



Title	EOM(External Ocular Muscle Movement)CTの開発と有用性
Author(s)	富田, 和美; 片田, 和廣; 安野, 泰史 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1993, 53(10), p. 1166-1175
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/18454">https://hdl.handle.net/11094/18454</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

## EOM (External Ocular Muscle Movement) CT の開発と有用性

- 1) 藤田保健衛生大学医学部放射線医学教室
- 2) 藤田保健衛生大学衛生学部診療放射線技術学科

富田 和美<sup>1)</sup> 片田 和廣<sup>2)</sup> 安野 泰史<sup>2)</sup> 小倉 祐子<sup>1)</sup>  
竹下 元<sup>1)</sup> 古賀 佑彦<sup>1)</sup>

（平成4年10月26日受付）  
（平成5年1月7日最終原稿受付）

### An Application of Dynamic CT for Diagnosis of Abnormal External Ocular Muscle Movement

Kazumi Tomita<sup>1)</sup>, Kazuhiro Katada<sup>2)</sup>, Hiroyuki Anno<sup>2)</sup>,  
Yuuko Ogura<sup>1)</sup>, Gen Takeshita<sup>1)</sup> and Sukehiko Koga<sup>1)</sup>

- 1) Department of Radiology, Fujita Health University, School of Medicine
- 2) Faculty of Radiological Technology, Fujita Health University, School of Health Sciences

---

Research Code No. : 504.1

---

Key words : *Dynamic CT, Retrobulbar structure  
External ocular muscle, Blowout fracture*

---

To evaluate the movements of retrobulbar structures radiologically, we have developed a new technique called "external ocular muscle movement CT" (EOM CT), in which dynamic CT scanning is performed while the patient performs controlled eye movements. This new technique was applied in one volunteer and 72 patients with external ophthalmoplegia due to orbital mass lesion, hyperthyroid ophthalmopathy, blowout fracture, and other retrobulbar lesions.

EOM CT permits the assessment of extraocular muscle contraction in cases of blowout fracture, the evaluation of muscular contraction in hypertrophy of the extraocular muscles, and the diagnosis of adhesions between the extraocular muscles and intraorbital masses.

Radiation dose to the lens from EOM CT was measured using a phantom and TLD, and was compared with that of conventional CT scanning with a 5 mm slice thickness. The dose to the lens from EOM CT was three times higher than that for conventional CT in axial scanning, but in the coronal section of the retrobulbar region, the dose to the lens from EOM CT decreases to one twelfth of that of conventional CT. EOM CT promises to be a powerful modality for functional evaluation of the extraocular muscles and other retrobulbar structures.

#### 1. はじめに

眼窩の球後構造の動態は、従来客観的な評価が困難とされてきた。今回われわれは眼球運動中にDynamic CTを施行して、外眼筋や視神経等の

動態を客観的にとらえうる検査法として、External Ocular Muscle Movement CT（以下EOM CT）を開発した。さらに、外眼筋麻痺をはじめとする眼窩内病変にEOM CTを施行し、その臨

床的有用性について検討した。

## 2. 方法および対象

### <撮像方法>

装置は連続回転型高速CT（東芝製TCT-900S）を使用した。眼球運動に規則性と再現性をもたせるため、アクリル性の眼球追視装置（Fig. 1)<sup>1)</sup>を作製し、アームを30°から150°まで健側から患側へ移動させ、患者に追視させながら撮像した。前期の54症例は一方向に10秒間、後期の18症例では、18秒間に健側→患側→健側と追視装置のアームを往復運動させる撮像法を考案した。

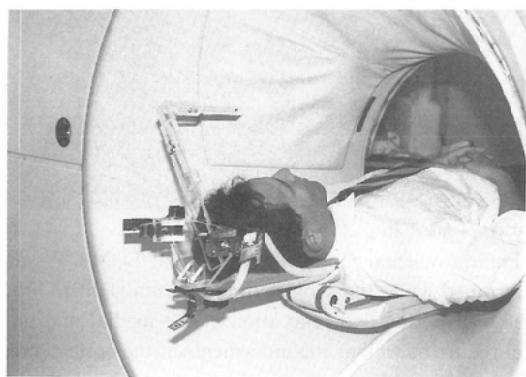


Fig. 1 Scanning

While patient was gazing after the target slowly moving from the normal side to the abnormal side, 10-second dynamic scan was practiced.

撮像条件は120 kV, 150 mA, スライス幅5 mmで、1回転1秒の高速スキャンにて、10あるいは18秒間の連続スキャンを行った。原則として外直筋や内直筋の伸展収縮の観察には軸位断面を、眼窩吹き抜け骨折の場合の上・下直筋の観察には冠状断面を選択し、必要に応じて両断面の検査を施行した。撮像断面の設定は、まず通常のスキャンを施行して、それを基に最も病変と球後構造との関係がよくわかる部位を決め、位置決めスキャンをして確認する。その後、同断面でダイナミックスキャンを施行した。

収集された生データから、本装置が再構成に必要とする最小限のデータ、すなわち0.6秒間に相

当するデータを各々用い、0.5秒間隔で19枚あるいは35枚の画像を再構成した。得られた画像をイメージメモリー上に展開し、MPR (Multi-planar Reconstruction) プログラムにより、トランクポールに同期させることにより、動態画像の観察を行った (Fig. 2)。

X-ray

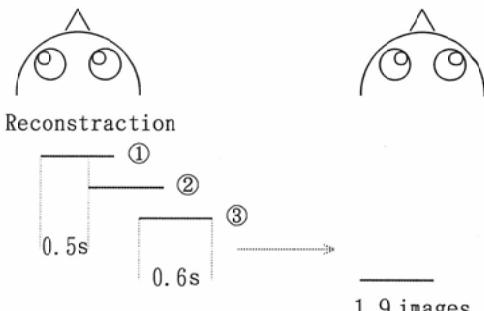
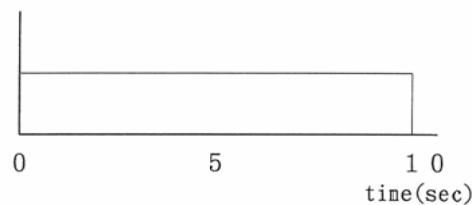


Fig. 2 Reconstruction

Nineteen images were reconstructed by the data out of 10 second dynamic scan. Utilizing 0.6 second of scan data per slice, at intervals of 0.5 second. Thus, each image overlapped the preceding image by 0.1 second.

### <水晶体被曝の測定方法>

本法施行時の水晶体被曝を知るために、TLD素子（極光、MSO-S）を、Angiographic skull phantom (Humanoid, HS-235) の水晶体部の表面に置いて測定し、通常の眼窓5mm幅スキャン1回施行時 (120 kV, 250 mA, 2 sec) と比較した。

### <対象>

対象は正常ボランティア1例と、1989年7月から1991年6月までの2年間に、複視あるいは眼球運動障害を主訴として眼窓CTが施行された61症例、合計72回の検査が行われた (Table 1)。うち10例においては、経時的に2ないし3

Table 1 Clinical diagnosis

Hyperthyroid ophthalmopathy	28
Trauma	7
Blowout fracture	9
Intraorbital mass	9
Congenital disease	1
Others	18
Total	72

回の追跡検査を行った。男性44例、女性28例で、平均年齢は46.5歳(SD±17.02, 13-80歳)である。いずれもEOM CTと同時に、通常の5mmあるいは1mmスライスによるCT検査が施行されている。

#### <画像に関する評価>

得られた画像の評価を以下の項目について行った。すなわち、(a)選択された断層面の適切性一位置決めスキャンとEOM CTでのずれがないか、(b)患者の頭部の動きによる眼球運動への影響の有無、(c)義歯等によるアーチファクトによる画質劣化の有無—ただし、アーチファクトがあっても諸構造が観察可能な場合は適当な画像と判定する、の各項目である。

#### <眼球運動の評価>

軸位断では、眼球運動に異常がなく、かつ健側視と患側視における左右の水晶体間距離の差が3mm以下の場合を正常とした。冠状断では健常側の眼球運動と比較した。眼球運動異常については各疾患毎に判定した。

### 3. 結 果

#### (1) 画像に関する検討

72例中57例には、良好な画像が得られた。残り15例中の10例は、義歯や体動によるアーチファクトが認められたが、眼球運動の評価は可能であった。5例は評価が困難であった。

#### (2) 正常な球後構造の動態

正常ボランティアの軸位EOM CT (Fig. 3)では、眼球の滑らかな動きが画像化され、内・外直筋の収縮伸展や、眼球に追従する視神経の動きも明瞭であった。眼球が外側に動く場合、視神経は内側にたわみ、収縮筋（外直筋）の幅が太く、

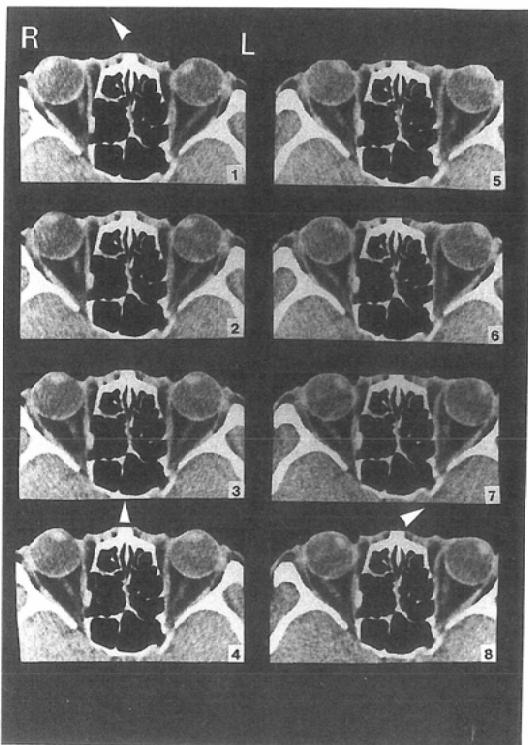


Fig. 3 Normal volunteer

For the normal volunteer, transaxial EOM-CT was performed while the subject tracked from right to left. The contraction and relaxation of the medial and lateral rectus, as well as the movements of the optic nerve, were clearly seen.

伸筋（内直筋）が細くなる。眼球が内側に動く場合にはこの反対の動きが認められた。右方視と左方視での水晶体間距離には差が認められなかった。

#### (3) 通常CTとEOM CTの異常検出能の違い

72例中、通常のCTおよびEOM CTの両者とも正常と診断されたのは18例で、残りの54例ではいずれか、あるいは両者でなんらかの異常が認められた。異常の内訳は、眼窩吹き抜け骨折9例、眼窩内腫瘍9例、甲状腺眼症24例、外傷4例、その他8例であった (Table 2)。

通常CTでは、腫瘍の有無、外眼筋肥厚あるいは萎縮、眼球突出、眼窩内構造物の脱出（眼窩吹き抜け骨折）、水晶体の異常（外傷）等の形態異常が診断できたが、EOM CTでは眼球運動制限15例（眼窩吹き抜け骨折2例、眼窩内腫瘍6例、

Table 2 CT findings

(1) Normal	18
Hyperthyroid ophthalmopathy	23
Trauma	4
Blowout fracture	9
Intraorbital mass	9
Others	9
Total	72

(2)	Conventional CT		
	Normal	Abnormal	
EOM CT			
Normal	18	27(5)	45
Abnormal	2	25	27
	20	52	72

外傷 2 例、その他 5 例）または過剰運動（眼振 1 例）、外眼筋の収縮不良（外眼筋肥厚 10 例）、視神経の異常屈曲（視神経損傷 1 例）等が検出可能であった。EOM CT では上記の 54 例中、眼球運動異常の認められたのは 27 例であった。通常 CT で診断できた形態異常以外に、外斜視症例に

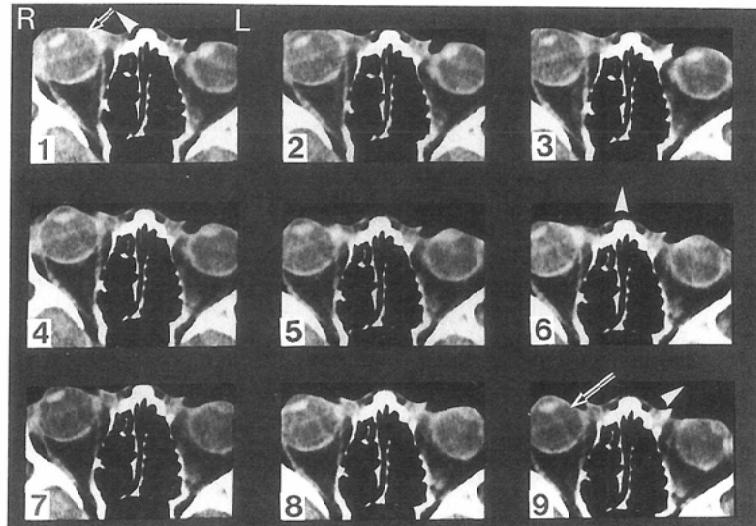


Fig. 4 case 1. Ophthalmoplegia of the right medial rectus

Transaxial EOM-CT was performed while the subject tracked from right to left. The right eye (arrow) could not be adducted beyond the central position and exhibited nystagmus, which was better shown on real time display.

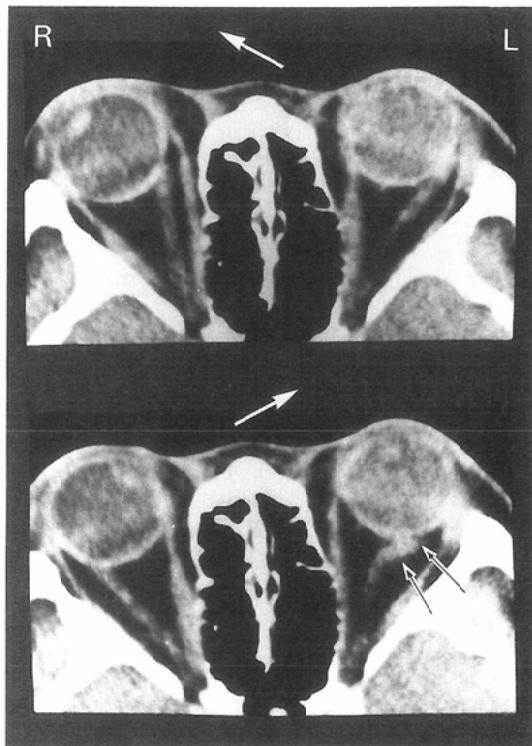


Fig. 5 case 2. Esotropia following surgical correction of traumatic evulsion of the left eye

Transaxial EOM-CT was performed while the subject tracked from right to left. This is a case of injury to the left eye resulted from a motor vehicle accident. Evulsion of the left eye was surgically corrected. There was a loss of vision in the eye, and injury to the optic nerve was suspected. EOM CT revealed poor contraction of the left rectus, and displacement of the left optic nerve during abduction. (arrow)

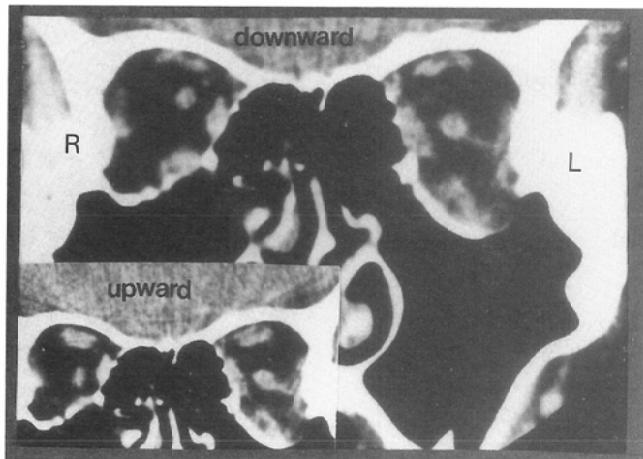


Fig. 6 case 3. Left blowout fracture (coronal view)

Despite the two times of corrective surgery in the past, upward and downward ophthalmoplegia did not improve. EOM-CT revealed displacement and poor contraction of the left inferior rectus.

おける眼振 (Fig. 4, 症例 1) や外傷性視神経損傷 (Fig. 5, 症例 2) における球後構造の動きが把握できた。

また、甲状腺機能亢進症と重症筋無力症を合併する 1 症例、および原因不明の複視を主訴とする 80 歳の患者においては、通常の CT では認めることのできなかった眼球運動異常が EOM CT によって検出された。

#### (4) 各疾患における所見と代表的症例

##### a) 眼窩吹き抜け骨折

9 症例全てに、複視や眼球運動障害が指摘された。通常の CT では眼窩下壁から突出する眼窩内構造物が認められた。EOM CT では主に下直筋の収縮性を評価したが、2 症例に異常所見がとらえられ、EOM CT による経過観察を行った。

##### a-1) EOM CT で異常の検出された眼窩吹き抜け骨折の 2 症例

1 例は眼窩打撲による左眼の眼窩吹き抜け骨折に対して、2 度の整復術が行われた後も下転障害が改善しない 43 歳の男性で、通常 CT では、左下直筋が下方転位し骨片の間へ陷入していることが、EOM CT では大幅な運動障害が認められた (Fig. 6, 症例 3)。眼科で行われた forced duction test (牽引試験) により、上引き +1 の抵抗

があった。下直筋の収縮が周囲構造によって妨げられていると考えられたため、3 回めの眼窩底骨折整復術が行われた。左下直筋の剥離術後の EOM CT では、筋は骨折部位からはずされており、収縮も認められるようになった。術後軽度の上転障害を残すも forced duction test の結果や臨床症状は改善した。

他の 1 例は 19 歳の女性、眼窩打撲により受傷。受傷時から軽度の右眼球運動障害が認められ、forced duction test で +1 の抵抗があった。EOM CT では、右下直筋の運動障害はあるが筋の収縮状態は良く、骨折部位への陷入も認められなかったため、保存的治療が選択された (Fig. 7, 症例 4)。約 2 週間後、複視は改善し、forced duction test および EOM CT でも改善が認められた。

##### a-2) EOM CT で運動異常が検出されなかった眼窩吹き抜け骨折の 7 例

これらの例では、下直筋の骨折部への陷入は認められなかった。症例 5 (Fig. 8) は、下直筋の偏位は見られるが、対側とほぼ同様の収縮性が観察された。保存的治療が選択され、受傷 1 か月後には自覚症状は消失し、下転障害も改善した。

##### b) 眼窩内腫瘍

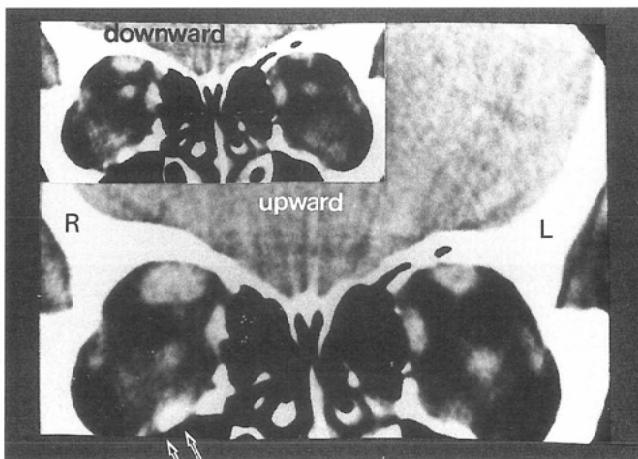


Fig. 7 case 4. Right blowout fracture (coronal view)

This patient exhibited downward ophthalmoplegia. EOM-CT revealed displacement of the right inferior rectus. (arrow) In this case, conservative treatment with careful observation was applied because muscular contraction was good.

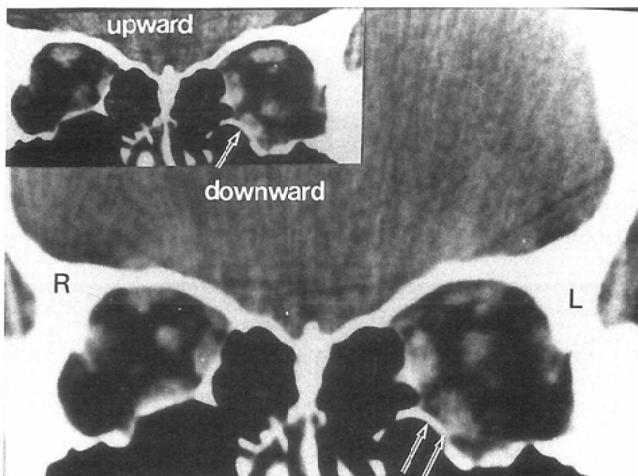


Fig. 8 case 5. Left blowout fracture (coronal view)

EOM-CT revealed displacement of the left inferior rectus. (arrow) But, the contraction of the inferior rectus was good.

眼窩内腫瘍は 9 例あるが、腫瘍と外眼筋とが接している 6 例中 5 例に、EOM CT で眼球運動異常が認められた。これらは原発性悪性腫瘍、転移性腫瘍、偽腫瘍、デルモイド、肉芽腫であった。これに対して、腫瘍と外眼筋が接しているにもかかわらず眼筋の収縮が良好であった 1 例は、病理学的に血管腫と診断された。

症例 6 (Fig. 9) は原発巣不明の眼窩内転移性

腫瘍で、上直筋と腫瘍が一塊となっており、動きが制限されていた。症例 7 (Fig. 10) は外傷性眼窩内血腫例で、右眼の上転障害が認められた。EOM CT では、正面視では血腫と右上直筋が接していたが、上方視において両者は分離し、収縮も良好であったため、両者間の瘻着はないとの診断された。

### c) 外眼筋肥厚

外眼筋肥厚は 26 症例に認められたが、そのうち 23 例が眼球突出、複視、客観的外眼筋麻痺を有する甲状腺眼症であった。このうち 10 例に EOM CT で異常が認められた。しかし、そのうちの 8 例では眼球運動障害は軽度で、肥厚眼筋の

収縮も比較的保たれていた。眼球がほとんど動かない重症例は 2 例であった。これに対して偽腫瘍の 1 例では肥厚眼筋の収縮は不良であった。また、甲状腺機能亢進症に重症筋無力症を合併した 1 例では、眼筋肥厚は認められなかったが、眼筋

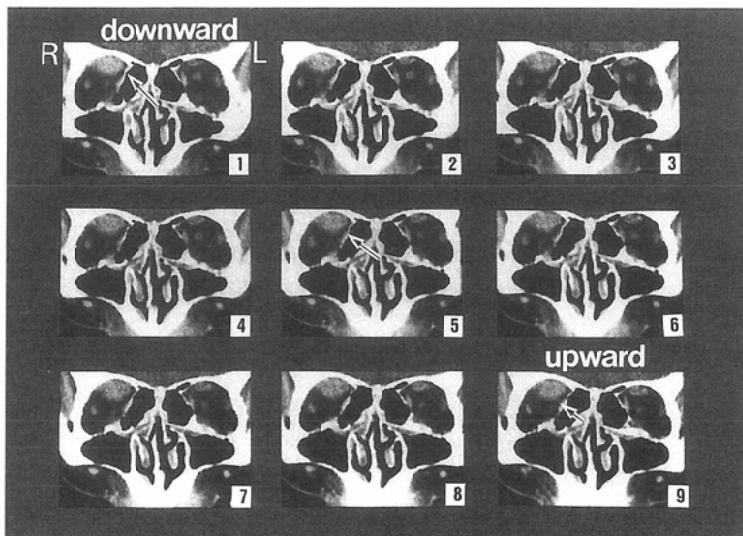


Fig. 9 case 6. Right intraorbital tumor (coronal view)

The superior rectus and a metastatic tumor moved together, and adhesion was diagnosed.

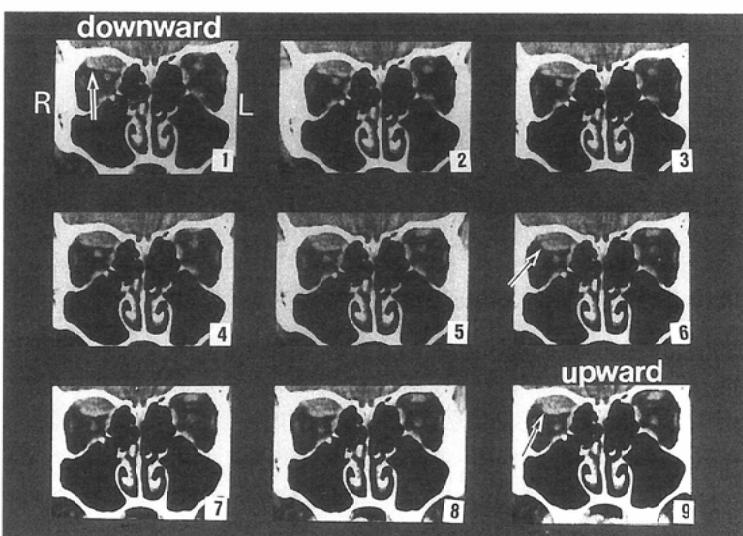


Fig. 10 case 7. Traumatic right intraorbital hematoma (coronal view)

This is a case of traumatic intraorbital hematoma. This patient exhibited upward ophthalmoplegia of the right eye. The right superior rectus was found to move independently of the hematoma.

Table 3 Radiation dose to the lens

	slice	kV	mA	sec	dose(R)	Ratio
Conventional orbital CT (1 scan)	5 mm axial view	120	250	2	5.43	1.00
EOM CT 19 scan)	5 mm axial view	120	150	10	16.93	3.12
	coronal	120	150	10	0.46	0.08
	saggital	120	150	10	11.61	2.14

の収縮は不良であった。

#### (5) 水晶体被曝

軸位断面の EOM CT (10 秒スキャン) における水晶体被曝線量は 14.8 cGy で、ビーム幅 5 mm での通常 CT 1 スライス撮影時 4.7 cGy の約 3 倍であった。18 秒スキャンでは、約 27 cGy になると予測される。一方、冠状断面の EOM CT では、0.4 cGy と通常 CT 1 スライス撮影時の 1/10 以下の被曝であった (Table 3)。

#### 4. 考 案

従来、眼球運動の評価は、複視等の自覚症状や、眼科医による主観的な眼球運動の観察、Hess 赤緑試験、眼筋筋電図等により行われてきたが<sup>2)</sup>、外眼筋をはじめとする球後部の諸構造の動態を、客観的に評価することは困難とされてきた。超音波ではリアルタイムに動態を検査できるが、眼窩内においては、脂肪組織によってエコーが減衰するので、外眼筋の一部しか観察されない。CT<sup>3)</sup>、MRI では静止像の評価が試みられた。Smiddy ら<sup>4)</sup>は MRI で、上鼻側視と第一眼位における視神経の位置の変化を報告した。近年シネ MRI による眼球運動の評価が報告されているが<sup>5)</sup>、この方法では、撮像に 5 ないし 10 分を要するほか、256 回の眼球左右往復運動が要求され、被検者の負担が少なくない。また、画像の解像度も十分でない。今回われわれが開発した EOM CT では、10 秒間に 1 回の眼球運動により、高い空間分解能 (512×512 マトリックス) での外眼筋の動態の画像化が可能となった。

眼球運動の動態画像化に際しては、追視の範囲および速度の再現性が問題となる。今回作製した

眼窩 CT 検査用補助装置の使用により、追視範囲が一定となり、不用意な頭部運動によるモーションアーチファクトを減ずることが可能であった。また同時に、眼球運動速度を一定とし、画像の再現性を良くする点でも有用であった。画像再構成方法に関しては、通常の 1 回転 360° スキャンデータのうち、240° (0.6 秒間) のデータを用いた画像再構成により時間分解能が向上し、モーションアーチファクトの少ない鮮明な画像が得られるようになった。

動態画像の観察には、トラックボール操作によるリアルタイムで対応する動態表示を用いた<sup>6)</sup>、これにより滑らかな動態表示が可能となり、微細眼球運動（眼振等）をとらえるのに有用であった。加えて、医師自身が任意の速さで眼球運動を繰り返し観察できることも利点である。

眼球運動の方向に関しては、初期の 54 例においては、健側から患側に 1 回の眼球運動をさせることによって、主に患側外眼筋の収縮性の観察を試みた。後期の 18 例では患側外眼筋の伸展性も観察できるよう、健側一患側一健側の往復眼球運動を撮像した。往復眼球運動をさせて撮像することで、患側と健側眼筋の収縮伸展の比較ができ、より詳細な観察が行えるようになった。

今回の検討から明らかとなった本法の臨床的有用性としては、第 1 に、眼窩吹き抜け骨折の診断があげられる。権ら<sup>7)</sup>は各骨折部位による眼球運動障害の発生機序について報告し、眼球運動時の眼窩内組織の動態の研究の必要性を示唆している。Patterson ら<sup>8)</sup>は、画像上明らかに眼窩吹き抜け骨折と診断されたにもかかわらず、臨床的に眼球運動障害を伴わない 2 例を報告している。彼

らは、眼窩下壁骨折がありながら運動障害を示さないのは、上頸洞内への眼窩脂肪脱出が少ないと述べている。われわれの経験した9例の眼窩吹き抜け骨折では、臨床的には全例に眼球運動障害が指摘されていたにもかかわらず、EOM CTで眼球運動障害が認められた例は2例であった。うち1例は下直筋が骨折部に陥入して収縮不能の状態にあり手術の適応となった。残り8例に陥入は認められず、これらは保存的治療のみで全例が改善した。複視や眼球運動障害が認められても、下直筋の収縮がEOM CTで確認されれば予後は良好であると考えられる。また症例3に示したごとく、骨折部に陥入した外眼筋の収縮性の評価も可能であり、EOM CTは外眼筋の障害の程度を知る上で有益な情報を提供することができ、治療法選択の目安となりうる。眼窩吹き抜け骨折の手術適応の決定のために現在行われているforced duction testは、患者に多大な苦痛を伴うが、症例によってはEOM CTがこれに替わりうることが示唆された。またEOM CTでは脱出外眼筋のみではなく、拮抗筋の収縮性も同時に観察できるという利点が認められた。以上から、EOM CTは眼窩吹き抜け骨折の病態把握、治療法の選択に加え、経過観察、予後判定等にも有用であると考えた。

また、EOM CTは眼窩内腫瘍と外眼筋との癒着を明らかにし得る。悪性腫瘍のみでなく良性腫瘍においても癒着のある症例が認められ、癒着は必ずしも浸潤を示すものではなく、炎症性変化を伴っているためと推察される。術前に、眼窩内における腫瘍の広がりに加え、腫瘍と外眼筋の癒着の有無を知ることは、病変の良・悪性を推定する上での重要な判定要素ともなり、EOM CTはこのような面においても、術前検査法として極めて有用である。

今回の検討においていま一つ興味深いことは、他疾患による眼筋肥厚の場合に比べ、甲状腺眼症においては、外眼筋の肥厚が高度な場合も、眼筋の収縮性が比較的よく保たれるという傾向が認められた点である。吉川ら<sup>9)</sup>は甲状腺眼症において

筋肥大の程度の強い症例ほど眼障害（眼瞼、結膜、外眼筋、角膜、視神経網膜障害）も重症型をとる傾向があると報告している。このように、EOM CTで肥厚眼筋についてその肥厚の程度と収縮能の相互関係を明らかにすることにより、眼筋肥厚性疾患の鑑別と重症度判定に役立つ可能性がある。

その他、眼振や外傷性眼球脱出の際の球後部の動態画像的な把握が可能になった点も臨床的利点の一つと考えられる。三村<sup>10)</sup>は外傷性視神経断裂症例のCT像で、損傷した視神経の著明な蛇行が認められたと報告している。われわれの経験した症例でも、視神経の屈曲が認められたが、眼球運動をさせることによって屈曲は強調された。

以上のように、EOM CTは通常のCTと組み合わせることで、眼窩の画像診断に新たな情報を付与し得る有用な検査法と考えた。

本法の問題点としては以下の諸点が挙げられる。すなわち第1は、意識障害等で患者のオリエンテーションが悪い場合の検査の困難性である。また、冠状断においては、体型、患者の状態に起因する整位困難や、義歯からのアーチファクトなどの問題が存在する。第2は、眼球のX線検査で常に問題となる水晶体被曝である。連続的にスキャンが行われる通常の眼窩CT検査では、隣接スライスからの散乱線の付加により、先に述べた単一スライススキャン時の水晶体線量4.7cGyの1.5~2倍近くの被曝があるものと考えられる。水晶体に対する低LET放射線の1回照射による白内障発生のしきい値0.6~1.5Gy<sup>11)</sup>に比べれば相当小さいものの、他のX線検査による被曝に比べると、無視し得ぬ大きさである。通常の眼窩CT(5mm幅1スキャン)と比較して、EOM CTにおける水晶体被曝をみると、EOM CTではスキャン時間が長いために、軸位断面において3.12倍と高線量になる。さらに検査時には、通常のスキャンとEOM CTの両者を施行するので、総量は約25cGyとなり、適応疾患を十分考慮する必要がある。一方、冠状断面においては水晶体が直接ビームの中に入らないため、通常のCTによる被曝の1/12の線量にとどまり臨床上

問題は少ない。冠状断面の活用や、X線条件の低減、位置決めスキャンの省略等により、本検査の被曝線量低減対策を図らなければならない。

## 5. 結 語

1. 眼球運動に伴う眼窩内構造物の動態を客観的かつ容易に評価しうる方法として、EOM CTを開発した。正常例1例および72患者を対象にEOM CTを施行し、各疾患において臨床的有用性を検討した。

2. EOM CTにより、眼窩吹き抜け骨折症例における脱出外眼筋の収縮性の評価が可能であった。眼筋の障害の程度を知ることは、治療法の選択や経過観察に有用である。

3. EOM CTでは眼筋肥厚性疾患における肥厚眼筋の収縮性を評価でき、肥厚の程度と収縮能の関連から、眼筋肥厚性疾患の鑑別に有用である。

4. 眼窩内腫瘍性病変において、腫瘍と外眼筋の癒着についての情報を提供するEOM CTの術前検査としての役割は大きい。

5. EOM CTによる水晶体被曝は、通常眼窓CTと比較して、軸位断面では3.12倍であったが、冠状断面では1/12であり臨床上大きな問題にはならず、かつ今後の撮像条件の改善で被曝線量低減は可能と考えられる。

6. EOM CTは、球後部の動態観察において、極めて有力な検査法である。

稿を終えるにあたり、多大な御指導、御協力を賜りました同大学医学部眼科教室・馬鳴慶直教授、野村隆康先生、同衛生学部診療放射線技術学科・辻岡勝美先生、同大学病

院放射線部・井田義宏技師に深く感謝致します。

本論文の一部は、'90 RSNAおよび第49回日本医学放射線学会総会(1990年4月、神戸)において発表した。

## 文 献

- 1) 井田義宏、辻岡勝美、片田和廣、他：高速CT装置による眼球動態スキャン(EOMスキャン)について、日本放射線技術学会雑誌 46(8): 1065, 1990
- 2) 小松崎 篤、篠田義一、丸尾敏夫：眼球運動の神経学、医学書院 P.157-172, 1985
- 3) 野村隆康：最近の眼科CT、あたらしい眼科 6(10): 1453-1461, 1989
- 4) Smiddy WE, Michels RG, Kumar AJ.: Magnetic Resonance Imaging of Retrobulbar Changes in Optic Nerve Position with Eye Movement, Am J Ophthalmol. 107: 82-83, 1989
- 5) 曽谷治之、絵野尚子、原田 康、他：シネMRIによる眼球運動の観察、第14回MRI学会誌 139, 1989
- 6) 安野泰史、伊藤 毅、生田勝美、他：高速CTによるDynamic respiratory scan法の開発とその有用性について、臨床放射線 34: 27-35, 1989
- 7) 権 昭致、浜崎健太、小出良平、他：Blowout fractureにおける眼球運動障害と骨折部位の検討、眼科 32: 137-141, 1990
- 8) Patterson RW, De Pue RV: Blow out fracture of the orbita, in the absence of diplopia and enophthalmos, Am J Ophthalmol. 55: 1253-1256, 1963
- 9) 吉川啓司、馬場裕行、水野光通、他：甲状腺眼症の臨床像—外眼筋肥大の有無を基準として—、臨床眼科 43(6): 921-924, 1989
- 10) 三村 治：外傷性視神経断裂症例、神経眼科 1(3): 270-271, 1984
- 11) Otake, M. and Schull, W. J.: The relationship of gamma and neutron radiation to posterior lenticular opacities among atomic bomb survivors in Hiroshima and Nagasaki, Radi Res. 92: 574-595, 1982