

- septal defects with electrocardiographically synchronized magnetic resonance imaging. *Circulation* 73: 89~94, 1986.
- 9) Sechtem, U., Pflugfelder, P., Cassidy, M.C. et al.: Ventricular Septal Defect: Visualization of Shunt Flow and Determination of Shunt Size by Cine MR Imaging. *AJR* 149: 689~692, 1987.
- 10) Schulthess, G.K., Higashino, S.M., Higgins, S.S. et al.: Coarctation of the Aorta: MR Imaging. *Radiology* 158: 469~474, 1986.
- 11) Bank, E.R., Aisen, A.M., Rocchini, A.P. et al.: Coarctation of the Aorta in Children Undergoing Angioplasty: Pretreatment and Posttreatment MR Imaging. *Radiology* 162: 235~240, 1987.
- 12) 西村恒彦, 永田正毅, 植原敏勇, 他: 心電図同期MRIによる肥大型心筋症 (Hypertrophic Cardiomyopathy) の診断—心エコー図, 心筋シンチグラフィとの対比—. *NMR 医学*, 5: 21~28, 1985.
- 13) 西村恒彦, 永田正毅, 内藤博昭, 他: 心電図同期MRIによる拡張型心筋症 (Dilated Cardiomyopathy) の診断. *NMR 医学*, 5: 29~35, 1985.
- 14) 松山正也: 特集, 臨床MRI—後天性心疾患. 画像診断, 8: 265~271, 1988.
- 15) 山田哲久, 原田潤太, 多田信平: NMR-CTによる大動脈解離の診断能と有用性. *NMR 医学* 4: 107~113, 1984.
- 16) Kersting-Sommerhoff, B.A., Higgins, C.B., White, R.D., et al.: Aortic Dissection: Sensitivity and Specificity of MR Imaging. *Radiology* 166: 651~655, 1988.
- 17) 木村元政, 内藤博昭, 太田光重, 他: CTによる4-chambers' volumetryと心室massの算出. *J Cardiology* 13: 605~615, 1983.
- 18) 滝 淳一, 分校久志, 中嶋憲一, 他: Single photomission emission computed tomographyによる左右心室容積算出—臨床例における検討—. *核医学*, 24: 143~148, 1987.
- 19) 木村元政: 心拍同期・非同期心プール Single Photomission Emission Tomographyによる左室拡張末期容積算出に関する基礎的並びに臨床的検討. *核医学*, 25: 493~504, 1988.
- 20) 渡部幹夫, 細田泰之, Fermin, D.N., et al.: NMR心画像による左右心室容積, 心機能の同時測定. *心臓*, 18: 626~633, 1986.
- 21) Sechtem, U., Pflugfelder, P.W., Gould, R.G. et al.: Measurement of right and left ventricular volumes in healthy individuals with cine MR imaging. *Radiology* 163: 697~702, 1987.
- 22) 三浦 巖: ^1H , ^{13}C , ^{31}P , ^{23}Na , ^{19}F のスペクトロスコーピー. MRI入門講座テキスト, 日本磁気共鳴医学会講習会実行委員会編, 1987.

2—3) 整形外科領域のMRI診断の進歩

新潟大学整形外科教室 (主任: 田島達也教授)

本間 隆夫・奥村 博

Advance of MRI in Orthopedic Surgery

Takao HONMA and Hiroshi OKUMURA

Department of Orthopedic Surgery, Niigata University School of Medicine

(Director: Prof. Tatsuya TAJIMA)

Diagnostic value of recent MRI in orthopedic surgery was discussed in comparison

Reprint request to: Takao HOMMA
Department of Orthopedic Surgery,
Niigata University School of Medicine
Niigata City, 951, JAPAN.

別冊請求先: 〒951 新潟市旭町通り一番町
新潟大学医学部整形外科教室

本間隆夫

of myelography and computer assisted myelography. MRI visualized vertebral lesion more clearly than the X-ray CT in the tumorous and spondylitic Conditions.

It was the best indicated in spinal cord lesions which were tumor, low placed conus medullaris, syringomyelia, Arnold-chiari malformation, and spinal cord edema. Herniated nucleus propodus and degenerated inter-vertebral disc were easily diagnosed without discogram and other X-ray examination.

It has some difficulty to image the ossified ligament of the spine. Artifact imaging were occasionally encountered mainly in the existence of inter-body metal.

Key words: magnetic resonance imaging, spine, diagnosis,
核磁気共鳴画像, 脊椎, 脊髄.

現在のわが国では整形外科領域での MRI は、脊椎・脊髄疾患、四肢の骨軟部腫瘍などを中心に臨床応用が行なわれている¹⁾。著者らも脊椎・脊髄疾患に対し、本格的な使用を開始して2年近くなる。この間に経験した代表的な症例を呈示して、整形外科における現在の常伝導型 MRI 診断の現状を示す。

対象と方法

症例はいずれも昭和61年8月以降新潟中央病院で施行したもので、すべて Metrizamide または Isobist による脊髄腔造影と、引き続いての CT 即ち、Computerassisted myelography (以下 CAM)²⁾ を併用して MRI 所見と比較したうえ、手術で直接病変の形態を確認した。

使用機種は、静磁場強度 0.1 Tesla の常伝導型旭マーク J で、撮影方法は、T1 強調画像と T2 強調画像とを、繰り返し時間をそれぞれ 500msec. と 2000msec. に設定して、主として SE 法、一部 SR 法で行ない、エコー時間は両者ともルーチンに 30, 60, 90, 120msec. とした。また頸部では表面コイルを使用し、slice は正中矢状面の 10mm 幅とし、読影はそれぞれの画像の中で最も良くできたもので判定した。この方法で行なった場合、T1 強調画像では髄液が消えて脊髄が描出され、T2 強調画像では髄液が強調されて、ちょうど脊髄腔造影に相当する画像となる。診断能の評価は脊柱を構成する各組織別に、椎骨、脊髄実質、硬膜管、椎間板、靭帯に分けて行なった。

結 果

I. 組織別診断能

1) 椎骨

椎骨で求められる診断は、脊椎腫瘍では組織型や拡がり、脊椎炎ではその種類の特異や骨破壊範囲であり、そ

の他に圧迫骨折の新旧の区別や移植骨の癒合の判定が試みられた。図 1-a は頸椎 multiple myeloma 例で、CAM では破壊された椎骨と圧迫された脊髄がよく把握できたが、MRI では腫瘍そのものの拡がりや脊髄管内への侵入の様子が極めて明瞭に画像化されていた。図 1-b は腰椎結核性脊椎炎例で、単純 X 線写では 1 椎体に局限していたが、MRI では T1 強調画像で、2 椎体が低信号域を呈していた。手術時にはまさに MRI どおり 2 椎体に乾酪変性が拡がっているのが確認された。一般に MRI は X 線 CT に比べ、骨病変の診断には弱いとされているが、これらのように軟部組織成分が多くなった腫瘍や炎症ではその存在と範囲をむしろより良く画像化することができた。しかしその組織型まで診断できたものは 1 例もなかった。圧迫骨折の新旧の判定や移植骨の癒合の判定には未だ成功していない。

2) 脊髄実質

脊髄実質では、脊髄腫瘍の組織型や局在をはじめとし、脊髄の奇形、圧迫されての変形、空洞、質の変化としての浮腫と萎縮および血管障害などの診断が求められる。図 1-c は頸髄の硬膜内髄外の神経鞘腫例で、脊髄腔造影でも CT でも充分診断できたが、MRI では T1 強調画像で、一目瞭然の診断が可能であった。図 1-d は胸髄腫膜腫例(硬膜内髄外)で、このような頸胸椎移行部にかかる腫瘍は上腕骨や肩甲帯との重なりのため脊髄腔造影での明瞭な診断が技術的にむずかしい場合が多い。しかし MRI ではこの脊髄腔造影のウイークポイントレベルでも影響を受けず、容易にその存在を診断できた。髄内腫瘍はいずれもその拡がりを明瞭に画像化でき周期的であった(図 1-e)。一般に MRI では脊髄腫瘍に関しては他のどの画像より診断が手軽であった。最近ではガドリニウムを用いた enhancement も行われている。

脊髄の奇形としては二分脊椎に伴う低位脊髄円錐が特

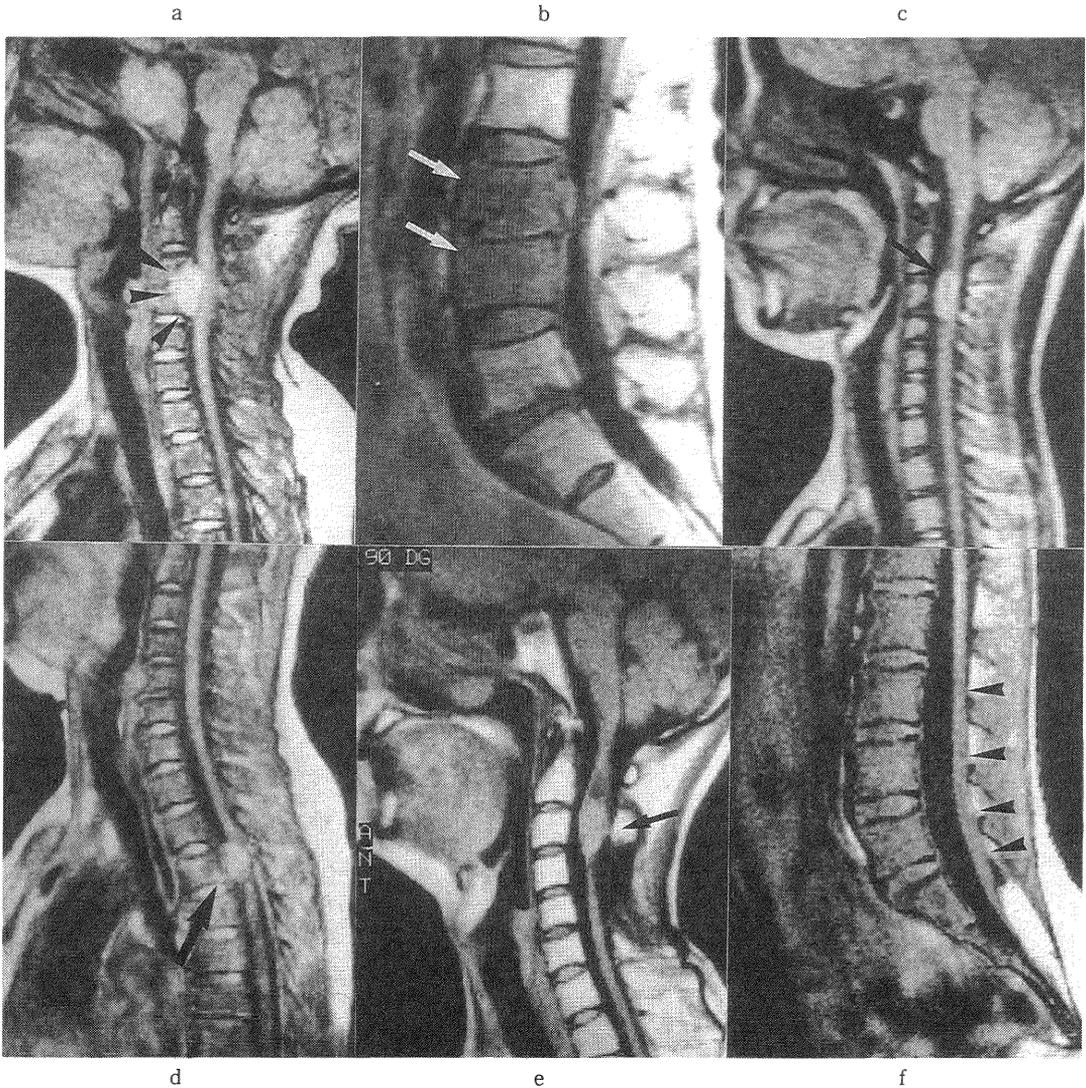


図 1

- a. 脊椎腫瘍 (multiple myeloma)
 - b. 結核性脊椎炎による L₃, L₄ 椎体の低信号域
 - c. 頸髄神経鞘腫 (硬膜内髄外),
 - d. 胸髄々膜腫 (同)
 - e. 頸髄上衣腫 (髄内)
 - f. 低位脊髄円錐
- いずれも T₁ 強調 SE 像.

に対象となる。従来この診断は脊髄腔造影ないしは CAM で行われてきたが³⁾, MRI では T₁ 強調画像で仙椎内まで下降した脊髄とその尾側端の脂肪腫を容易に描出でき、他の画像診断を待たずこれだけで診断を決定できるようになった (図 1-f)。また X 線被爆、造影剤の使

用、検査時の痛みがないので患児の成長にあわせての繰り返し検査も気軽に行なえるようになった。

圧迫による脊髄の変形は脊髄腔造影でもかなり読めるし、CAM でも正確にわかり易く描出できるが、相応の技術的熟練を要する²⁾。一方、MRI でも変形がある程

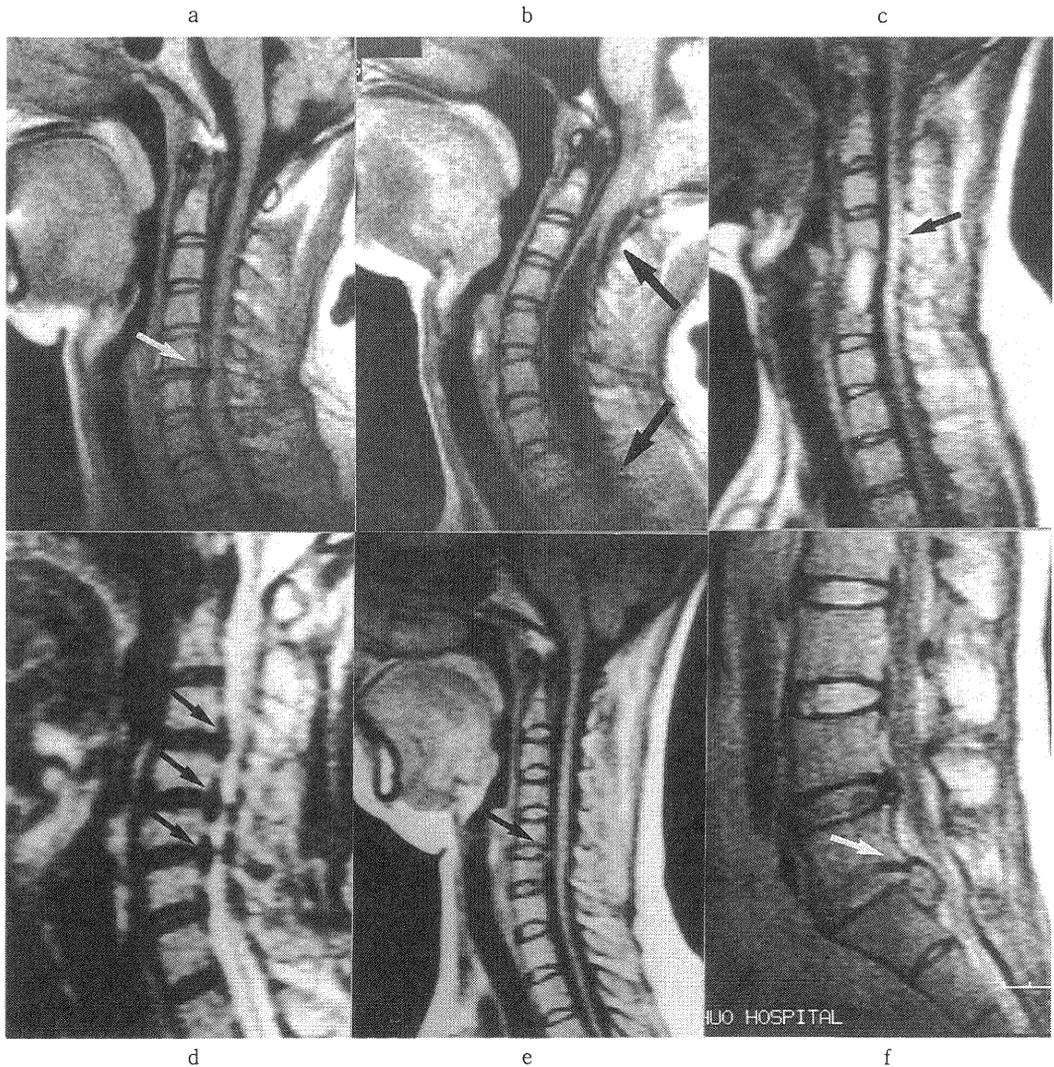


図 2

- a. 頸椎症性脊髄症における脊髄の変形 (T₁ 強調, SE 像)
- b. 脊髄空洞症と Arnold Chiari 奇型 (同)
- c. 頸髄損傷後の脊髄浮腫を示す高信号域 (同)
- d. 頸椎症性脊髄症における硬膜管の圧迫変形 (T₂ 強調, SE 像)
- e. C 5/6 頸椎々間板ヘルニアにおける髄核脱出像 (T₁ 強調, SE 像)
- f. L 5/S1 椎間板ヘルニアの髄核脱出像 (T₂ 強調, SE 像)

度を越えると, T1 強調画像で描出でき, 従来の画像診断に習熟していない医師にも診断が行い易い (図 2-a). 図 2-b は Arnold-Chiari Malformation を伴う頸髄空洞症例である. 脊髄空洞症は, MRI が出現するまでは, delayed CT が最も信頼できる診断であったが, 時間のかかることと時に false negative があることが問

題とされていたのに比べ⁴⁾, MRI ははるかに手軽でかつ信頼度の高い検査法である⁵⁾. 更に, shunt 術後の空洞の縮小を繰り返しチェックするのも容易でその意義は極めて大きい. 脊髄の質の変化のうち浮腫はこれまでは脊髄の腫大像としてしかとえられなかったが, MRI では直接描出できる例がある. 図 2-c は頸髄損傷の術

後で、T1 強調画像で髄内の浮腫が高信号域として描出されており、これが時間と共に減少していくのが観察された。

3) 硬膜管

硬膜自体はまだ画像化できないが、先に述べたように硬膜管の形は T2 強調画像で脊髓造影影にかなり近い画像として得られる。これを用いると図 2-d のような頸椎症脊髄症などの圧迫性 myelopathy 診断の際に有用で、これらの頻度の高い疾患を疑った場合の外来での

手軽かつ有力なスクリーニングとなっている。

4) 椎間板

椎間板に必要なことは、変性の有無とヘルニアを診断することである。

これまでヘルニアの診断は、脊髓造影でも、CAM でも手術を行なうのに充分なだけの診断はできていたが、椎間板そのものを画像化することはむずかしかった。これに対し、MRI ではまず椎間板そのものが明瞭に画像化できることに加え、図 2-e、2-f のように、T1 強調

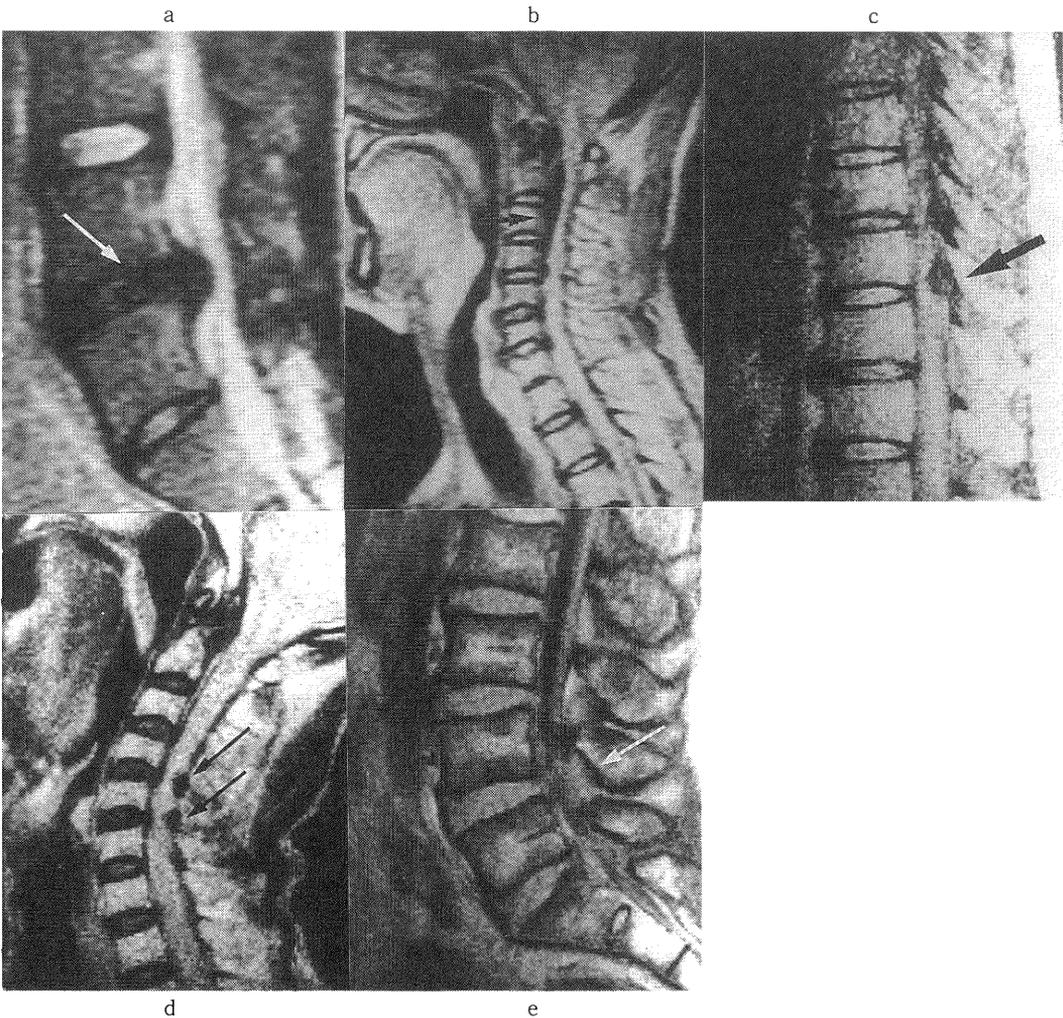


図 3

- a. 変性した腰椎々間板の低信号化と硬膜管への圧迫 (T₂ 強調, SE 像)
- b. 頸椎後縦靱帯骨化を示す低信号域と硬膜管の被圧迫状態 (同)
- c. 胸椎黄色靱帯骨化による低信号域と硬膜管への圧迫 (同)
- d. 頸椎黄色靱帯石灰化症における低信号域 (同)
- e. 腰部脊柱管狭窄症における黄色靱帯の肥厚 (SR 像)

画像ではヘルニアそのものが脊柱管内へ飛び出した椎間板の連続としてとらえられるため、極めて説得性の高いかたちで診断が行なえる。一方、T2強調画像では図3-aのように変性した椎間板は低信号域となって、高信号域を示す正常椎間板とは一目瞭然に区別され、また多数の椎間板を同時に検索できるなど椎間板の診断に画期的な変革をもたらされた。

5) 靭帯

臨床上是後縦靭帯と黄色靭帯の骨化、肥厚、変性が問題となる。

図3-bは頸椎後縦靭帯骨化例で、CAMで骨化巣と脊髓の関係はよくわかるのに対し、MRIでは骨化巣は信号強度が弱いため、椎体の後面で黒く抜けるだけで、圧迫された脊髓の変形しか読みとれず、診断上あまり有

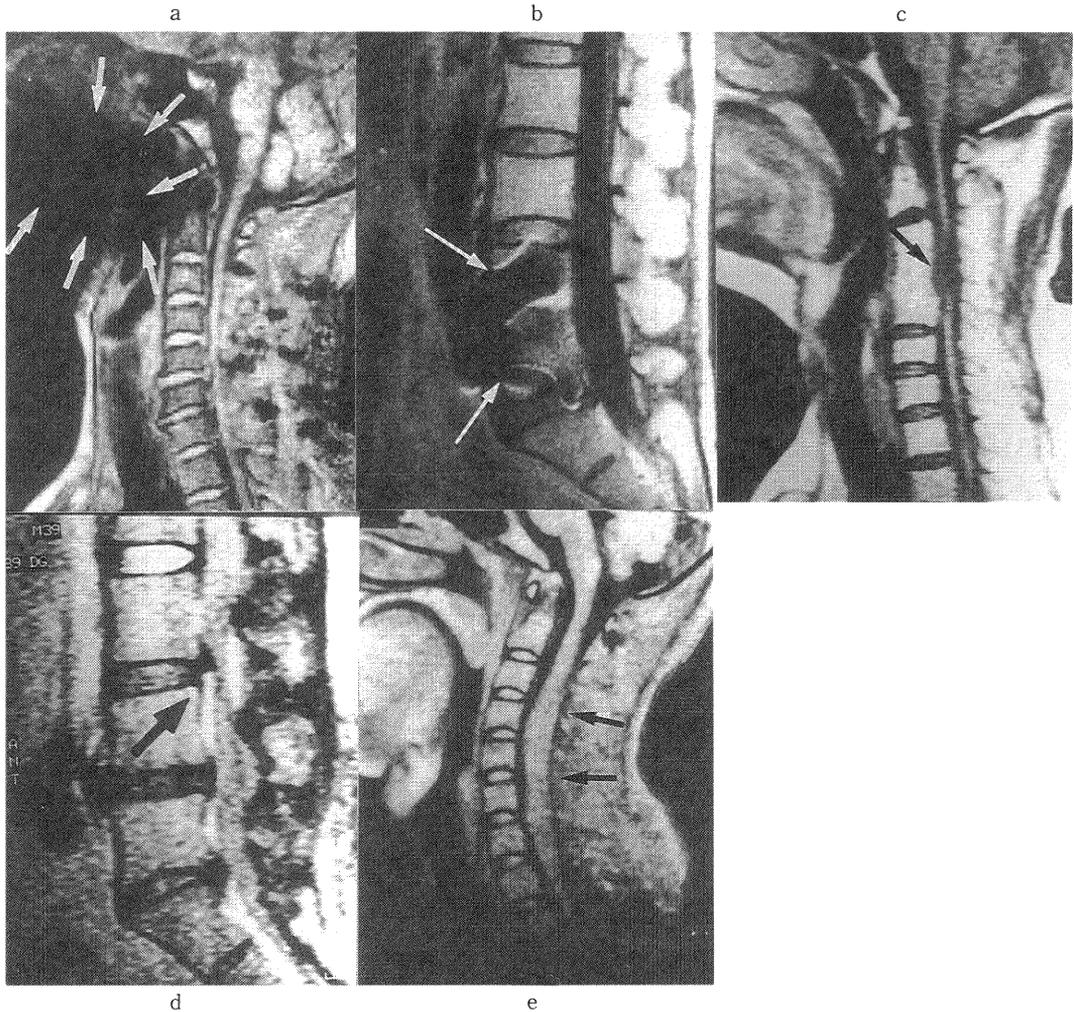


図 4

- a. 義歯によるマーチファクト (T₁強調, SE像)
- b. 腰椎固定のための金属螺子によるマーチファクト (同)
- c. 頸髄損傷における偽の脊髓断裂像 (同)
- d. 腰椎々間板ヘルニアが描出されなかった false negative 例 (T₂強調, SE像)
- e. 頸髄の多発性神経線維腫が画像化されなかった例 (T₁強調, SE像)

意義とはいえなかった。

一方、胸椎黄色靱帯の骨化症は、これまで脊髓造影で診断されてきたが、その造影や読影には熟練を要した。CAM は骨化巣と圧迫された脊髓を良く描出するため決定的価値があったが、scan のレベルの決定にやはり脊髓造影を必要とする場合が多いのに対し、MRI の T2 強調画像では骨化部は各レベルごとに黒く抜け、これと硬膜管の圧排所見とあわせるとみつけ易く、一度に広い範囲の検索ができることもあわせて有用である⁶⁾ (図 3-c)。同様に黄色靱帯石灰化症も T2 強調画像で黒く抜けて、それなりに診断的価値があった (図 3-d)。一般に脊柱の靱帯類は正常でもともと低信号のため画像化しにくい組織とされているが、図 3-e の例のように、T1 強調の SR 像では割とよく画像化でき全面的に不可能という訳でもない。

II. アーチファクト画像

MRI 画像にはすでにある種のアーチファクトの存在が指摘されているが、これまでの症例の中で、脊椎・脊髓疾患に特有といえるようなものもみられている。それらは、1) 水平臥位で誘発される痛みにより同一姿勢が保てないためのもの、2) 側弯により正中から離れた部分に変形するもの、3) 体内磁性体によるもの、4) 空間解像力不足によるもの、5) 原因の明らかでないもの、に分けられた。図 4-a は入れ歯の金属、図 4-b は腰椎固定術のため椎体に入れたスクリューにより発生したもので、前者は頸椎の場合に、後者は体内金属を使うことの多い胸椎、腰椎で見られた。MRI 画像も体内金属により X 線 CT と同様かなりの影響を受けるといわざるを得ない。また図 4-c は頸髄損傷例で、T1 強調画像で、脊髓は受傷部で断裂しているようにみえるが、両手が動かせることから、頸髄は充分連続しているはずである。さらに図 4-d の矢印の部位の椎間板はなぜか変性像しか見えないが、実際は脊髓造影でもはっきりしており、手術でも確認された大きな正中ヘルニアがあった false negative 画像であった。図 4-e は米粒大から小指頭大に至る10数個の神経線維腫が随背に密着して並んでいるのが手術で確認された頸髄腫瘍例であるが、T1 強調画像でも個々の腫瘍は全くとらえられておらず、単に脊髓の腫大としてしか描出されていなかった。

考 察

このように MRI は脊椎・脊髓疾患に対して従来の画像診断法には無かった多くの進歩をもたらした。それらを整形外科の立場からまとめると、1) 脊髓実質の質

的变化を直接画像化できること、2) 椎間板そのものを描出できること、3) 各種の複雑な脊柱構成組織を従来のように各種の検査法を組み合わせることなしに、同時に画像化できること、4) 上位頸髄、頸胸移行部の検索が容易なこと、5) 外来での疾患スクリーニング能力が高まったこと、6) 脊髓造影などと異なり実施や読影技術の熟練を必ずしも必要としないこと、などが挙げられよう。特に 1) は従来の方法では全く不可能であったもので最も画期的な進歩といえよう。2) も痛みや術者の X 線被爆の問題があったこれまでの椎間板造影の大半が省略でき、3) とあわせて、脊椎・脊髓に対する検査の数を減らせる可能性がある。また 4) 5) 6) の点より熟練医でなくとも診断がし易くなってきていることから、疾患の早期発見という観点からも大いに意義のあるところであろう。

一方、問題点としては、1) 空間解像力が未だ X 線 CT に比べ落ちること⁷⁾¹⁾、2) 水平横断像が必ずしも充分ではないこと、3) 骨病変の情報が少ないこと 4) 側弯のある例や痛みのため静止できない例にはむずかしいこと、5) 体内金属により影響を受けること、6) 原因の解らないアーチファクトの存在などが挙げられる。特に 1) の問題は重要で、似たような組織で構成されている脳に比べて、遙かに小さい組織である脊髓ではこの影響は大きい。2) も同様に超伝導 MRI ではかなり優れた画像も示されてきてはいるが、X 線 CT に比べるといま一步の印象がある。疾患の診断のみに用いるのであれば多くの場合これで用は足りていようが、患部を直接切り開いていくための“精密な患部の地図”を欲しい外科医にとっては MRI 所見だけで充分であるとは未だ言えず、今後の機能の改良に期待せねばならない。3) 4) はある程度はやむを得ないことであろう。5) は MRI ではあまり無いとする意見が多いが⁸⁾、実際には X 線 CT と同様かなりの影響を受けることから、体内金属を多用する整形外科にとっては無視できない問題である。

ま と め

整形外科領域、特に脊椎・脊髓疾患の臨床における現在の常伝導型 MRI の利用の現状を述べた。今後さらに機能が改良されると、この分野での従来の診断技術は大きく変化することになる。

参 考 文 献

- 1) 李 元浩, 他: 脊椎・脊髓疾患における MRI の診断的価値について. 臨整外, 21: 461~468. 1986.

- 2) 本間隆夫: 脊椎・脊髄疾患における metrizamide CT. 整形外科 Mook 31: 66~79, 1984.
- 3) 中村敬彦: 77例の診療経験に基づく tethered spinal cord syndrome (脊髄係留症候群) の診断および治療. 日整会誌, 58: 21~35, 1984.
- 4) 本間隆夫, 他: Metrizamide CT における false positive と false negative 画像について. 臨整外, 21: 415~423, 1986.
- 5) 牧田幸三, 他: 脊髄空洞症に神経放射線診断. 整・災外, 31: 129~127, 1988.
- 6) 島崎和久, 他: 黄色靱帯骨化症に対する MRI の診断的意義. 臨整外, 23: 481~487, 1988.
- 7) 町田 徹: 脊椎脊髄疾患の MRI. 日独医報, 31: 43~49, 1986.
- 8) 田中 修, 他: 脊椎の MRI —現状と将来—. 画像診断, 6: 505~513, 1986.

司会 体内金属によるアーチファクトのお話がありましたが、体内金属のある患者さんに MRI をやってよいかどうかの判断はどのようにしておられますか。例えば動脈瘤のクリップが外れたという報告もあるようですが。本間 整形外科で使う体内金属は、骨を強固に押えるのを自慢にしているような金属なので、多少の磁力が加わっても飛んだりしないものですから、その点は心配ないと思います。

3) CT の 進 歩

県立がんセンター新潟病院中央放射線科 新 妻 伸 二

Recent Advance in Computed Tomography

Shinji NIIZUMA

Department of Radiology. Niigata Cancer Center Hospital

Computed tomography (CT) was released in market on 1972. After CT fever, now (1988) we have 5,000 CT machines in Japan. This paper presents recent advances in CT mechanics and its clinical usefulness, compared with GE 8800 (10 years old machine) and Yokogawa's Quantex (present stage CT). Technically the improvements were not so exciting, that is, focus size has been reduced from 1.2 to 0.7mm, spatial resolution from 0.6 to 0.4mm and so on.

However in clinical view point, advancements of CT in these 10 years were excellent. Detection of small lesions, possibility of differentiation in isodensity organs has been improved. Patients through-put also doubled or tripled.

Key words: CT (computed tomography). advancement. image quality. patient through-put.

Reprint requests to: Shinji NIIZUMA
MD, Department of Radiology. Niigata
Cancer Center Hospital. 10-2 Kawagishi-
cho Niigata, 951, JAPAN.

別刷請求先: 〒951 新潟市川岸町2丁目15番地3
新潟県立がんセンター中央放射線部 新妻伸二