, 213 : 321-339, 1999.
- 14) Linnau KF, Stanley RB, Hallam JBD, et al. : Imaging of high-energy midfacial trauma: what the surgeon needs to know, EJR 48 : 17-32, 2003.
- 15) Molander B, Grondahl H-G, Ekestubbe A: Quality of film-based and digital panoramic radiography, Dentomaxillofac Radiol , 33 : 32- 36, 2004.

図および表の説明



Fig. 1 A 乾燥頭蓋骨にワイヤーを固定した正面像。前頭頬骨縫合（矢頭），頬骨上顎縫合（太矢印），頬骨側頭縫合（細矢印）。



Fig. 1 B 乾燥頭蓋骨にワイヤーを固定した側面像。前頭頬骨縫合（矢頭），頬骨上顎縫合（太矢印），頬骨側頭縫合（細矢印）。



Fig. 1 C 乾燥頭蓋骨にワイヤーを固定しパノラマエックス線検査を施行した。前頭頬骨縫合（矢頭），頬骨上顎縫合（細矢印），頬骨側頭縫合（太矢印）。



Fig. 1 D 乾燥頭蓋骨にワイヤーを固定しP-A検査を施行した。前頭頬骨縫合（矢頭），頬骨上顎縫合（細矢印），頬骨側頭縫合（太矢印）。



Fig. 1 E 乾燥頭蓋骨にワイヤーを固定し Waters 検査を施行した。前頭頬骨縫合（矢頭），頬骨上顎縫合（細矢印），頬骨側頭縫合（太矢印）。





Fig. 2 A 乾燥頭蓋骨にワイヤーを固定した正面像。眼窩縁（矢頭），頬骨弓下縁（太矢印），頬骨弓上縁（細矢印）。



Fig. 2 B 乾燥頭蓋骨にワイヤーを固定した側面像。眼窩縁（矢頭），頬骨弓下縁（太矢印），頬骨弓上縁（細矢印）。



Fig. 2 C 乾燥頭蓋骨にワイヤーを固定しパノラマエックス線検査を施行した。眼

窩縁（矢頭），頬骨上縁（細矢印），頬骨弓下縁（太矢印）。



Fig. 2 D 乾燥頭蓋骨にワイヤーを固定し P-A 検査を施行した。眼窩縁（矢頭），  
頬骨弓下縁（太矢印），頬骨側頭縫合（細矢印）。



Fig. 2 E 乾燥頭蓋骨にワイヤーを固定し Waters 検査を施行した。眼窩縁（矢頭），  
頬骨弓下縁（太矢印），頬骨側頭縫合（細矢印）。

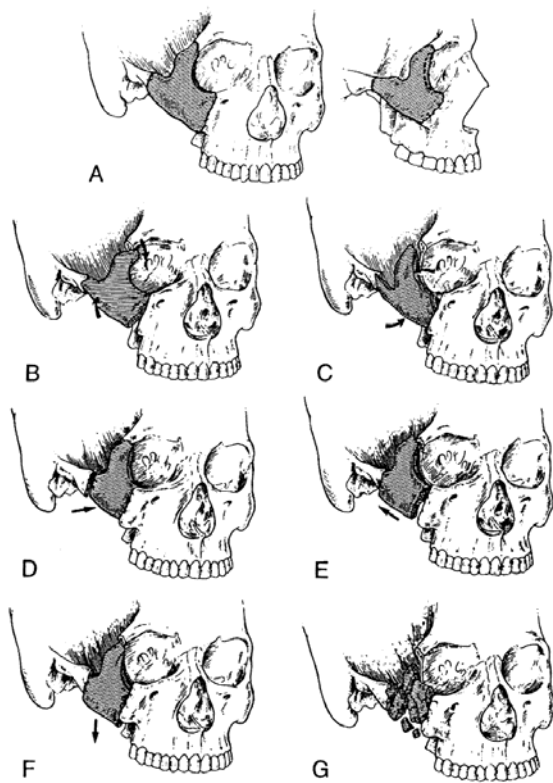


Fig. 3 頬骨上顎複合骨折のパターン分類

(Rosenbloom L, Delman BN, Som PM: Facial fractures; *in* HEAD and NECK IMAGING (Som, PM and Curtin, HD ed), Vol. 1, 5th ed, 507, Elsevier Inc, Mosby, St. Louis 2011 より改変)

- A. 骨片偏位なし
- B. 時計回りに回転
- C. 反時計回りに回転
- D. 内方偏位
- E. 後方偏位
- F. 下方偏位
- G. 骨片の粉砕

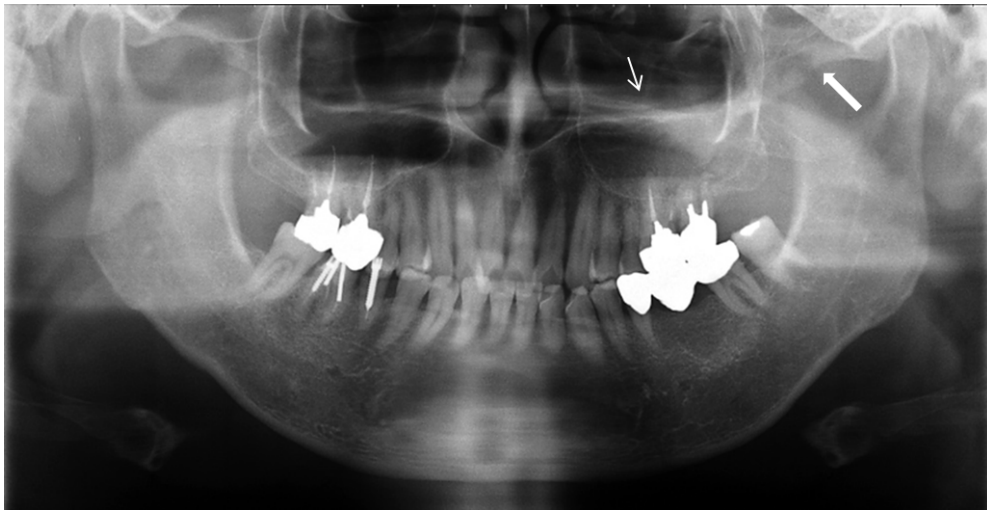


Fig. 4 症例 (Type C) 58 歳 男性 現病歴：平成 15 年 5 月 27 日深夜，喧嘩の仲裁に入り顔面を殴られ受傷，5 月 28 日医科病院を受診し，当病院を紹介来院。

A：パノラマエックス線画像にて，頬骨弓に明らかな骨折線を認め（太矢印），左側上顎洞に不透過性の亢進を認める（細矢印）。しかしながら，前頭頬骨縫合部および頬骨上顎縫合骨折の評価は困難である。



Fig. 4 B P-A 法画像にて，頬骨弓に骨折線を認め（太矢印），左側上顎洞に液面形成を認める（細矢印）。

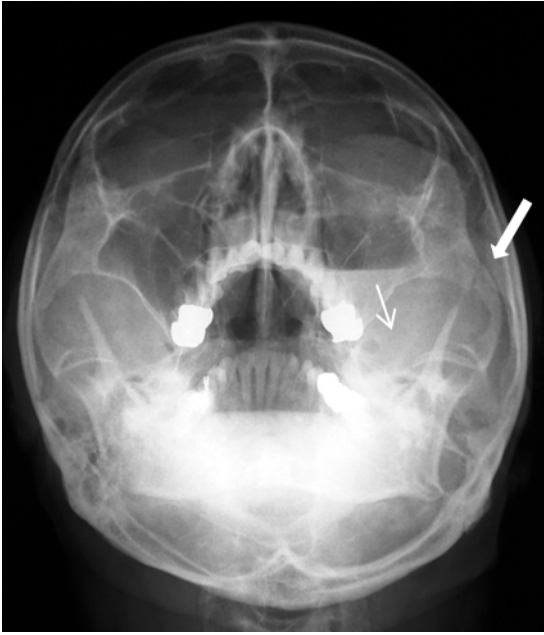


Fig. 4 C Waters 法画像にて，頬骨弓に骨折線を認め（太矢印），左側上顎洞に不透過性の亢進を認める（細矢印）。

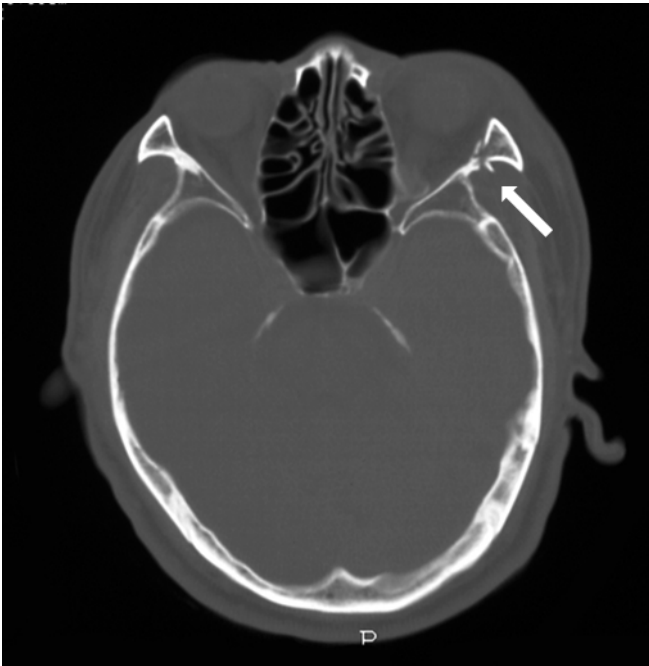


Fig. 4 DCT 骨表示画像水平断にて，側頭頬骨縫合に骨折線を認める（太矢印）。



Fig. 4 ECT 骨表示画像水平断にて，側頭頬骨縫合，頬骨上顎縫合，および頬骨上顎縫合に骨折線を認める（矢印）。また、上顎洞内に液面形成を認める（細矢印）。

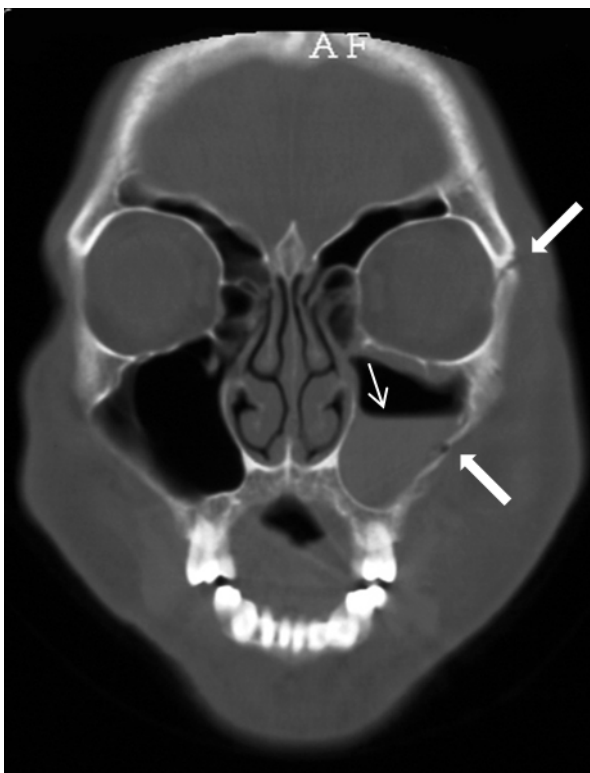


Fig. 4 FCT 骨表示画像冠状断にて，側頭頬骨縫合および上顎洞前壁に骨折線を認める（太矢印）。また、上顎洞内に液面形成を認める（細矢印）。

Table 1 CT 検査を施行した症例の骨折分類

1. 上顎骨折	28 例
上顎骨骨折	12 例
頬骨上顎複合骨折	7 例
頬骨弓骨折	4 例
歯槽骨骨折	2 例
眼窩底骨折	2 例
鼻骨骨折	1 例
2. 下顎骨折	36 例
3. 上下顎骨折	3 例
4. 骨折線なし	16 例
(脳出血の精査等)	

計 83 症例

Table 2 各画像検査の骨折線の検出率

	前頭頬骨縫合部	頬骨側頭縫合部	頬骨上顎縫合部
パノラマエックス線	0.0 %	57.1 %*	0.0 %
P-A 法	14.3 %*	28.6 %*	0.0 %
Waters 法	42.9 %*	100.0 %*	42.9 %*
CT	100.0 %	100.0 %	100.0 %

\*P<0.05

Table 3 症例のパターン分類

分類	A	B	C	D	E	F	G
症例数	1	0	4	1	1	0	0