

Title	脊椎管病変のMRI
Author(s)	松村, 康正; 福田, 照男; 井上, 佑一 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1987, 47(10), p. 1278-1286
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/17950
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

脊椎管病変のMRI

大阪市立大学放射線医学教室

松村 康正 福田 照男 井上 佑一 橋本 博美
赤土みゆき 根本 裕 竹本 和正 木田 彰雄
福田 晴行 小野山靖人

同脳外科学教室

白 馬 明

馬場記念病院脳外科

矢倉 久嗣 小宮山雅樹 馬場 満

(昭和62年2月16日受付)

(昭和62年3月23日最終原稿受付)

Experiences of magnetic resonance (MR) imaging of spinal canal disorders

Yasumasa Matsumura, Teruo Fukuda, Yuichi Inoue, Hiromi Hashimoto,
Miyuki Shakudo, Yutaka Nemoto, Kazumasa Takemoto, Akio Kida,
Haruyuki Fukuda and Yasuto Onoyama

Department of Radiology, Osaka City University Medical School

Akira Hakuba

Department of Neurosurgery, Osaka City University Medical School

Hisatsugu Yakura, Masaki Komiyama and Mitsuru Baba

Department of Neurosurgery, Baba Memorial Hospital

Reserch Code No. : 503.9

Key words : MRI, Spine, Disk hernia, Spondylosis

MR images of 153 patients with spinal canal diseases (disk hernia 80, spondylosis 45, ossification of posterior longitudinal ligament 24 and ossification of yellow ligament 4) were evaluated at 0.5T. Spin echo with a Tr 600ms and a Te 40ms (SE 600/40) sagittal, SE 2,000/120 sagittal, and SE 1,000/40 transaxial images were routinely obtained. In each of spinal canal diseases, herniated disk, degenerative spur, calcified ligaments, displaced and/or deformed cord, dural sac, and epidural fat were well demonstrated. Transaxial images demonstrated the laterality of the lesions and better anatomical relations between pathological lesions and normal spinal structures.

We recommend that transaxial images should be routinely obtained in addition to sagittal images for better evaluation of various spinal canal disorders.

はじめに

従来、脊髄・脊椎病変の診断には脊髄造影及びCT metrizamide myelography が最も有用な検査法であったが、侵襲性が高く、脊髄自体は陰影欠損として描出されるにすぎなかった。一方、磁

気共鳴断層法 (Magnetic Resonance Imaging, MRI) は非侵襲的に脊髄自体の描出が可能である。現在までに脊髄・脊椎疾患に対するMRIの有用性が数多く報告されているが^{1)~5)}、横断像の有用性について検討した報告は少ない。今回、われ

われは0.5Tesla MR-CT 装置を用いて、椎間板ヘルニア、頸椎症、後縦靭帯骨化症など脊椎管の狭小化を来す疾患のMR像と、横断像の有用性について検討したので報告する。

対象ならびに方法

対象は昭和60年4月より12月までに脊椎、脊髓のMR検査が施行され、異常を指摘しえた、脊椎管病変（椎間板ヘルニア、頸椎症、後縦靭帯骨化症、黄色靭帯骨化症）を有する153例242病変である（Table 1）。全例、MR検査施行前後のいずれかにCT又は脊椎造影で病変が確認され、30例では手術で確認されている。

使用機種は東レ・富士・ピッカーインターナショナル社製0.5Tesla 超伝導 MR-CT 装置で、受信コイルは体部用（530×320×667mm）コイルを用いた。スキャン回数256回、加算平均2回、スライス厚約10mm、スライス間隔12mm、4ないし8枚のマルチスライスで撮像した。使用したパルス系列は以下の3種類である。

1) 繰り返し時間600ms、エコー時間40msのスピンエコー法〔以下SE（600/40）と略す〕矢印断像

2) SE（1,000/40）横断像

3) SE（2,000/120）矢状断像

検討項目は、

1) 脊椎管狭窄を来す各種疾患、即ち椎間板ヘルニア、頸椎症、後縦靭帯骨化症、黄色靭帯骨化症のMR所見と

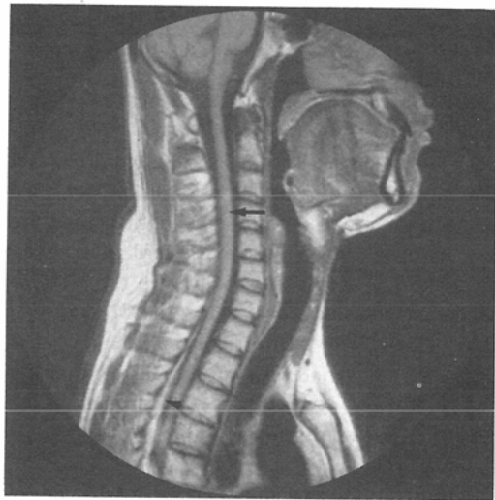
2) 脊椎管狭窄を来す疾患におけるMRI横断像の有用性についてである。

結果の前に脊椎、脊髓のMR正常像について述べる。

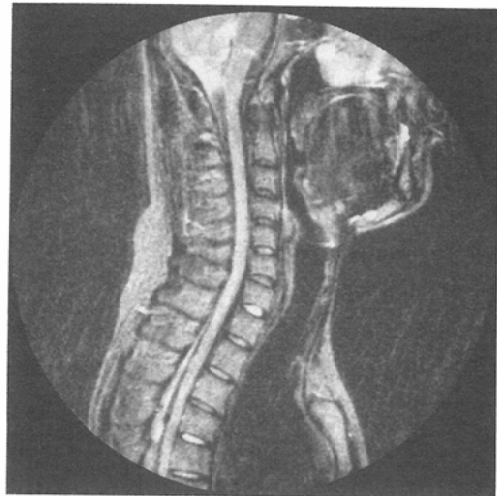
正常像

a) 頸椎～胸椎（Fig. 1）

SE（600/40）矢状断像（Fig. 1-A）は比較的T1を強調した像である。T1が長い脳脊髄液は低信号に（黒く）描出される。脊髄は脳実質と同程度の信号強度を示し、灰白色に描出され、脳脊髄液と明瞭に区別できる。椎体皮質はほぼ無信号で、黒く描出される。一方、皮質を除く椎体は骨髓を有するため、脊髄と同程度の信号強度を示す。椎間



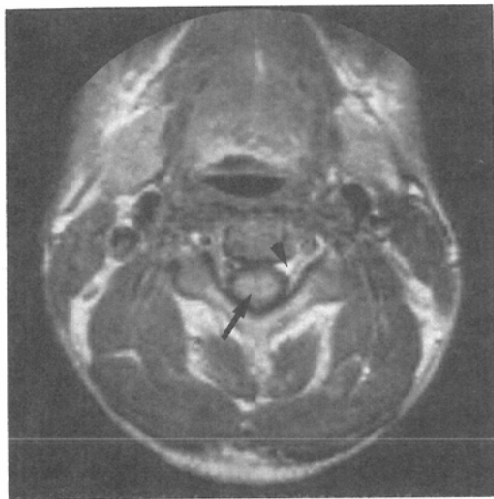
1A



1B

Table 1 Diagnosis and location of spinal canal disorders

location	diseases	No. of cases (lesions)
cervical spine	cervical spondylosis	45(99)
	disk herniation	36(54)
	OPLL	24(33)
thoracic spine	disk herniation	3(4)
	OYL	4(7)
lumbar spine	disk herniation	41(45)
Total		153(242)



1C

Fig. 1 Normal cervical spine

A. SE (600/40) sagittal image

Clear discrimination between spinal cord (→) and low intensity cerebrospinal fluid (CSF). Vertebral bodies and disks show similar intensity each other and are higher intensity than the cord. Epidural fat (▶) shows high intensity (white) in the posterior aspect of the spinal canal below the C7 level.

B. SE (2,000/120) sagittal image

CSF shows high intensity and spinal cord darker. Discrimination between them is not so clear as in a SE (600/40) sagittal image.

C. SE (1,000/40) axial image

Epidural fat shows high intensity in the antero-lateral aspect of the spinal canal and in the inter-vertebral foramina. Linear low intensity (▶) of cervical nerve is visible in the fat. Arrow indicates the spinal cord (→).

板は椎体とほぼ同程度の信号強度で、髄核と線維輪は区別できない。硬膜外脂肪は下位頸椎以下のレベルで脊椎管の後方に高信号に（白く）描出される。

SE (2,000/120) 矢状断像 (Fig. 1-B) は、T2 強調像である。T2 が長い脳脊髄液は白く高信号を示す。脊髄はやはり脳実質と同程度の信号強度で脳脊髄液より低信号であるが、signal/noise 比 (S/N 比) が低く、また partial volume effect があるため、必ずしも両者の区別は明確ではない。椎体内部は脊髄と同等の信号強度を示すが、皮質はやはり黒く無信号である。頸椎では加齢と共に非病

変部椎間板でも信号強度が低下する傾向が見られる。

SE (1,000/40) 横断像 (Fig. 1-C) は SE (600/40) 像に比べ T1 の強調がやや薄れるが、SE (600/40) 像と同様に脊髄と脳脊髄液を区別できる。横断像では脊髄神経に添って存在する硬膜外脂肪が左右対称に白く高信号に認められる。脊髄神経はこの白い脂肪の間に脂肪より低信号を示す線状の構造として認められる。

b) 腰椎 (Fig. 2)

SE (600/40) 矢状断像 (Fig. 2-A) では、脊髄円錐より尾側、すなわち第 1～第 2 腰椎以下のレベルでは硬膜囊 (dural sac) 内部はほぼ均一な低信号を示すが、時に馬尾が一塊となっている部分が dural sac 内背側に認められることがある。椎間板は椎体と同程度ないし軽度低信号を示す。硬膜外脂肪は脊椎管内背側では頸、胸椎と同様に認められ、腹側では第 4～第 5 腰椎レベルより尾側で認められる。

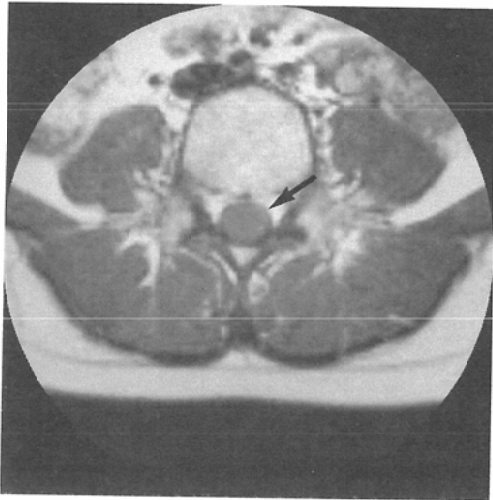
SE (2,000/120) 矢状断像 (Fig. 2-B) では脳脊髄液、椎体は頸椎部と同様の信号強度を示す。椎間板はその周辺部が低信号に、中央部が高信号に描出される。これらはそれぞれ線維輪、髄核に相当すると考えられている¹²⁾。髄核部は若年者では均一な高信号を示すが、成人では中央部に椎間板長軸に並行な帯状の低信号部を認める¹⁾。



2A



2B



2C

Fig. 2 Normal lumbar spine

A. SE (600/40) sagittal image

Below the conus medullaris (L1 level), dural sac is illustrated almost homogeneously. Filum terminale and cauda equina are not visible. Vertebral bodies and disks show similar density. Anterior epidural fat (→) is recognized below the L4 level.

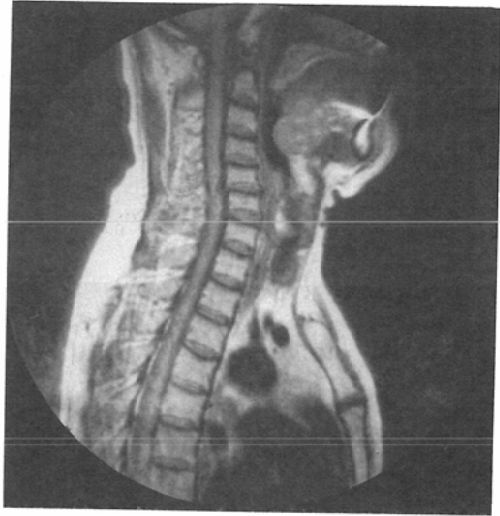
B. SE (2,000/120) sagittal image

Cerebrospinal fluid has high intensity and vertebral bodies darker. Peripheral portion of the disks shows high intensity and the remainder low intensity.

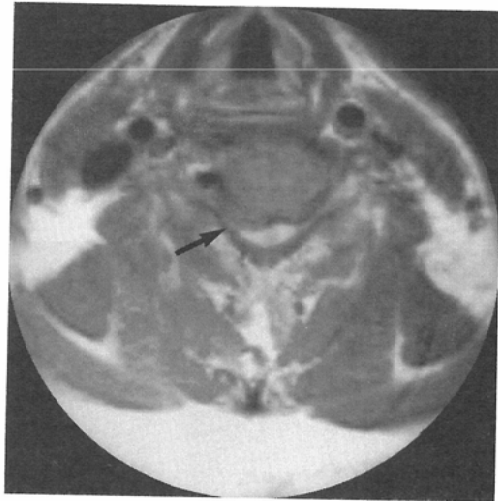
C. SE (1,000/40) axial image

Dural sac is illustrated as a round, almost homogeneously low signal area (→). Filum terminale and cauda equina are not identified.

SE (1,000/40) 横断像 (Fig. 2-C) では、脊髓円錐より尾側の dural sac は円形ないし楕円型の均一な低信号領域として認められる。時に一塊となった馬尾が dural sac 内背側に淡い低信号強度として認められる。



3A



3B

Fig. 3 C5/6 disk hernia 56-year-old male

A. SE (600/40) sagittal image

There is a posterior protrusion of C5/6 disk and the compressed cord.

B. SE (1,000/40) axial image at the C5/6 level

The herniated disk locates in the right antero-lateral aspect of the spinal canal (→). The deformed cord is also well visualized.

結 果

各疾患と病変部位およびその数は Table 1 に示す。

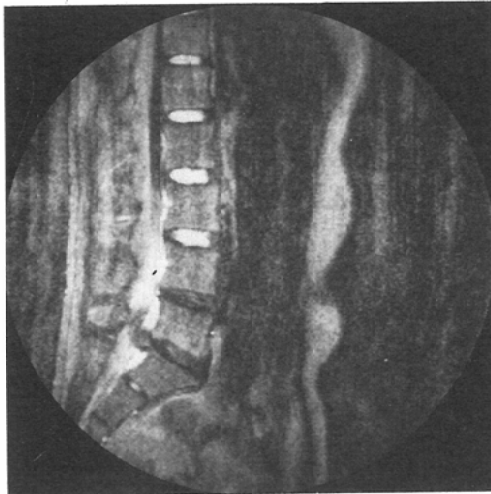
1) 脊椎管の狭小化を来す疾患の MR 像

a) 椎間板ヘルニア (Fig. 3, Fig. 4)

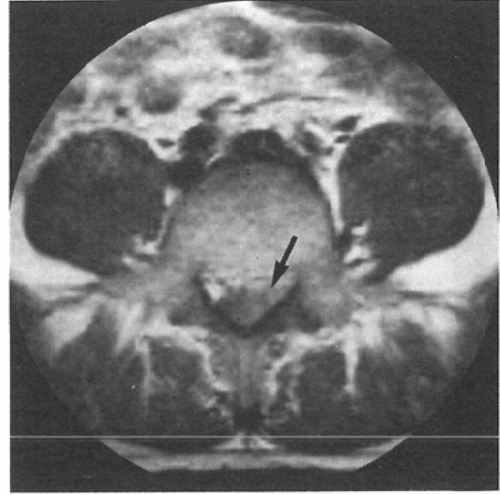
椎間板ヘルニアは80例(103病変)であった。矢印断像では、椎間板ヘルニアは、椎間腔の狭小化、椎間板の後方への突出と信号強度の変化、脊髓の変形・偏位像を示した。ヘルニアを来たした椎間板の信号強度は正常椎間板と比べ、SE(600/40)像で同程度かやや低信号を示し、SE(2,000/120)像は、頸椎では42病変中32病変(83%)が低信号、



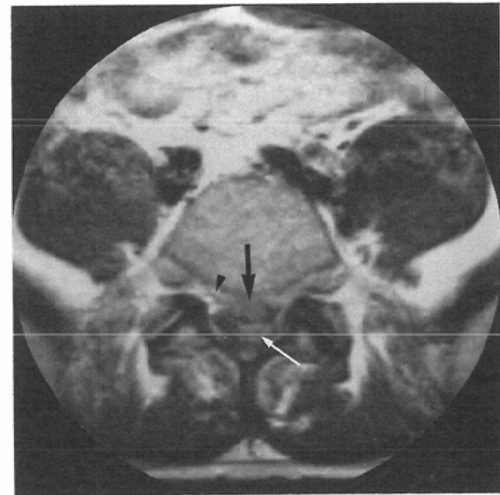
4A



4B



4C



4D

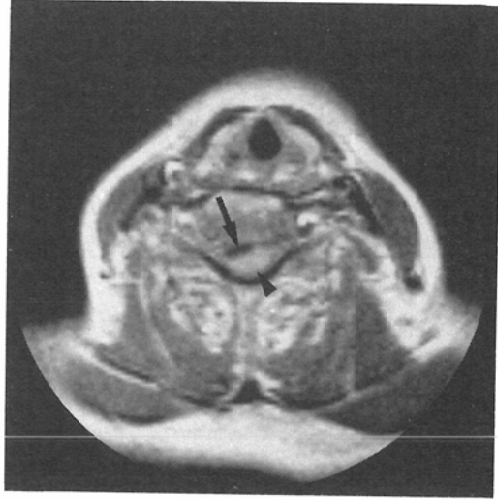
Fig. 4 L5/S1 disk hernia 40-year-old male
 A. SE (600/40) sagittal image
 Posterior protrusion and some superior extrusion of L5/S1 disk is seen (→). Anterior epidural fat is displaced and obliterated by the herniated disk.
 B. SE (2,000/120) sagittal image
 Diminished signal intensity in the disks indicates degenerative change. The herniated disk of low intensity contrasts with high intensity cerebrospinal fluid.
 C. SE (1,000/40) axial at the L5/S1 level
 The herniated disk is seen in the postero-lateral aspect of the disk on the left side (→).
 D. SE (1,000/40) axial image at L5 level
 Superiorly extruded disk (→) and compressed dural sac (⇨) are well demonstrated. Epidural fat (▶) is seen at the right antero-lateral aspect of the spinal canal, while the left epidural fat is obliterated by the herniated disk.

3病変(7%)が等信号, 4病変(10%)が高信号を示した。腰椎では45病変中41病変(91%)で正常椎間板より低信号を示した。

SE(1,000/40)横断像では, 突出した椎間板とそれによる硬膜外脂肪の消失, 脊椎管の狭小化, 脊髄・dural sacの変形・偏位を認めた。

b) 頰椎症 (Fig. 5)

頰椎症は45例(99病変)で, 得られたMR所見は骨棘の存在, 硬膜外脂肪の変形・消失, 脊髄・dural sacの変形・偏位であった。骨棘は, SE(600/40)矢状断像では低信号から無信号, SE(2,000/



5C

Fig. 5 Cervical spondylosis at C4/5, C5/6 and disk hernia at C3/4 78-year-old female

A. SE (600/40) sagittal image

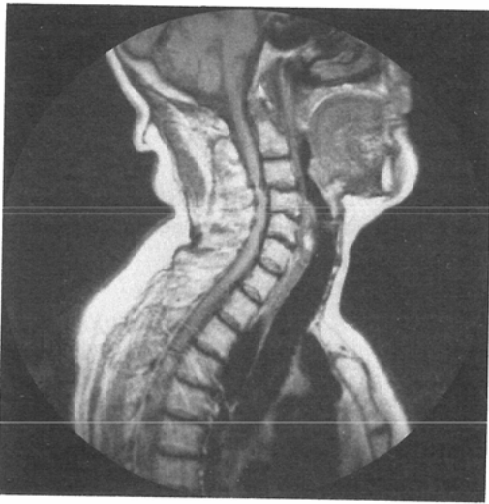
Compression of the cord is demonstrated at the levels of C4/5, C5/6, and C3/4.

B. SE (2,000/120) sagittal image

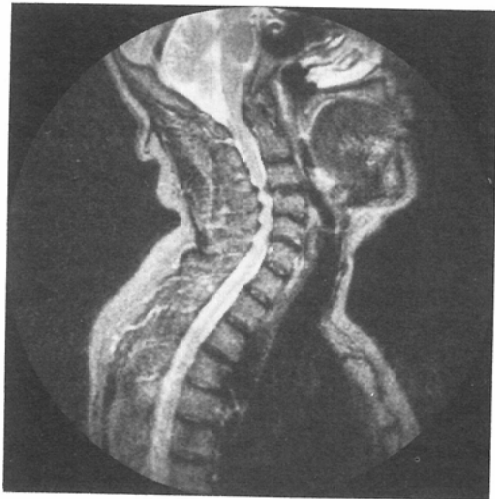
Extent of extradural compression is more apparent on this T2-weighted image with increased cerebrospinal fluid signal.

C. SE (1,000/40) axial image at C5/6 level

Bony spur has no signal (→). The spinal cord is deformed (▶).



5A



5B

120) 矢状断像でも低信号から無信号を示した。

c) 後縦靱帯骨化症 (OPLL) (Fig. 6)

OPLLは24例で, 全例頰椎に認められた。不連続病変をそれぞれ1つの病変と数えると, 33病変であった。骨化した後縦靱帯は全例, 脊椎管腹側(主に椎体レベル)に無信号領域として認められた。大部分の病変で脊髄の変形・偏位を伴っていた。

d) 黄色靱帯骨化症 (OYL) (Fig. 7)

OYLは4例(7病変)で, 全例胸椎にみられた。骨化した黄色靱帯は椎弓と脊髄の間の無信号領域としてみられ, 脊髄の変形・偏位を伴っていた。

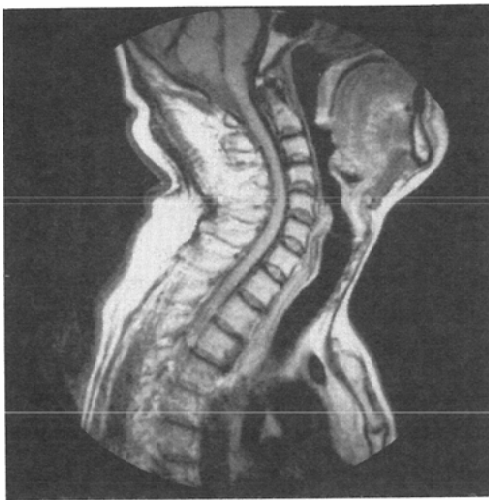
2) 横断像の有用性

横断像は矢状断像で異常の認められたレベル, 又は臨床診断を参考にスライスレベルを決定した。

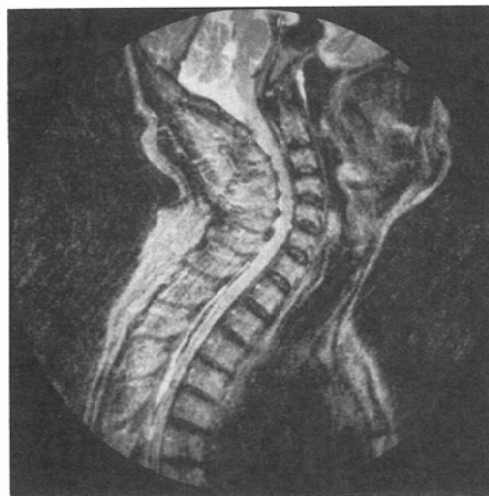
横断像は矢状断像で検出できた椎間板ヘルニア(103病変) 全例で, 外側型(70病変), 中心型(33病変) の判別が可能であり, 脊髓・dural sac の変形・偏位の有無およびその程度を矢状断像より明瞭に判定することができた。

MRI で検出できた椎間板ヘルニア103病変中9病変は横断像を得ることによりはじめて明瞭となった。これら9病変はいずれも外側型であった。胸椎では椎間板ヘルニア4病変中3病変が上記の9病変に含まれた。

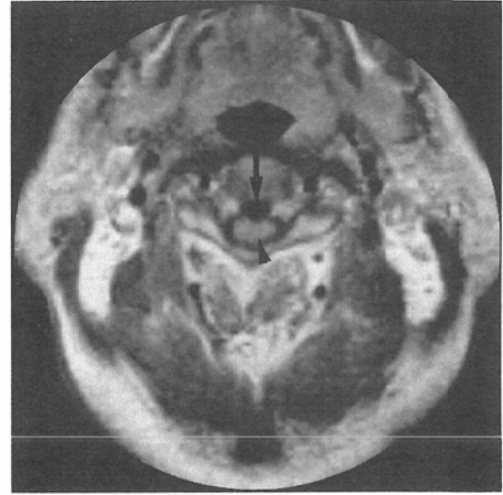
横断像を得ることにより, 頸椎症は99病変全例



6A



6B



6C

Fig. 6 OPLL (C3-4) 60-year-old male

A. SE (600/40) sagittal image

OPLL is not discernible.

B. SE (2,000/120) Sagittal image

Loss of high signal intensity of cerebrospinal fluid suggest OPLL at the C3-4 levels.

C. SE (1,000/40) Axial image at the C3 level

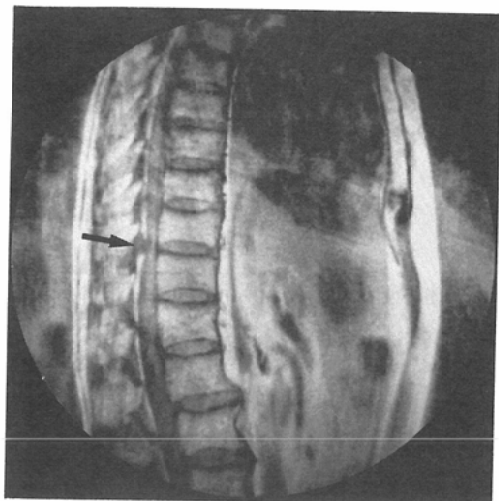
OPLL is clearly visualized as a signal void mass (→) between the vertebral body and the posteriorly displaced spinal cord (▶).

で, OPLL (33病変)・OYL (7病変) 症例においても全症例で病変側 (laterality) の決定ができ, 偏位・変形した脊髓や dural sac が明瞭に認められた。

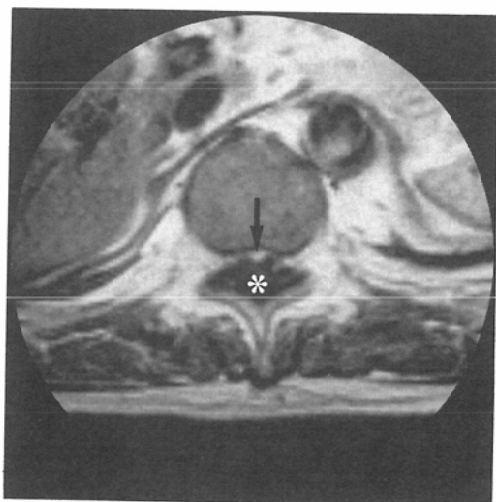
考 案

MRI は濃度分解能に優れ, 造影剤を使用することなく非侵襲的に脊髓を描出できる。また, 骨による artifact がなく, 矢状断・横断・冠状断像を容易に得られるなど脊髓・脊椎疾患の検索, 特にスクリーニング検査法として優れた特徴を有している。

脊髓・脊椎疾患の検索においては, 頭尾側方向に長いという解剖学的特徴を有することより, 矢状断像での報告が多い。繰り返し時間の短いスピンエコー (short SE) 法矢状断像は, S/N 比が高く解剖学的に詳細な描出に優れており, 撮像時間も短い。椎間板・骨棘の突出, およびそれによる脊髓・dural sac の圧排など多くの脊椎管病変とそ



7A



7B

Fig. 7 OYL at T11/12 63-year-old male

A. SE (600/40) sagittal image

Spinal cord is compressed by the signal void OYL (→) at the T11/12 level.

B. SE (1,000/40) axial image

Bony spinal canal is markedly narrowed by the signal void OYL (*). Spinal cord (→) is displaced and compressed anteriorly.

れに伴う正常椎管内構造の変化は、この撮像法のみでも検出可能である。又、脊髄腫瘍⁴⁾・脊髄空洞症⁵⁾⁶⁾等の髄内病変も、脊髄の腫大・萎縮、脊髄内部の信号強度の変化として検出する。

繰り返し時間の長いスピネコー (long SE) 法矢状断像は、T2を強調した撮像法で、short SE像と比較して撮像時間は長く、S/N比が低下し画質の劣化が避けられないため、解剖学的詳細を見るには適さない。しかしこのT2強調像は椎管病変においては椎間板の変性³⁾を知るうえで欠かすことができないだけでなく、脳脊髄液を白く描出し、その一方で変性した椎間板、骨棘、骨化した靭帯等を黒くきわ立たせて描出するという特徴を有している。従って、本撮像法ではこれらの椎管病変によるdural sacの軽微な変化をとることが可能⁷⁾で、myelographyと同様の所見がえられる有用な撮像法である。

椎間板ヘルニア症例では、患部椎間板が全例変性を示し、long SE矢状断像で低信号(黒色)を示したという報告がある³⁾が、われわれの頸椎ヘルニア症例は42病変中7病変が、腰椎ヘルニア症例では45病変中4病変が等信号または高信号を示し、変性を伴わない椎間板ヘルニアが存在することがわかった。

long SE矢状断像で低信号を示す頸椎の外側椎間板ヘルニアの場合、頸椎症の骨棘との区別が必要となる。骨棘は一般に強い低信号を示し、ヘルニアはそれに比べ淡い低信号であることから鑑別できることが多い。しかし、信号強度のみからは両者の区別が困難なことがある。空間分解能に優れ、しかも骨・石灰化の描出に優れたCTは病変の広がりを正確に判定できるため、MR検査でたとえ病変の存在を指摘しえても是非行っておくべき検査である。またOPLL・OYLも石灰化、骨化を主体とする病変であるため、やはりCTは術前に必ず施行しておくべき検査と考えている。

矢状断像は椎体・椎間板・脊髄を同一断層面上に描出でき、長い範囲の椎管の検索が可能である。また椎管病変とそれに伴う椎管内構造の変化は、多くの場合、矢状断像のみからも検出可能であり、まず第一に得るべき画像である。しかし、矢状断像のみでは下記のような限界がある。

1) 矢状断像は脊椎側弯やpositioningの良否の影響を受けやすく、常に正中矢状断像を得られるとは限らない。

2) 矢状断像にて椎間孔の神経の状態を観察できるとの報告がある⁹⁾が、外側型ヘルニアでみられるごとく、脊椎管内の外側部病変では、脊髄神経やそれに沿う脂肪の変形・消失を評価するのは困難である。さらに、外側部病変による脊髄・dural sacの圧排・偏位およびその程度を矢状断像で正確に判定することは困難である。

3) 頸椎症で見られるように脊髄の圧排が軽微な場合は、矢状断像よりも横断像で病変を検出しやすいことがある。

4) 脊椎管内正中部の病変でも、比較的長い範囲にわたって軽度の脊椎管の狭小化を来す後縦靭帯骨化症では、病変の存在が不明瞭となることがある。

5) 下位胸椎領域では心・大血管、呼吸運動によるノイズのため画質の低下がみられる。

このように、矢状断像のみでは脊椎管病変を正確に診断することはしばしば困難である。そこで我々は脊椎管病変のルーチン検査として、SE(600/40)、SE(2,000/120)矢状断像に加え、矢状断像で認められた異常部位、他の画像診断で異常が疑われる部位、あるいは臨床的に異常が疑われるレベルを中心に、SE(1,000/40)横断像を得ている。矢状断像に加え横断像を得ることにより、脊椎管病変と脊髄・dural sac・硬膜外脂肪との関係をより正確に描出することができた。すなわちMR横断像は、従来の検査法でいえばCT metrizamide myelographyに対応するもので、その上病変が信号強度の差として認められる。また髄外腫瘍などの脊椎管病変以外の髄外病変においても、病変と脊髄との関係や脊椎管内外への病変の広がりを知るうえで横断像は有用であり⁹⁾、髄内病変においてもpartial volume effectの影響を避け病変部の信号強度をより正確に知る上で、横断像を加えることが重要と考えられる。

マルチスライス法ではスライス厚約10mm、スライス間隔12mmという限定があったため、本論文の症例は全てこの方法によって撮像した。現在ではハード及びソフトウェアの改良により、5mmスライス厚でかつ椎間板と並行な角度での横断像が撮像可能となっている。この方法が用いられ

ば横断像はさらに有用となると考えられる。

胸椎部MR像では画像劣化があると述べたが、最近表面コイルが臨床応用され、呼吸運動による画像劣化が軽減している。また心・大血管による画像劣化は、心拍同期法が開発され、この部位の画質の向上が認められている。

まとめ

1) 脊椎管狭窄を来す脊椎病変例のMR像を検討した。

2) 我々の施設で施行している各パルス系列における正常脊髄・脊椎管のMR像と椎間板ヘルニア、頸椎症、後縦靭帯骨化症、黄色靭帯骨化症のMR像について報告した。

3) 各疾患におけるMR横断像の有用性を報告した。

文献

- 1) Aguila LA, Piraino DW, Modic MT, et al: The intranuclear cleft of the intervertebral disk: Magnetic resonance imaging. *Radiology* 155: 155-158, 1985
- 2) Pech P, Houghton VM: Lumbar intervertebral disk: Correlative MR and anatomic study. *Radiology* 156: 699-701, 1985
- 3) Modic MT, Pavlicek W, Weinstein MA, et al: Magnetic resonance imaging of intervertebral disk disease: Clinical and pulse sequence considerations. *Radiology* 152: 103-111, 1984
- 4) Di Chiro G, Doppman JL, Dwyer AJ, et al: Tumors and arteriovenous malformations of the spinal cord: Assessment using MR. *Radiology* 156: 689-697, 1985
- 5) Pojunas K, Williams AL, Daniels DL, et al: Syringomyelia and hydromyelia: Magnetic resonance evaluation. *Radiology* 153: 679-683, 1984
- 6) 芝切一平, 松村康正, 竹本和正, 他: MRIによる脊髄空洞症の経験, 臨放, 31: 897-902, 1986
- 7) Hyman RA, Edwards JH, Vacirca SJ, et al: 0.6 T MR imaging of the cervical spine: Multislice and multiecho techniques. *AJNR* 6: 229-236, 1985
- 8) Daniels DL, Hyde JS, Kneeland JB, et al: The cervical nerves and foramina: Local-coil MR imaging. *AJNR* 7: 129-133, 1986
- 9) 橋本博美, 松村康正, 赤上みゆき, 他: 脊髄腫瘍のMR像—New extradural signについて—, 日本医放会誌, 25: 500-502, 1986