

# 眼窩部MRIによる視神経疾患の画像診断

橋本雅人

社会医療法人医仁会 中村記念病院 眼科

## Diagnostic orbital MR imaging for optic nerve disease

Masato Hashimoto, M.D

Department of Ophthalmology, Nakamura Memorial Hospital

### Abstract

It is not easy for ophthalmologists to diagnose optic nerve disorders clinically because most of them have no abnormality on slit-lamp or funduscopic examinations. Therefore, magnetic resonance imaging (MRI) is necessary to disclose the orbital or intracranial lesions causing optic nerve disturbance. Especially, MRI of the orbit can precisely disclose the change of the retrobulbar optic nerve. Short TI inversion recovery (STIR) image shows the low signal intensity of the orbital fat because of fat suppression image, while slow flow such as cerebrospinal fluid (CSF), vein and inflammatory edema was demonstrated as high signal intensity on STIR. Therefore, STIR, besides post-contrast enhancement of Gadolinium on T1-weighted image (Gd-T1-WI), is a very useful sequence for evaluation of the acute change of the optic nerve disease in the orbit. Retrobulbar optic neuritis shows high signal intensity of the optic nerve on STIR and enhancement on Gd-T1-WI, while ischemic optic neuropathy shows no high signal intensity of the nerve and no enhancement. Both optic perineuritis and meningeal carcinomatosis show ring like enhancement of the optic nerve on coronal Gd-T1-WI. Moreover, optic nerve tumors also have characteristic MR findings in the orbit. Optic nerve sheath meningioma shows tram-truck sign on axial Gd-T1-WI, and optic glioma (neurofibromatosis type 1: NF1) shows downward kinking on the sagittal image. Optic atrophy shows small diameter of the nerve from the posterior globe to the orbital apex and apparent high signal intensity on coronal STIR because of relative contrast of CSF to the decrease of the nerve fibers.

Thus, MRI of the orbit is an essential examination to diagnose the optic nerve disease.

Key words: STIR, optic neuritis, ischemic optic neuropathy, optic atrophy

## はじめに

視神経疾患の多くは眼球の後方に病変があるため、一般の眼科診療で行われる検眼鏡的検査では異常がみられず診断に苦慮することが多い。そのため、視神経疾患の診断には、左右眼の対光反応の差 (relative afferent pupillary defect: RAPD) の有無、視野欠損の形、発症経過の詳細な聴取が重要であり、これに加えてMRIによる頭部、眼窩部の画像診断も不可欠な検査法である。MRI画像検査の目的は、下垂体腫瘍や内頸動脈瘤に代表される視神経障害の原因となる頭蓋内病変精査の他に、球後視神経の病態変化を捉えることにある。

本稿では視神経自体の病態変化について、眼窩部MRIを用いることでどの程度評価が可能か、あるいはどのような撮影法が臨床診断に有用なのかについて述べ、さらに視神経疾患のMRI画像における鑑別及び慢性期の視神経萎縮所見についても解説する。

### 1 MRIで視神経の何が描出できるか

球後視神経を輪切りの面 (冠状断) で見ると、視神経線維の周囲にくも膜下腔が、さらにその外側を硬膜 (視神経鞘) が筒状に囲んでおり (図1a)<sup>1)</sup>、この形状は、眼球後面から視神経管に至るまで続いている。通常の頭部MRI検査において、これらの詳細な組織構造を描出することは極めて困難であるが、脂肪抑制法の一つであるshort TI (または $\tau$ とも言われている) inversion recovery (以下、STIR) による眼窩部冠状断撮影を用いると、視神経線維とその周囲くも膜下腔の描出が可能である。STIRでは、脂肪が抑制されるため眼窩内脂肪が低信号で表わされ、視神経や外眼筋、眼動脈や上眼静脈など眼窩内を走行する重要な眼付属器とのコントラストがつきやすいため明瞭に描出することができる。また静脈や髄液などの遅い水の流れは高信号に描出されるので、正常な視神経を冠状断で撮影すると、視神経の軸索は低信号を示し、神経周囲を取り囲むくも膜下腔は髄液による高信号を呈する。従って、STIRによる正常な視神経像は全体として細い白色の輪状となる (図1b)。

### 2 視神経所見を捉える最も有用なMRIシーケンス

虚血や炎症といった視神経の急性変化をMRIで捉えるには、STIRと脂肪抑制併用の造影T1強調画像の組み合わせが最も有用である (表1)。視神経の炎症には脱髄性、

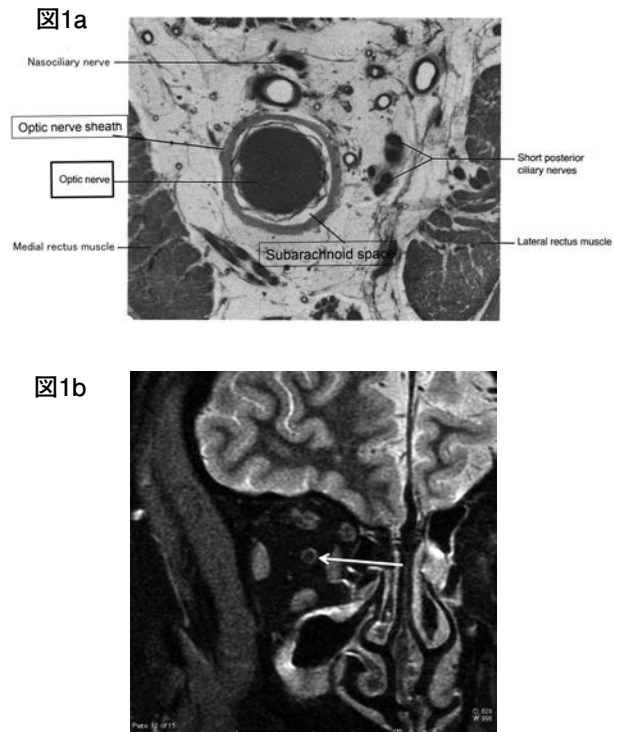


図1: 正常な球後視神経の組織像とMRI所見  
a: 正常な球後組織像 (冠状断)。視神経 (optic nerve) 周囲にくも膜下腔 (subarachnoid space) があり、硬膜 (optic nerve sheath) がその外側を包む (文献1より改変)。  
b: STIR冠状断で描出される正常視神経。白色の輪状陰影 (矢印) はくも膜下腔の髄液を反映している。

表1: MRIにおける視神経の急性変化

	STIR	造影効果
正常	→ 白色輪状	なし
炎症	→ 高信号	あり
虚血	→ 白色輪状	なし

浸潤性、自己免疫性といった様々な機序があるがいずれの場合でも、視神経に生じた炎症性浮腫が遅い水の流れとして反映されるため、STIRでは高信号を示す<sup>2) 3)</sup>。一方、虚血性変化ではこのような信号変化は示さず、正常と同様な信号を示す。これらの信号変化は、脂肪抑制法併用のT2強調画像を用いても、STIRとほぼ同様な画像が得られる。また、ガドリニウムを用いた造影T1強調

画像も炎症病変を捉えるのに適したシーケンスである。ただし、造影MRIでは眼窩脂肪が高信号を示すため、球後視神経を評価する際には脂肪抑制法を併用することが望ましい。

### 3 主な視神経疾患の特徴と眼窩部MRI所見

- 1) 視神経炎 (optic neuritis) : 若年から中年に発症し球後痛の後、急激な視力低下を示す。乳頭炎型では眼底検査において視神経乳頭腫脹を示すが、球後型は検眼鏡的に異常がないため眼窩部MRI検査が診断の決め手となる。STIRでは視神経の軸索そのものが高信号を示し (図2a)、造影効果を認める。部位は眼窩内視神経が最も多いが、視交叉や視索など頭蓋内視神経にも同様な所見を示すこともある (図2b)。
- 2) 虚血性視神経症 (ischemic optic neuropathy: ION) : 高齢者に多く突然の視力低下で発症する。前部虚血型 (anterior ischemic optic neuropathy: AION) は視神経乳頭腫脹 (蒼白浮腫) を示すが、後部虚血型

図2a

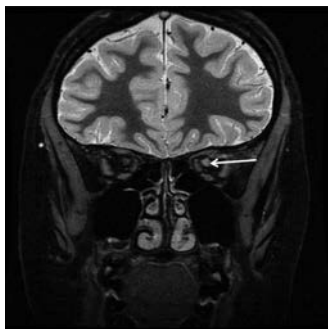


図2b

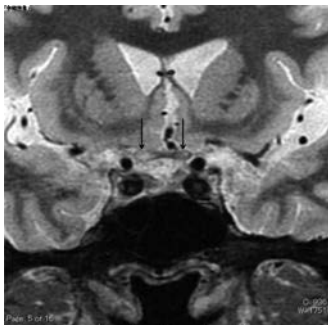


図2: 視神経炎のSTIR所見。a左球後視神経炎。炎症のため軸索全体が高信号を示している (矢印)。bアクアホリン4抗体陽性視神経炎。視交叉内部が高信号を示している (矢印)。

(posterior ischemic optic neuropathy: PION) は検眼鏡的に異常がない。発症年齢は視神経炎よりも高齢であるが、どちらも急激な視力低下を示すことから常に両者の鑑別が問題となる。STIRでは正常と変わらない信号を示し、造影効果もなく、視神経炎とは異なったMRI所見を示す。

- 3) 髄膜癌腫症 (meningeal carcinomatosis) : 急激な視力低下が起こり両眼性に発症することが多い。

図3a

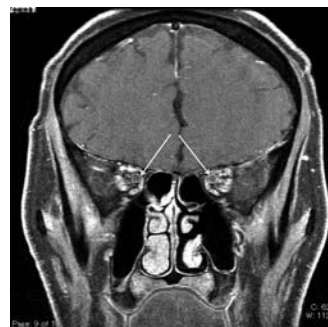


図3b



図3c

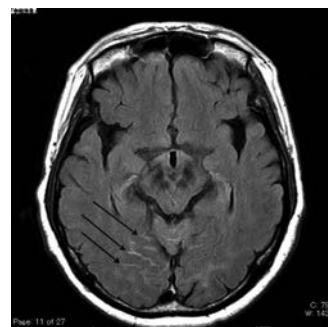


図3: 髄膜癌腫症の造影MRI所見。65歳、男性: 急激な両眼視力低下をきたし検眼鏡的に異常はなく、眼窩部造影T1強調画像では両側視神経周囲の輪状造影 (矢印) を認めた (a)。頭蓋内では視交叉前部 (b) の両側視神経 (矢印) 及び頭蓋内髄膜 (c) の造影 (矢印) を認めた。肺癌の髄膜転移であった。

単純MRIでは、どのようなシーケンスを用いても正常視神経となら変わりはなく、造影T1強調画像（脂肪抑制併用）では眼窩部の視神経は輪状の造影所見を示す。さらに頭蓋内髄膜の造影所見が認められれば、この疾患を強く疑う重要な手掛かりとなる（図3）。

- 4) 視神経周囲炎（optic perineuritis）：視神経鞘の炎症であるため、初期の視力は良好であるが炎症が軸索に波及してくると、視神経炎と同様に急性の視力低下を示す。STIRでは正常よりもくも膜下腔の高信号が強く描出され（図4）、造影MRIでは輪状に造影効果を認める<sup>4) 5)</sup>。また、視神経鞘は末梢側では眼球強膜に、中枢側では脳硬膜に続いているため、視神経周囲炎は肥厚性脳硬膜炎や後部強膜炎の一症状として出現することもある。

ステロイドパルス前                      ステロイドパルス後

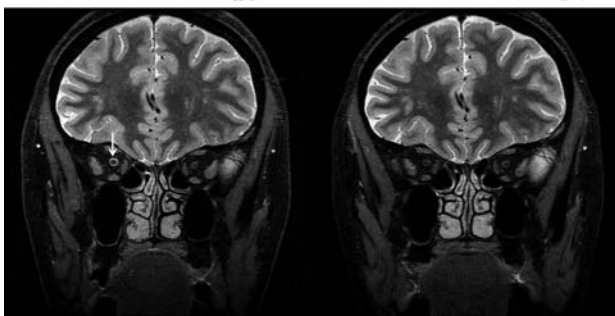


図4：視神経周囲炎のSTIR所見。ステロイドパルス療法前（左）では左視神経周囲が高信号を示したが（矢印）、治療後では視神経周囲の高信号は目立たなくなり左視神経と同様の信号を示している。

- 5) 視神経鞘髄膜腫（optic nerve sheath meningioma）：中年女性に多くみられ、視力低下は緩徐に進行性で、視野は傍中心暗点から徐々に広がっていく。眼底検査では視神経萎縮を示しているため、臨床経過から正常眼圧緑内障と誤診されることが少なくない。紡錘型の視神経腫瘍であり、造影T1強調画像では視神経自体は造影されず、視神経鞘が造影され<sup>6)</sup>、あたかも電車軌道のように見えるので“tram-track” signあるいは“rail road” signとも呼ばれる（図5a）。
- 6) 視神経膠腫（optic glioma）：神経線維腫症1型（neurofibromatosis type1）にみられる視神経膠腫では、視神経の拡大と眼窩下方への屈曲（downward kinking）

がみられる（図5b）。これは、腫瘍が視神経周囲くも膜下腔に向かって発育、進展する過誤腫であり眼窩下方により広いスペースがあるため、下方に屈曲するのではないかとされている<sup>7) 8)</sup>。20歳以下に90%が発症するといわれており、視力は良好のことが多い。

図5a

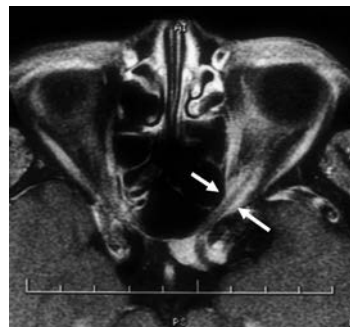


図5b

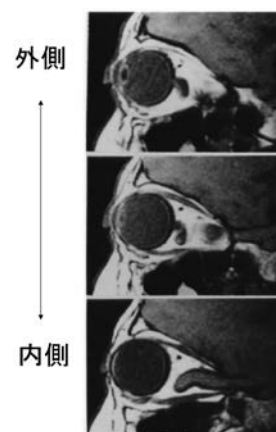


図5：視神経腫瘍のMRI  
視神経髄膜腫(a)：造影水平断ではtram-track sign（矢印）を認める。Neurofibromatosis type 1における視神経膠腫(b)：矢状断で外側から内側に向かう連続面では視神経が拡大し、下方に屈曲しているのがわかる（downward kinking）。

- 7) 頭蓋内圧亢進症（うっ血乳頭：papilledema）：頭蓋内圧が高いため、くも膜下腔が正常よりも拡大しT2強調画像及びSTIRでは視神経周囲の高信号が強調される（図6）。脳圧亢進の場合、視神経乳頭腫脹の原因は軸索流のうっ滞であるため一般的に視力は正常であるが、長期間続くと視力低下を示すことがある。

図6a



図6b



図6c



図6: 脳圧亢進の頭部、眼窩部MRI。18歳、男性、アーノルドキアリ型奇形。矢状断では大後頭孔閉塞による著明な脳室の拡大がみられ (a)、T2強調画像 (b,c) において視神経周囲くも膜下腔の拡大 (矢印) が認められる。

#### 4 視神経萎縮の眼窩部MRI所見

視神経萎縮は、視神経軸索の変性であり逆行性変性と順行性変性がある。前者は下垂体腫瘍や脳動脈瘤などの圧迫性病変、後者は緑内障が代表的疾患である。どちらも眼底検査において視神経乳頭は蒼白であり、光干渉断層撮影 (OCT) でも神経線維の菲薄化を示すが両者の鑑別は難しい。従って、我々眼科医は視野所見から両者を鑑別するがグレーゾーンの症例も多く、その場合は頭部MRI検査による頭蓋内精査が必要となる。

視神経萎縮は、MRIでは正常に比べて細く (冠状断で

は小さく) 描出されるのが特徴である。我々は以前にSTIRを用いて球後視神経の断面を撮像し、正常群と緑内障群 (視神経萎縮) の形態学的測定を試みた<sup>9)</sup>。その結果、緑内障群は正常群に比べて有意に視神経の直径が小さく、さらに径の縮小は眼球直下から眼窩先端部まで均等に生じていることがわかった。視神経萎縮のMR信号変化では、STIRにおいて視神経は高信号を示すことが多く、gliosisと神経線維減少による周囲髄液の相対的な信号の強調が要因とされている (図7)。

図7a

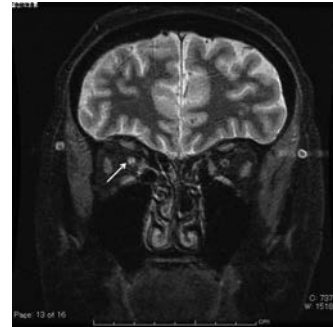


図7b

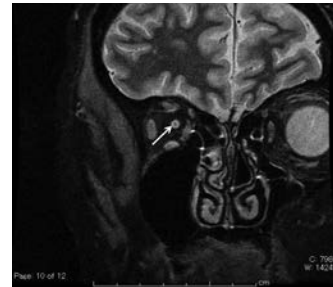


図7: STIRにおける視神経萎縮所見。数年前に抗アクアポリン4抗体陽性視神経炎で右眼を失明した症例。通常の冠状断において (a)、右視神経は左に比べ小さく、全体に高信号を示すが (矢印)、視神経に垂直な斜め冠状断では (b) 視神経の中心は低信号を示し、周囲くも膜下腔の高信号が強調されて描出されている (矢印)。

#### 5 診断に役立つための視神経MRI画像を撮る工夫

球後視神経を的確に捉えるには、撮影条件の工夫が必要である。撮影範囲は眼窩部になるため、撮像範囲 (field of view: FOV) と画素数 (ピクセル) のバランスが重要である。例えば、FOVが頭部全体を撮る範囲であると眼窩部は焦点のぼけた画像になってしまい、逆に画素数が細かすぎると信号/ノイズ比 (S/N) が落ちてしまうため、眼窩内が粗雑な画像になってしまう。スライス厚

は2～2.5mmが標準で眼球赤道部から視交叉までを冠状断で撮るとよい。またアーチファクトを防止するため、患者の眼や頭を動かさなくさせる工夫も必要である。動きによるアーチファクト (motion artifact) が混入すると二重、三重にぶれた画像になり視神経所見が捉えにくくなるので、患者が撮影中に眼を動かさないでいられるように、当院ではコイルに指標を付ける等の工夫をしている。

#### おわりに

視神経の病態変化についてMRIを用いて捉える有用な方法及び画像所見の解釈について解説した。MRIは視神経疾患の診断に有用な検査法であるが、撮り方を誤ると全く無駄な検査になってしまう。限られた時間の中でいかに診断に有用なMRI検査を行うかは、我々と撮影側の放射線技師あるいは読影を担う画像診断医とのコミュニケーションが重要であることも忘れてはならない。

#### 文 献

- 1) Dutton JJ: Atlas of clinical and surgical orbital anatomy, Pennsylvania: W.B. Saunders company, 1994. pp.149-184.
- 2) 五十嵐保男、橋本雅人: 視神経炎に対するMRI (STIR法) の診断意義. 臨眼, 1994; 48: 1701-1705.
- 3) 三村 治、山縣祥隆: MRIによる視神経疾患の診断. 神経眼科, 2003; 20: 382-391.
- 4) Fay AM, Kane SA, Kazim M, et al: Magnetic resonance imaging of optic perineuritis. J Neuro-Ophthalmol , 1997; 17: 247-249.
- 5) Tien RD, Hesselink JR, Szumowski J: MR fat suppression combined with Gd-DTPA enhancement on optic neuritis and perineuritis. J Comput Assist Tomogr , 1991; 15: 223-227.
- 6) Lindblom B, Truwit CL, Hoyt WF, et al: Optic nerve sheath meningioma. Definition of intraorbital, intracanalicular, and intracranial components with magnetic resonance imaging. Ophthalmology , 1992; 99: 560-566.
- 7) Imes RK, Hoyt WF: Magnetic resonance imaging signs of optic nerve glioma in neurofibromatosis 1. Am J Ophthalmol, 1991; 111: 729-734.
- 8) Seiff SR, Brodsky MC, MacDonald G, et al: Orbital optic glioma in Neurofibromatosis. Magnetic resonance diagnosis of perineural arachnoidal gliomatosis. Arch Ophthalmol, 1987; 105: 1689-1692.
- 9) 橋本雅人: 高解像度MRIを用いた神経眼科疾患の病態解明. 神経眼科, 2013; 30: 30-42.