

放射線性脊髄障害の MRI

石原真木子¹, 安西好美², 伊丹 純², 油井信春³,
 戸川貴史³, 平田 貴¹, 有賀明子¹, 小谷庸一¹,
 小林茂雄¹, 川名正直¹, 有水 昇²

¹帝京大学医学部附属病院放射線科
³千葉県立がんセンター核医学診療部

²千葉大学医学部放射線医学教室

はじめに

慢性進行性放射線性脊髄障害（以下、放射線性脊髄障害と略す）は、放射線治療において脊髄が照射された後数ヶ月から数年を経て発症する予後不良な疾患であり、従来画像診断は困難とされてきた。我々は臨床症状及び経過から放射線性脊髄障害が疑われた3症例にMRIを施行し、本疾患の診断におけるMRIの有用性について考察した。

撮像方法及び条件

撮像装置は、Signa 1.5T（GE社製）である。撮像方法は、脊髄の正中を含み脊髄に平行な矢状断面で、T₁強調像（TE11～15ms/TR400～545*ms）、T₂強調像（TE80ms/TR1500～2182*ms）を撮像後、Gd-DTPA 0.01mmol/kgを静注し、造影T₁強調像を撮像した。（*心電図同期使用）

矢状断像では長方形FOV（36～40×18～20cm）を用い、マトリックスサイズ256×256、平均加算2～4回、スライス幅5mm、スライス間隔1.5mmである。横断像では、FOV18～20cm、マトリックスサイズ256×192、平均加算

2～4回、スライス幅7mm、スライス間隔3mmである。コイルには頸椎用表面コイルまたは長方形表面コイルを用いた。

症 例

1) 症例1

55歳 女性 原疾患；悪性胸腺腫

1988年6月、第4頸椎～第12胸椎レベルに10MeVライナックにて前後対向の全縦隔照射（総量60Gy、46Gyより脊髄遮蔽）を施行、さらに1989年1月、胸椎転移のため第3～7胸椎へ40Gyの追加照射を行った。このため脊髄には最大約86Gyの照射がなされた。

同年8月より両下肢の脱力が出現し、次第に歩行不能となり、両下肢の感覚障害及び膀胱直腸障害も出現した。神経学的には第12胸椎（第10胸椎レベル）以下の横断性脊髄障害と診断された。一般検査所見、脊髄所見及びミエログラフィーには異常を認めなかった。

1990年9月に施行したMRIでは、第6～10胸椎レベルの脊髄部にT₂強調像にて縦走する高信号領域を認めた（Fig.1a）。横断像では左側側索と後索に局在していることが確かめられた。Gd-DTPAによる造影を行ったところ、この領

キーワード radiation myelopathy, MRI

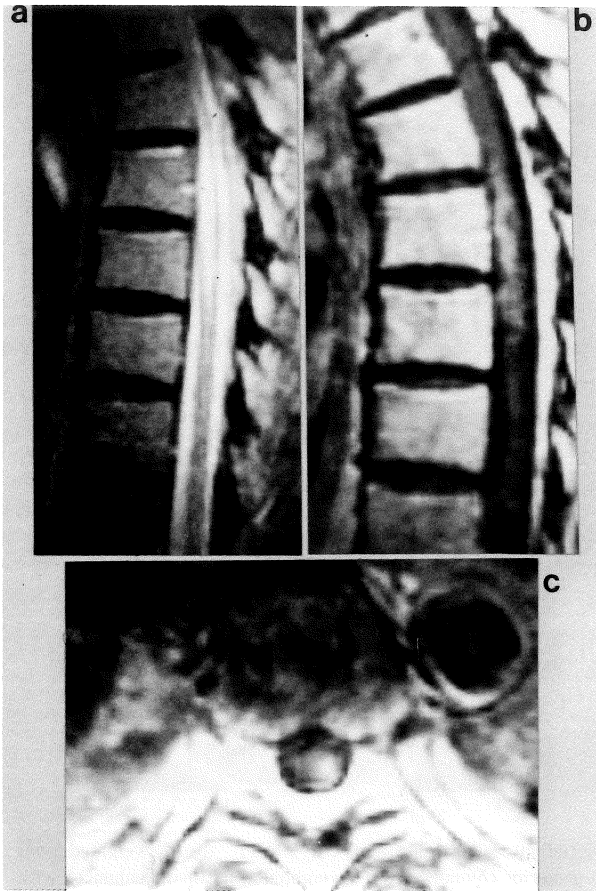


Fig.1. Case 1

(a) T₂-weighted sagittal image ; High intensity was visualized in the longitudinal direction on the cord of Th6~Th10 level.

(b) T₁-weighted sagittal image enhanced with Gd-DTPA ; Part of T₂ high intensity lesion was well enhanced.

(c) T₁-weighted axial image enhanced with Gd-DTPA ; This enhanced lesion was distributed on the left lateral column.

域の中に増強される部位を認めた (Fig.1b). 脊髄の腫張や萎縮は認めなかった (Fig.1c).

2) 症例 2

68歳 女性 原疾患；上咽頭癌 (T1, N0, M0)

1985年3月、頭蓋底から第2胸椎レベルに10MeVライナックによる前後対向照射 (総線量70Gy, 脊髄遮蔽なし) を施行した。

5年6ヶ月後の1989年10月より右下肢の温痛覚障害及び左下肢の脱力、膀胱直腸障害が出現し、左第5頸髄 (第4頸椎レベル) 以下のBrown-Sequard症候群と診断された。全身状態は良好で、一般検査所見及びミエログラフィー

に異常は認めなかった。

1990年8月に施行したMRIでは、第2~3頸椎レベルの脊髄部にT₂強調像にて縦走する高信号領域を認め (Fig.2a)、横断像では同領域は後索に局在していることが確かめられた (Fig.2b)。Gd-DTPAによる造影MRIを行ったところ、増強効果はT₂高信号領域とほぼ同範囲にあることを認めた (Fig.2c)。

この症例にステロイドパルス療法及び高圧酸素療法施行した後再びMRIを行ったところ、T₂高信号領域は縮小し、また造影MRIでは増強範囲の縮小を認めた (Fig.2d)。

3) 症例 3

1992年5月7日受理 1992年6月8日改訂

別刷請求先 〒299-01 市原市姉崎3426-3 帝京大学附属病院放射線科 石原真木子

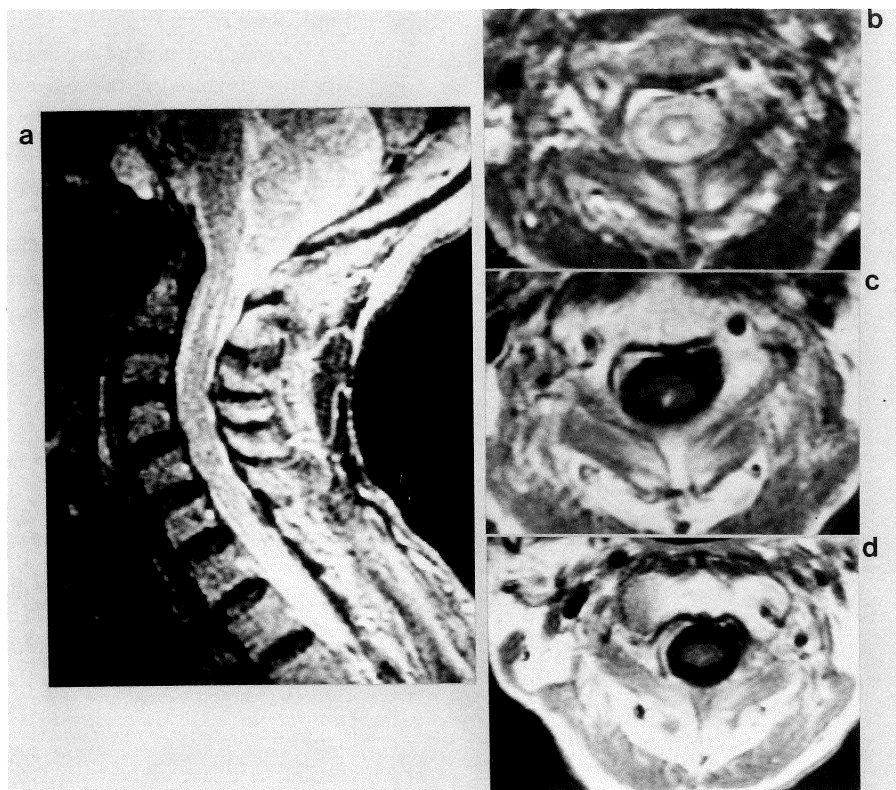


Fig.2. Case 2

(a) T₂-weighted sagittal image ; High intensity longitudinal lesion was seen at C2~3 level. (b) T₂-weighted axial image ; High intensity lesion was distributed on the posterior column. (c) T₁-weighted axial image enhanced with Gd-DTPA ; The same portion of the T₂ high intensity lesion was well enhanced. (d) T₁-weighted axial image enhanced with Id-DTPA, status after steroid and hyperoxygen therapy ; The degree of enhancement of the lesion was decreased.

70歳 男性, 原疾患; 胸部食道癌

1981年, 第2~7胸椎レベルにテレコバルトによる前後対向の照射(総線量60Gy, 脊髄遮蔽なし)を施行した。6年後の1987年1月頃より, 両下肢の感覚障害が出現し, 次第に歩行不能となった。神経学的には第7胸髄(第5胸椎レベル)以下の横断性脊髄障害と診断された。一般検査所見, 髄液所見及びミエログラフィーには異常を認めなかった。

1990年9月に施行したMRIでは, 第5~7胸椎レベルの脊髄部にT₂強調像にて細長く縦走する高信号領域を認め(Fig.3a), これは横断像では後索に局在していることが示された(Fig.

3b)。Gd-DTPAによる造影効果は不明瞭であった。また脊髄には萎縮が認められた(Fig.3c)。

考 察

放射線性脊髄障害は, 頭頸部や胸部の悪性腫瘍に対して脊髄を含む照射野にて放射線治療後, 数ヶ月から数年を経て片側または両側性の脊髄症状が出現するものであり, 進行性で予後不良な疾患である。主な原因は放射線性脳障害と同様, 細血管障害による二次性の脱髄であるといわれている^{2),3),9)}。1941年に初めて記載¹⁾されて以来, 300を越える報告があり, 本疾患の臨床像や

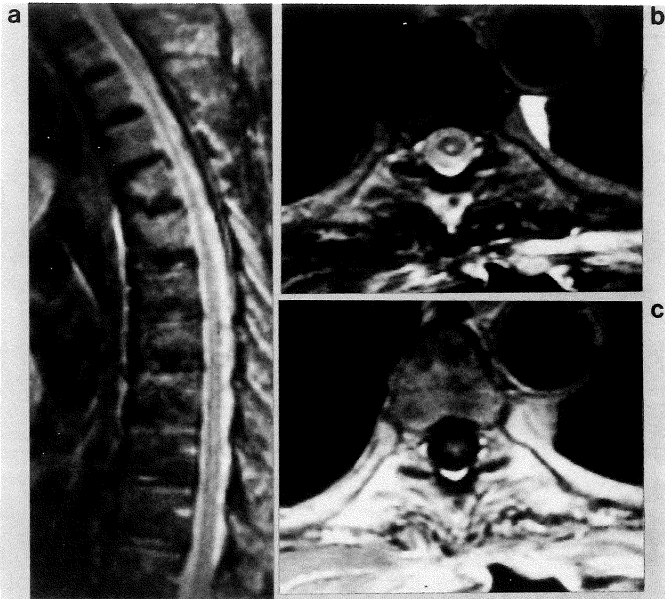


Fig.3. Case 3

(a) T₂-weighted sagittal image ; High intensity was visualized in the longitudinal direction on the cord of Th5~7 level.

(b) T₂-weighted axial image ; High intensity lesion was distributed on the posterior column. In addition, mild atrophy of the cord was visualized.

(c) T₁-weighted axial image enhanced with Gd-DTPA ; T₂-high intensity lesion was poorly enhanced.

Table 1.

Case	1. 55y Female Malignant Thymoma	2. 68y Female Nasopharyngeal Ca.	3. 70y Male Esophageal Ca.
Radiation dose	46~86Gy	70Gy	60Gy
Irradiation~Onset	1 year	4.5 years	6 years
Neurological level	Transverse (Th12)	Lt. Brown Sequard (C5)	Transverse (Th7)
Onset~MRI study	1 year	0.7 year	3.7 years
MRI findings	Th6~10 blt.lat. & post. column	C2~3 post.	Th5~7 post.
Enhancement	+	+	±
Swelling or atrophy of the cord	normal	normal	atrophy

病理所見及び発病因子などについて詳細な検討がなされてきた。

従来画像診断は難しいとされてきたが^{4),5)}, MRIの登場により本疾患のMRI所見についても注目されるようになった^{11)~15)}。これまでの報告をまとめると、脊髄の限局性腫大^{13)~15)}または萎縮^{11),12)}、脊髄白質領域を中心としたT₁T₂延長像^{13)~15)}及びGd-DTPAによる造影効果¹⁵⁾などであり、ステロイド治療によりMRI所見が改善した例もある¹⁵⁾。

我々の3症例も、全例脊髄後側索にT₂高信号領域が認められた。病変の造影効果に関しては発症後1年以内の2例では造影効果がみられたのに対し、3年以上経過している1例では造影効果に乏しかった。脊髄の形態的变化については、発症後3年以上経過している症例3では萎縮が認められたが、他の2症例については著変はなかった (Table 1)。しかし3症例とも病変が放射線照射野内に見られ、神経症状と矛盾しないこと、明らかなmass effectを伴わず他

Table 2. Previous reports of MRI findings of radiation myelopathy

Year/Authom	Age/Sex	Onset~MRI study	Location	MRI findings			
				A ¹	S ²	L ³	G ⁴
1988 Hatano	72y F	4 years	C1~C3	○			
1989 Toffol	41y M	4 years	C1~C5	○		○	
1990 Toribatake	51y F	1 year	Th10~L1		○	○	
1990 Zewig	44y M	1.5 months	medulla~C5			○	○
1990 Suzuki	43y M	2 months	C3~C5		○	○	○
	22y M	2 months	C1~C5		○	○	○
1992 Yur cases	55y F	1 year	Th6~Th10			○	○
	68y F	8 months	C2~C3			○	○
	70y M	3.7 years	Th5~Th7	○		○	

1 A ; cord atrophy

2 S ; cord swelling

3 L ; T₁ and/or T₂ prolongation

4 G ; Gd enhancement

の脊髄圧迫病変とも認められないこと等から、本疾患に合致する MRI 所見と考えた。

放射線性脊髄障害の MRI における信号強度の変化について、放射線性脳障害における検討^{6)~8)}も含めてまとめると、放射線により細血管内皮細胞がヒアリン変性をおこして肥厚し内腔が狭くなるために血管周囲の組織が虚血に陥り浮腫や壊死をきたし、組織の T₁及び T₂緩和時間の延長がおこると説明されている。髄鞘自体の液化変性が T₂延長の原因という報告もある¹⁰⁾。Gd-DTPA により造影される部分は血液脳関門の破壊による造影剤の漏出を示す^{8),13),16)}が、病変の中に造影効果のみられる部位とみられない部分があることについて、Leavitt は非炎症性の脱髄や壊死は造影されにくいと述べている⁸⁾。橋本は血管障害の時間経過を反映していると述べている¹⁶⁾。我々の例では病理所見と比較していないが、発症後3年以上経過している例で造影効果に乏しかったことや同一症例でも治療前後で造影効果に違いがみられたことなどから、やはり血管及び周囲組織の障害の程度や時間経過と関係していると思われる。しかし、症例1と3において何故 T₂高信号領域が照射野の下端に近い部位に見られるのか、また症例1で何故病変が最も照射量の多いレベルと一致しないのか等いくつかの疑問点が残っており、今後さらに病

理所見と対比し検討する必要がある。

また本疾患における脊髄の形態的な変化については、その経過時期が関係しているのではないかという報告がある¹⁵⁾。すなわち病変の活動期には腫大が認められるが終末期には萎縮するという。我々の調べた範囲においても発症からの期間が長いほど萎縮傾向が認められる (Table 2)。

以上述べたように、放射線性脊髄障害の MRI 所見は、放射線照射野内の脊髄白質領域特に後側索に T₁T₂延長像がみられることがポイントであるが、病変の程度や時間経過及び治療の前後によって異なることに注意しなければならない。言い換えれば、MRI は本疾患の存在診断のみならず、病変の時期や活動性の診断にも重要な情報を提供しうる。このため本来非可逆性とされてきた本疾患の治療時期決定にも有用と考えられる。しかし言うまでもなく、これらの MRI 所見は疾患特異的なものではない。従って他の髄内疾患特に原疾患の髄内転移との鑑別には慎重であるべきであり、臨床症状及び MRI による経過観察が重要であると思われる。

ま と め

放射線性脊髄障害3症例における MRI の有用性を述べ、考察を加えた。

文 献

- 1) Ahlbom HE : The results of radiotherapy of hypopharyngeal cancer at radiumhemmet. Acta Radiologica, 22 : 155-171, 1941.
- 2) Innes JRM, Carsten A : Demyelinating or malacic myelopathy. Arch Neurol, 4 : 86-95, 1961.
- 3) Burns, RJ, Jones AN, Robertson JS : Pathology of radiation myelopathy. J Neurol Neurosurg Psychiat, 35 : 888-898, 1972.
- 4) Marty R, Minckler DS : Radiation myelitis simulating tumor. Arch Neurol, 29 : 352-354, 1973.
- 5) Fogelholm R, Haltia M, Andersson LC : Radiation myelopathy of cervical simulating intramedullary neoplasm. J Neurol Neurosurg Psychiat, 37 : 1177-1180, 1974.
- 6) Curnes JT, Laster DW, Ball MR, et al. : MRI of radiation injury to the brain. AJNR, 147 : 119-124, 1986.
- 7) Doods GC, Hecht S, Zawadzki MB, et al. : Brain radiation lesions ; MR imaging. Radiology, 158 : 149-155, 1986.
- 8) Leavitt CH, Grossman RI, Curran WJ, et al. : MR of brain radiation injury. AJNR, 8 : 427-430, 1987.
- 9) Goldwein JW : Radiation myelopathy ; A review. Med and Ped Oncol, 15 : 89-95, 1987.
- 10) Rubin P, Whitaker JN, Ceckler TL, et al. : Myelin basic protein and magnetic resonance imaging for diagnosing radiation myelopathy. Int J Radiation Oncol Biol Phys, 15 : 1371-1381, 1988.
- 11) Toffol B, Cotty P, Calais G, et al. : Chronic cervical radiation myelopathy diagnosed by MRI. J Neuroradiol masson, Paris16 : 251-253, 1989.
- 12) 羽田野展由, 岩本俊彦, 萩原章嘉, 他 : Radiation myelopathy の 1 例. 東医大誌, 46 : 362-366, 1989.
- 13) Zweing G, Russell EJ : Radiation myelopathy of the cervical spinal cord ; MR findings. AJNR, 11: 1188-1190, 1990.
- 14) 島嶋康充, 山田義夫, 中篠正博, 角谷真澄 : MRI が診断上有効と思われた放射線性脊髄症の 2 例. 整形外科, 41 : 419-423, 1990.
- 15) 鈴木恵士郎, 宮坂和男, 寺江 聡, 他 : 放射線脊髄症の MRI. 日磁医誌, 10 : 418-425, 1990.
- 16) 橋本隆裕, 池平博夫, 安藤興一, 他 : ラット脳の放射線壊死作成及び MRI による評価. 日磁医誌, 11 : 208-213, 1991.

MRI of Radiation Myelopathy

Makiko ISHIHARA¹, Yoshimi ANZAI², Jun ITAMI²,
Nobuharu YUI³, Takashi TOGAWA³, Takashi HIRATA¹,
Akiko ARUGA¹, Youichi ODANI¹, Shigeo KOBAYASHI¹,
Masanao KAWANA¹, Noboru ARIMIZU²

¹*Department of Radiology, Teikyo University School of Medicine, Ichihara Hospital
3426-3 Anesaki, Ichihara, Chiba 299-01*

²*Department of Radiology, Chiba University School of Medicine*

³*Division of Nuclear Medicine, Chiba Cancer Center Hospital*

Radiation myelopathy is a progressive complication following radiation therapy in which the spinal cord is included in the irradiated field. This disease has been said to be difficult to make a diagnosis based on any radiological modality. We report three cases of radiation myelopathy examined by MRI. High signal intensity area localized in the posterior and/or lateral column was visualized in all cases. The lesion appeared to be well enhanced by Gd-DTPA in two cases examined within a year from the onset and less remarkable in one case examined more than three years from the onset. In addition, the degree of enhancement of the lesion was decreased after steroid and hyperoxygen therapy in one case. MRI findings of radiation myelopathy are summarized as follows ; the lesion has to be within the radiation field and visualized dominantly in the posterior and/or lateral column. Furthermore, the degree of enhancement by Gd-DTPA may be related with the activity of this disease. In conclusion, MRI is useful to diagnose radiation myelopathy to “treat” in its early stage.