

| | |
|--------------|---|
| Title | 眼窩領域におけるヘリカルスキャンCT(HES-CT)の臨床応用について |
| Author(s) | 小倉, 祐子; 片田, 和廣; 安野, 泰史 他 |
| Citation | 日本医学放射線学会雑誌. 1993, 53(2), p. 180-187 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/20565 |
| rights | |
| Note | |

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

眼窩領域におけるヘリカルスキャンCT (HES-CT)の臨床応用について

藤田保健衛生大医学部放射線科，同眼科**

同衛生学部*，藤田保健衛生大学病院放射線部***

小倉 祐子 片田 和廣* 安野 泰史* 辻岡 勝美*
井田 義宏*** 竹下 元 古賀 佑彦 野村 隆康**

(平成4年5月7日受付)

(平成4年6月18日最終原稿受付)

Clinical Usefulness of Helical Scanning CT (HES-CT) for Orbital Lesion

Yuko Ogura, Kazuhiro Katada*, Hirofumi Anno*, Katsumi Tsujioka*, Yoshihiro Ida***,
Gen Takeshita, Sukehiko Koga and Takayasu Nomura**

Department of Radiology and Ophthalmology**, Fujita Health University, School of Medicine,
Fujita Health University, School of Hygiene*, Department of Radiology,
Fujita Health University Hospital***

Research Code No. : 504.1

Key Words : Rapid scanning with helical movement CT,
Orbital lesion

Helical scanning CT (HES-CT) was applied to multiplanar reconstruction (MPR) and 3-D imaging for the diagnosis of 65 patients with orbital lesions. We employed the the Toshiba TCT-900S, a fourth-generation high-speed CT scanner equipped with a slip-ring system. In HES-CT, scanning was performed with continuous rotation of the X-ray tube for 30 s, while the couch top was simultaneously moved at a constant speed of 1 to 2 mm/s. Images were reconstructed from continuous raw data to obtain a slice pitch of 1 mm in the longitudinal direction. HES-CT was found to have some advantages over conventional thin slice CT: 1) a wide area could be scanned in a short time (30 s) without motion artifact, 2) small lesions could be easily detected because slice images could be generated with a fine pitch at arbitrary positions from continuous raw data, 3) MPR images had good continuity in the longitudinal direction, and 4) high contrast of structures was obtained in the orbital region. HES-CT was considered to be useful for the detection of orbital lesions.

はじめに

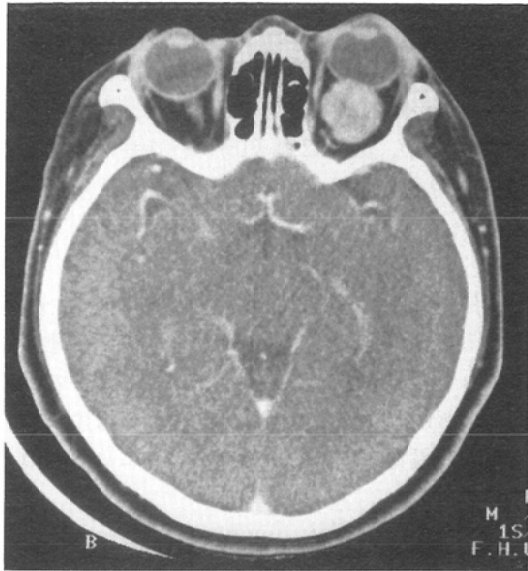
眼窩領域における検査法として，従来より thin slice CT による多断面変換画像 (multiplanar reconstruction 以下，MPR と略す)の有用性が報告されている^{1)~3)}。しかしこの方法は撮像時間が長く，検査中の眼球運動による体軸方向の不連続性などの問題点を有していた。一方，近年開発されたヘリカルスキャン (以下 HES-CT) は，スリッ

プリングにより連続回転するガントリーと定速移動する患者寝台により，生体を螺旋状にスキャンする方法で，短時間で連続性の優れた計測データが得られるといった特徴を有している^{4)~9)}。今回われわれは，この HES-CT を眼窩病変診断に応用し，その臨床的有用性について検討したので報告する。

方 法

X線CT装置は東芝社製 TCT-900S を用い、患者テーブルは、初期にはステップモーター駆動のオリジナル寝台を、91年6月以降は東芝製ヘリカルキットを使用した。撮影条件は管球電圧140kV、

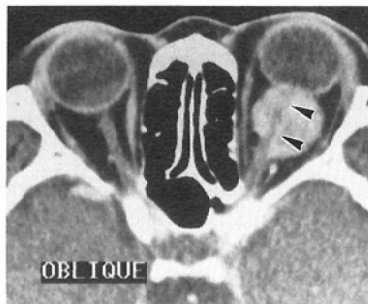
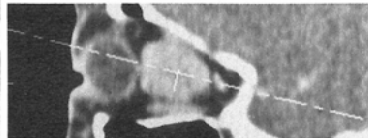
電流100mA、スライス厚2mmを使用した。患者テーブルを秒間1、1.5ないし2mmで定速移動させながら、30秒間連続撮影し、生体を螺旋状に撮影した。この連続的な生データから、体軸方向のピッチが0.5もしくは1mmとなるように補間再



(a)

Fig. 1 45-year-old woman with optic sheath meningioma

(a) Axial image obtained from continuous raw data with interpolation calculation by helical scanning (HES-CT). (imaging parameters: 140 kV, 100mA; 2mm slice; couch top speed, 1.5mm/s, scanning time, 30s; total contrast medium volume, 90ml). A good contrast was obtained between orbital structures and fat tissue. (b) Multiplanar reconstruction (MPR) images reconstructed from axial sections, which were extracted continuous raw data by HES-CT. The left optic nerve (arrowheads) through the tumor was clearly visualized.



(b)

JL 11
JW 33% CORONAL

構成を行い¹⁰⁾、得られた軸位断から、MPRにより任意の設定断面をリアルタイム表示で観察した。さらに、13例(のべ検査数16件)においては、ヘリカルデータからボクセル法により、再構成3次元画像を得た。尚、腫瘍例8例においては、濃度300mgI/mlの非イオン性造影剤75から90mlの経肘静脈注入による造影法を併用した。

得られた各軸位断像、MPR像上で、体軸方向の分解能と眼窩内組織コントラストに関して検討した。眼窩内組織コントラストの検討方法は、軸位断像、MPR像上で、眼窩構成組織と周囲脂肪組織との識別が可能か否かにより判定した。腫瘍例においては、腫瘍とそれに接する眼窩内組織とのコントラストの有無についても検討した。また体軸方向の分解能に関しては、MPR像の冠状断像、矢状断像において、眼窩壁等にスライス間の階段状段差の有無、眼窩内組織と脂肪組織との境界の鮮鋭さにより検討した。

6例においては、1mmスライスによる従来法

のthin slice CTを併せて行い、従来法、HES-CTのおおのから作製されたMPR像、3次元画像(以下3D像)の画質を比較検討した。なお、従来法の撮影条件は、管球電圧120kV、電流120mA、240mAs、スライス厚1mm、撮像枚数35枚から53枚で、総撮影時間は約7分から15分であった。

対 象

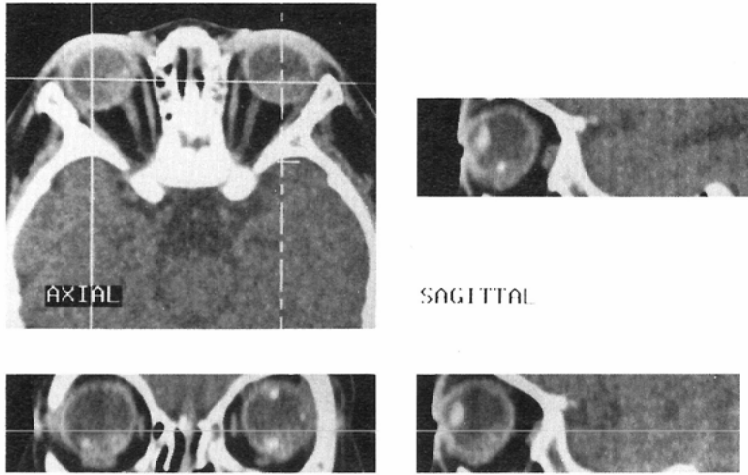
1989年4月から本年1月までに、各種眼窩・眼球内疾患が疑われた56例(65件)で、内訳は外傷23例(26件)、腫瘍12例(15件)、炎症例4例(4件)、甲状腺眼症3例(3件)、その他14例(17件)である。

結 果

65件中61件において、検査中の眼球運動、体動によるアーチファクトの少ない体軸方向の連続性に優れたMPR像、3D像が得られた。4件の不良例の内訳は、検査中の眼球運動によるもの2件、また金属異物によるアーチファクトによるもの2件であった。



Fig. 2 3-year-old boy with orbital trauma. MPR image (imaging parameters: 140kV, 100mA; 2mm slice, couch top speed, 1.5mm/s, scanning time, 30s). MPR images had good continuity in longitudinal direction due to reduction of motion artifact during the examination because the scanning time was very short. Subperiosteal hematoma and small bone fragment (arrowheads) were detected between left superior rectus muscle and orbital wall.

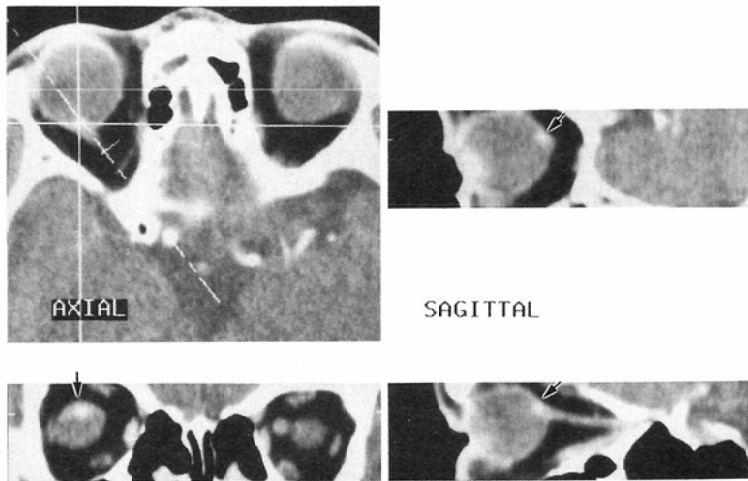


IL -1

IW 291 CORONAL

OBLIQUE

Fig. 3 1-year-old girl with bilateral retinoblastoma. MPR images (imaging parameters: 140kV, 100mA; 2mm slice, couch top speed, 1mm/s, scanning time, 30s). Calcified lesions were clearly recognized in both eye balls.



CORONAL

OBLIQUE

Fig. 4 47-year-old man with left choroidal tumor. MPR images (imaging parameters: 140kV, 100mA; 2mm slice, couch top speed, 1mm/s, scanning time, 30s; slice pitch, 1mm; total contrast medium volume, 70ml). In HES-CT, a small lesion could be detected using interpolation calculation with a fine pitch because image reconstruction at arbitrary position was possible with HES-CT. The small elevated lesion suspected of choroidal tumor (arrows) was visualized on the posterior wall of the left eye ball.

組織コントラストに関しては、61件の再構成補間法にて得られた各々の軸位断像、及びMPR像において、外眼筋、視神経等の眼窩内組織が周囲脂肪組織とは明瞭に識別され、良好であった(Fig. 1~5)。腫瘍例においては、造影剤を併用した8例中、造影効果の良好であった6例と、嚢胞性病変の2例において、腫瘍と周囲眼窩組織との識別は可能であった(Fig. 1b, 4)。造影剤を用いなかった5例(7件)中、所見の認められた網膜芽細胞腫4例(2件)では、腫瘍内石灰化部分と周囲組織との境界は明瞭であったが、腫瘍内実質性部分の一部において強膜との境界が不明瞭であった(Fig. 3)。

一方、MPR像上の体軸方向の分解能に関しては、いずれの患者テーブル移動速度においても、眼窩内にスライス間の断差は認められなかった(Fig. 1b, 2~4)。しかし、眼球、眼筋等の境界の

鮮明さに関しては、テーブル移動速度2mm/秒の設定条件下では、速度1mm/秒、1.5mm/秒の条件に比し若干劣化した(Fig. 5)。

HES-CTによるMPR像上、56例(65件)中、31例(38件)に異常所見が認められた。この内、石灰化病変、異物が10例(14件)に検出された。なかでも、眼窩内異物の認められた5例(7件)全例において、外眼筋などの周囲眼窩内構造物との相対的位置関係が容易に把握された(Fig. 2)。残り5例(7件)においては、腫瘍内に石灰化の存在が確認され、これより組織診断が推定可能となった(Fig. 3)。またHES-CTによるMPR像により、微細な骨病変の検出が可能であった。特に視束管骨折、吹き抜け骨折における骨折部位が容易に指摘され、さらに後者における軟部組織の嵌頓の有無の把握も可能であった。

また、HES-CTでは再構成画像を作製する際、

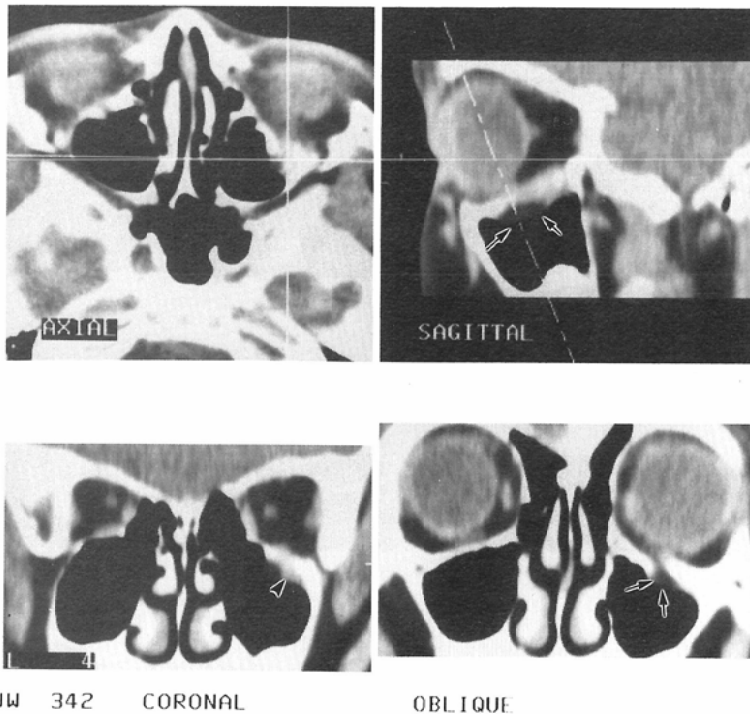
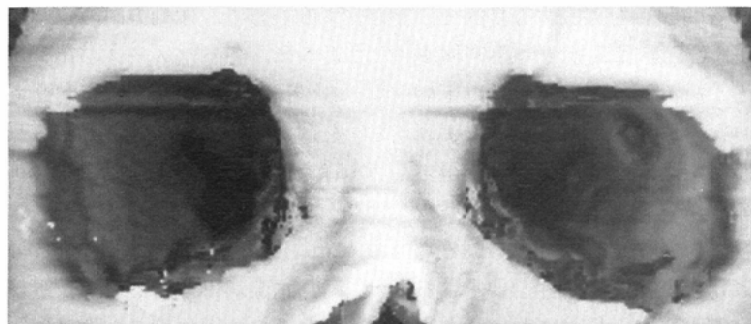
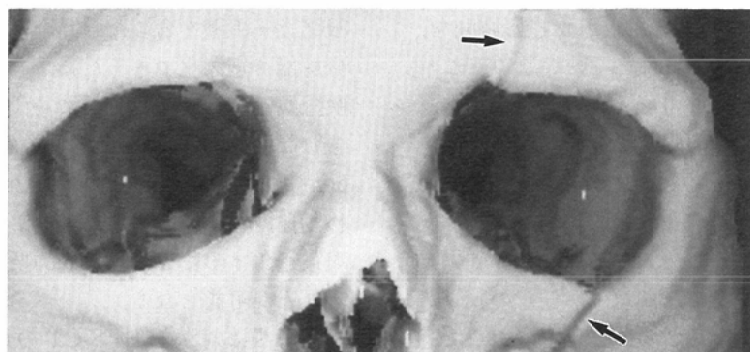


Fig. 5 11-year-old boy with blow-out fracture of the left orbital wall. MPR image (imaging parameters: 140kV, 100mA; 2mm slice, couch top speed, 2 mm/s, scanning time, 30s). The left inferior rectus muscle (arrowheads) and inferior periorbital fat (arrows) were herniated into the left maxillary sinus through the fracture.



(a)



(b)

Fig. 6 49-year-old man with fracture of the left maxillary and frontal bones. (a) 3-D image with conventional CT scanning (imaging parameters: 120kV, 120 mA; 41 slices; 1mm slice; total scanning time, 11min). The surface of 3-D image was irregular due to motion artifact because scanning time was long. (b) 3-D image with HES-CT (imaging parameters: 140kV, 100mA; 2mm slice, couch top speed, 2mm/s, scanning time, 30s). The fracture lines (arrows) in superior and inferior aspects of the orbit were seen smoothly discontinuity due to motion.

より細かいピッチ幅を選択することにより、小病変を検出することが可能であった。HES-CTにて確認された最も小さい病変は、眼球内に発生した約2mmの網膜腫瘍であった (Fig. 4)。

3D像を作製した13例(16件)においては、全例で良好な3D画像が得られた。特に比較的広範な骨破壊、骨折を持つ6例(7件)においては、骨病変の全体像が明瞭に描出され、病変の範囲の把握が可能であった (Fig. 6b)。

HES-CT法との従来法との比較においては、従来法の6例中3例において、検査中の眼球運動によるMPR像、3D像上の体軸方向の不連続が認められた (Fig. 6)。これらは全例がHES-CTの臨床応用初期例で、いずれも緊急外傷例であった。3

例ともにHES-CT法による再検が引続き施行され、動きのないMPR像、3D像が得られた (Fig. 6b)。1mmスライスによる従来法で体動なく撮影された3例の画像においては、HES-CTに比較し、体軸方向の連続性が若干優れていたが、HES-CTにおいても、空間分解能は良好で、臨床診断に十分な画質のMPR像、3D像が得られた。

考 察

従来より眼窩領域の検査法として、thin slice CTによるMPR像、3D像の有用性が報告されている^{1)~3)}。しかし、この方法は検査所用時間が長いことから、一般に普及しているとはいえなかった。また、検査中の体動や眼球運動による体軸方向の不連続性の点でも問題を有していた。今回われわ

れは、従来法における問題点を克服する目的で、検査時間の短いHES-CTを眼窩領域の精密検査として応用することを試みた。その結果、以下の利点が明らかとなった。第1に、HES-CTによれば、30秒という短時間で眼窩全体のデータが得られるため、撮影中の眼球運動、体動の影響が減少し、体軸方向の連続性の良好な画像が得られる点が挙げられる。これはとくに、緊急性を要求される外傷例、体動の自制困難な小児例において有用で、MPR像の幅広い臨床応用が可能と考えられた。またHES-CTにより短縮された撮影時間を、MPR像、3D像の作製にあてることにより、これらの検査のルーチン化が可能となった。現在われわれの施設においては、眼窩領域のCT検査は、原則として全例HES-CTにより実施されており、業務時間内に後処理を含めた画像の作製、提供が可能となっている。

HES-CTの第2の利点としては、任意のピッチ幅にて再構成画像を作製することが可能な点で、これは、HES-CTが連続した生データを獲得していることに起因している^{4)~9)}。これにより、再構成ピッチ幅を細かく設定すれば、体軸方向の連続性が向上するため⁶⁾⁷⁾、確実に小病変を検出することが可能である。自験例においては、最小径1~2mmの腫瘍が反復して検出可能であった。一方、従来法では、スライス間に存在する小病変は、partial volume effectにより検出されなかったり、撮影と撮影の間の眼球運動により、小病変が撮影断面から外れたため検出不能となる危険性を有していた。さらに、HES-CTでは、上に記した“連続した生データ”という特徴により、一旦再構成画像を作製した後でも、生データが保存されている限り、ピッチ幅を自由に選択し、画像の再作製が可能である。この利点が臨床的に活用されれば、検査前の情報が乏しく予め病変の径が不明な症例に対しても、後処理の段階で病変の画像化に応じられる利点を有すると考えられる。

HES-CTの撮影パラメータのうち、テーブル移動速度はHES-CTに独特のものであり、その設定には工夫が必要である。すなわち、HES-CTでは、テーブル移動速度が増せば、撮影範囲が拡大

する一方で、体軸方向の分解能が低下するというように、各パラメータの得失が相反する関係にある⁶⁾⁷⁾。このため目的に合わせてテーブル移動速度を選択する必要がある。われわれの経験から、現時点では以下のようにテーブル速度を選択している。移動速度1mm/秒の場合は、スキャン範囲は3cmと比較的狭いが、体軸方向の空間分解能が良好な画像が得られるため、眼球・視神経や視束管部などの微細病変の診断に適している。1.5mm/秒の場合は、4.5cmの撮影範囲がカバー可能で、眼窩上・下壁を含めた眼窩全体を、比較的良好的な分解能で画像化できるため、各種眼窩内腫瘍や、吹き抜け骨折などの診断に適する。また、眼窩を含む顔面骨の骨折などの3D像を得たい場合には、6cmと広範囲がカバーできる2mm/秒のテーブル移動速度が適している。このようにテーブル速度を最適化することで、臨床的要求に的確に対応することが可能となる。

従来法に対するHES-CTの最大の問題点としては、撮影時間の短縮に伴うX線フォトン数の制限と、それによるS/Nの低下が挙げられる。具体的には、通常のスキャン法では一スライスあたり300~600mAsの線量を照射可能なのに対し、今回使用したHES-CTの撮影条件では、僅か100mAsで撮影がなされている。このため、脳などの低コントラスト病変の診断においては、ある程度の困難性が予想される。これに対して眼窩内構造物は、周囲を骨皮質(250~1,000HU)、脂肪組織(-110~-80HU)¹¹⁾により取囲まれているため、元来十分なコントラストを有している。従って、眼窩領域におけるHES-CTにおいては、線量の低下によるコントラスト分解能の低下は、临床上、殆ど問題とはなり得ない。眼窩内腫瘍の例においても、造影剤の使用により、周囲眼窩内組織との境界判定や、腫瘍浸潤範囲の判定が充分可能であった。これらの点から、HES-CTは眼窩領域の検査法として優れており、従来法にとって変り得ると考えられた。

眼窩領域で主要な検査法となりつつあるMRIに対しても、従来法を含めたCTは種々の利点を有している。すなわち、MRIで検出困難な骨・石

灰化病変の検出に優れること、ケミカルシフトによるアーチファクトがないこと、空間分解能が高い(マトリックス数512×512)こと、スキャン時間が短いことなどである。また、一般には指摘されていないが、MRIは、眼窩内異物の診断において、金属異物の位置移動といった未解決の危険性を伴うものと思われるが、この点においてもCTは優れている。さらにHES-CTは、患者拘束時間の一層の短縮(30秒)、3D像をはじめとするデータ加工の自由性などの新たな利点を付け加えた他、従来はMRIのみで可能であった任意断画像の取得を、CTにおいても可能とした。これらの点から、今後HES-CTの導入により、眼窩領域でのCTの比重が一層増すと考えられる。

今回われわれは、従来法における問題点を克服する目的で、検査時間の短いHES-CTを眼窩領域の精密検査として応用することを試みた。その結果、HES-CTでは、検査時間が30秒と極めて短く、検査中の体動が減少したため、体軸方向に動きのアーチファクトの少ない連続性の良好な画像が得られた。しかも、組織コントラスト、体軸方向の分解能においても良好な画像が獲得された。また、HES-CTでは再構成画像を作製する際、任意のピッチ幅を設定可能なため、より細かいピッチを選択することにより小病変の検出が確実となった。以上の検討から明らかのように、HES-CTは眼窩領域の検査に適しており、患者の負担を軽減しつつ、高度の臨床情報を得ることができる。優れた検査法と考えられた。適切な撮影条件を選択することにより、HES-CTは眼窩領域の第1選択の検査法となり得るものと考えられた。

結 語

1. 眼窩内病変65件56例に対しHES-CTを施行し、HES-CTによる眼窩領域への応用について検討した。

2. その結果、従来のCT検査に比し本法には、

1) 短時間に広範囲を撮影し得る、

2) 任意位置での再構成断面が得られるため、小病変の検出が確実に可能、

3) 体軸方向のデータ連続性が優れる、といった利点が認められた。さらに、

4) 画像の後処理による加工の自由度が高い、

5) 異物や石灰化病変の検出、骨病変の把握が容易、

6) 良好な組織間コントラスト、といった利点も兼備していた。

3. 組織間コントラストの高い眼窩病変の診断法として、HES-CTは第1選択の検査法となり得ると考えられた。

文 献

- 1) Lonardi M, Barbina V, Fabris G, et al: Sagittal computed tomography of the orbit. J Comput Assist Tomogr 1: 511-512, 1977
- 2) Unsold R, Ostertag CB, DeGroot J, Newton PH: Computed reformations of the brain and skull base. -Anatomy and clinical applications-. Springer-Verlag, Berlin, Heidenberg, New York, 1982
- 3) 高橋陸正, 星子尚美, 宮尾昌幸, 他: 神経眼科におけるCT診断(1) -その1. CTの撮影法-, 神経眼科, 3: 34-38, 1986
- 4) 東木祐介, 荒館 博, 平尾芳樹: X線CT・新撮影技術-ヘリカルスキャン, Innervision, 6: 60-61, 1991
- 5) Katada K, Anno H, Koga S, et al: Three-dimensional angioimaging with helical scanning CT. Radiology 177(Suppl): 364, 1990
- 6) Tsujioka K, Katada K, Anno H, et al: Basic examination of helical scanning CT. Radiology 177(Suppl): 344, 1990
- 7) 辻岡勝美: 従来型高速CTの応用技術と問題点, 日放技学誌, 48: 55-61, 1992
- 8) 小倉祐子, 片田和廣, 辻岡勝美, 他: ヘリカルスキャンCT(HES-CT)による3次元血管造影法の頭部領域における臨床応用: 神経放射線学の進歩 4. 吉井信夫編. 日本医学館, p301-308, 1992
- 9) 片田和廣, 安野泰史, 辻岡勝美, 他: ヘリカルスキャン方式のCT, 画像診断, 12: 114-120, 1992
- 10) Mori I: Computerized tomographic apparatus utilizing a radiation source. US Pat 4630202, 1986
- 11) Wegener O.H.: Whole body computerized tomography. p56-57, 高橋陸正, 福井康太郎監訳. 日本シェーリング, 大阪, 1985