

Title	腰椎椎間板変性疾患のMR imaging-椎体内信号強度の変化の検討-
Author(s)	豊田, 圭子; 井田, 正博; 村上, 義敬 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1992, 52(12), p. 1611-1619
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/14839
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

腰椎椎間板変性疾患のMR imaging

—椎体内信号強度の変化の検討—

東京慈恵会医科大学放射線医学教室

豊田 圭子 井田 正博 村上 義敬
原田 潤太 多田 信平

(平成3年10月16日受付)

(平成4年3月26日最終原稿受付)

MR Imaging of Degenerative Lumbar Disc Disease Emphasizing on Signal Intensity Changes in Vertebral Body

Keiko Toyoda, Masahiro Ida, Yoshitaka Murakami, Junta Harada and Shimpei Tada
Department of Radiology, Jikei University School of Medicine

Research Code No. : 505.9, 509.9

Key Words : Degenerative disc disease, Lumbar spine,
MR imaging

Magnetic resonance imaging was performed in 400 patients with degenerative disc disease. Signal changes and their sites in the vertebral body were classified and referred to narrowing of the intervertebral disc space. MR findings were compared with those of plain roentgenograms of the lumbar spine. Signal changes in the vertebral body were noted in 83 cases (102 vertebral bodies). Low-intensity abnormality on both T1- and T2-weighted images (WI) was the most common finding, and was most frequently seen at the end plate and/or the angle. These changes were correlated with narrowing of the disc space and osteosclerosis on the plain roentgenogram of the lumbar spine. Signal changes occasionally occurred in the inner region of the vertebral body, and these lesions tended to show a high-intensity abnormality on T1-WI.

We conclude that signal changes in degenerative disc disease are not specific, but are sometimes difficult to distinguish from the signal changes in other conditions such as spinal tumor or bone marrow disorder.

目 的

MRIにおける椎体の信号変化は骨髄性疾患、脊椎炎、及び椎体腫瘍で認められるが、腰椎椎間板変性疾患においても椎体内に信号変化をきたすことがある。腰椎椎間板変性疾患での信号変化に関する文献は散見されるにすぎず、使用MR装置の磁場強度によってもその頻度は異なるようである。今回我々は、腰椎椎間板変性疾患症例で、椎

体内の信号変化の頻度とその信号変化のパターンおよび部位について検討したので報告する。

対象および使用機種

検討に用いた症例は、腰痛や根症状を主訴とし臨床的に腰椎椎間板疾患とされ、MRI所見でも椎間板変性症と診断された400例である。これらは1989年1月から1991年3月の間に施行された。

使用機種は日立製永久磁石型0.2T (MRP-20)

である。使用パルス系列は T1強調画像 (SE 法 500~600/25~38/4 (TR/TE/excitations)) と T2 強調画像 (GE 法 750~500/30~35/20/5 (TR/TE/Flip angle/excitations)) である。スライス厚は T1 強調画像では 7.5mm, T2 強調画像は 10mm である。400例はすべて T1強調画像, T2強調画像で撮像し, その矢状断を評価した。

方 法

椎間板変性疾患を対象としているが, 変性した椎間板の上下の椎体のみならず, スキャンされた全腰椎での信号変化を検討した。検討はまず T1 強調画像, T2 強調画像で椎体内に信号変化をきたす頻度を求めた。つぎに椎体信号変化を示した症例において, (1) 椎体の信号変化のパターン分類, (2) 信号変化の発生部位の分類, (3) 信号変化のパターンと部位の関係, (4) 椎間腔の狭小化との関係, の検討を行った。腰椎単純撮影との比較が可能であった症例では, 側面像を用いて信号変化のあった部位で椎体の硬化性変化あるいは骨棘の形成の有無について検討した。

結 果

1. 信号強度変化の頻度

T1強調画像あるいは T2 強調画像, およびこの両者で椎体内に信号の変化をきたしたものは 400 例中 83 例 (約 21%) であった。椎体の信号変化を 1 部位のみ認めたのが 65 例, 2 部位以上に認めたのが 18 例であった。椎間板をはさみ 2 椎体に及ぶものは 1 部位と数えた。椎体数にすると 102 病変であった。

2. 椎体内信号変化

(1) 信号変化のパターン

椎体内信号変化のパターンを T1 強調画像と T2 強調画像で分類し Table 1 に示す。Table 1 に示す通りそのパターンは様々な信号を呈していた。最も多く認められた信号変化は T1 強調画像 T2 強調画像の両者で低信号を示すものであり, 以下の様に信号変化をまとめることができる。① T1 強調画像で低信号, T2 強調画像で低信号 (Fig. 1), ② T1 強調画像で低信号, T2 強調画像で高信号あるいは等信号 (Fig. 2), ③ T1 強調画像で高信号, T2 強調画像で低信号 (Fig. 3), ④ T1 強調画像で

Table 1 Abnormal signal pattern of vertebral body

Intensity T1WI/T2WI	No. of lesions	T1WI/T2WI	No. of lesions	T1WI/T2WI	No. of lesions
L/H	9	H/H	4	I/L	2
L/L	44	H/L	16	M/L	5
L/M	1	H/I	15		
L/I	6				

L : Low intensity H : High intensity (n=102)
I : Iso intensity M : Mixed intensity

Table 2 Relationship between signal pattern and site

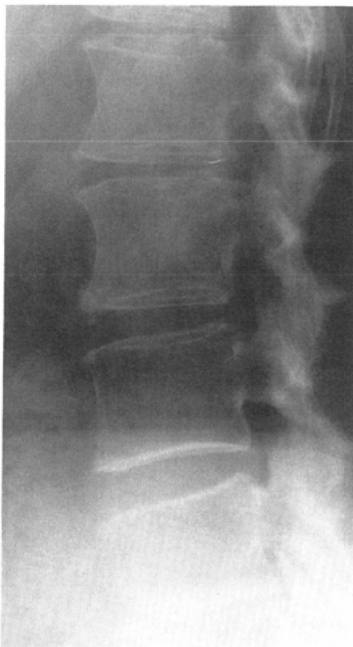
Site	Intensity (T1WI/T2WI)					
	Total	L/L	L/H·I	H/L	H/H·I	Others
Angle and/or end plate	56	27	7	8	9	5(M/L 4, L/M 1)
Schmorl region	15	9	5	0	1	
Inner region	26	6	2	8	8	2(I/L 1, M/L 1)
Diffuse pattern	5	2	1	0	1	1(I/L 1)
	102	44	15	16	19	8



A



B



C

Fig. 1 Angle region

A: The T1-weighted image (WI) shows a low-intensity area at the anterior angle of the vertebral body at the L4/5 level with markedly narrowed intervertebral disc space. B: The T2-WI shows a low-intensity area at the same region. C: The plain roentgenogram of the lumbar spine shows sclerotic changes at the L4/5 level with markedly narrowed intervertebral disc space.

高信号, T2強調画像で高信号あるいは等信号 (Fig. 4), ⑤その他の信号パターン, と分類すると 各々44病変, 15病変, 16病変, 19病変, 8病変で

あった.

(2) 信号変化部位

信号変化の部位は Fig. 5 の如く 4 型に分類し

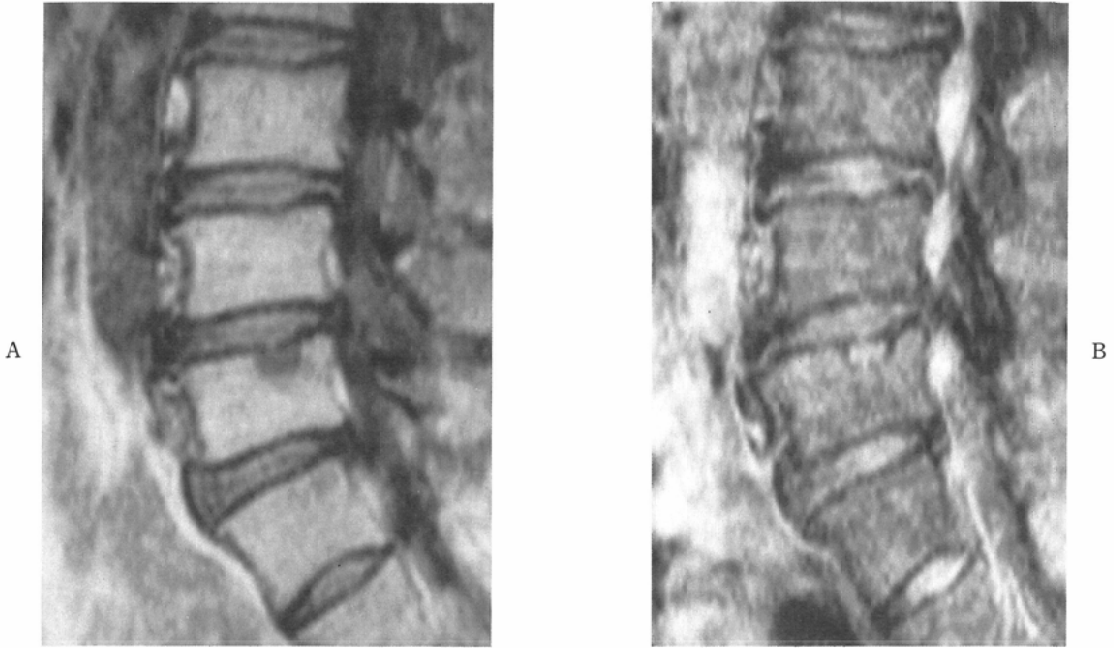


Fig. 2 Schmorl region

A: The T1-WI shows a well-delineated, low-intensity area at the center of the superior margin of the L4. B: The T2-WI shows a high-intensity area at the same region.



Fig. 3 Inner region

A: The T1-WI shows an ill-defined, high-intensity area at the inner region of the L3 body. The intervertebral space is maintained. B: The T2-WI shows a low-intensity area at the same region.

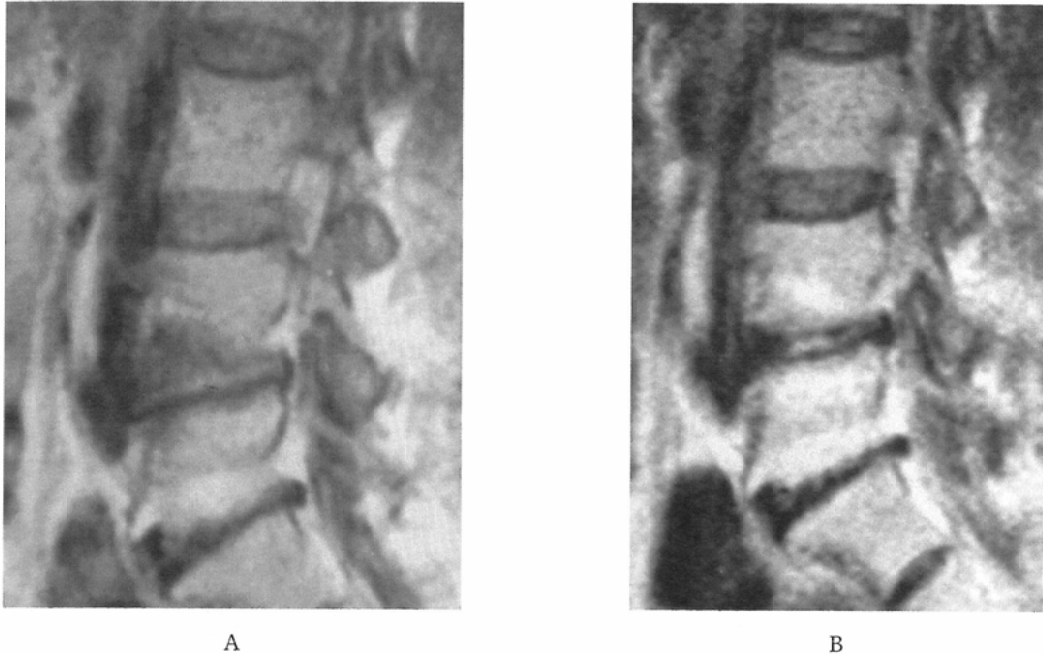


Fig. 4 End plate region

A: The T1-WI shows a low-intensity area at the end plate of the L4, and a high-intensity area at the end plate of the L5. Marked narrowing of the intervertebral spaces at the L4/5 and L5/S1 is noted. B: The T2-WI shows high-intensity areas in the same region.

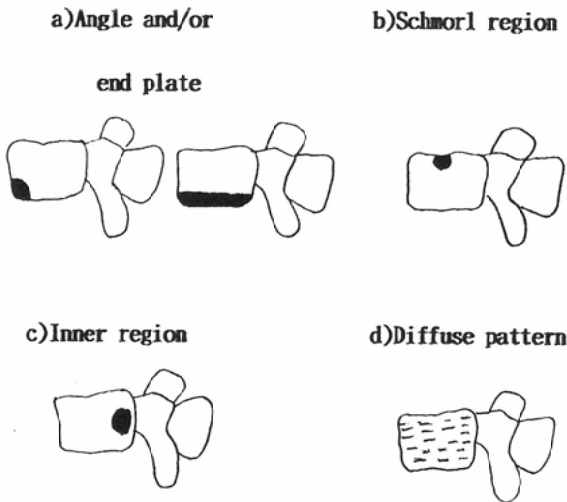


Fig. 5 Classification of abnormal signal site

た. a) 隅角,あるいは終板全体に認められるもの (Fig. 1, 4, 6), b) シュモール結節のような椎間板から椎体の中央に突出する形態で,周囲との境界が明瞭なもの (Fig. 2), c) 内部(あるいは終板

の中央)に,境界不明瞭に認められるもの (Fig. 3), d) 椎体全体にびまん性あるいは不整形に認められるもの (Fig. 7), の4型である. 病変数は各々56病変, 15病変, 26病変, 5病変であった. 隅角終板型では,椎間板をはさんで上下椎体の終板に信号変化がみられたものがあり, 56病変中25病変に認められた.

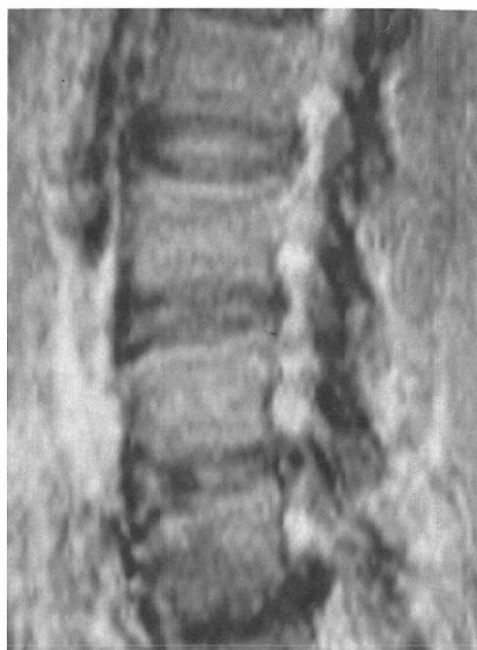
(3) 信号変化のパターンと部位との関係

信号変化の部位と信号変化との関係を Table 2 に示す (Table 2). 隅角終板型で T1強調画像 T2強調画像ともに低信号のものが, 27病変と最も多く認められた. 一方内部の信号変化を来したものは, T1強調画像で高信号 T2強調画像で高信号あるいは等信号を呈したものや, T1強調画像で高信号 T2強調画像で低信号を呈したものが多く, 各々8病変ずつ認められた. びまん性の信号変化は頻度が少なく, 一定のパターンを示す傾向はなかった.

(4) 椎間腔の狭小化と信号変化との関係



A



B



C

Fig. 6 Angle and end plate region

A: The T1-WI reveals a very high-intensity area at the end plate of the L5 and S1 with narrowed intervertebral space. Small high-signal intensities are noted at the anterior angle of the L4 and L3. B: The T2-WI reveals a low-signal at the L5 and S1 with a decreased intensity area of the flattened disc. An iso-intensity area is noted at the anterior angle at the L4 and L3. C: The plain roentgenogram of the lumbar spine shows narrowed intervertebral space with osteosclerosis of the end plate at the L5/S1. Small spur formation is noted at the anterior portion of the L4 and L3.

椎間腔の狭小化と信号変化との関係を検討した (Table 3)。MRでの椎間腔の狭小化を正常より1/2以上を著明とし、各部位で検討した。椎間腔の

狭小化が著明なものでは、隅角終板部でのT1T2強調画像の両者で低信号を示すものが27病変中19病変にみられた。同部位で、T1強調画像で高信号、

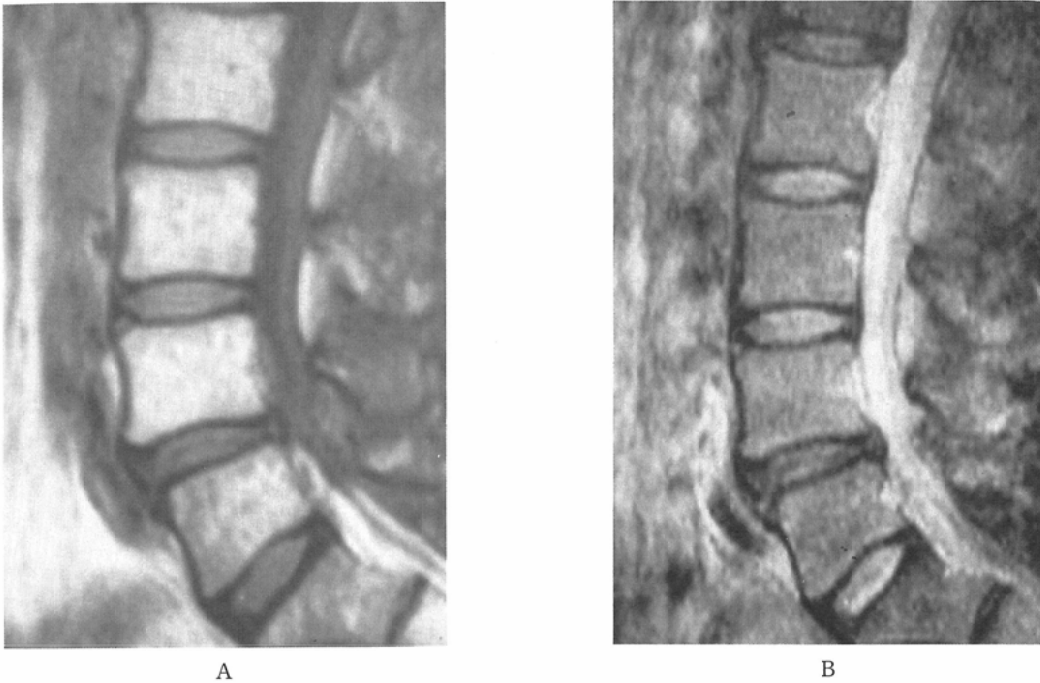


Fig. 7 Diffuse pattern areas

A : The T1-WI shows amorphous low-intensity areas in the L5 and S1. The L4/L5 intervertebral space are slightly narrowed. B : The T2-WI shows iso-intensity areas in the same region.

Table 3 Relationship between intervertebral space and signal changes in vertebral body (n=102)

Site	Intensity (T1WI/T2WI)				
	L/L	L/H-I	H/L	H/H-I	Others
Angle and/or end plate	19/27	2/7	4/8	1/9	4/5
Schmorl region	0/9	0/5	0/0	0/1	
Inner region	0/6	1/2	0/8	0/8	0/2
Diffuse pattern	0/2	0/1	0/0	0/1	0/1

Cases of marked narrowed intervertebral spaces/Cases of signal changes in vertebral body

Table 4 Correlation between abnormal intensity to sclerotic change and/or spur formation on plain radiographs

Site	Intensity (T1WI/T2WI)				
	L/L	L/H-I	H/L	H/H-I	Others
Angle and/or end plate	19/21	3/3	2/5	0/3	2/3
Schmorl region	0/4	0/3		1/1	0/2
Inner region	1/4	1/2	0/7	0/1	
Diffuse pattern		0/1		1/1	

Cases of sclerotic change or spur formation on plain film/Cases of signal changes in vertebral body

T2強調画像で低信号のものは8病変中4病変に椎間腔の著明な狭小化がみられた。隅角終板部以外の部位において、強い椎間腔の狭小化と信号変化との関係は見られなかった。

(5) 単純写真との比較

MRI と単純写真との比較は102病変中61病変で比較でき、その結果を Table 4 に示す。T1T2強調

画像ともに低信号の病変は隅角終板部において21例中19例に硬化性変化がみられた。隅角終板部で、T1強調画像で低信号 T2強調画像で高一等信号の病変は、3病変全例が単純写真で硬化性変化を認めた。T1強調画像で高信号 T2強調画像で高一等信号のものは6病変中2病変に単純写真にて所見がみられた。また隅角終板部以外の部位では単純

撮影で所見を示すものは少なかった。

考 察

腰椎椎体は加齢とともに、造血機能をもつ赤色髄から、脂肪織の豊富で造血機能のない黄色髄に置換する。この置換は椎体内に部分的に起こりやすいといわれている¹⁾。MRI 所見はこの変化を反映して T1 値の短縮をきたす²⁾³⁾。

椎間板変性疾患では、MRI で椎間板の変化とともに、椎体骨髄に信号変化を認めることがあり、その頻度を報告した論文が散見される⁴⁾⁵⁾。椎体の信号強度変化の頻度は使用装置、磁場強度や使用パルス系列によって異なる。信号変化のパターンとその病理学的意義を考察することは他の疾患との鑑別上重要である。

Modic らは高磁場装置の MR を用いて、腰椎椎間板変性症における終板付近の椎体内骨髄の変化を次の 3 型に分類し、病理学的な変化を言及している。T1 強調画像で低信号、T2 強調画像で高信号を呈するものを Type 1 とし、T1 強調画像で高信号、T2 強調画像で等信号—高信号を呈するものを Type 2、T1 強調、T2 強調画像ともに低信号を呈するものを Type 3 とした。Type 1 は約 4%、Type 2 は 16% の頻度であったという。病理学的には Type 1 は終板の亀裂や断裂および新生血管の豊富な線維組織を、Type 2 は終板の断裂と黄色髄への置換を表しているとしている。Type 3 は骨髄の欠落と硬化性変化を表しているとしている⁴⁾。椎間板の変性が終板付近の赤色髄から黄色髄への置換をもたらす原因として、de Roos らは虚血性変化と考えている⁶⁾。

今回の我々の検討方法は椎間板変性疾患を対象としているが、変性した椎間板の上下の椎体のみならず、スキャンされた全腰椎での信号変化を検討した。0.2T の装置による結果では全体的な信号変化の頻度は約 21% であった。隅角終板部でのいわゆる Type 1 は 400 例中 7 病変 (2.3%)、Type 2 は 9 病変 (5.8%) に認めた。Modic らの報告と比べて、Type 1、Type 2 に関しては我々の結果の方が頻度が低くみられた。これは部位の分類の方法が異なることと、静磁場強度の違いによるものと思われる。

また我々の結果では上記の 3 型以外の信号強度を呈する病変が認められた。これらのうち、T1 強調画像で高信号、T2 強調画像で低信号を示すものが比較的多く 16 病変であった。今回は病理的検討を行っていないが、MRI の信号変化は、赤色髄から黄色髄への置換過程における微細な出血などを表している可能性がある。岡田らの脳内血腫の経時的変化の報告によると、出血における T2 短縮は 0.2T 永久磁石低磁場装置 (日立製) でも高磁場装置と同様に見られるという⁷⁾。

信号変化で最も多くみられたパターンは、T1 強調画像、T2 強調画像の両者で低信号を示すものであった。特に隅角終板部に多く、椎間腔の狭小化や単純撮影での硬化性変化とある程度相関する傾向にあった。

椎体の信号変化は内部にも認められ、さらに椎間板変性部の上下椎体以外の椎体内部にも認められた。これは椎体の血管支配が一因となっている可能性がある。椎体の血管支配は主に前中心動脈と後中心動脈により栄養されている。前中心動脈は椎体の骨皮質を貫き、椎体の前中心から外側方を栄養している。後中心動脈は頭枝と尾枝に分枝し、椎体表面を対角線状に分布し椎体の後面から椎体中央部分を栄養する。以上より椎体内部において虚血が起こりやすい部位は境界領域である髄質深部および終板付近とされている⁸⁾。

したがってすでに述べた終板部以外でも椎体内部に微細な血管障害が起こりうる。また椎体内部における信号変化は T1 強調画像にて高信号のものが多く、以上の 2 点より内部の信号変化は循環障害が原因となり、病理的には赤色髄から黄色髄への置換が部分的に起こっている可能性がある。椎間板変性との関係のない部位でも椎体自身の変性が生じているためと思われる。辻らによれば、いわゆる変形性脊椎症における骨棘の発生進展には椎間板の変性のみならず、椎体血行不全が関与しているものと考えられている⁹⁾からである。

また、T1 強調画像にて低信号 T2 強調画像にて高信号の病変も認め、この変化は他の疾患との鑑別が必要である。

椎間板変性疾患に伴う椎体内信号変化の鑑別と

して、比較的新鮮な椎体圧迫骨折、炎症性疾患、骨髄性疾患および腫瘍性疾患があげられる。椎間板変性疾患の鑑別疾患として重要なものは脊椎椎間板炎である。化膿性脊椎炎における他の疾患との鑑別点は以下の所見である。すなわち、①椎間板に接する2椎体内骨髄の異常組織への置換、②椎間板の狭小化、③傍脊椎の異常軟部組織、④骨皮質の浸食像であり、これらの変化がMR上にて観察される。炎症での椎体の変化はT1強調画像で低信号、T2強調画像にて高信号を呈する。炎症早期では、T2強調画像で、連続する2椎体の骨髄内の高信号が重要な所見であり、椎間板の狭小化は炎症の早期では見られないこともある¹⁰⁾。

骨髄性疾患である再生不良性貧血では椎体骨髄の信号はT1強調画像で高信号を呈し、浸潤性骨髄性疾患ではT1強調画像にて低信号を来すといわれている¹¹⁾。これらの変化は椎体内にびまん性に認められる。

転移性脊椎腫瘍では腫瘍により骨髄が置換されるので椎体は局所的にT1強調画像で低信号を呈する。T2強調画像では高信号であるが程度の差があり、これに接する正常の骨髄とは判別しにくい場合もある¹²⁾。また転移性病変は骨皮質や椎弓根も障害されやすく、脊椎管内病変と合併しやすい。しかし椎体内にとどまる腫瘍性病変では鑑別が困難なことがある。変性疾患は加齢に伴い高頻度で起こるので、転移性腫瘍等が合併した場合の椎体内信号変化の病理学的な解釈は難しい。T1値、T2値の測定や、撮像法の工夫等の今後の検討が必要と考える。

結 語

- 1) 椎体信号変化の頻度は400例中83例(21%)、102病変であった。
- 2) 信号変化はT1強調画像とT2強調画像の両方で低信号を呈したものが最も多く、様々なパターンが認められた。
- 3) 椎体の信号変化は隅角終板部に好発した。T1強調、T2強調画像両者の画像において低信号のものは、腰椎単純写真にて硬化性変化や骨棘を認めたのが多かった。特に隅角終板にてその関係

が強く、椎間板の著明な狭小化もみられた。

4) T1強調画像で低信号T2強調画像で高信号のものや、T1強調画像で高信号T2強調画像で等一高信号のものは単純写真での変化の指摘が困難なものがあった。内部に見られる信号変化はこのパターンが多かった。

5) 椎間板変性にともなう椎体内信号変化は、他の病変との鑑別が必要と考えられた。

文 献

- 1) Volger JB III, Murphy WA: Bone marrow imaging. Radiology 168: 679-693, 1988
- 2) Doots GC, Fisher MR, Hricak H, et al: Bone marrow imaging: Magnetic resonance studies related to age and sex. Radiology 155: 429-432, 1985
- 3) Richards MA, Webb JAW, Jewell SE, et al: In vivo measurement of spine lattice relaxation time (T1) of bone marrow in healthy volunteers: The effect of age and sex. B J Radiol 62: 30-33, 1988
- 4) Modic MT, Steinberg PM, Ross JS, et al: Degenerative disk disease: Assessment of changes in vertebral body marrow with MR imaging. Radiology 166: 193-199, 1988
- 5) 杜若陽祐, 渡辺克司: 脊椎・椎間板. 高橋睦正編: MRI 最近の進歩II. 64-76, 1990, 南江堂, 東京
- 6) de Roos A, Kressel H, Spritzer C, et al: MR imaging of marrow changes adjacent to end plates in degenerative lumbar disk disease. AJR 149: 531-534, 1987
- 7) 岡田 進, 川勝樹夫, 鈴木秀徳, 他: 脳内血腫のMRI: 0.2T 永久磁石装置による経時的信号変化の観察, 日本医放会誌, 50: 938-945, 1990
- 8) Yuh WTC, March EE II, Wang AK, et al: MR imaging of spinal cord and vertebral body infarction. AJNR 13: 145-154, 1992
- 9) 辻 陽雄: 示説, 腰椎椎間板障害, 第5版, p181, 1981, 金原出版, 東京
- 10) Thrush A, Enzmann D: MR imaging of infectious spondylitis. AJNR 11: 1171-1180, 1990
- 11) Smith SR, Williams CE, Davies JM, et al: Bone marrow disorders: Characterization with quantitative MR imaging. Radiology 172: 805-810, 1989
- 12) Masaryk TJ: Spinal tumors. (In) Modic MT ed: Magnetic resonance imaging of the spine. p183-213, 1989, Yearbook Medical Publishers, Chicago